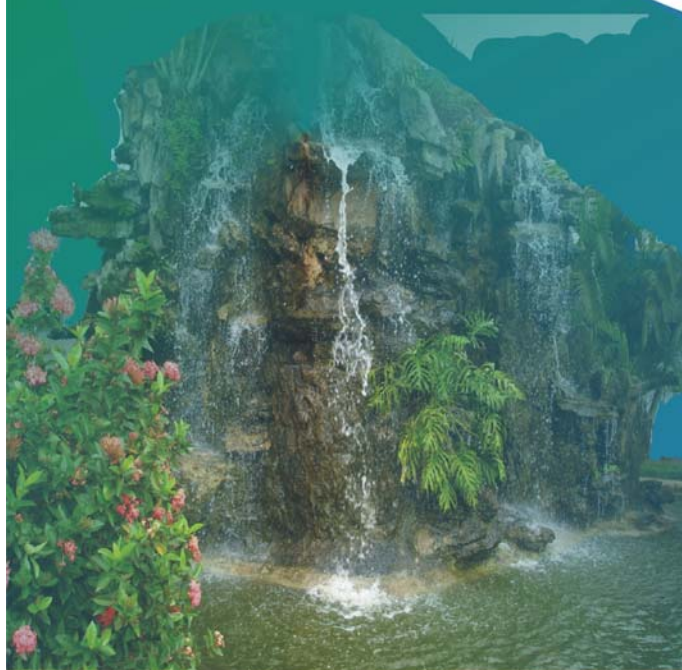




**I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro**

ANAI S

26 a 28 de setembro de 2007



Realização:





WINOTEC

Este volume contém os trabalhos técnico-científicos apresentados em forma de pôster no I Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Conferência sobre Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

ORGANIZADORES:

Manoel Valnir Júnior
Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima
Raimundo Rodrigues Gomes Filho
Antônio Evami Cavalcante Sousa
Frederico Antônio Loureiro Soares
Luiz Antônio da Silva
Clayton Moura de Carvalho
Waleska Martins Eloi
Jeanete Koch
Ana Kelliane Silva do Nascimento
Aristides Martins dos Santos Neto
José Eliésio de Oliveira

Realização:



26 a 28 de setembro de 2007
Sobral - Ceará - Brasil

Cópias adicionais:

Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC

Faculdade de Tecnologia Centec – FATEC

Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada – INOVAGRI

Telefone: (88) 3677 – 2518

Fax: (88) 3677 - 2526

Capa: Clayton Moura de Carvalho

Editoração Eletrônica: Frederico Antonio Loureiro Soares

I WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO & I CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (2007: Sobral. CE).

I WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO & I CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO. Sobral, 26 a 28 de setembro de 2007. (Org.): Manoel Valnir Júnior; Sílvia Carlos R. V. Lima; Raimundo R. Gomes Filho; Antônio Evami C. Sousa; Frederico Antônio L. Soares; Luiz Antônio da Silva; Clayton Moura de Carvalho; Jeanete Koch; Waleska Martins Eloi; Ana Kelliane S. do Nascimento; Aristides M. dos Santos Neto; José Eliésio de Oliveira – Sobral. CE: FATEC/INOVAGRI, 2007.

751 p. il. Color.

1. Irrigação 2. Recursos Hídricos 3. Internacional – Workshop

I. Título. II. VALNIR JUNIOR, Manoel. III. FATEC

CDD 631



**I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE**

**I WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES
TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO
&
I CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-
ÁRIDO BRASILEIRO**

REALIZAÇÃO

FACULDADE DE TECNÓLOGIA CENTEC – SOBRAL

Diretor
MANOEL VALNIR JÚNIOR

**INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO NA AGRICULTURA
IRRIGADA**

Diretor
SÍLVIO CARLOS RIBEIRO VIEIRA LIMA

**SOBRAL – CEARÁ – BRASIL
Setembro – 2007**



**I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE**

**I WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES
TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO
&
I CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS
DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente

Manoel Valnir Júnior

Vice-Presidente

Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima

Coordenador Geral

Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Coordenador Financeiro

Antônio Evami Cavalcante Sousa

Coordenador Técnico

Frederico Antônio Loureiro Soares

Coordenador Científico

Luiz Antônio da Silva

Waleska Martins Eloi

Coordenador Logístico

Clayton Moura de Carvalho

Coordenador Sócio Cultural

Jeanete Koch

Secretários

Ana Kelliane Silva do Nascimento

Aristides Martins dos Santos Neto

José Eliésio de Oliveira



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora, o Instituto Centro de Ensino Tecnológico através da Faculdade de Tecnologia Centec e o Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada vêm, em nome de toda a comunidade científica que se dedica ao tema do Workshop, manifestar seus agradecimentos às instituições abaixo relacionadas pelo apoio recebido para realização do I WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO & I CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP

Prefeitura Municipal de Sobral

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE

Banco do Nordeste – BNB

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS

Embrapa Caprino



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

APRESENTAÇÃO

A natureza através das recentes formas que tem se expressado nas várias partes do mundo reclama do modo de como tem sido tratada ao longo dos tempos, devemos atentar para seus recados, estabelecendo uma convivência pacífica e duradoura do homem com o meio, sob pena de inviabilizarmos, senão extinguirmos a vida na terra.

A produção de alimentos tem experimentado mudanças das mais variadas embasadas em duas vertentes muitas vezes concorrentes: uma a preocupação constante pelo volume produzido e a outra os custos ambientais decorrentes desta produção, em meio a esta dualidade têm-se a irrigação sob uma visão da conservação dos recursos hídricos, papel primordial o que condiciona aos utilitários desta importante ferramenta do processo produtivo, conhecimentos de técnicas modernas e eficazes de manejo da irrigação.

Entendemos que das várias formas de participar, o uso de práticas ou ações que visem diminuir e/ou esclarecer os efeitos danosos ao ambiente e promova discussão acerca do uso racional dos recursos hídricos são, além de imprescindíveis, fundamentais à formação de pessoas com consciência ambiental. Neste pensar, projetamos e realizamos o “**I Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Conferência sobre Recursos Hídricos do Semi-árido Brasileiro**” (WINOTEC), com enfoque nos temas: *escassez e qualidade da água; viabilidade técnica da irrigação no semi-árido; cenários e desafios dos recursos hídricos; uso racional da água; uso da tecnologia para o desenvolvimento do semi-árido* dentre outros. O referido evento pautou seus objetivos no intercâmbio, troca de conhecimentos e informações entre os congressistas e nas relações interpessoais tão peculiar aos que fazem o setor agrícola como um todo.

Portanto, é com imenso prazer que temos a oportunidade de apresentar a toda comunidade acadêmica, profissional e empresários do setor os *ANAIS* do WINOTEC e acreditamos que venha subsidiar pesquisas e trabalhos inerentes aos assuntos nele abordado.

Dr. Manoel Valnir Júnior
Presidente do Evento



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

SUMÁRIO

TÍTULO	PG
MODELAGEM PARA O DIMENSIONAMENTO DE MICROTUBOS EM REGIME DE ESCOAMENTO TURBULENTO	1
SOUZA, R.O.R.M.; MARIANO, R. V. & ROCHA, F. J. DA	
SIMULAÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DA IRRIGAÇÃO SOFTWARE APLICADO À SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE (SASIS)	6
PORDEUS, R. V.; AZEVEDO, C. A. V. DE; DANTAS, L. A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. DE A. DE & AZEVEDO, M. R. Q. DE A.	
EVAPOTRANSPIRAÇÃO E SEUS COMPONENTES EM MAMONA CULTIVADA NO BREJO PARAIBANO	11
GOUVEIA NETO, G. C.; LIMA, J.R.S.; SILVA, J.M.; SILVA, I.F.; ANTONINO, A.C.D. & SOUZA, C	
PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA	16
SILVA ELIAS, I. R.DA; SOUSA, M. S. S.; MELO, A. S. DE; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, J. F. & FERNANDES, P. D.	
IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO E CLORETO NO LENÇOL FREÁTICO DO DIBAU, CEARÁ	21
ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; AQUINO, D. N.; MENDONÇA, M. A. B. & RODRIGUES, J. O.	
RELAÇÕES ENTRE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DOS MUNICÍPIOS DE PIRACICABA – SP E SENADOR POMPEU – CE INFLUENCIADOS POR EVENTOS “EL NIÑO” E “LA NIÑA”	26
CARVALHO, M. A. R. & CARVALHO, L. C. C.	

TÍTULO	PG
USO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PIAUÍ ATRAVÉS DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-2	31
SOUSA, B. F. S.; TEIXEIRA, A. DOS S.; LEÃO, R. A. DE O. & COSTA FILHO, A. B.	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO JAGUARIBE UTILIZANDO IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-2	36
MOREIRA, L. C. J.; COSTA, C. A. G.; TEIXEIRA, A. S.; GONDIM, R. S. & SOUSA, B. F. S.	
QUALIDADE DE ÁGUAS PARA A IRRIGAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LAGOA SECA, PB	41
SOUSA, I.; MENDES, J. S., CHAVES, L. H. G. & CHAVES, I. B.	
DESEMPENHO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO, NO DISTRITO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ, CEARÁ	47
LOPES, J. F. B.; LOPES, F. B.; CHAVES, L. C. G. & LOBATO, F. A. O.	
DESEMPENHO HIDRÁULICO DE UM FILTRO DE DISCO E DE TELA, EM FUNÇÃO DA QUANTIDADE DE SÓLIDOS SUSPENSOS	52
FREIRE, E. A. & MELO, A. F. M.	
IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS-ENVELOPES EM SISTEMAS DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA	58
SANTOS, M. S.; BARROS, H. M. M.; TRAVASSOS, K. D.; RIBEIRO, S.; ANDRADE, L. O. DE & LIMA, V. L. A. DE	
AValiação DE METAIS PESADOS DO SOLO, EM DUAS PROFUNDIDADES DIFERENTES, CULTIVADO PELA CULTURA DA UVA	63
LIMA, V. L. A.; FILHO, J. J. P. F.; SANTOS, M. S.; SANTOS, J. S. DOS ; BARROS, H. M. M.	
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA UVA NA REGIÃO DO SUB-MÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO, JUAZEIRO - BA	68
LIMA, V. L. A. DE; FILHO, J. J. P.; SANTOS, M. S.; BARROS, H. M. M. & SANTOS, J. S. DOS	
CRESCIMENTO DO MELOEIRO TIPO GÁLIA FERTIRRIGADO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO	73
OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. DE; LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, M. K. T; GALVÃO, D. C. & SOUZA, P. S.	
GERMINAÇÃO DA STYLOSANTHES CAPITATA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	78
OLIVEIRA F. A.; MEDEIROS, J. F. DE; LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, M. K. T; GALVÃO, D. C. & SOUZA, P. S.	
COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE: AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES EM CAMPO	83
CARVALHO, C. M. DE; PEREIRA, J. M. G., ELOI, W. M.; SILVA, E. J.; NOGUEIRA, B. DE M. & BARBOSA, R. DA S.	

TÍTULO	PG
EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, SOBRE A PRODUÇÃO E OS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA	88
SILVA, C. T. S. DA; CARVALHO, C. M. DE; AZEVEDO, H. M. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE, DANTAS NETO, J & LEITE, K. N.	
INFLUÊNCIA DO COMPRIMENTO DO MICROTUBO NO COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO	93
MONTEIRO, R. N. F.; MIRANDA, E. P. DE; MARTINS, G. S.; SOUZA, R. O. R. M.; MESQUITA, F. P. & LEITE, K. N.	
AValiação DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA POR XIQUE-XIQUE COM DIFERENTES TAMANHOS DE LUVA DE QUEBRA JATO	97
MAGALHÃES, L. C. M.; MIRANDA, E. P. DE; MARTINS, G. S.; FIALHO, J. S.; MESQUITA, F. P. & ALVES, A. DA C.	
AValiação DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA POR XIQUE- XIQUE SOB DIFERENTES PRESSÕES DE SERVIÇO	101
ALVES, A. DA C.; MIRANDA, E. P. DE; MARTINS, G. S.; SEABRA FILHO, M.; VASCONCELOS, R. S. & MAGALHÃES, L. C. M.	
AValiação DA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DO TIPO DE MICROASPERSÃO NO MUNICÍPIO DE MAURITI - CE	105
SILVA, R. A. DA; BARREIRA JÚNIOR, J. V.; LIMA, P. S. S. DE; BATISTA, R. R.; CARVALHO, C. M. DE & FERREIRA, A. C. DOS S.	
PRODUÇÃO DE BANANEIRA CULTIVAR PACOVAN, EM RESPOSTA A DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO	110
ROCHA, C. R.T. & SOARES, I.	
VOLUMES DE SOLUÇÃO EXTRAIDOS DE CÁPSULAS POROSAS EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO ENTERRADO EM MAMÃO	116
VÁSQUEZ, M. A. N.; VÁSQUEZ, E. M. F.; PEREIRA, J. M. G.; ARAÚJO, P. R. E. & PEDROSA, M. A. F	
DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA COM O USO DA TÉCNICA DOS FRACTAIS	122
PAIXÃO, F. J. R.; ANDRADE, A. R. DOS S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; COSTA, T. L.; SOUSA, J. DOS S.; LIRA, V. M. & DANTAS NETO, J.	
ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE IGUATU-CE	127
ARRAES, F. D. D.; OLIVEIRA, J. B.; GONÇALVES, J. L. G.; CARVALHO, F. W. A. & PEREIRA, A. N.	
QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DA GOIABA (PSIDIUM GUAJAVA L.) NA UNIDADE EXPERIMENTAL BARBALHA/CEARÁ/BRASIL	133
BEZERRA, J. S.; SALES, J. C. DE; OLIVEIRA, A. C. M. DE; SILVA, E. J.; SOUSA, G. G & ISIDRO, R.	

TÍTULO	PG
COMPARAÇÃO ENTRE EQUAÇÕES EMPÍRICAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM DUAS LOCALIDADES NA BIO-REGIÃO DO CARIRI/CEARÁ/BRASIL	138
SALES, J. C. DE; KLAR, A. E; LUCENA, E. M. P. DE. & BORGES, A. M.	
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MARACUJÁ PARA A REGIAO DO VALE DO CURU	143
SOUZA, M. DO S. M. DE; BEZERRA, F. M. L., SILVA, C. R. DA, RABELO FILHO, M. A. , NASCIMENTO, R. S. & SOUSA, A. E. C.	
BALANÇO HIDRICO NO SOLO CULTIVADO COM DO FEIJÃO CAUPI	148
SOUZA, M. S. M DE , BEZERRA, F. M. L., CAVALCANTE, Í. H. L., CAVALCANTE, M. Z. B., NASCIMENTO, R. S. & SOUSA, A. E. C.	
CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE HIDRÁULICA DE EMISSORES TIPO MICROASPIRADOR	153
LOPES, F. B.; MENDES, M. V. D.; SANTOS, F. S. S.; MIRANDA, E. P. & LOPES, J. F. B.	
COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA ESTIMADOS PELO SEBAL E MEDIDOS EM CAMPO	159
COSTA FILHO, J. F. DA; SILVA, B. B. DA; AZEVEDO, P. V. DE; FRANCISCO, P. R. M. & SÁ, T. F. F. DE	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES DISPOSIÇÕES DAS LINHAS LATERAIS EM UM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM MICROTUBOS	165
MIRANDA, E.P. DE; MARTINS, G. S.; SOUZA, R. O. R. M.; VASCONCELOS, R. S., MONTEIRO, R. N. F.& SANTOS, F. R. M. DOS	
EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA PELO MELOEIRO GÁLIA FERTIRRIGADO	169
LIMA, C. J. G. S.; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; GALVÃO, D. C.5 & SOUZA, P. S.	
ACÚMULO E PARTIÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO PELO MELOEIRO FERTIRRIGADO	174
LIMA, C. J. G. S.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; GALVÃO, D. C.5 & SOUZA, P. S.	
TEORES FOLIARES DE FE, CU, ZN E MN EM PLANTAS DE FEIJÃO-DE-CORDA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO	180
NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A; LACERDA, C. F. DE; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. DA & SILVA, F. L. B. DA	
ESTUDO COMPARATIVO DE AVALIAÇÃO EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPIRADOR ANTES E DEPOIS DE UM MANEJO DO SISTEMA	185
NASCIMENTO N. V.; SOUSA, A. E. C. ; OLIVEIRA, J. E.; SOARES, F. A.L.& MELO, C. M. V.	

TÍTULO	PG
FISIOLOGIA DO MARACUJAZEIRO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA	189
MELO, A. S. DE; LIMA, A. B. DE; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; FRANÇA, F. C. DA S. & SUASSUNA, J. F.	
AVALIACAO DO ENCROSTAMENTO SUPERFICIAL NAS PROPRIEDADES HÍDRICAS EM SOLO CULTIVADO	194
SOUZA, E. S.; SILVA, J. M.; GOUVEIA NETO G. C. ;SOUZA, C.; LIMA, J. R. S. & SILVA, I. F.	
AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DO SISTEMA DE MICROIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA GOIABA	199
BENÍCIO, F. R.; CARVALHO, C. M. DE; ELOI, W. M.; SILVA, R. A. DA; SANTOS, W. D. DOS & FERNANDES, R. Q.	
DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NO CULTIVO DE ROSAS EM VASOS	204
ALCÂNTARA, A. E. A.; SOUSA, A. E. C.; CARVALHO, C. M. DE; ALVES, A. DA C.; NASCIMENTO, A. K. S. & OLIVEIRA, J. E. DE	
CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA DO MELOEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS D'ÁGUA E FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO	210
VALNIR JÚNIOR, M.; LIMA, V. L. A. DE; GOMES FILHO, R. R.; LIMA, S. C. R. V.; CARVALHO, C. M. DE & OLIVEIRA, J. E. DE	
PRODUÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-SANTO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ABUBAÇÕES	215
CARVALHO, C. M. DE; COSTA, C. P. M.; SOUSA, J. S.; SILVA, R. H. D. DA; ELOI, W. M. & BORGES, F. R. M	
ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM CULTIVO DE TOMATEIRO SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO	220
ELOI W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; & RIBEIRO, R. A.	
ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS DO CAJUEIRO ANÃO PRECOCE SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS NA FLORAÇÃO	225
CARNEIRO, P. T.; BRITO, M. E. B.; OLIVEIRA, A. R. R. DE; GOMES, A. H. S.; FERNANDES, P. D. & GHEYI, H. R.	
DETERMINAÇÃO DO EXPOENTE DE DESCARGA DE GOTEJADORES AUTOCOMPENSANTE E NÃO COMPENSANTE	230
OLIVEIRA, J. E. DE; NETO, A. M. S.; NASCIMENTO, A. K. S.; VASCONCELOS, P. I. F.; SOUSA, A. E. C. & VALNIR JUNIOR, M.	
PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO	235
CARVALHO, C. M. DE; SILVA, C. T. S. DA; AZEVEDO, H. M. DE; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V. & VASCONCELOS, R. S	
ÁREA FOLIAR DA MAMONEIRA BRS 188 – PARAGUAÇU SOB EFEITO DA MATERIA ORGÂNICA E DO DÉFICIT HÍDRICO DO SOLO	240
LACERDA, R. D. DE; GUERRA, H. O. C.; BARROS JÚNIOR, G. & BARROS, A. D. DE	

TÍTULO	PG
CALENDÁRIO DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA BANANA NA CHAPADA DO APODI	246
SOUSA, R. M. DE; COSTA, G. M. DA; CAVALCANTE, L. C.; GOMES, P. M. C2 & OLIVEIRA, C. W.	
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA MELANCIEIRA POR UM MÉTODO NÃO DESTRUTIVO	251
NOGUEIRA, C. C. P.; FOLEGATTI, M. V.; VASCONCELOS, L. F. L.; PAULUS, D. & TEIXEIRA, M. M.	
QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO UTILIZADAS EM COMUNIDADES RURAIS DE LAGOA SECA, PB	255
SOUSA, I.; MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G. & CHAVES, I. B	
ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE CEARÁ	260
CRUZ, J. D. F. DA; LOPES, C. R. M. & ROCHA, C. F. DA	
COMBATENDO A DESERTIFICAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO	264
GOMES, G. B ; OLIVEIRA, R. S.; OLIVEIRA, M. I. & MONTEIRO, L. C. C.	
OTIMIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA E NITROGÊNIO NO CULTIVO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA	269
VIANA, S. B. A.; BEZERRA, J. R. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; MARQUES, A. & S. NETO, M. N. DE	
DIAGNÓSTICO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE FONTES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO ANGICO, CAMPINA GRANDE-PB	275
OLIVEIRA, F. M. DE; SOUSA, R. F. DE; SOUSA JÚNIOR, S. P. DE; SOARES, F. A. L.; ARAÚJO, N. L. & LIMA, A. N. DE	
PRODUTIVIDADE DE MAMÃO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO	280
CÂMARA, M. J. T.; MEDEIROS, J. F. DE; FERREIRA NETO, M.; FREIRE, J. DE O.; SOUZA, P. A. DE, GRANGEIRO, L. C. & GALDINO, W.	
RESPOSTA DA CULTIVAR DE ALGODÃO BRS – SAFIRA A ADUBAÇÃO FOSFATADA	284
BARROS JÚNIOR, G.; LACERDA, R. D. DE ; SILVA, L. A, DA; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F. & PEREIRA, J. S.	
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA FINS DE IRRIGAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE TERESINA, PI	289
LEAL, C. M., ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUSA, V. F.; SILVA, E.F.F. & BASTOS, E.A.	
QUALIDADE DE ÁGUAS USADAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE CONGO-PB	295
MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G. & CHAVES, I. B.	

TÍTULO	PG
RENDIMENTO DA PRODUÇÃO DA ALFACE SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA UTILIZANDO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROTUBOS	301
GOMES FILHO, R. R.; GONÇALVES, F. B.; CARVALHO, C. M. DE; SOUSA, A. E. C.; COSTA, F. V. DA & OLIVEIRA, J. E. DE	
DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE ASPERSÃO FIXO EM PASTAGEM	306
GOMES, F. H. T.; REBOUÇAS, M. DE O.; PIÑERO, S. R.; LOPES, J. W. B.; BEZERRA, F. M. L. & CÂNDIDO, M. J. D.	
DIMENSIONAMENTO E AVALIAÇÃO EM CAMPO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA TIPO MICROTUBOS POR GRAVIDADE	311
GONÇALVES, F. M.; GOMES FILHO, R. R.; SOUSA, A. E. C.; CARVALHO, C. M. DE; NASCIMENTO, A. K. S. DO & ALVES, A. DA C	
UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO PONTO NOVO, BAHIA	316
SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS; OLIVEIRA, A. S. DE; BRANDÃO, F. J. C.; PAZ, V. P. DA S. & SANTOS, D. M. W. DOS	
AGROCLIMATOLOGIA DA CHAPADA DO APODI	322
COSTA, G. M. DA; OLIVEIRA, C. W.; CAVALCANTE, L. C. ;OLIVEIRA, M. I. DE & NUNES, M. C. H	
EFEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO DIÂMETRO E COMPRIMENTO DO CAULE DA ALFACE	327
GONÇALVES, F. B.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M. DE; SOUSA, A. E. C.; SANTOS NETO, A. M. DOS & COSTA, F. V. DA	
MACROFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM CULTIVOS DE MAMÃO E BANANA	333
VÁSQUEZ, E. M. F.; VÁSQUEZ, M. A N.; FREIRE, M. S.; PONTES, R. E. & ROCHA, C. R. T.	
CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM FILTRO DE MANTA SINTÉTICA NÃO TECIDA PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	338
NASCIMENTO NETO, J. R.; MESQUITA, F. P.; MIRANDA, E. P. DE & SOUZA, R.O.R.M	
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DA GOIABEIRA	343
BEZERRA, A. J. S.; LOPES, F. B.; SILVA, E. J.; SALES, J. C.; PAIXÃO, F. J. & SOUSA, G. G.	
BALANÇO HÍDRICO EM PLANTAS DE SORGO, FEIJÃO-DE-CORDA E ALGODÃO SUBMETIDAS A ESTRESSE SALINO	348
SOUSA, C. H. C.; LACERDA, C. F.; SOUSA, A. E. C. & BEZERRA, F. M. L	
ESTADO NUTRICIONAL DA BANANA PRATA ANÃ CULTIVADA NA CHAPADA DO APODI (CEARÁ) COM BASE EM ANÁLISES FOLIARES	353
NOGUEIRA, F.C.; CHAVES, A.F.; ALMEIDA , E.R. DE; SANTOS, F.S.S.; SANTOS, M.M.S. DO & OLIVEIRA, K. M. L.	

TÍTULO	PG
ANÁLISE PRELIMINAR DO FECHAMENTO DO BALANÇO DE ENERGIA DETERMINADO PELA TÉCNICA DAS CORRELAÇÕES TURBULENTAS	358
BEZERRA, B. G.; SANTOS, C. A. C. DOS; SILVA, B. B. DA & SILVA, S. T. A. DA	
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS EM UMA ÁREA DE TILAPICULTURA EM TANQUES-REDE NO AÇUDE CASTANHÃO, CEARÁ	363
MONTE, T. M. DO; VASCONCELLOS, G. H.; BECKER, H.; BARROSO, H.; MOREIRA, O. P. & MOLISANI, M. M.	
VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE PELO EMPREGO DO ALGORITMO SEBAL E IMAGEM LANDSAT 5-TM NA BACIA DO ACARAÚ - CE	368
MEIRELES, M.; SILVA, B. B. DA; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M. & CHAVES, L.C. G.	
PRODUÇÃO DE FITOMASSA DO ALGODÃO DE COR MARROM (BRS SAFIRA) EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA	373
LACERDA, R. D. DE; BARROS JÚNIOR, G.; PEREIRA, J. S.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F. & SILVA, L. A. DA	
MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POÇOS DA ZONA RURAL DO BARRO-CE	379
ARAÚJO, F.F.DE; SILVA, D.G. DA; CARDOSO, P. H. G; BATISTA, M. S. C. & SILVA, M. DE F.S. DA	
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO VELHO - QUIXERÉ - CEARÁ - BRASIL	383
RIBEIRO, M. A.; OLIVEIRA, C. M. N.; ANDRADE, J. H. R. & FERREIRA, L. M. N	
VARIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE FRUTOS EM BANANEIRA PACOVAN SUBMETIDA À TRÊS DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NA CHAPADA DO APODI – LIMOEIRO DO NORTE-CE	388
MOREIRA, F. V. DE. O.; COSTA, S. C.; SOUSA, G. A. R. & MURAKAMI, K. R. N.	
QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BARRAGEM DAS PEDRINHAS QUANTO À BALNEABILIDADE, LIMOEIRO DO NORTE – CE – BRASIL	393
GOMES, E. O.; OLIVEIRA FILHO, R. L. DE & ROLIM, H. O. DE .	
USO DO FORNO DE MICROONDAS NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE SOLO FRANCO ARGILOSO	398
MENDES, J.M.L.; MIRANDA, E.P. DE; MARTINS, G. S.; FIALHO, J. S.; MESQUITA, F. P. & SOUSA, B. M. DE	
AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO DO PERÍMETRO IRRIGADO DE FORQUILHA - CEARÁ	401
MELO, A. F. M. & FREIRE, E. A	
DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA MICROBACIA DE DRENAGEM DA BARRAGEM VACA BRAVA – AREIA, PB	405
ALMEIDA, H. A. DE; SILVA, L. DA & COSTA FILHO, J. F. DA	

TÍTULO	PG
EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO BRS VERDE SOB ESTRESSE SALINO E LÂMINAS DE ÁGUA	411
SOUSA JÚNIOR, S. P. DE; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F. A. L.; SOUSA, R. F. DE ; CARVALHO, A. DE P.	
EFEITOS DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIAS DE CAMPINA GRANDE – PB, NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA CULTIVAR BRS 149	416
XAVIER, J. F.; ANDRADE, A. R. S.; AZEVEDO, C. A. V. DE; BELTRÃO, N. E. M.; PEREIRA, A. A. & MENDES, J. S.	
ANÁLISE DOS FLUXOS DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE ESTIMADOS PELOS ALGORITMOS SEBAL E S-SEBI	421
SANTOS, C. A. C. DOS; BEZERRA, B. G. & SILVA, B. B. DA	
ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA UTILIZANDO OS ALGORITMOS SEBAL E S-SEBI	427
SANTOS, C. A. C. DOS; SILVA, B. B. DA; RAO, T. V. R. & BEZERRA, B. G.	
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DE ÁGUAS UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CONGO, PB	433
MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G. & CHAVES, I. B.	
ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO ALGODOEIRO ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS E DO ALGORITMO SEBAL	439
BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B. DA & SANTOS, C. A. C. DOS	
DINÂMICA DOS SAIS NO SOLO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO ACARAÚCE EM DECORRÊNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO	445
AQUINO, D. N.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.; LOPES, F. B.; LOBATO, F. A. O. & LOPES, J. F. B.	
UNIFORMIDADE DE B156DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO PERÍMETRO IRRIGADO DE PONTO NOVO, BAHIA	451
SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS; OLIVEIRA, A. S. DE; BRANDÃO, F. J. C.; PEREIRA, F. A. DE C. & SANTOS, D. M. W. DOS	
AValiação DA AÇÃO ANTRÓPICA NA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DA BACIA DO CURU, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO	457
ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; FROTA JUNIOR, J. I. & J.A. SILVA, J.A.	
SALINIDADE E IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO PERÍMETRO ARARAS NORTE, CEARÁ	463
CHAVES, L. C. G.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.; NESS, L. R. L.; LOPES, J. F. B. & SANTOS, F. S. S.	
DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DA BANANEIRA	468
LOPES, F.B.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINO, D. N.; LOBATO, F. A. O.; LOPES J. F. B. & MENDONÇA, M. A. B.	

TÍTULO	PG
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA MAMONEIRA IRRIGADA POR GOTEJAMENTO NA REGIÃO LITORÂNEA DO ESTADO DO CEARÁ	474
PEREIRA FILHO, J. V.; SILVA, A. R. A. DA & BEZERRA, F. M. L.	
IMPACTO DA IRRIGAÇÃO EM SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ACARAÚ, CEARÁ	480
ANDRADE, E. M.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, J. F. B.; CRISOSTOMO, L. A. & LOBATO, F. A. O	
INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA ENRIQUECIDA COM DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) NO PH DO SOLO	485
PAULA, F. L.M. DE; FRIZZONE, J. A.; PAULA, A. L. DE ; BOTREL, T. A.; PAULUS, D. & BORGES, A.C.F.	
QUALIDADE FÍSICO – QUÍMICA DA ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE JUAZEIRO DO NORTE E CRATO – CEARÁ	490
PASSOS, C. R. L. DOS; ALVES, F.K. DE S.; ARAÚJO, M. F. & ALCÂNTARA, R. DE L.	
AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA(MICROASPERSÃO), COM A CULTURA DA GOIABA (PSIDIUM GUAJAVA L.) NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BARBALHA DA UC CENTEC CARIRI	495
CORREIA, C.B.G; DE LIMA, C.F; BARBOSA, R. S; NOGUEIRA, B. M. & PAULO, E.H.	
DIAGNÓSTICO DA PRECISÃO E EXATIDÃO NAS ANÁLISES DE FERTILIDADE NO LABORATÓRIO DE SOLOS, ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO E TECIDOS VEGETAIS DA FACULDADE DE TECNOLOGIA CENTEC DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ, BRASIL	501
FONSECA, J. F. G. DA; NESS, R. L. L. & MATOS, J. D. P.	
QUALIDADE DA ÁGUA DO PERÍMETRO IRRIGADO TABULEIROS LITORÂNEOS DO PIAUÍ	507
FERREIRA, J. R. & FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.	
AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM MALHA IMPLANTADOS EM CAPINEIRAS	513
FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.; SANTOS, J. DE A.; PIRES, J. B. & SANTOS, F. J. DE S.	
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO – BUBBLER PARA OS PRODUTORES DO POLÍGONO DAS SECAS NO NORDESTE BRASILEIRO	519
SOUZA, I. H. DE; CARVALHO, F. W. A. DE; SOUZA, A. O. G. DE; TORRES, F. R. G.; SILVA, T. O. DA & BARBOSA, M. A. G.	
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NOS ASSENTAMENTOS DO MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE-CE	522
ARAÚJO, I.C.S.; BARBOSA, F.E.L.; SANTOS, F.S.S.; CHAVES, L.C.G.; CHAVES, A. F. & SILVA, F.L..	
REÚSO DE ÁGUA COM A MACRÓFITA AQUÁTICA (EICHORNIA CRASSIPES)	528
KOCH, J.; LIMA, E. S. S.; CAVALCANTE, M. R. A.; SILVA, J. R. M & CAVALCANTE, A. R. S.	

TÍTULO	PG
AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO, ATRAVÉS DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, FLORIANÓPOLIS, SC	533
KOCH, J.; MATIAS, W. G.; PINTO, C. R. S. C. & CAVALCANTE, M.R.A.	
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DA ZONA RURAL DE IGUATU-CE	539
CARDOSO, P.H.G.; SILVA, D. G. DA; CARVALHO, J.F.DO C.; SANTOS, J.C. DE F. & SILVA, M. A. N.	
PROPOSTA DA GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM JUAZEIRO DO NORTE-CE	544
CARDOSO, P.H.G.; ARAÚJO, F.F.DE ; PAULO, J.M. & SILVA, D.G.DA	
METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA DIMENSÃO FRACTAL DO SOLO	548
PAIXÃO, F. J. R.; ANDRADE, A. R. DOS S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; COSTA, T. L.; SOUSA, J. DOS S. & FRANCO, E. S.	
INFLUENCIA DE DIFERENTES NÍVEIS MATÉRIA ORGÂNICA NA DENSIDADE DO SOLO	554
ANDRADE, A. R. S.; PAIXÃO, F. J. R. DA; AZEVEDO, C. A. V. DE; SILVA, E. J.; PIMENTEL, J. V. F. & FRANCO, E. S.	
ESTUDO COMPARATIVO DA AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSSÃO UTILIZANDO METODOLOGIAS CONHECIDAS	560
SOUSA, C. H. C.; SOUSA, A. E. C.; GOMES FILHO, R. R.; VALNIR JÚNIOR, M.; LIMA, S. C. R. V. & CARVALHO, C. M. DE	
ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO CENTRO SUL DO CEARÁ ANTES E APÓS A CONSTRUÇÃO DO AÇUDE DE ORÓS-CE	566
LIMA, F. P.; OLIVEIRA, J. B.; FERNANDES, R. A.; SILVA, L. L; FARIAS, C. D. & XEREZ, F. N. F. B.	
ESTIMATIVA PROBABILIDADE DE CHUVA POR FUNÇÕES DE DENSIDADE DE SENHOR DO BONFIM-BA	571
ILVA, I. N.; OLIVEIRA, J. B.; UCHOA, P. H. A.; OLIVEIRA, A. C.; GONÇALVES, J. L. G. & CARVALHO, F. W. A.	
CULTIVO SEM SOLO: ALTERNATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO	576
MELO, P.RA	
SUB IRRIGAÇÃO EM CRISÂNTEMOS DE VASO	582
MELO, P.R.A.	
PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DE PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS NO EM GARANHUNS/PE PARA FINS DE DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO	588
ANDRADE. A. R. DOS S. DE; PAIXÃO, F. J. R.; AZEVEDO, C. A. V. DE; GOUVEIA, J. P.G. DE & OLIVEIRA, É. DE	

TÍTULO	PG
PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO VISANDO A REMOÇÃO DE ALGAS	594
CORREIA, J. L.; PEREIRA, L. R. & ARAÚJO, G. M	
PLANEJAMENTO DE MICROBACIA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO NUMA PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE	599
TIBURCIO, E. C.; CASTRO, M. A. H. DE & RODRIGUES, E. M.	
TENDÊNCIA TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL DA BACIA DO BANABUIÚ – CEARÁ	605
SILVA, J. A.; OLIVEIRA, J. L. G.; GONÇALVES, J. L. G.; CARVALHO, F. W. A.; NOGUEIRA, D. H. & ARRAES, F. D. D.	
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS OF THE EVAPOTRANSPIRATION PROCESS FOR THE CURU PARAIPABA VALLEY, CEARA, BRAZIL	610
OLIVEIRA, C.W.; COSTA, G. M. DA; CAVALCANTE, L. C. & GOMES, P. M. C.	
IMPACTO DA IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DO PERÍMETRO IRRIGADO FORQUILHA, CEARÁ	616
LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; LOPES, J. F. B. & CRISOSTOMO, L. A.	
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA PISCICULTURA	622
TEIXEIRA, R. M. L.; COSTA, I. S. A. DA; SILVA FILHO, V. R. DA & SOUZA FILHO, A. L. DE	
PLANILHA ELETRÔNICA PARA PLANEJAMENTO DE CALENDÁRIOS DE IRRIGAÇÃO	627
PINTO, F. A.; FREITAS, C. A. S. DE & RIBEIRO, R. S. DA F.	
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ,SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO INSTALADO NO MUNICÍPIO DE IGUATU – CE	631
COSTA, M. P.; ARRAES, F. D. D.; SOUZA, I. H., BRITO, J. L. D.; SOUSA, C. H. C. & ANDRADE, C. M.	
AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA À NÍVEL DE CAMPO INSTALADO NO MUNICÍPIO DE BARBALHA-CEARA	636
SILVA, E. J.; LOPES, F. B.; BEZERRA, A. J. S.; SALES, J. C.; PAIXÃO, F. J. R. & ARAUJO, A. F.	
COMPORTAMENTO DO MERCADO DE ALGODÃO ARBÓREO IRRIGADO (EM CAROÇO) NO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 1977 A 1990	641
CARVALHO, F. W. A. DE; SOUZA, I. H. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; PEREIRA, A. N.; GONÇALVES, J. L. DE G.; BRAZ, J. M. & POMPEU, F. S.	
AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO APÓS INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALGAS	644
FIALHO, J. S.; SALES, M. L. M. DE; CAMELO, F. M. B.; NUNES, P. J. F.; ALMEIDA, W. F. DE; VASCONCELOS, M. M. M.; RODRIGUES, A. DO V. & OLIVEIRA, D. P.	

TÍTULO	PG
AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DE VARJOTA – CE, NO PERÍODO DE 2005 A 2007	649
SALES, M. L. M. DE; FIALHO, J. S.; CAMELO, F. M. B.; NUNES, P. J. F.; ALMEIDA, D. M. DE & MIRANDA, E. P. DE	
NITRATO MEDIDO COM CARDY NA SOLUÇÃO DO SUBSTRATO DE GÉRBERA FERTIRRIGADA SOB NÍVEIS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	654
MOTA, P.R.A.; VILLAS BÔAS, R.L.; LUDWIG, F. & FERNANDES, D.M	
EFEITO DO FÓSFORO NO DIÂMETRO E ALTURA NA CULTURA DA MAMONEIRA IRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA	660
TRAVASSOS, K. D.; SANTOS, M. S.; MEDEIROS, S. S.; BARROS, H. M. M.; SANTOS, J. S. & LIMA, V. L. A. DE	
EFEITO DO NITROGÊNIO E DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA ALTURA E DIÂMETRO DA MAMONEIRA	665
TRAVASSOS, K. D.; SANTOS, M. S.; MEDEIROS, S. S.; BARROS, H. M. M.; FERREIRA, A. C. & LIMA, V. L. A. DE	
HIDROGEOLOGIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, ÁREA EM CRATO, JUAZEIRO DO NORTE E BARBALHA-CE	670
LOPES, C. R. M.; CAVALCANTE, I. N. & GUERRA JÚNIOR, W. DE G	
USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO	675
ALVES, L. A.; GONÇALVES, E. DE O.; BARROS, R. DE S. B.; GOMES FILHO, R. R.; LIMA, S. C. R. V. & RODRIGUES, A. L.	
AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM UM MINI PIVÔ CENTRAL	680
OLIVEIRA, M. H. M. DE	
LEVANTAMENTO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE NAS REGIÕES DO BAIXO E MÉDIO JAGUARIBE (CEARÁ)	686
SILVA, F. L.; SANTOS, F. S. S.; COSTA, S. C.; DIOGENES, R. R. M.; OLIVEIRA, C. W. & CHAVES, L.C.G.	
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA CULTURA DO COQUEIRO	692
SIMÕES, G. X.; CORDEIRO, L. G.; MACENA, S.V.C. DA; COSMO, K. DE S.; MAIA, E. P. & MAIA, D. S. N.	
DIAGNÓSTICO DE SALINIZAÇÃO E/OU SODIFICAÇÃO EM SOLOS ALUVIONAIS DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ	697
BARBOSA, F. E. L.; SANTIAGO, R. M.; JUNIOR, Z. R ; NESS, R. L. L; CHAVES, A. F & ALMEIDA NETO, A. J. DE	
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MATA CILIAR NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO JAGUARIBE NO TRECHO DA CIDADE DE LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ - BRASIL	702
TEIXEIRA, L. A. M.; ALVES, N.S.; OLIVEIRA, M. A.; COSTA, F. A. M. & PUERARI, E. M.	

TÍTULO	PG
REÚSO DA ÁGUA PROVENIENTE DA LIMPEZA DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE NO CULTIVO DA MAMONA	708
TEIXEIRA, L. A. M.; SILVA, J. M.; BARBOSA, W. C. C.; ANDRADE, J. H. R.; ROLIM, H. O. DE & CHAVES, A. F.	
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO SOLOS DO MUNICÍPIO DE QUIXERÉ-CE	713
BEZERRA, G. W. L.; NESS, R. L. L.; CHAVES, A. F.; ALMEIDA NETO, A. J. DE; CHAVES, M. J. L. & FREITAS, F. J. M.	
AValiação de sistemas de irrigação no cultivo de antúrio na região litorânea do Ceará	718
SILVA, A. R. DA; LIMA, S. C. R. V.; VALNIR JÚNIOR, M.; MAIA, M. M.; CARNEIRO, G.C. & SOUSA, E. C. DE	
MOVIMENTO DE SOLUTOS PROVENIENTES DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO ARGILOSO	723
SILVA, L. V. B. D.; SANTOS, J. S.; LIMA, V. L. A. DE; LOPES, R. M. B. P. & RIBEIRO, S	
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E MOVIMENTO DE SÓDIO PROVENIENTE DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO ARENOS	728
SILVA, L. V. B. D.; SANTOS, J. S.; LIMA, V. L. A. DE; LOPES, R. M. B. P. & MEDEIROS, S. S.	
EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS E FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DE PÓS-COLHEITA DO MELÃO	733
VALNIR JÚNIOR, M.; LIMA, V. L. A. DE; GOMES FILHO, R. R.; SOARES, F. A. L.; OLIVEIRA, J. E. DE & SANTOS NETO, A. M. DOS	
QUALIDADE DAS ÁGUAS DE DIFERENTES RESERVATORIOS DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS	738
MESQUITA, K. A.; OLIVEIRA, M. S. F. DE; TEIXEIRA, E. M. & NEVES, R. M. R.	
INFLUENCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NO ACÚMULO, EXPORTAÇÃO E RESTITUIÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANEIRAS PRATA ANÃ E GRAND NAINÉ	742
ALVES, A. N.; SOARES, F. A. L.; TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R., OLIVEIRA, F. H. T. DE & CARNEIRO, P. T.	
AValiação hidráulica de um sistema de irrigação por microaspersão em um pomar de mamão	748
NASCIMENTO, A.K.S.; SOUSA, R.O.R.M.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS NETO, A. M.; CARVALHO; C. M. & AZEVEDO, J.G.N.	



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

MODELAGEM PARA O DIMENSIONAMENTO DE MICROTUBOS EM REGIME DE ESCOAMENTO TURBULENTO

SOUZA, R. O. R. M¹; MARIANO, R. V.² & ROCHA, F.J. DA²

¹Professor Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves nº 2501, UFRA/ICA, CEP: 66077-530, Belém/PA. Fone: (91)32105153. e-mail: rodrigo.souza@ufra.edu.br

²Estudante de graduação, FATEC, Sobral/CE

RESUMO: Com o intuito de oferecer embasamento técnico-científico para o desenvolvimento de uma irrigação de baixo custo e alto nível tecnológico, este trabalho teve como objetivo verificar o modelo que melhor represente a perda de energia no microtubo, considerando um regime de escoamento turbulento. O presente trabalho foi conduzido no Laboratório da FATEC/Sobral, onde foi estabelecida com base nos resultados dos ensaios dos microtubos em regime de escoamento turbulento, a relação entre pressão, comprimento, vazão e diâmetro. Os modelos avaliados foram: Equação de Khatri et al. (1979); Equação empírica ajustada com base nos dados de laboratório; e a Fórmula Universal, utilizando Blasius para determinação do fator de atrito. Dentre os modelos estudados a Fórmula Universal com a equação de Blasius para a determinação do fator de atrito foi o que melhor representou o fenômeno de perda de energia no microtubo em regime de escoamento turbulento.

Palavras-chave: irrigação localizada, microtubos, hidráulica

MODELING FOR THE DESIGN OF MICROTUBES IN TURBULENT FLOW REGIME

ABSTRACT: With the intention of offering technician and scientific background for the development of a low cost and high technological irrigation, the objective of this work was to verify the model that best represents the head lost in microtubes, considering a turbulent flow regime. This work was lead at the Laboratory of FATEC/Sobral, where it was established the relationship between pressure, length, flow and diameter, based on the results of the microtubes tests in turbulent flow regime. The evaluated models were: equation of Khatri et al. (1979); empiric equation based on the laboratory tests; and the Universal Equation, with Blasius for determination of the attrition factor. The Universal Equation with Blasius was the best model for represented the head lost in the microtube in turbulent fow regime.

Keywords: localized irrigation, microtubes, hydraulic.



INTRODUÇÃO

O microtubo é o mais antigo gotejador de longo percurso. Esse emissor nada mais é que um pequeno tubo de plástico com diâmetro entre 0,5 e 2 mm, que se caracteriza pela fácil instalação e baixo custo, quando comparado com outros tipos de emissores.

Os microtubos apresentam, quando trabalham em regime laminar, os inconvenientes de alta sensibilidade a variações de temperatura e pressão, além de maiores riscos de entupimento (Soares, 1981). Mesmo com essas dificuldades, Pizarro Cabello (1987) comenta que na Espanha os microtubos se tornaram muito populares pelo seu baixo custo e por uma peculiaridade interessante: o agricultor pode uniformizar as vazões, mesmo o sistema estando instalado, cortando os emissores no comprimento que se mostre adequado.

Uma alternativa para minimizar o risco de entupimento e a sensibilidade do microtubo às variações de temperatura e pressão, é a utilização dos emissores com um regime de escoamento turbulento.

Na literatura existem equações empíricas para o dimensionamento de microtubos em regime de escoamento turbulento. Khatri et al. (1979) realizaram um estudo sobre hidráulica de microtubos e determinaram equações que representam a perda de carga total em diversas condições de regime de escoamento.

A utilização da Fórmula Universal (Darcy-Weisbach) também seria uma alternativa para o dimensionamento de microtubos em regime de escoamento turbulento. Neste caso, o fator de atrito “f” pode ser estimado com a equação de Blasius (Porto, 1999).

Dentro desse contexto e com o intuito de oferecer embasamento técnico-científico para o desenvolvimento de uma irrigação de baixo custo e alto nível tecnológico, este trabalho teve como objetivo verificar o modelo que melhor represente a perda de energia no microtubo, considerando um regime de escoamento turbulento. Os modelos avaliados foram: Equação de Khatri et al. (1979); Equação empírica ajustada com base nos dados de laboratório; e a Fórmula Universal, utilizando Blasius para determinação do fator de atrito.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Irrigação da Faculdade Tecnológica de Sobral, onde foi estabelecida com base nos resultados dos ensaios dos microtubos em regime de escoamento turbulento, a relação entre pressão, comprimento, vazão e diâmetro.

A avaliação dos microtubos foi realizada em diferentes condições de diâmetro, pressão e comprimento. Durante o ensaio os emissores funcionaram em regime turbulento. Foram avaliados microtubos com diâmetros internos de 1,5 (A); 1,0 (B); 0,8 (C); 0,7 (D); e 0,6 mm (E). Os valores dos diâmetros foram fornecidos pelo fabricante. Os testes foram realizados com pressões até 300 kPa.

Para cada comprimento o emissor foi posto em funcionamento em cinco ou seis pressões de serviço diferentes. Os ensaios foram realizados nas seguintes condições: microtubo A com pressões entre 300 e 20 kPa e comprimentos entre 0,1 a 0,8 m; microtubo B com pressões entre 300 e 50 kPa e comprimentos entre 0,1 a 0,6m; microtubo C com pressões entre 300 e 100 kPa e comprimentos entre 0,1 a 0,3m; microtubo D com pressões entre 300 e 120 kPa e comprimentos de 0,1 e 0,2m; e microtubo E com pressões entre 300 e 220 kPa e comprimento de 0,1m.

A pressão de serviço do emissor foi regulada através de um registro de precisão e medida com um manômetro digital. A vazão do microtubo foi mensurada três vezes em cada condição de pressão. A vazão dos emissores foi calculada com base no volume de água coletado durante o tempo de três minutos.

Com base nos resultados dos ensaios de laboratório foram testados três modelos de representação do fenômeno de perda de energia no microtubo em regime de escoamento turbulento. Os modelos testados foram:

Khatri et al. (1979):

$$HF = 0,0036 \frac{Q^{1,779}}{D^{4,857}} L \quad (1)$$

em que,

Hf é a perda de carga no microtubo (mca); Q é a vazão (L h⁻¹); D é o diâmetro (mm); L é o comprimento (cm).

Fórmula Universal (eq. 2) com a equação de Blasius (eq. 3) para a determinação do fator de atrito:

$$HF = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

$$f = \frac{0,316}{NR^{0,25}} \quad (3)$$

em que,

Hf é a perda de carga no microtubo (mca); f é o fator de atrito (adimensional); V é a velocidade da água (m s⁻¹); D é o diâmetro (m); L é o comprimento (cm); g é a aceleração da gravidade (m s⁻²); NR é o número de Reynolds.

Equação empírica ajustada com base nos dados de laboratório:

$$HF = a \frac{Q^b}{D^c} L \quad (4)$$

em que,



H_f é a perda de carga no microtubo (mca); “a”, “b”, e “c” são constantes; Q é a vazão ($L h^{-1}$); D é o diâmetro (mm); L é o comprimento (m).

Para escolha do modelo que melhor representa a perda de energia no microtubo, foram estimados valores de pressão para as diversas condições de vazão, comprimento e diâmetro. Esses valores foram comparados com os valores obtidos em laboratório. O parâmetro de comparação entre modelos foi o Erro Quadrático Médio (eq. 5).

$$EQM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (D - D_i)^2}{n} \right)^{0,5} \quad (5)$$

em que,

D é o dado observado; D_i é o dado estimado; n é o número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados dos ensaios de laboratório foi realizado o ajuste da Equação Empírica para a obtenção dos seus coeficientes:

$$HF = 0,194 \frac{Q^{2,094}}{D^{5,233}} L \quad (6)$$

em que,

H_f é a perda de carga no microtubo (mca); Q é a vazão ($L h^{-1}$); D é o diâmetro (mm); L é o comprimento (m).

Com os valores de vazão, comprimento e diâmetro do microtubo foram estimados valores de pressão. Este procedimento foi repetido com cada modelo em estudo. Os valores estimados de pressão foram comparados com os valores obtidos em laboratório (Figura 1). A comparação

foi

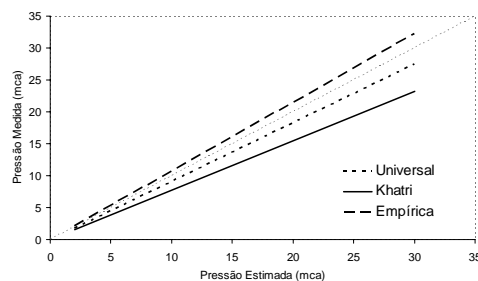


Figura 1. Relações entre pressões medidas e pressões estimadas, obtidas com base nas equações propostas por Khatri et al.(1979), Fórmula Universal com Blasius e a Equação Empírica.

realizada graficamente, quanto mais a equação ajustada (pressão estimada versus pressão medida) estiver próxima da equação $x = y$, mais os valores estimados se aproximam dos valores medidos.

A fórmula Universal com Blasius e a Equação Empírica obtiverem equações de pressão medida versus pressão estimada próximas da reta $X=Y$ (Tabela 1). Já a equação de Khatri et al. (1979) obteve um desempenho abaixo dos demais modelos, o que ficou comprovado pelo valor de EQM (5,8 mca).

Comparando a Fórmula Universal com a Empírica observa-se que a primeira obteve um desempenho superior, pois representou com maior precisão o fenômeno de perda de energia no microtubo em regime de escoamento turbulento, o valor de EQM para ambos os modelos foram respectivamente 3,7 mca e 3,9 mca. Pode-se observar também que a Fórmula Universal tende a superestimar os valores de pressão e a Equação empírica tende a subestimar.

Por tanto, com base nos resultados obtidos, recomenda-se a utilização da fórmula Universal com Blasius para o dimensionamento de microtubos em regime de escoamento turbulento.

Tabela 1. Parâmetros obtidos com base nos modelos propostos

Modelos	Pressão medida X Pressão estimada	EQM (mca)
Khatri et al. (1979)	$y=0,7739x$	5,8
Universal com Blasius	$y=0,918x$	3,7
Empírica	$y=1,0757x$	3,9

CONCLUSÕES

Dentre os modelos estudados a Fórmula Universal com a equação de Blasius para a determinação do fator de atrito foi o que melhor representou o fenômeno de perda de energia no microtubo em regime de escoamento turbulento, embora se tenha notado uma tendência de superestimativa dos valores de pressão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KHATRI, K.C.; WU, I.; GILTILIN, H.M.; PHILLIPS, A. Hydraulics of microtube emitters. **Journal of the Irrigation and Drainage Division of ASCE**, New York, v.105, n. IR2, p.167-173, 1979.
- PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia**. Madrid: Mundi-Prensa, 1987. 461p.
- PORTO, R.M. **Hidráulica básica**. 2. ed. São Carlos: EESC, 1999. 519p.
- SOARES, A.A. Características hidráulicas de microtubos Cipla e linhas laterais para irrigação por gotejamento. Viçosa, 1981. 68p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

SIMULAÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DA IRRIGAÇÃO SOFTWARE APLICADO À SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE (SASIS)¹

**PORDEUS, R. V.²; AZEVEDO, C. A. V. DE³; DANTAS, L. A.⁴; DANTAS NETO, J.³;
MATOS, J. DE A. DE² & AZEVEDO, M. R. Q. DE A.⁵**

¹Trabalho extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor.

²Eng°. Agrícola, Prof. Adjunto, Doutor, Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, Fone: (0xx84) 33151799, rvpordeus@gmail.com, rpordeus@ufersa.edu.br.

³Eng°. Prof. Adjunto, Doutor, UAEAg/ UFCG, Campina Grande-PB.

⁴Bel. Ciência da Computação, UAEAg/UFCG, Campina Grande-PB

⁵Eng°. Agrícola, Profª. Visitante, Doutora, UEPB, Campina Grande-PB.

RESUMO: Os sistemas de irrigação por superfície continuam sendo os mais utilizados no mundo inteiro, principalmente devido à economia de energia e sua facilidade de operação; no entanto, apresentam baixos níveis de desempenho como consequência, em geral, do dimensionamento e manejo inadequados. Assim sendo objetivou-se, com esta pesquisa desenvolver uma ferramenta capaz de possibilitar a otimização do desempenho da irrigação por sulco com fluxo contínuo, a partir de sucessivas simulações da fase de avanço e respectivos prognósticos dos parâmetros de desempenho do sistema de irrigação. O modelo proposto, escrito na linguagem de programação DELPHI 5.0 e denominado SASIS, “Software Aplicado à Simulação da Irrigação por Superfície”, teve sua validação testada para diferentes condições de campo. Os resultados demonstraram que a vazão aplicada exerce influência decisiva nos parâmetros de desempenho do sistema de irrigação, tendo os melhores desempenhos ocorrido para vazões próximas da mínima permitida.

Palavras-chave: Irrigação por sulco, simulação, otimização

SIMULATION OF THE GREAT FLOW OF THE IRRIGATION APPLIED SOFTWARE TO THE SIMULATION OF IRRIGATION OF SURFACE (SASIS)

ABSTRACT: The overhead irrigations for surface continue being the more used in the whole world, mainly due to the economy of energy and its operation easiness; however, these systems present low levels of performance, usually, as a consequence of inadequate design and management. Thus, the objective of this research was to develop a tool capable to make possible the optimization of the continuous flow furrow irrigation performance, making successive simulations of the advance phase and respective prognostics of the performance parameters of the irrigation system. The proposed model was written in the programming language DELPHI 5.0 and denominated SASIS, “Software Applied to

Simulation of the Surface Irrigation”, and had its validation tested for different field conditions. The results demonstrated that the applied discharge had decisive influence on the performance parameters of the furrow irrigation system, in which the best performance happened for discharges close to allowable minimum values.

Keywords: Furrow irrigation, simulation, optimization

INTRODUÇÃO

Apesar da irrigação por superfície ser a mais utilizada no mundo, ela é considerada de baixa eficiência de aplicação d’água, principalmente o sistema de irrigação por sulco, em que os de sulco aberto são os responsáveis pelos menores índices de eficiência. A baixa eficiência nos sistemas de irrigação por superfície se deve, em grande parte, à falta de um dimensionamento criterioso e à prática de manejo inadequado da irrigação. Segundo Rezende et al. (1988), níveis reduzidos de desempenho em sistemas de irrigação por sulcos podem ser atribuídos tanto ao dimensionamento incorreto quanto à operação e manejo insatisfatórios. A utilização de testes de avaliação seria recomendável, apesar do elevado custo e tempo necessários à execução dos trabalhos de campo e análise dos resultados. Além disso, torna-se praticamente impossível a avaliação de resultados combinados dos inúmeros parâmetros envolvidos no dimensionamento e operação dos sistemas.

Objetivou-se, neste trabalho, apresentar um software para simulação e otimização da irrigação por sulco com fluxo contínuo, capaz de, através de simulações da fase de avanço, prognosticar o desempenho de um evento de irrigação e selecionar a vazão ótima na irrigação por sulco com fluxo contínuo, isto é, aquela que maximiza a eficiência de aplicação d’água, balanceando as perdas por percolação e escoamento.

DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DO MODELO

O modelo de ondas cinemáticas implementado neste trabalho baseou-se num desenvolvimento teórico apresentado por Walker & Humpherys (1983).

Para solução numérica espacial das equações do modelo de ondas cinemáticas utilizou-se, o procedimento de integração Euleriana com aproximação de primeira ordem, apresentado por Walker & Humpherys (1983) e Wallender (1986), o qual resulta em duas equações algébricas mais estáveis e mais fáceis de serem resolvidas em microcomputadores.

Vazão máxima não erosiva - Para o cálculo da vazão máxima não erosiva o software SASIS se baseou no método recomendado por Walker & Skogerboe (1987). Os autores estudaram a vazão máxima não erosiva, em função de parâmetros obtidos a partir das dimensões do sulco.

Na determinação da relação entre vazão e a eficiência de aplicação d’água, taxas de percolação e de escoamento, inúmeras simulações foram realizadas pelo modelo SASIS, numa faixa de vazão compreendida entre a mínima e a máxima permitidas, sendo a simulação iniciada pela vazão mínima e se sucedendo com incrementos de 2% na vazão, até se atingir a vazão máxima permitida; a vazão ótima foi considerada a vazão que apresenta a melhor performance da irrigação, ou seja, a melhor eficiência de aplicação de água, atendendo à lâmina requerida de projeto.

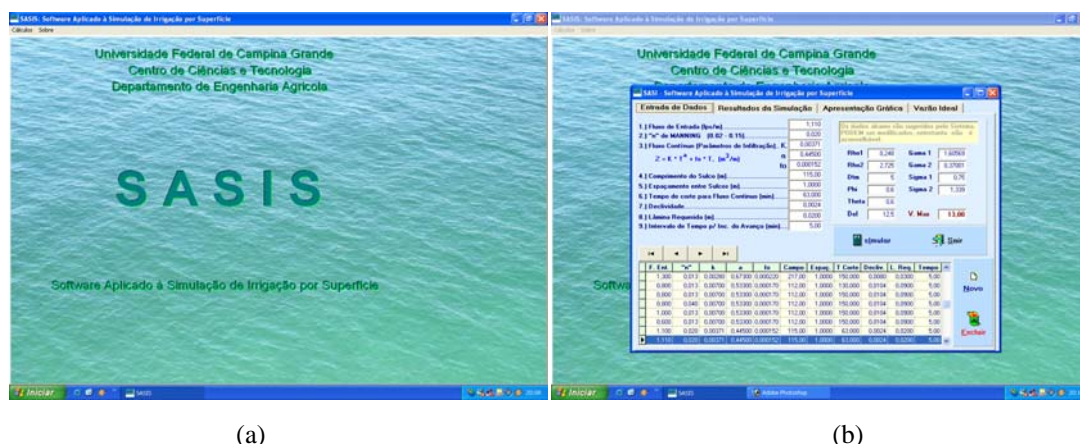


RESULTADOS E DISCUSSÃO

O SASIS foi escrito na linguagem de programação DELPHI 5.0, escolhida por ser orientada a objeto, com integração total ao Windows em todas as suas versões, que permite, de maneira clara, prática, produtiva e eficiente, atualização e portabilidade de aplicativos nele desenvolvidos; oferece, também, significativa facilidade na utilização de Banco de Dados Relacionais, dispensando o trabalho de desenvolvimento de rotinas, controle de arquivos de dados/texto e periféricos de entrada/saída, possibilitando ao desenvolvedor foco total no trabalho específico, gerando códigos rápidos. Referida capacidade é extremamente importante na simulação e otimização da irrigação por superfície. Um diagrama de bloco é apresentado na Figura 1 exibindo, de forma relativamente simplificada, o algoritmo do software SASIS.

O SASIS é um software auto-explicativo, orientado a objetos, escrito para sistemas de microcomputadores compatíveis com o IBM, utilizando Windows 98, 2000, MILENIUM, XP, e sistemas operacionais subsequentes. Opera com arquivo autoexecutável em um CD ROM. Sua instalação é simples: basta clicar no ícone “Instalador Sasis”: clique em avançar e em concluir; o software será, então, instalado no disco rígido do computador, podendo ser criado um ícone de atalho na área de trabalho, caso o usuário o deseje. O software SASIS pode ser executado pelo comando do menu Iniciar do Windows, por duplo click no SASIS.EXE do Windows Explorer, ou clicando no ícone de atalho criado pelo usuário. Em qualquer caso, a primeira tela apresentada ao usuário será como mostra a Figura 1a.

Cálculo - Esta é a arquitetura mais importante do sistema, composto de quatro janelas: Entrada de Dados, Resultados e Simulação, Apresentação Gráfica e Vazão Ideal (Figura 1b). Ao clicar na janela, calcular do menu principal do SASIS, a tela Entrada de Dados é selecionada imediatamente; esta é a principal tela do programa, pois é a partir dela que são inseridos os dados de campo e os parâmetros operacionais, que serão utilizados na otimização do desempenho da irrigação por sulco com fluxo contínuo.



(a)

(b)

Figura 1. Tela de abertura e de inserção de dados de campo para a simulação da irrigação por sulco com fluxo contínuo

Entrada de Dados: A introdução de dados no software SASIS ocorre através da tela de entrada de dados; os espaços em branco devem ser preenchidos pelos valores correspondentes a Dados de Campo: Geometria e Topografia do Campo, Função de Infiltração e Parâmetros da Seção Hidráulica. A geometria e a topografia da superfície irrigada do campo são descritas pelos seguintes parâmetros: Comprimento do sulco; Espaçamento do sulco e Declividade na direção do fluxo. O primeiro campo em branco está reservado para o fluxo de entrada em $L\ s^{-1}$; além desses parâmetros existem espaços em branco para serem preenchidos com a lâmina requerida e incremento de simulação.

A janela Resultado da Simulação mostra, na tela, os resultados da simulação do avanço da água no sulco, tempo de recessão, perfil de infiltração da água no solo, balanço de volume e a performance da irrigação. Esta tela apresenta, ainda, as opções Imprimir e Sair; clicando em Imprimir, um relatório é fornecido com todos os valores da simulação, inclusive os dados de entrada de campo e os parâmetros operacionais (Figura 2).

Vazão Ótima - O software SASIS, além de gerar simulações do processo da irrigação por sulco com fluxo contínuo e drenagem livre, no final da área, fornecendo sua performance, inclui também a capacidade de gerar uma vazão ótima, ou seja, aquela que maximiza o desempenho do sistema. Na Figura 3 é visualizada a tela, que apresenta o módulo da vazão ótima. No espaço em branco que se encontra na parte superior desta tela, o usuário pode inserir uma vazão de entrada mínima, isto é, aquela que garante que a água atinja o final da área; em seguida, clicar no ícone Vazão Ótima; o software calculará a vazão máxima não erosiva internamente e desenvolverá a simulação da irrigação para diferentes valores de vazão gerados pelo programa, que variam entre a vazão mínima e a máxima permitidas, e apresentará valores para os parâmetros da performance do sistema de irrigação, para cada vazão utilizada na simulação,

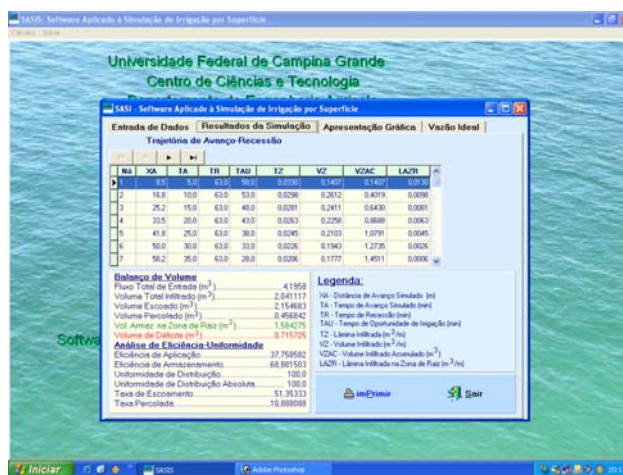


Figura 2. Tela exibindo os resultados da simulação do software SASIS



Figura 3. Tela de visualização do processo de otimização da performance da irrigação por sulco com fluxo contínuo

gerando um gráfico no qual são plotados, no eixo dos x, os valores de vazão calculados pelo programa em $L\ s^{-1}$ e, no eixo dos y, os valores da eficiência de aplicação, taxa de escoamento e taxa de percolação, em %. Na tela são exibidos um gráfico e um relatório da performance da irrigação. O software indicará a vazão que se enquadra como ótima, ou seja, aquela que resultar na maior eficiência de aplicação, provavelmente com o mínimo de escoamento superficial.

CONCLUSÕES

O SASIS apresenta mecanismos eficazes na realização de inúmeras simulações, numa faixa de vazão compreendida entre a mínima e a máxima permitidas, objetivando-se determinar a relação entre vazão e eficiência de aplicação d'água, taxas de percolação e de escoamento e, consequentemente, otimizar o desempenho do sistema de irrigação por sulco com fluxo contínuo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro ao trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- REZENDE, F.C; SCALCO, M.S.; SCALOPPI, E.J.; SCARDUA, R. Alternativas de manejo e dimensionamento em irrigação por sulcos. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, 1988, Sorocaba. **Anais ...** Sorocaba: CNEA/MA, v.1, p.102-114, 1988.
- WALKER, W.R.; SKOGERBOE, G.V. **Surface Irrigation: Theory and Practice**. Utah: 1987. 470p.
- WALKER, W.R.; HUMPHERYS, A.S. Kinematic-wave furrow irrigation model. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, ASCE, 109(IR4): 377-392, 1983.
- WALLENDER, W.W. Furrow model with spatially varying infiltration. **Transactions of the ASAE**, 29(4): 1012-1016, 1986.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E SEUS COMPONENTES EM MAMONA CULTIVADA NO BREJO PARAIBANO¹

GOUVEIA NETO, G. C.²; LIMA, J. R. S.³; SILVA, J. M.²;
SILVA, I. F.⁴; ANTONINO, A. C. D.³ & SOUZA, C.⁵

¹Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq e pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ)

²Bolsista PIBIC/CNPq, UFPB CCA, CEP 58397-000, Areia, PB. Fone (83) 3362-2300. e-mail: neto_gouveia@hotmail.com

³Pesquisador Doutor, Depto de Energia Nuclear, UFPE, Recife, PE.

⁴Prof. Doutor, Depto de Solos e Engenharia Rural, CCA UFPB, Areia, PB.

⁵Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, CCA UFPB, Areia, PB

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a evapotranspiração e a partição de seus componentes, em transpiração e evaporação, num solo cultivado com mamona, em condições de sequeiro, foi instalado um experimento numa área de 4 ha localizada na Fazenda Chã de Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba no município de Areia, PB. A evapotranspiração (ET) foi obtida pelo método do balanço de energia – razão de Bowen; a evaporação (E) foi obtida por pesagens diárias de seis microlisímetros instalados entre as filas da mamona, sendo a transpiração (T) obtida pela diferença entre ET e E. Verificou-se que na fase de emergência a evapotranspiração seguiu as variações da precipitação pluvial, com valor médio de 2,18 mm d⁻¹, e na fase de enchimento de bagas esse valor foi de 3,14 mm d⁻¹. Na fase de enchimento de bagas a evapotranspiração foi utilizada como 12,3% e 87,7%, em evaporação da água do solo e transpiração das plantas, respectivamente.

Palavras-chave: *ricinus communis*, transpiração, evaporação

EVAPOTRANSPIRATION, EVAPORATION AND TRANSPIRATION IN CASTOR BEAN CROPPED IN THE AREA MOUNTAINS

ABSTRACT: With the aim of evaluating the evapotranspiration partition in transpiration and evaporation components, an experiment in a soil cultivated with castor bean, under rainfed conditions, was installed in a 4 ha area in the Centro de Ciências Agrárias, UFPB, belonging to the Municipality of Areia, PB. Evapotranspiration (ET) was obtained by Bowen ratio energy balance method; evaporation (E) was obtained by weighing daily, the content of six microlisimeters installed among rows of castor bean. Transpiration (T) was obtained by the difference (ET-E). It was verified that in the emergency phase the evapotranspiration followed the variations of the rainfall, with the average value of 2.18 mm d⁻¹, and in the reproductive phase the average value was 3.14 mm d⁻¹. In the reproductive phase the evapotranspiration was partitioned as 12.3% in evaporation and 87.7% as transpiration.

Key-words: *ricinus communis*, transpiration, evaporation



INTRODUÇÃO

Com a criação do Projeto Biodiesel pelo governo federal houve uma maior demanda por culturas oleaginosas, tais como, mamona, babaçu, dendê, girassol, soja, etc. Devido à grande adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região Nordeste, a cultura da mamona apresenta grande potencial para produção de óleo vegetal e geração de empregos.

Para que uma cultura seja introduzida de maneira correta em uma região devem-se ter estudos sobre suas exigências nutricionais, espaçamento, época de plantio e, principalmente, sobre o uso da água pela cultura (evapotranspiração).

A evapotranspiração é definida como a perda de água por meio da evaporação do solo e da transpiração das plantas. É um processo biofísico que envolve o conteúdo de água do solo, a passagem da água através da planta, a perda de água por transpiração através dos estômatos das folhas e o transporte de água na atmosfera por meio dos processos difusivos e turbulentos; sua estimativa é de fundamental importância para o planejamento da irrigação das culturas, para aplicação em modelos de predição de crescimento e produção de culturas e para propósitos ecofisiológicos (Rana et al., 2001). Existem vários métodos para se estimar a evapotranspiração, sendo que o balanço de energia-razão de Bowen vem sendo utilizado por diversos pesquisadores nas mais variadas culturas, tais como: soja, banana, feijão, etc (Fontana et al., 1991; Teixeira, 2001; Lima et al., 2005).

Embora estimativas precisas de evapotranspiração (ET) sejam úteis em vários estudos, a sua partição em transpiração da planta e evaporação do solo, é requerida para compreender melhor os processos que controlam as trocas de água e de CO₂ bem como a produtividade dos ecossistemas. Desse modo, faz-se necessário a utilização de técnicas que possam quantificar a transpiração e a evaporação separadamente.

A quantificação das perdas de água por meio da evaporação do solo pode ser obtida pelo uso de microlisímetros. Os microlisímetros foram inicialmente concebidos por Boast & Robertson (1982), e desde então têm sido usados para determinar diretamente a evaporação do solo sem vegetação ou de solos cultivados com culturas que não cobrem totalmente o solo (a mamona, por exemplo). Vários autores usaram o microlisímetro para medir a evaporação do solo (Plauborg, 1995; Jara et al., 1998).

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo estimar a evapotranspiração de um campo cultivado com mamona, por meio do método do balanço de energia, bem como medir a evaporação do solo, por meio de microlisímetros, em condições de sequeiro no Brejo Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

As medidas para realização do balanço de energia foram efetuadas numa área de 4,0 ha, localizada na fazenda Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, situada no município de Areia, PB (6°58'12'' S, 35°42'15'' W e 620 m). O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido). O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 1999).

Para realização do balanço de energia foi instalada uma torre no centro da área contendo sensores de medidas da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento, em quatro níveis ($z_1=35,0$; $z_2=70,0$; $z_3=105,0$; e $z_4=140,0$ cm). Além desses sensores, ainda se instalou um piranômetro para a medida da radiação global, um saldo radiômetro para as medições do saldo de radiação e um pluviógrafo para a medida da precipitação pluviométrica; esses sensores foram instalados na mesma torre, na altura de 2,0m da superfície do solo; já para a medida do fluxo de calor no solo foram instalados fluxímetros em dois locais, na profundidade $z=5,0$ cm, juntamente com um sensor de umidade do solo, na mesma profundidade, além de duas sondas térmicas instaladas horizontalmente, nas profundidades de $z_1=2,0$ e $z_2=8,0$ cm. Todas essas medidas foram armazenadas como médias a cada 30 min, com exceção da pluviometria, quando foi calculado seu valor total, em um sistema de aquisição de dados CR 10X da Campbell Scientific. A evapotranspiração foi obtida por meio do método do balanço de energia – razão de Bowen. Uma descrição detalhada desse método pode ser obtida em Lima et al. (2005).

A evaporação do solo foi medida por meio de microlisímetros. Cada microlisímetro tinha um diâmetro de 7,0 cm e um comprimento de 15,5 cm. Foram instalados seis microlisímetros entre as linhas da cultura da mamona. Os microlisímetros foram pesados diariamente, às 06:00 h, em balança eletrônica com resolução de 0,01g. A evaporação diária do solo, em mm, foi obtida pela seguinte equação:

$$E = \frac{P}{A} \times 10 \quad (1)$$

sendo E a da evaporação da água do solo (mm); P a diferença de peso entre dias consecutivos (g); A a área do microlisímetro (cm²); 10 o fator de correção para mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evapotranspiração durante a fase inicial de crescimento da mamona

Na Figura 1 é apresentada a evolução diária da precipitação pluvial e da evapotranspiração da cultura da mamona durante a fase de emergência e crescimento inicial. Esse período vai de 29 de maio a 26 de junho e corresponde de 1 a 29 dias após o plantio.

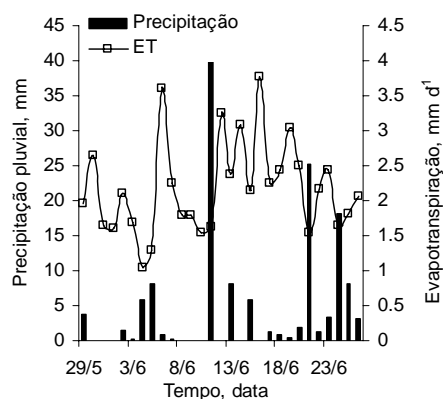


Figura 1. Precipitação pluvial e evapotranspiração da mamona durante o período de 27/05 a 26/06/2006 em Areia, PB



A quantidade total de água precipitada durante esse período foi 141,2 mm. Observa-se na Figura 1 que, de um modo geral, a evapotranspiração da mamona seguiu as variações da precipitação pluvial, com valores mais elevados após o umedecimento do solo. A evapotranspiração total durante a fase de emergência foi de 67,5 mm d⁻¹, com um valor médio de 2,18 mm d⁻¹. Lima et al. (2004) trabalhando com a mesma variedade, no mesmo tipo de solo e empregando a mesma metodologia, encontraram um valor médio de evapotranspiração de 1,84 mm d⁻¹ e um valor total de 88,3 mm, sendo o período compreendido dos 13 aos 60 dias após a emergência.

Partição dos componentes da evapotranspiração (evaporação e transpiração) durante a fase de enchimento de bagas

A evolução diária da precipitação pluvial, da evapotranspiração e de seus componentes (evaporação e transpiração) durante a fase de enchimento de bagas é apresentada na Figura 2. Observa-se que nesse período de estudo houve uma escassez de chuvas, ocorrendo apenas 3,3 mm de água precipitada, mas os valores de evapotranspiração permaneceram elevados com um total de 94,05 mm e um valor médio de 3,14 mm d⁻¹. Já na partição dos componentes da evapotranspiração, a evaporação consumiu apenas 11,57 mm, ou seja 12,3%, do total evapotranspirado. Já a transpiração consumiu 82,48 mm, ou seja, 87,7%, do total de água utilizado pela cultura. Isso deve ter ocorrido em virtude da cultura encontrar-se na fase de enchimento de bagas, e nessa fase a cultura utiliza uma maior quantidade de água em seus processos fisiológicos.

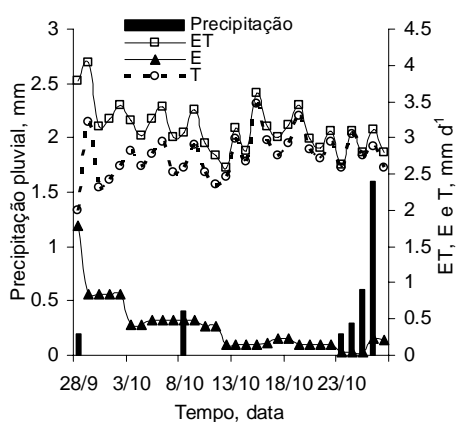


Figura 2. Precipitação pluvial, evapotranspiração da mamona e seus componentes (evaporação e transpiração) durante o período de 28/09 a 27/10/2006 em Areia, PB

CONCLUSÕES

A evapotranspiração da mamona, durante a fase de emergência, teve um valor médio de 2,18 mm d⁻¹ e na fase de enchimento de bagas esse valor foi de 3,14 mm d⁻¹.

A evapotranspiração da mamona seguiu as variações da precipitação pluvial. Na fase de enchimento das bagas 87,7% da evapotranspiração foi utilizada como transpiração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOAST, C.W.; ROBERTSON, T.M. "Mycro-Lysimeter" method for determining evaporation from bare soil: description and laboratory evaluation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.46, p.689-696, 1982.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A.; BERGAMASHI, H. Balanço de energia em soja irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.403-410, 1991.
- JARA, J.; STOCKLE, C.O.; KJELGAARD, J. Measurement of evapotranspiration and its components in a corn (*Zea mays* L.) field. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.92, p.131-145, 1998.
- LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; SILVA, I.F.; SOUZA, C.; LIRA, C.A.B.O. Avaliação dos componentes do balanço de energia num solo cultivado com mamona no Brejo Paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, Campina Grande, **Anais...**Campina Grande: EMBRAPA CNPA, 2004. (CD ROM).
- LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; SOARES, W.A.; BORGES, E.; SILVA, I.F.; LIRA, C.A.B.O. Balanço de energia em um solo cultivado com feijão caupi no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p. 527-534, 2005.
- PLAUBORG, F. Evaporation from bare soil in a temperate humid climate—measurement using micro-lysimeters and time domain Reflectometry. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.76, p.1-17, 1995.
- RANA, G.; KATERJI, N.; PERNIOLA, M. Evapotranspiration of sweet sorghum: A general model and multilocal validity in semiarid environmental conditions. **Water Resources Research**, Washington, v.37, p.3237-3246, 2001.
- TEIXEIRA, A.H. de C. Avaliação dos componentes do balanço de energia durante o primeiro ano da cultura da banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5, n.1, p.28-32, 2001.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA

ELIAS, I. R. DA S.¹; SOUSA, M. S. S.¹; MELO, A. S. DE²; BRITO, M. E. B.³;
SUASSUNA, J. F.¹ & FERNANDES, P. D.⁴

¹Graduanda em Licenciatura em Ciência Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha - PB

²Prof. Dr. Departamento de Ciências Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha – PB. alberto@uepb.edu.br

³Eng. Agrônomo, Doutorando Engenharia Agrícola, UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, CEP: 58100-000

⁴Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola- UFCG, Campina Grande - PB

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de cinco lâminas de água sobre a produção de mudas de maracujazeiro amarelo. O experimento foi realizado no Setor de Fruticultura da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV – Catolé do Rocha-PB. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 300 plantas úteis. As lâminas de água estudadas foram $L_1 = 60\%$ (42 mL), $L_2 = 80\%$ (56 mL), $L_3 = 100\%$ (70 mL), $L_4 = 120\%$ (84 mL), e $L_5 = 140\%$ (98 mL) da evapotranspiração diária. As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro do caule e área foliar. Indica-se a lâmina de 82 mL por planta durante o ciclo para a produção do maracujazeiro amarelo com base na altura de planta. A eficiência no uso da água de $908 \text{ cm}^2 \text{ L}^{-1}$ para a variável área foliar é verificada em ' L_3 ' que totalizou 70 mL de água por planta durante o experimento.

Palavras-chave: Estresse hídrico, *Passiflora edulis*, crescimento

PRODUCTION OF PASSION FRUIT SEEDLINGS UNDER DIFFERENT WATER LEVELS

ABSTRACT: The present work had as objective evaluates the effect of five levels of water on the production of seedlings of yellow passion fruit plant. The experiment was done in the Section of Horticulture of the Paraíba University State, Campus IV - Catolé do Rocha-PB. The experimental plan was randomized blocks, with five treatments and six repetitions, totaling 300 useful plants. The water levels studied were $L_1 = 60\%$ (42 mL), $L_2 = 80\%$ (56 mL), $L_3 = 100\%$ (70 mL), $L_4 = 120\%$ (84 mL), e $L_5 = 140\%$ (98 mL) of the daily evapotranspiration. The analyzed variables were height of the plant, stem diameter and leaf area. 82 mL is water level indicated by plant during the cycle for the production of the yellow passion fruit with base in the plant height. The water efficiency use, $908 \text{ cm}^2 \text{ L}^{-1}$, for the variable leaf area is verified in ' L_3 ' witch 70 mL of water for plant during the experiment.

Keywords: Drought Stress, *Passiflora edulis*, growth

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de maracujá-amarelo do Mundo e um dos principais exportadores de seu suco, ao lado da Colômbia e do Equador (MARTINS et. al. 2007).

Para o bom desenvolvimento de um pomar, algumas orientações devem ser seguidas. O primeiro procedimento adotado para a instalação de qualquer tipo de pomar é a obtenção de mudas de boa qualidade. Para obtenção destas mudas de boa qualidade, necessita-se de um manejo adequado com as necessidades da cultura. Raij (1991) e Malavolta et al. (1989), indicam que a planta depende muito da disponibilidade de água adequada para o bom aproveitamento dos fertilizantes. Verifica-se, também, que a água é o fator que exerce maior influência sobre o processo germinativo, principalmente devido a reidratação dos tecidos, seguido da intensificação da respiração e todas as outras atividades metabólicas, culminando com o fornecimento de energia e nutrientes necessários aos processos de crescimento e de desenvolvimento (Carvalho & Nakagawa, 1988).

A água, contudo, é um recurso limitado, notadamente, no semi-árido nordestino, sendo que para a utilização deste recurso para fins de irrigação deve-se ater a melhoria na eficiência do seu uso, aliando-se o uso racional da água e a produção de culturas.

Com isso o objetivo deste trabalho foi a produção de mudas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de água possibilitando a melhoria na eficiência do uso da água diante de parâmetros morfofisiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido no Setor de Fruticultura da Universidade Estadual da Paraíba, localizada na cidade de Catolé do Rocha-PB, com uma latitude sul de 6,21°, longitude de 37,45° a oeste do meridiano de Greenwich, apresentando uma altitude de 210m. O clima é caracterizado de acordo com a classificação de Köppen é o Aw', ou seja, quente e úmido com chuvas de verão e outono. A região possui precipitação pluviométrica na faixa de 800 mm anuais.

O experimento foi desenvolvido no período de 25 de março a 10 de junho de 2007, totalizando 75 dias, utilizando-se sementes de maracujá-amarelo híbrido IAC 273/ 277, adquiridas no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O substrato utilizado foi esterco bovino curtido, e terra, na proporção de 1:1, seguindo recomendação de Lima (1995). Com as características químicas descritas na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco lâminas de água, [L₁: 42 mL (60%), L₂: 56 mL (80%), L₃: 70 mL (100%), L₄: 84mL (120%), e L₅: 98 mL (140%) por planta no ciclo (75 DAS), aplicadas a partir dos 45 dias após semeadura, quando houve

Tabela 1 – Análise do substrato utilizado no experimento. Catolé do Rocha-PB. 2007

pH _{água}	MO	P	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	V	PST
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								----%----	
8,6	59,48	4,83	1,03	4,44	4,1	3,7	0,0	0,0	13,3	13,3	100	8



uniformidade do processo de germinação] em cinco blocos e a unidade experimental composta por 10 plantas úteis. As lâminas foram determinadas a partir da evapotranspiração média obtida por meio do tanque ‘Classe A’ disposto no ambiente protegido.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura.

Avaliou-se entre os 30 e os 75 dias após a semeadura (DAS), o incremento em altura de planta, em diâmetro do caule. Na determinação da altura das mudas, utilizou-se uma régua graduada em centímetro, tomando como referência, a distância do colo ao ápice do caule da muda. Já o diâmetro foi medido no colo da planta com um paquímetro em mm. A área foliar foi determinada pela largura e comprimento da folha principal da muda (Folha 3) multiplicado pelo número de folhas e o fator de água periodicamente, obtendo-se o crescimento em área foliar ao longo do tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análise de regressão polinomial utilizando o programa SAEG 9.0 da UFV-MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das lâminas de água sobre o crescimento das mudas de maracujazeiro amarelo. Para o incremento em altura de planta observa-se comportamento quadrático (Figura 1 A) com máximo em altura obtido aplicando-se, durante o período de formação de mudas, 82 mL de água distribuídos de acordo com a demanda evapotranspirativa obtida pelo tanque classe A, verificando-se neste ponto incremento em altura de 10,07cm estabilizando-se a partir de então. Uma maior altura de planta pode significar, para a formação de mudas de maracujazeiro, potencial ao crescimento das plantas e redução no intervalo entre o crescimento e a produção de frutas, constatando-se ainda que o uso adequado dos recursos hídricos torna mais eficiente o sistema de produção.

Para o diâmetro de caule verifica-se, também, comportamento quadrático com o aumento da disponibilidade de água às mudas de maracujazeiro (Figura 1 B), com máximo em diâmetro obtido com a lâmina de 89,5 mL por planta durante o ciclo, sendo que o diâmetro de colo máximo estimado nas mudas foi de 2,25 mm.

Denota-se que a disponibilidade de água vem a promover melhoria na formação de tecidos, notadamente, em diâmetro de caule e altura de planta, haja vista que vem a possibilitar

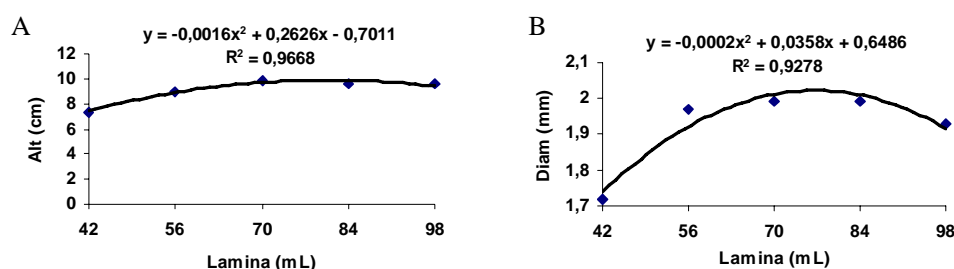


Figura 1: Altura de planta (A) e diâmetro de caule (B) em função das lâminas de água estudadas. Catolé do Rocha, 2007

ao vegetal melhoria no processo de trocas gasosas para acúmulo de carbono e realização da fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2004).

Com relação à área foliar verifica-se na Figura 2 o comportamento ao longo das épocas de avaliação para cada lâmina de irrigação estudada. Verificando-se na lâmina 'L₃' a maior eficiência em formação de tecidos por unidade de água fornecida, constatando-se incremento em área foliar média estimada de 908,00 cm², sendo 146% maior que a área foliar obtida aos 30 DAS, para as demais lâminas constata-se valores de incremento inferiores aos obtidos em L₃. A área foliar está intimamente ligada à formação de fotoassimilados, haja vista que representa o aparato fotossintético. Fazendo-se analogia com as outras variáveis, pode-se correlacioná-las com as maiores alturas de planta e diâmetro de caule nas lâminas próximas a de 'L₃' (70 mL).

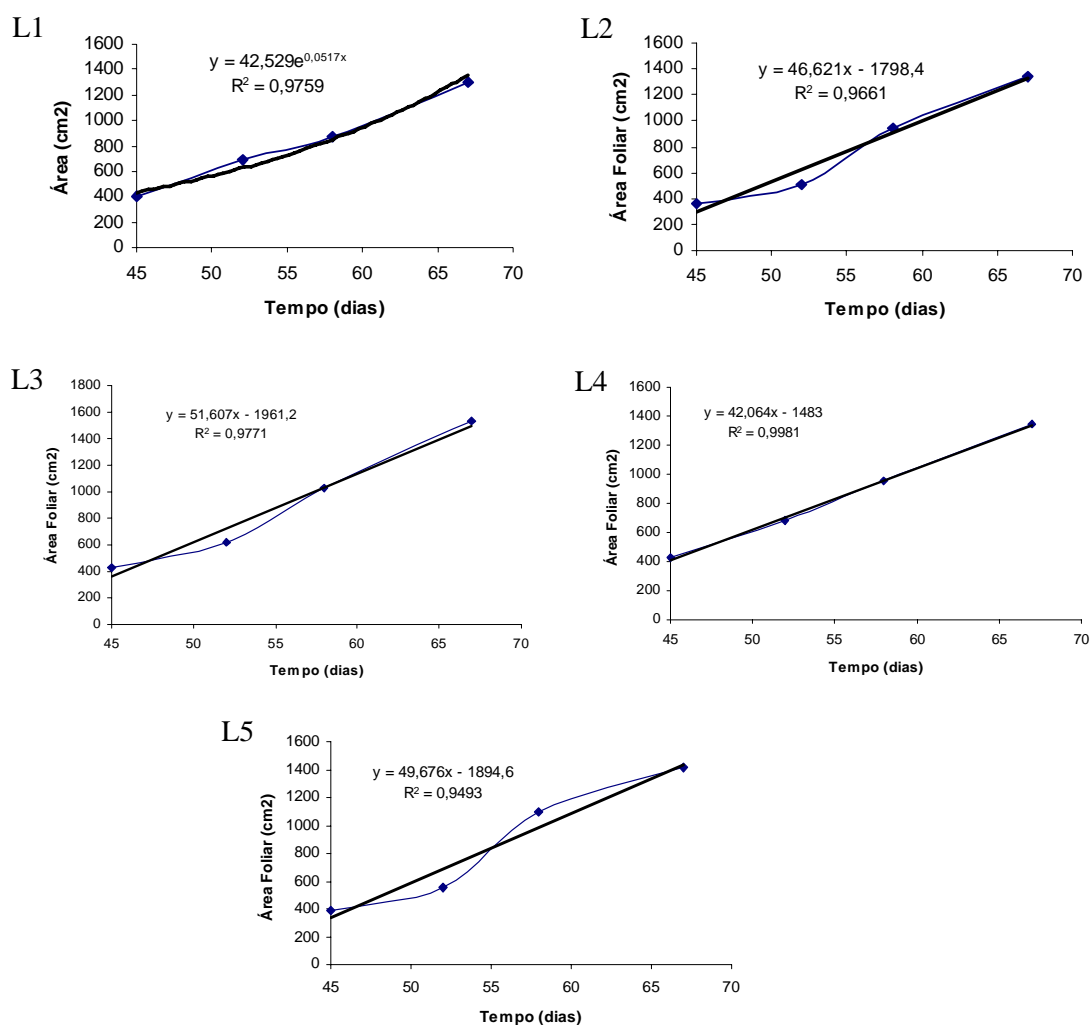


Figura 2: Área foliar em função do tempo para cada lâmina de água estudada. Catolé do Rocha, 2007



CONCLUSÕES

1. Indica-se a lâmina de 82 mL por planta durante o ciclo para a produção de mudas de híbridos de maracujazeiro amarelo com base na altura de planta
2. A eficiência no uso da água de $908\text{cm}^2\text{ L}^{-1}$ para a variável área foliar é verificada em 'L3' que totalizou 70 mL de água por planta durante o experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.
- LIMA, A. A.; BORGES, A. L. & CALDAS, R. C, Substratos para produção de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, p. 127-129, 1995.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Aplicação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; CANUTO, R. S.; SILVA, J. C. Maracujá (*Passiflora* spp), PAULA JÚNIOR, J.; VENZOM, M. **101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 503-507, 2007.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/ POTAFOS, 1991. 343 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO E CLORETO NO LENÇOL FREÁTICO DO DIBAU, CEARÁ

ANDRADE, E. M.¹; LOBATO, F. A. O.²; AQUINO, D. N.³;
MENDONÇA, M. A. B.²; & RODRIGUES, J. O.³

¹Eng. Agrônoma, Ph.D., pesquisadora do CNPq, Profª. Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE.

²Estudante de Agronomia, bolsista do CNPq, Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Av. Mister Hull, s/n, Bloco 804, Campus do Pici, CEP: 60455 – 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 3366 9762 E-mail: lobatto18@yahoo.com.br

³Eng. Agrônomo, mestrando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) da UFC, Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência do manejo da irrigação nas concentrações do cloreto e do nitrato em um poço amazonas localizado dentro de um lote irrigado (C33) do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. Para isso foram coletadas amostras de água, mensalmente de dez/2003 a nov/2005, realizadas as análises químicas e determinadas as taxas de incrementos do cloreto e do nitrato. Os resultados obtidos mostraram que as concentrações dos elementos receberam influência do regime pluviométrico. O nitrato foi o elemento que sofreu maior influência do manejo adotado no lote, apresentando aumentos gradativos na sua concentração durante o período estudado com taxas de até 200%. Apesar das elevadas taxas de adição do nitrato, as águas ainda não apresentam limitações para consumo humano.

Palavras-chave: águas subterrâneas, sazonalidade, contaminação

IMPACT OF IRRIGATION ON NITRATE AND CHLORIDE CONCENTRATION ON GROUNDWATER IN DIBAU, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This study was carried out to determine the irrigation management effect of the nitrate and chloride concentration in the water-table sited at Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. The water sample was taken, monthly, from Dec/2003 to Nov./2005, chemical analysis were developed and increment rates were calculated. Results showed up that concentration to studied elements were influenced by rainfall regime. Irrigation caused the groundwater concentration of nitrate to increase up to rates of 200%. Although the elevated rates of nitrate addition, water still suitable to human consumption use.

Keywords: groundwater, seasonality, contamination



INTRODUÇÃO

Em função da demanda crescente de água pela população, da saturação do meio físico por materiais não biodegradáveis ou por grandes quantidades de resíduos que são produzidos e, muitas vezes, não absorvidos pelo processo de ciclagem natural, há um esgotamento da água de qualidade para o consumo humano (Aquino et al., 2006). As águas subterrâneas tornam-se cada vez mais, uma importante fonte de água para o consumo humano à medida que outras fontes de abastecimento são degradadas (ANA, 2005). Os corpos hídricos subterrâneos constituem uma reserva estratégica e hoje representa um fator competitivo no mercado global. Dentre os poluentes das águas subterrâneas, o nitrato é o de ocorrência mais freqüente e quando se encontra em concentrações superiores a 10 mg L^{-1} pode causar metahemoglobina e câncer. As principais fontes desse elemento são os fertilizantes agrícolas, a criação de animais e as fossas sépticas. Este fato se torna mais agravante nas regiões áridas e semi-áridas do globo onde a intensificação da agricultura vem ocorrendo através da irrigação, do uso de fertilizantes nitrogenados e das ações orgânicas (esterco e reuso da água), sempre na busca de uma maior produtividade (Varnier e Hirata, 2002; Feng et al., 2005). Quando se adota um modelo de manejo da irrigação inadequado, com adoção de elevadas lâminas de irrigação, ocorrerá um acúmulo de sais nas águas e uma elevação no nível do lençol freático. Dentre os elementos lixiviados, os nitratos e os cloretos são que ocorrem com uma maior freqüência, havendo uma predominância do primeiro. Essa maior concentração do nitrato encontrado nas águas do lençol freático nas áreas agrícolas é derivada dos fertilizantes e decomposição de matéria orgânica (Chowdary et al., 2005). Na busca de se conhecer as condições em que se encontram os níveis do cloreto e do nitrato nas águas do lençol freático em uma área irrigada, bem como verificar a influencia do manejo da irrigação e a ação da chuva sobre as concentrações dos mesmos desenvolveu-se este estudo em um lote irrigado no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, localizado na parte baixa da bacia do Acaraú, Ceará. Está situado entre as coordenadas $03^{\circ}01'$ e $03^{\circ}22'S$ e $40^{\circ}01'$ e $40^{\circ}09'W$, abrange os municípios de Acaraú (74% da área total), Marco (18%) e Bela Cruz (8%), e dista aproximadamente 220 km de Fortaleza. O clima da região, segundo a classificação de Köpper é Aw' tropical chuvoso, com precipitação média anual de 900 mm e evapotranspiração potencial de 1600 mm ano^{-1} . Em geral possui solos profundos, bem drenados, de textura média ou média/leve e muito permeáveis (DNOCS, 2005).

Para a realização deste trabalho foram efetuadas coletadas mensais de água em um poço amazonas, localizado dentro de um lote irrigado (C33) do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, no período de dezembro/2003 a novembro/2005. Depois de coletadas, as amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas de 1000 mL e em seguida enviadas ao Laboratório de

Água e Solo da Embrapa - Agroindústria Tropical, onde foram realizadas as análises químicas de nitrato e cloreto de acordo com a metodologia descrita por RICHARDS (1954).

De posse dos resultados das análises laboratoriais de nitrato e cloreto, determinou-se o incremento dos mesmos nas águas do poço ao longo do período estudado, tomando-se como referência a primeira amostra (dezembro/03) pela seguinte relação:

$$IC(\%) = \frac{C_{(n+1)} - C_n}{C_n} 100$$

onde $IC(\%)$ é o incremento do elemento; $C_{(n+1)}$ é a concentração do mês (n+1); C_n é a concentração do mês dezembro (n). Em seguida avaliou-se a ação da chuva e da irrigação sobre os elementos em questão. Os dados pluviométricos empregados foram os do município de Marco, obtidos no site da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores das concentrações dos íons cloreto e nitrato. Pode-se observar que as concentrações do nitrato apresentaram um aumento gradativo ao longo do período estudado. Observa-se, também, que os maiores valores ocorreram durante período seco, época em que a irrigação é praticada. Foi registrado um decréscimo na concentração do nitrato durante a estação chuvosa de 2005, contudo os valores registrados foram sempre superiores aos encontrados no início do estudo (dezembro/03). Já o cloreto não apresentou um efeito acumulativo expressivo como o do nitrato. Acredita-se que tal fato seja decorrente da classificação textural do solo (arenosa) e da qualidade da água empregada na irrigação (C_1S_2).

Tanto o nitrato como o cloreto não apresentaram limitações de uso para consumo humano, visto que os valores máximos observados foram, respectivamente, de $3,7 \text{ mg L}^{-1}$ e $5 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$ ($177,25 \text{ mg L}^{-1}$), estando abaixo dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 que são 10 mg L^{-1} para o nitrato e 250 mg L^{-1} para o cloreto. Porém não se pode

Tabela 1: Concentração dos íons cloreto e nitrato nas águas do lençol freático do lote C33 do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú

Meses	Cloreto (mmol _e)	Nitrato (mg)	Meses	Cloreto (mmol _e)	Nitrato (mg L ⁻¹)
Dez/03	2,50	2,50	Dez/04	2,00	3,60
Jan/04	2,50	2,30	Jan/05	4,30	3,50
Fev/04	3,00	2,50	Fev/05	0,50	7,60
Mar/04	3,00	2,90	Mar/05	0,70	3,30
Abr/04	2,00	2,80	Abr/05	2,10	3,00
Mai/04	2,50	3,10	Mai/05	2,50	3,10
Jun/04	3,50	3,90	Jun/05	2,80	4,00
Jul/04	2,50	4,90	Jul/05	1,50	4,50
Ago/04	2,00	3,60	Ago/05	2,50	5,10
Set/04	2,50	4,10	Set/05	2,50	6,30
Out/04	3,00	5,00	Out/05	3,00	7,40
Nov/04	1,50	4,20	Nov/05	5,00	2,10



desconsiderar o acúmulo que vem ocorrendo ao longo do tempo. O nitrato em dez/03 apresentava valores inferiores a 1 mg L^{-1} , enquanto que em dez/04 (um ano depois) os níveis de nitrato já atingiam valores em torno de 3 mg L^{-1} .

O incremento do Cl^- e do NO_3^- ao longo do período estudado em relação às concentrações observadas no primeiro mês de coleta (dezembro) podem ser vista na Figura 1. Nota-se que os elementos tendem a diminuir suas concentrações na época em que ocorrem as precipitações, voltando a aumentar quando estas diminuem. Esse comportamento é mais evidenciado para o nitrato, visto que os menores incrementos coincidem com as maiores precipitações. Para o cloreto, este comportamento só se observa nos meses de fevereiro e março de 2005 quando apresentaram os incrementos mais negativos (-80 e -72%, respectivamente), resultantes de uma significativa diluição deste íon. Fernandes et al. (2005), estudando as águas subterrâneas da Chapada do Apodi, encontraram resultados semelhantes.

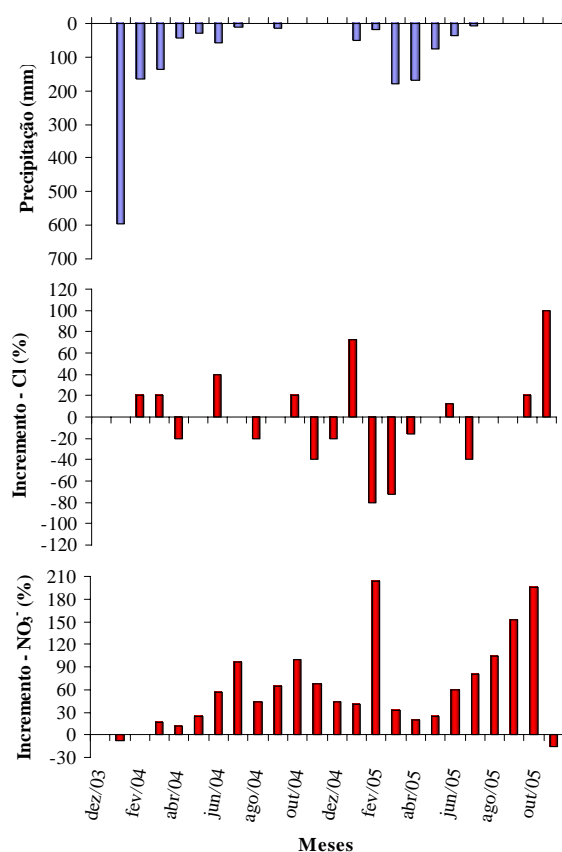


Figura 1: Incremento dos íons cloreto e nitrato e precipitações ocorridas no período estudado.

Com relação ao nitrato, observa-se claramente que os maiores incrementos ocorrem na estação seca. Esse comportamento pode ser atribuído à aplicação de lâminas de irrigação superiores das chuvas. A água em excesso lixivia o nitrato e este atinge rapidamente o lençol freático, o que resulta em um aumento da sua concentração na água armazenada (Feng et al., 2005).

Como o poço em estudo está localizado em um lote irrigado, o nitrato pode ser oriundo dos fertilizantes usados na adubação das culturas. O nitrogênio é um elemento que apresenta alta mobilidade na água, podendo facilmente contaminar grandes áreas (Varnier & Hirata, 2002; ANA, 2005).

Pela figura, observa-se ainda que o nitrato apresentou uma tendência de aumento ao longo do período estudado, atingindo incrementos em torno de 200% em um período de dois anos, indicando que o manejo da irrigação adotado no lote em estudo está influenciando na qualidade da água do lençol freático (Chowdary et al., 2005; Feng et al., 2005).

CONCLUSÕES

1. A concentração de nitrato nas águas do lençol freático no lote estudado, recebe uma maior influência do manejo de irrigação adotado do que o cloreto, uma vez que as taxas de incremento ficaram próximas de 200% para um período de dois anos;
2. As concentrações do cloreto e do nitrato são influenciadas pelo regime pluviométrico;
3. Os elementos estudados não apresentaram limitações para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional das Águas. **Panorama da qualidade das subterrâneas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 74p.
- AQUINO, D. N.; ANDRADE, E. M.; OLIVEIRA, F. A.; LOPES, F. B.; LOPES, J.F.B.; RODRIGUES, J. O. A ação antrópica e as águas do rio Banabuiú: estudo de caso da cidade de Senador Pompeu, Ceará. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 8., 2006, Gravatá - PE. **Anais...** Porto Alegre: ABRH. 1 CD.
- CHOWDARY, V.M.; RAO, N. H.; SARMA, P.B.S. Decision support framework for assessment of non-point-source pollution of groundwater in large irrigation projects **Agricultural Water Management**, v.75, p.194–225, 2005.
- DNOCS, Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/baixo_acarau.html. Acesso em: 26 out. 2005.
- FENG, Z. Z.; WANG, X. K.; FENG, Z. W. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China. **Agricultural Water Management**, V.71, p.131–143, 2005.
- FERNANDES, M. A. B.; SANTIAGO, M. M. F.; GOMES, D. F.; MENDES FILHO, J.; FRISCHKOM, H.; LIMA, J. O. G. A origem dos cloretos nas águas subterrâneas na Chapada do Apodi – Ceará. **Revista Águas Subterrâneas**, v.19, n.1, p.25-34, 2005.
- RICHARDS, L. A. (ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agricultural handbook 60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954. 160p.
- VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no Parque Ecológico do Tietê – São Paulo – Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, n.16, p-77-82, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

RELAÇÕES ENTRE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DOS MUNICÍPIOS DE PIRACICABA/SP E SENADOR POMPEU/CE INFLUENCIADOS POR EVENTOS “EL NIÑO” E “LA NIÑA”

CARVALHO, M. A. R.¹ & CARVALHO, L. C. C.¹

¹Eng. Agrônomo, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Rua Adão Schmidt, 111 bl E2 apt 4, CEP: 13417-460 Jardim Elite, Piracicaba-SP. E-mail: mardcarv@esalq.usp.br

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar a estação chuvosa (Fevereiro a Maio) do Sertão Central do Estado do Ceará (Brasil), a partir de dados pluviométricos do Centro-Sul do Estado de São Paulo (Brasil) durante as estações da Primavera e início do Verão (Outubro a Janeiro), foram analisados dados mensais de precipitação em Piracicaba – SP e em Senador Pompeu – CE no período de 1917 a 2007 e comparados com os fenômenos de “El Niño” e “La Niña” observados nestes anos. Foi utilizada a técnica dos Quantis para caracterizar períodos secos e chuvosos e um estudo de correlação foi feito, onde se constatou uma correlação inversa apreciável ($r = -0,41$) entre os dois municípios na presença de “El Niño” forte ou moderado e ausência de “La Niña”.

Palavras-chave: precipitação pluviométrica, estação das chuvas, fenômeno atmosférico-oceânico.

RELATIONS BETWEEN PLUVIOMETRICS DATA OF THE CITIES OF PIRACICABA/SP AND SENADOR POMPEU/CE INFLUENCED FOR "EL NIÑO" AND "LA NIÑA" EVENTS

SUMMARY: With the objective to characterize the rainy station (February to May) in the Central Field of Ceará State (Brazil), from pluviometrics data of the South-Central of Saint Paul State (Brazil) during the stations of Spring and beginning of Summer (October to January), had been analyzed monthly rainfall data in Piracicaba - SP and Senador Pompeu - CE on period of 1917 to 2007 and compared with the phenomena of "El Niño" and "La Niña" observed in these years. The technique of the Quantis was used to characterize dry and rainy periods and a correlation study was done, where evidenced an appreciable inverse correlation ($r = -0,41$) between the two cities in the presence of "El Niño", strong or moderate, and absence of "La Niña".

Keywords: pluviometric rainfall, rainy station, atmospheric-oceanic phenomenon.

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará sofre, entre outros, sérios problemas de estiagem que ocorrem na região Nordeste do Brasil, fenômeno que, à luz do conhecimento científico atual, está intimamente ligado à circulação atmosférica de larga escala (Walker, 1928; Bjerknes, 1969) causando sérios transtornos às populações nordestinas, principalmente àquelas que vivem nos sertões dos Estados incluídos no Polígono das Secas.

O fenômeno “El Niño”, que se caracteriza pelo aquecimento da água na superfície da parte oriental do Oceano Pacífico, na altura da linha do Equador, tem geralmente como conseqüências, em sua fase madura (quase sempre no quarto trimestre do ano), secas no Nordeste brasileiro de Fevereiro a Maio, principalmente sobre o setor norte e enchentes no Sul e Sudeste, durante os meses de Dezembro a Fevereiro. Já o evento “La Niña” é ocasionado, entre outros fatores, pelo resfriamento das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) sobre o Oceano Pacífico Equatorial, ou seja, o contrário do “El Niño”.

A Técnica dos Quantis foi utilizada no trabalho pioneiro de Pinkayan (1966), que se destinava a avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais dos Estados Unidos da América, em seguida, Gibbs & Maher (1967), também propuseram um sistema baseado em quantis (decis) com o fim de caracterizar períodos secos e chuvosos, o que lhes permitiu instituir um sistema de “alarme de seca” cujos princípios são até hoje utilizados pela meteorologia australiana (Xavier, 2001).

A correlação é uma análise estatística que mede a interdependência entre duas ou mais variáveis, onde o coeficiente de correlação de Pearson determina esse grau de associação.

Este trabalho tem como objetivo principal, analisar a influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” na relação entre os dados pluviométricos das duas regiões e com isso oferecer indícios para uma visão antecipada da quadra chuvosa no Sertão Central do Estado do Ceará em função de uma pré-estação chuvosa da Zona Centro-Sul do Estado de São Paulo. Desta maneira, contribuindo para o equilíbrio sustentável do Agricultor e dos Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo, foram utilizados dados pluviométricos de duas estações: uma no município de Senador Pompeu, que está localizado na região central do Estado do Ceará, área pertencente ao Polígono das Secas, atualmente pertencendo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, com coordenadas geográficas: 5° 35' 00" de Latitude Sul, Longitude de 39° 22' 00" Oeste e Altitude de 173 m e outra no município de Piracicaba, região centro-sul do Estado de São Paulo, foi o Posto Meteorológico do Departamento de Ciências



Exatas, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ / USP, que possui Latitude de 22° 42’ 30’’ Sul, Longitude de 47° 38’ 00’’ Oeste e Altitude de 546 m.

Os anos de 1971, 1972 e 1973 para Piracicaba, estavam com dados incompletos, para que estes anos não quebrassem a série (de 1917 a 2007), os meses sem dados disponíveis foram contabilizados pelas respectivas médias mensais do período. O ano de 1935, para Senador Pompeu, está sem dados, neste ano ele foi representado, através do método das Isoietas, pelo município vizinho, no caso Milhã.

As comparações entre precipitações pluviométricas dos dois locais, usando a Técnica dos Quantis, foram definidas como o quantil Q_p , para cada número real p entre 0 e 1, como valor em milímetros de chuva satisfazendo a condição:

$$\text{Prob} (X \leq Q_p) = p \quad (1)$$

Em que os quantis utilizados referem-se às ordens quantílicas $p = 0,15; 0,35; 0,65$ e $0,85$, com a finalidade de permitir a delimitação das categorias:

Muito seco	$\rightarrow X_i \leq Q_{0,15}$	
Seco	$\rightarrow Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$	
Normal	$\rightarrow Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$	
Chuvoso	$\rightarrow Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$	
Muito chuvoso	$\rightarrow X_i \geq Q_{0,85}$	(2)

Para se calcular as correlações, as equações gerais da estatística (Marques, 1969) foram utilizadas; por exemplo, a correlação linear foi obtida pela equação (3):

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (3)$$

em que:

$$S_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{n - 1} \quad (4)$$

onde S_{xy} é a co-variância amostral e os S_x e S_y são os desvios-padrão das séries de dados.

Nessas expressões, a variável $X_i = \{ X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \}$ corresponde aos dados pluviométricos de Piracicaba enquanto a variável $Y_i = \{ Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n \}$ corresponde aos dados pluviométricos de Senador Pompeu.

Para o emprego da cronologia e intensidade dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”, consideraram-se os eventos com forte e moderada intensidade entre os anos de 1917 e 2007 (Epagri, 2007) e a influência durante os meses de ocorrência do período chuvoso, ou seja, final de um ano e início de outro (Tabela 1). Os anos em que ocorreram eventos de fraca intensidade foram considerados anos neutros.

Tabela 1 – Cronologia das ocorrências e respectivas intensidades de El Niño e La Niña

Ano (período)	Intensidade de El Niño	Intensidade de La Niña	Ano (período)	Intensidade de El Niño	Intensidade de La Niña
1916 - 1918		Forte	1965 - 1966	Moderada	
1918 - 1919	Forte		1968 - 1970	Moderada	
1923	Moderada		1970 - 1971		Moderada
1924 - 1925		Moderada	1972 - 1973	Forte	
1925 - 1926	Forte		1973 - 1976		Forte
1932	Moderada		1982 - 1983	Forte	
1938 - 1939		Forte	1986 - 1988	Moderada	
1939 - 1941	Forte		1988 - 1989		Forte
1946 - 1947	Moderada		1990 - 1993	Forte	
1949 - 1951		Forte	1994 - 1995	Moderada	
1954 - 1956		Forte	1997 - 1998	Forte	
1957 - 1959	Forte		2000 - 2001		Moderada
1964 - 1965		Moderada			

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentadas as normais pluviométricas para Piracicaba e Senador Pompeu no período de 1917 a 2006, que são as médias calculadas em um intervalo de nove décadas consecutivas, utilizadas neste trabalho.

Na Tabela 3, estão os dados pluviométricos fornecidos por Agritempo (2007), onde se constata uma grande semelhança com os dados do estudo. Para Piracicaba foi calculada a média ponderada das estações D4-002, D4-104R, D4-061 e D4-102 e para Senador Pompeu só uma estação foi utilizada.

Os resultados obtidos para as correlações entre os dados pluviométricos de Piracicaba (soma das precipitações dos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de um ano X mais a do mês de Janeiro do ano X+1) e Senador Pompeu (soma das precipitações dos meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio do ano X+1) foram: para o período integral (90 observações), $r = -0,12$, indicando uma correlação desprezível; para os anos com eventos exclusivos de “La Niña” (17 observações), $r = -0,16$, indicando correlação baixa; e para os anos com eventos exclusivos de “El Niño” (27 observações), $r = -0,41$, indicando correlação apreciável.

Na Tabela 4, estão as observações, usando a “técnica dos quantis”, feitas nos três períodos (integral, exclusivo de “La Niña” e exclusivo de “El Niño”), comparando as cinco categorias de precipitação (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso) dos quadrimestres, entre Piracicaba e Senador Pompeu.

Tabela 2. Normais pluviométricas para Piracicaba e Senador Pompeu (1917 a 2006)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Piracicaba	229,0	183,5	144,1	62,7	54,2	42,6	27,4	29,8	61,9	110,4	133,4	200,8
Senador P	66,6	102,1	167,9	162,1	106,4	52,2	24,0	11,5	5,4	1,7	6,0	20,2

Tabela 3. Precipitações médias de Piracicaba (1937 a 1997) e Senador Pompeu (1910 a 2000)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Piracicaba	213,9	176,4	126,0	60,9	50,3	43,9	25,7	25,4	53,1	115,7	123,9	175,2
Senador P	66,8	102,0	166,9	160,0	106,1	48,9	24,4	12,0	6,2	2,1	6,8	22,7



Tabela 4. Valores encontrados nas comparações entre as categorias de precipitação de Piracicaba e Senador Pompeu

	Período Integral	Exclusivo de La Niña	Exclusivo de El Niño
Categorias iguais	16 (17,8%)	1 (5,9%)	6 (22,2%)
Piracicaba acima	37 (41,1%)	9 (52,9%)	14 (51,9%)
Piracicaba abaixo	37 (41,1%)	7 (41,2%)	7 (25,9%)
Total	90 (100%)	17 (100%)	27 (100%)

CONCLUSÕES

Existe uma correlação inversa entre as precipitações de Outubro a Janeiro em Piracicaba-SP e de Fevereiro a Maio em Senador Pompeu-CE, para os três períodos analisados, sendo que, quando o fenômeno “El Niño” atua com exclusividade a correlação tem um valor apreciável ($r = -0,41$), já os outros dois períodos são muito baixos.

As comparações entre as categorias de precipitação mostraram que: no período integral não existe diferença entre Piracicaba e Senador Pompeu, o que é lógico; para o período de ação exclusiva do evento “La Niña”, Piracicaba tem 28,6%, a mais, de quadrimestres mais chuvosos em relação à Senador Pompeu; e quando o período é de exclusividade de ação do “El Niño”, Piracicaba tem 100%, a mais, de quadrimestres mais chuvosos em relação à Senador Pompeu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO disponível em <http://www.agritempo.gov.br>. Acessado em 08 de agosto de 2007.
- BJERKNES, J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review*. Boston, v.97, p.163–172, 1969.
- EPAGRI disponível em <http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/index.jsp>. Acessado em 07 de agosto de 2007.
- GIBBS, W. J. & MAHER, J. V. Rainfall Deciles as Drought Indicators, **Bulletin n.48**, Bureau of Meteorology. Melbourne-Australia, 1967.
- MARQUES, R. M. **Elementos de Estatística**. Campinas, São Paulo: Instituto Central de Matemática. Departamento de Estatística – UNICAMP, 1969.
- PINKAYAN, S. Conditional Probabilities of Occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. **Hidrology Papers**. n.12, Colorado State University, Boulder-Co, 1966.
- WALKER, G. T. Ceará (Brazil) famines and the general air movement. **Beitrait Physic Freinen Atmosphere**. Berlim, v.14, p.88–93, 1928.
- XAVIER, T. M. B, S. **“Tempo de Chuva” – Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

USO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PIAUÍ ATRAVÉS DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-2

SOUSA, B. F. S.¹; TEIXEIRA, A. DOS S.²; LEÃO, R. A. DE O.³ & COSTA FILHO, A. B.⁴

¹Estudante de Mestrado, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará – UFC, Av. Mister Hull, s/n - Pici – Bloco 804 - CEP 60455-760 – Fortaleza – CE, Brasil beatrizsimplicio@yahoo.com.br

²Prof. Ph. D, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará – UFC, Av. Mister Hull, s/n - Pici – Bloco 804 - CEP 60455-760 – Fortaleza – CE, Brasil adunias@ufc.br

³Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa- UFV Departamento de Engenharia Agrícola Avenida P. H. Rolfs s/n - Campus - UFV CEP 36570-000 - Viçosa – MG

⁴Eng. Agrônomo, alanocbfilho@yahoo.com.br

RESUMO – Esse trabalho visa comparar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Alto Piauí, nos anos de 2004 e 2005, período chuvoso e seco, respectivamente, através do processamento de imagens de satélite, utilizando-se do algoritmo da classificação supervisionada de imagens por máxima verossimilhança no software ENVI 4.3. As seguintes classes foram obtidas: mata, água, antropizada, agricultura e nuvem. O uso do software ArcView 3.2 permitiu a quantificação e a espacialização destas classes. No ano de 2004 a ocupação do solo apresentou os seguintes resultados: água 5,1%; mata 55,1%; antropizada 10,8%; agricultura 10,8% e nuvens 18,0%. Para o ano de 2005 os resultados foram: água 2,1%; mata 59,5%; antropizada 18,1%; agricultura 18,9% e nuvens 1,1%. O algoritmo da máxima verossimilhança foi capaz de quantificar as classes de ocupação do solo na bacia entre os dois períodos. Para o processo de validação utilizou-se 10 pontos coletados em campo por meio de um equipamento GPS e confirmando estes na imagem classificada. Como também o cálculo do coeficiente de Kaapa e da Precisão Global. Estes apresentaram valores considerados excelentes.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, máxima verossimilhança, geoprocessamento.

LAND USE FOR THE ALTO PIAUÍ WATERSHED USING SATELLITE IMAGES CBERS-2

ABSTRACT - This paper aims to compare land use in two different periods for the Alto Piauí watershed. The land use was characterized for 2004 and 2005 in the rainy and dry period, respectively, using satellite images and the algorithm of maximum likelihood available as a routine in the software ENVI 4.3. The statistical treatment of maximum likelihood was applied to identify the following classes: forest, water, anthropical, agriculture, and cloud cover. The software ArcView was applied to quantify the areas of each class. It was found that in 2004 the percentage of land use was characterized as: water 5.1%, forest 55.1%, anthropical 10.8%, agriculture 10.8%, and cloud cover 18%. In 2005 the results were: forest water 2.1%, 59.5%, anthropical 18.1%, agriculture 18.9% and cloud cover 1.1%. All points identified in the



fields matched the results produced by the algorithm of maximum likelihood. The first validation process was developed by 10 points collected in field by a GPS equipment and assuring it in the classified image. It was also used Kappa coefficient and the global precision for validation, which showed excellent values. Therefore, the information generated can be used as a tool to help in the management of natural resources of the watershed.

Key-words: remote sensing, maximum likelihood, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Desde que a reação do ambiente, face à ação crescente do antropismo, tornou-se sensível, a humanidade passou a se preocupar com a sustentabilidade ambiental, cuja manutenção consiste, resumidamente, na utilização dos recursos naturais em níveis compatíveis com sua disponibilidade e/ou capacidade de renovação.

Segundo Tonial (2003), nas últimas décadas a sociedade tem se preocupado com as mudanças ambientais globais, basicamente associadas com a degradação ambiental e com as práticas não-sustentáveis de uso dos recursos naturais.

O sensoriamento remoto consiste em uma técnica de obtenção de informações acerca de um objeto, área ou fenômeno localizado na Terra, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações podem ser obtidas através de radiação eletromagnética, gerada por fontes naturais, como o Sol, ou por fontes artificiais como o radar. São apresentadas na forma de imagens, mas, atualmente as mais utilizadas são captadas por sensores óticos orbitais localizados em satélites.

O presente trabalho tem por objetivo determinar, em dois anos consecutivos (2004 e 2005), o uso e ocupação do solo da bacia do Alto Piauí, a montante do açude Petrônio Portela, através da classificação supervisionada de imagens do satélite CBERS-2, comparando os resultados obtidos com a verdade no campo, visando à validação da metodologia adotada.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho correspondeu a Bacia Hidrográfica do Alto Piauí, situada região sudeste do Estado do Piauí, Brasil, entre os paralelos 8° 45' 18.1" S e 9° 37' 8.8" S e os meridianos 42° 19' 59.1" W e 43° 26' 34.6" W, com extensão total de 6533,6 km².

Para a determinação das regiões de interesse e classificação, utilizou-se as cenas 154/110, 153/110 e 153/111 do satélite CBERS-2, sendo a primeira com data de passagem em 10/05/2004 e as duas últimas em 22/03/2004. Para o ano de 2005, utilizou-se as cenas 154/110, 153/110 e 153/111, sendo a primeira com data de passagem em 26 de julho de 2005 e as duas últimas em 29 de julho do referido ano. As referidas imagens foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE).

Realizou-se a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança para quantificar as cinco classes pré-definidas de uso e ocupação do solo: Água, mata, antropizada, agricultura e nuvens. Após a classificação as imagens foram vetorizadas e, em seguida, exportadas para o software ArcView onde foi realizada a quantificação de cada classe dentro da bacia.

O processo de validação deste experimento foi realizado em campo coletando pontos de determinada classe (região de interesse) com GPS e confirmando estes na imagem classificada. Outro processo de validação realizado foi o da matriz de confusão ou matriz erro. A partir das amostras de treinamento para cada classe, obteve-se no software ENVI 3.6, a matriz de confusão e a partir desta a Exatidão Global e o coeficiente de concordância Kappa para cada cena utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança obteve-se a distribuição absoluta e percentual de uso e ocupação do solo da bacia do Alto Piauí, nos anos de 2004 e 2005. A Tabela 1 expõe os resultados obtidos.

A Bacia do Alto Piauí, para o ano de 2004, apresentou um percentual de ocupação de 5,1% de água, 55,1% de mata, 10,8% de antropizada, 10,8% de agricultura e 18% de nuvens. Para o ano de 2005 obteve-se que 2,1% da bacia estavam sendo ocupados por água, 59,5% por mata, 18,1% por área antropizada, 18,9% por agricultura e 1,1% com nuvens. A Figura 1 expõe os dados percentuais de ocupação do solo para 2004 e 2005, enquanto a variação percentual de cada classe está exposta na Figura 2.

Pela análise da Tabela 1 e das Figuras 1 e 2 pode-se concluir ainda que na bacia estudada: A classe água apresentou um decréscimo em 59% do primeiro ano para o segundo, traduzindo coerência com a pluviosidade observada nos dois anos. Segundo dados do INPE (2006) a média pluviométrica para a bacia foi de 811.12 mm em 2004 e de 650.51 mm em 2005.

Tabela 1. Distribuição das classes de ocupação do solo da bacia do Alto Piauí.

Classes	2004		2005	
	km ²	%	km ²	%
Água	334,14	5,1	139,74	2,1
Mata	3604,87	55,1	3896,7	59,5
Antropizada	709,56	10,8	1185,45	18,1
Agricultura	707,22	10,8	1241,3	18,9
Nuvens	1177,57	18,0	69,79	1,1

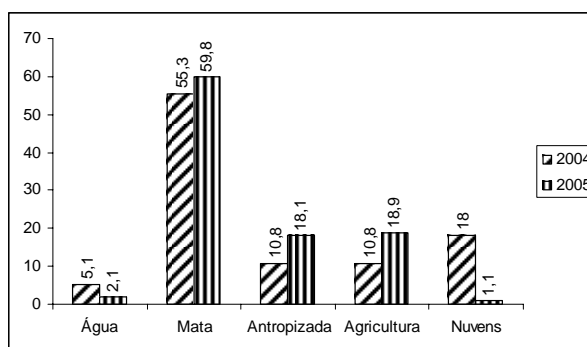


Figura 1 - Percentual da área ocupada por cada classe na bacia, nos anos 2004 e 2005.

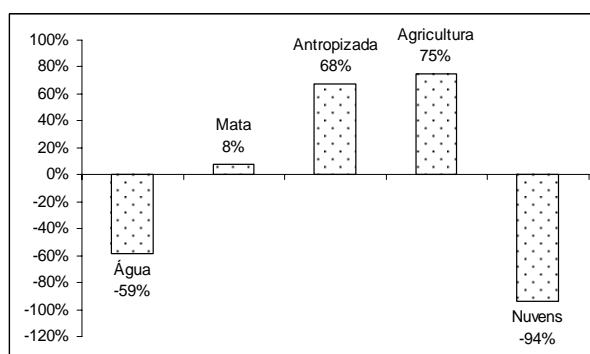


Figura 2 - Variação percentual da área ocupada por cada classe na bacia entre os anos 2004 e 2005.

A classe mata passou de 55,1% em 2004 para 59,5% em 2005, resultando em um aumento de 8%. Esta classe apresentou menor variação percentual do período chuvoso para o seco. Este fato deve-se à mata da região ser constituída por caatinga hiperxerófila, que tem por características a queda das folhas no período seco, o que faz com que estas áreas reflitam na imagem características de reflectância de solo descoberto, ocasionando diminuição na área classificada como mata e possível classificação como antropizada ou área agrícola.

A classe antropizada ocupava cerca de 10,8% da área da bacia em 2004, passando este valor para 18,1% em 2005, apresentando 68% de aumento que pode ter ocorrido tanto pelos fatores já citados anteriormente, como também pelas modificações provocadas pelo homem. A classe agricultura aumentou 75%, passando de 10,8% em 2004 para 18,9% em 2005.

A classe nuvens esteve mais presente na imagem selecionada no período chuvoso (2004) e apresentou redução em 94% na imagem selecionada para estudo do período seco (2005).

O processo de validação foi realizado através de uma análise comparativa entre as amostras das regiões de interesse (ROIs) utilizados com a imagem classificada. Os dados desta análise comparativa formaram uma matriz de erros para a classificação e os respectivos valores de Exatidão Global e Coeficiente de Kappa. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através da matriz de erro em cada cena classificada.

Portanto, têm-se respectivamente como valores médios de precisão global e coeficiente de kaapa de 97,23% e 0,9232 para as cenas utilizadas. Assim, o valor do coeficiente de Kaapa encontrado, de acordo o critério de Landis e Koch (1977), é considerado excelente, pois está dentro da variação de 0,8 a 1. Sendo a exatidão global a razão entre o número de pontos amostrais com acertos pelo número de pontos amostrais utilizados, o valor médio encontrado pelo software indica que 97,23% dos pixels foram classificados corretamente. Os valores encontrados demonstram o bom índice de acerto na interpretação do uso e ocupação do solo nesta bacia.

Tabela 2 - Exatidão Global e Coeficiente de Kaapa obtidos.

Cenas	2004		2004	
	Exatidão Global	Kaapa	Exatidão Global	Kaapa
153/110	98.69%	0.9618	99.00%	0.9406
153/111	99.24%	0.9897	99.91%	0.9826
154/110	88.14%	0.7092	98.83%	0.9412

CONCLUSÃO

A classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança foi capaz de identificar as classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Alto Piauí possibilitando constatar que a mesma está conservada. Os resultados da classificação apresentaram-se coerentes com as características da região na qual a bacia está inserida. O coeficiente de Kaapa e a Exatidão Global apresentaram valores considerado excelentes, o que significa dizer que os mapas gerados possuem confiabilidade. O algoritmo da máxima verossimilhança permitiu observar a variação da ocupação do solo na bacia para os anos em estudo e mostrou que houve aumento das classes mata (8%), antropizada (68%) e agricultura (75%) e diminuição das classes água (59%) e nuvens (94%) entre os anos de 2004 e 2005. Os dados obtidos poderão auxiliar nas tomadas de decisões para a região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- LANDIS, J.R.; KOCH,G.C. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-14, 1977.
- TONIAL, T. M.; **Dinâmica da paisagem na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. São Carlos, 2003. 119 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de São Carlos.
- INPE. **Programa de monitoramento climático em tempo real na região Nordeste**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml>. Acesso em 20 de Janeiro de 2006



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA SUB- BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO JAGUARIBE UTILIZANDO IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-2

MOREIRA, L. C. J.¹; COSTA, C. A. G.²; TEIXEIRA, A. S.³; GONDIM, R. S.⁴ & SOUSA, B. F. S.²

¹Estudante de graduação em agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), bolsista do CNPq, Av. Mister Hull, s/n - Pici - Bloco 804 - CEP 60455-760, Fortaleza-CE, cleniojario@gmail.com

²Engº. agrônomo, mestrando em Irrigação e Drenagem pela UFC, Depto de Engenharia Agrícola, Fortaleza-CE

³Engº. Agrônomo, Prof. Ph. D, Depto de Engenharia Agrícola da UFC, Fortaleza-CE adunias@ufc.br

⁴Engº. Agrônomo, MSc. em Irrigação e Drenagem pela UFC, Doutorando em Recursos Hídricos. Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE rubens@cnpat.embrapa.br

RESUMO – Esse trabalho visa comparar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe, nos anos de 2004 e 2005, respectivamente, por meio do processamento digital de imagens CBERS-2, utilizando-se do algoritmo da classificação supervisionada de imagens por máxima verossimilhança no software ENVI® 4.3. As seguintes classes foram obtidas: vegetação nativa, água, antropizada, agricultura e nuvem. Em 2004 a ocupação do solo apresentou os seguintes resultados: água 4,15%; agricultura 4,87%; antropizada 15,16%; nuvens 0,0% e vegetação 75,82%. Já para o ano de 2005 os resultados foram: água 3,34%; agricultura 1,14%; antropizada 8,25%; nuvens 0,15% e vegetação 87,27%. O algoritmo da máxima verossimilhança foi capaz de quantificar as classes de ocupação do solo na bacia entre os dois períodos e os resultados da classificação apresentaram-se coerentes com as características da região na qual a bacia está inserida nas determinadas épocas de obtenção das imagens.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, máxima verossimilhança, geoprocessamento.

MID-JAGUARIBE SUB-BASIN SOIL USE AND OCCUPATION FROM CBERS-2 SATELLITE IMAGES

ABSTRACT - This paper aims to compare land use in two different periods for the Mid Jaguaribe watershed. The land use was characterized for 2004 and 2005, using satellite images and the algorithm of maximum likelihood available as a routine in the software ENVI 4.3®. The statistical treatment of maximum likelihood was applied to identify the following classes: forest, water, degraded, agriculture, and cloud cover. It was found that in 2004 the percentage of land use was characterized as: water 4.15%, agriculture 4.87%, degraded 15.16%, cloud cover 0% and forest 75.82%. In 2005 the results were: water 3.34%, agriculture 1.14%, degraded 8.25%, and cloud cover 0.15% and forest 87.27%. Therefore, the information generated can be used as a tool to help in the management of natural resources of the watershed.

Key-words: remote sensing, maximum likelihood, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Sendo o solo o meio físico no qual se desenvolve a maioria das atividades humanas, informações acerca da sua ocupação e uso são imprescindíveis, tanto no diagnóstico quanto nas recomendações para a utilização racional dos recursos naturais disponíveis na área. Desta forma vários pesquisadores evidenciam a importância do conhecimento acerca do uso e ocupação do solo como subsídio para gerenciamento dos recursos naturais, como mostra um estudo feito por Meira et al. (2004) que observaram o uso e ocupação do solo e formação de voçorocas no município de Caetité-BA e no trabalho realizado por Martins et al. (2005) em que foi feito um zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS), com objetivo de avaliar a deterioração ambiental.

A classificação das imagens de satélite é umas das técnicas mais utilizadas nos SIG para a determinação do uso e ocupação do solo de uma área e consiste na identificação e quantificação dos diferentes *pixels* presentes na imagem obtida de uma determinada área. Assim, o trabalho teve como objetivo utilizar imagens disponibilizadas gratuitamente do satélite CBERS-2 para determinar a evolução do uso e ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe por meio da classificação supervisionada, pelo método da máxima verossimilhança, para os anos de 2004 e 2005.

MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada foi a sub-bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe medindo 10.509 km², onde está localizada a barragem do açude Castanhão, com uma capacidade de armazenamento de 6,7 bilhões de m³ de água (DNOCS, 2007), e os municípios de Alto Santo, Ererê, Iracema, Iço, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Pereiro, Potiretama, São João do Jaguaribe e Solonópole.

A determinação do uso e ocupação do solo foi realizada com base na classificação de imagens dos satélites CBERS-2. Para a determinação das regiões de interesse e classificação, utilizou-se as cenas 149/106, 149/107 e 150/106, 150/107 do satélite CBERS-2, com data de passagem em 2004 no dia 09 de junho e em 2005 no dia 02 de setembro, respectivamente. Todas as imagens foram adquiridas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE).

Utilizou-se do satélite CBERS-2 a câmera CCD, que fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura, com uma resolução de 20 m. Esta câmera tem capacidade de orientar seu campo de visada dentro de ± 32 graus, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas da região que se quer analisar. Opera em 5 faixas espectrais: pancromática (0,51 a 0,73 μm); azul (0,45 - 0,52 μm); verde (0,52 - 0,59 μm); vermelho (0,63 - 0,69 μm) e infravermelho (0,77 - 0,89 μm). Este satélite requer 26 dias para realizar uma cobertura completa da Terra. (INPE, 2006).

Antes do processo de classificação ser iniciado, foram determinadas as regiões de interesse (classes de uso e ocupação do solo pré-determinadas) e posteriormente realizado o processo de classificação das imagens.

As imagens CBERS-2 possuem erro de localização de 7,1 km, por isso foi necessário realizar a correção das distorções espaciais (georreferenciamento), após obtê-las (INPE, 2006).



Foram utilizados pontos de controle de fácil localização na imagem tais como: cruzamentos de rodovias, paredes de açudes e pontes para o registro das cenas, referenciando esses pontos aos apresentados nas cartas da SUDENE. O registro da imagem foi realizado com o software ENVI®.

Foram utilizados a composição das bandas 4, 3 e 2 no espaço RGB para classificação física das imagens obtidas do sensor CCD do satélite CBERS-2, visando à determinação do uso e ocupação do solo. Por meio do software ENVI® foi realizada a classificação supervisionada, através do método da máxima verossimilhança, que classifica os *pixels* em determinada classe, conforme a distância estatística entre cada um deles e a média dos níveis de cinza da classe (Assad & Sano, 1998). O cálculo é feito para as várias classes pré-definidas e o *pixel* é atribuído à classe cuja probabilidade de pertencer a esta seja maior. As cinco classes de uso e ocupação do solo foram então classificadas com as características descritas na Tabela 1.

Ainda, no software ENVI®, foram realizadas a vetorização das classes obtidas nas imagens, a fim de serem analisadas e quantificadas. Depois de vetorizados, os dados foram exportados para o software ArcMAP®, onde foi realizada a quantificação da área de cada classe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra a distribuição absoluta e percentual de cada classe de uso e ocupação do solo por município da sub-bacia. O município de Jaguaribe, que em 2004, tinha uma área de 34,10% de seu território antropizado e em 2005 19,06%, é o município que apresenta, a maior percentagem de área antropizada, seguido por Jaguaretama com 21,86% em 2004 e 18,44% em 2005. Jaguaribara foi o município da sub-bacia que apresenta maior valor percentual de seu território coberto por água, com 35,66% e 32,62% em 2004 e 2005, respectivamente, fato atribuído à presença da barragem do açude Castanhão, no qual justifica também o percentual elevado de água de Jaguaretama, por também abranger parte do açude.

Tabela 1. Características observadas na classificação das imagens.

Classes	Características observadas na classificação
Água	reservatórios tais como açudes, lagoas e lagunas, com extensões variadas, a partir de 0,09 ha, área mínima representada por um <i>pixel</i> . Apresenta tonalidade que varia do preto ao azul claro conforme as águas apresentem de menores a maiores quantidades de sedimentos
Vegetação	engloba a caatinga, formação vegetal de porte variável, caducifólias, de caráter xerófilo, divididas em hipoxerófila e hiperxerófila. Apresenta-se na cor vermelha que varia de vermelho intenso a vermelho escuro, conforme a mata varie de hipoxerófila a hiperxerófila
Antropização	abrange as áreas onde não há cobertura vegetal devido a diversos tipos de atividades humanas, como áreas degradadas, estradas, aglomerados urbanos, jazidas, áreas de empréstimo etc. Apresenta-se em tonalidades de cores que variam do branco ao cinza-esverdeado
Agricultura	classe que engloba as áreas utilizadas na atividade agrícola, sendo caracterizada por polígonos de lados bem definidos, em vermelho intenso quando vegetada e branco a cinza quando solo em descanso ou preparado para o plantio
Nuvens	incluem as áreas das imagens cobertas por nuvens e sombras de nuvens. As nuvens que se apresentam na cor branca são de fácil identificação devido à presença de formas idênticas e contíguas. Na cor preta, as sombras das mesmas, caracterizam-se pela distância e localização condizente com a inclinação dos raios solares sobre a área.

Tabela 2. Distribuição absoluta e percentual da evolução das classes de ocupação do solo da bacia do Médio Jaguaribe entre 2004 e 2005.

	Ano	Água		Agricultura		Antropizada		Nuvens		Vegetação		Total (km²)
		km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	
AltoSanto	2004	54,02	4,26	135,84	10,70	122,72	9,67	0,00	0,00	956,99	75,38	1269,58
	2005	46,13	3,61	4,39	0,34	62,66	4,90	0,00	0,00	1166,01	91,15	1279,18
Ererê	2004	9,96	2,54	33,82	8,63	8,61	2,19	0,00	0,00	339,76	86,64	392,15
	2005	5,21	1,36	8,66	2,26	5,73	1,49	0,00	0,00	364,38	94,90	383,98
Iracema	2004	13,31	1,63	23,57	2,88	6,65	0,81	0,00	0,00	773,45	94,67	816,97
	2005	5,72	0,70	2,73	0,33	6,56	0,80	0,00	0,00	801,97	98,16	816,97
Icó	2004	9,71	0,52	69,84	3,77	335,11	18,09	0,00	0,00	1437,60	77,61	1852,26
	2005	11,79	0,64	45,96	2,48	136,54	7,36	0,00	0,00	1661,28	89,53	1855,57
Jaguetama	2004	40,67	4,16	38,99	3,99	213,77	21,86	0,00	0,00	684,42	69,99	977,85
	2005	27,78	2,84	4,56	0,47	180,30	18,44	0,00	0,00	765,22	78,25	977,85
Jaguaribara	2004	214,67	35,66	17,03	2,83	61,34	10,19	0,00	0,00	308,96	51,32	602,01
	2005	196,35	32,62	3,39	0,56	33,91	5,63	0,00	0,00	368,36	61,19	602,01
Jaguaribe	2004	47,21	2,52	53,80	2,87	639,98	34,10	0,00	0,00	1135,62	60,51	1876,60
	2005	24,34	1,29	27,61	1,47	358,44	19,06	0,00	0,00	1469,95	78,17	1880,34
Pereiro	2004	2,31	0,54	24,77	5,81	27,41	6,43	0,00	0,00	372,02	87,22	426,52
	2005	2,35	0,13	7,90	0,01	15,09	0,02	0,00	0,00	399,04	99,84	424,38
Potiretama	2004	7,61	1,87	39,30	9,68	15,58	3,84	0,00	0,00	343,65	84,61	406,14
	2005	3,49	0,85	0,94	0,23	6,75	1,64	0,00	0,00	401,14	97,29	412,30
SãoJoão Jaguaribe	2004	4,94	1,75	36,39	12,89	51,72	18,32	0,00	0,00	189,21	67,03	282,26
	2005	2,82	1,00	3,47	1,23	18,51	6,56	0,00	0,00	257,46	91,22	282,26
Solonópole	2004	28,99	1,89	34,32	2,24	98,94	6,46	0,00	0,00	1368,64	89,40	1530,89
	2005	23,51	1,52	9,63	0,62	38,32	2,48	0,15	0,01	1471,40	95,36	1543,01
Total	2004	433,41	4,15	507,68	4,87	1581,83	15,16	0,00	0,00	7910,32	75,82	10433,23
	2005	349,47	3,34	119,25	1,14	862,80	8,25	0,15	0,00	9126,19	87,27	10457,85

Os valores para cobertura com água em 2004 são bem mais elevados do que em 2005, para todos os municípios, devido à época da obtenção da imagem, como era de se esperar o mês de junho o volume de água acumulado é maior do que em setembro. Assim devido a pouca disponibilidade de imagens com baixa presença de nuvens para as mesmas datas em anos subsequentes deve-se ponderar os resultados deste trabalho com a variação temporal não só em relação ao ano, mas também em relação ao mês. Por isso, houve uma redução em todos os municípios nas classes de uso e ocupação água, agricultura e antropizada (Figura 1).

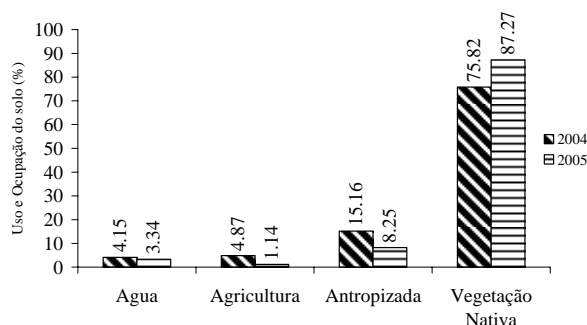


Figura 1 – Classificação do uso e ocupação do solo da sub-bacia do Médio Jaguaribe.



Já a classe vegetação apresentou acréscimo de área em todos os municípios, mostrando uma recuperação da vegetação no período pós-chuva na sub-bacia. A agricultura apresentou os maiores decréscimos em área ocupada, podendo caracterizar um uso predominante de agricultura de sequeiro de culturas anuais.

CONCLUSÕES

A classificação supervisionada utilizando imagens do satélite CBERS-2, para os anos de 2004 e 2005 pelo método da máxima verossimilhança, foi capaz de identificar as classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe além de apresentar fácil utilização.

Os resultados da classificação apresentaram-se coerentes com as características da região na qual a bacia está inserida nas determinadas épocas de obtenção das imagens.

Os resultados podem nortear decisões na região, no sentido de que os recursos naturais sejam usados racionalmente, e, assim, contribuir para a sustentabilidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, 1998. 434p.
- DNOCS. **Recursos hídricos**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/>>. Acesso em 25 de Julho de 2007.
- INPE. **Satélites**. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/pt/programas/cbers1-2_cameras.htm>. Acesso em 25 de Janeiro de 2006.
- MARTINS, F. B.; ROCHA, J. S. M. da.; ROBAINA, A. D.; KURTZ, S. M. de J. M.; GARCIA, M. S.; SANTOS, A. H. de O.; DILL, P. R. J.; NOAL, T. N.. Zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS) (estudo de caso). **Centro de Estudos em Recursos Naturais Renováveis**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 315-322, jul./set. 2005.
- MEIRA, A.S.; LEÃO, J.L.; SANTOS, M. S.; O uso e ocupação do solo e a formação de voçorocas no município de Caetité-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 6., 2004. Goiás. **Anais eletrônicos...** Disponível em: http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_015.htm. Acesso em 16 de janeiro de 2005.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DE ÁGUAS PARA A IRRIGAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LAGOA SECA, PB

SOUSA, I.¹; MENDES, J. S.²; CHAVES, L. H. G.³ & CHAVES, I. B.⁴

¹Doutorando do PPG em Recursos Naturais do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. E-mail: ivanildo_alan@ig.com.br

²Mestre do PPG Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jacqueline.mendes@gmail.com

³Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. E-mail: lhgarofalo@hotmail.com

⁴Professor Associado do Departamento de Solo e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Campus II, Areia, PB, CEP 58397-000. E-mail: iedebchaves@hotmail.com

RESUMO: O estudo dos parâmetros físico-químicos da água é importante para definir sua qualidade para a irrigação. O município de Lagoa Seca tem como principal atividade a agricultura, dependendo fortemente das suas fontes de água para a irrigação. O presente trabalho teve o objetivo diagnosticar a qualidade de água para a irrigação do município de Lagoa Seca – PB, analisando os parâmetros pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos e RAS. Os resultados obtidos mostram que a qualidade da água na maioria das amostras analisadas, encontra-se dentro dos padrões recomendados para todos os parâmetros analisados, com exceção da condutividade elétrica, do cloreto e do efeito do íon sódio sobre as culturas e sobre a taxa de infiltração de água nos solos. Desta forma, torna-se necessário a realização do acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante o período seco e chuvoso, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso.

Palavras-chave: salinidade, cátions, ânions

WATER QUALITY FOR IRRIGATION OF LAGOA SECA, PB

ABSTRACT: The study of the water physical-chemical parameters is important to define its quality for the irrigation. Lagoa Seca, Paraíba state, Brazil, has as main activity the agriculture, depending strongly on its water sources for the irrigation. This work aims to diagnosis the water quality for the irrigation from municipal district of Lagoa Seca, PB, analyzing the parameters pH, electric conductivity, calcium, magnesium, sodium, potassium, chloride and RAS. The results obtained showed that the quality of the water of most analyzed samples is inside of the patterns recommended for all of the analyzed parameters, except for the electric conductivity, of the chloride and of the effect of the ion sodium on the cultures and on the tax of infiltration of water in the soils. In such a way, the accomplishment of the indicative parameters of the quality of the irrigation water becomes necessary during the dry and rainy period, in order to get an diagnose more correct.

Key-words: salinity, cations, anions



INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade da água utilizada na irrigação é imprescindível no planejamento agrícola, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas onde a concentração de sais nas águas de irrigação oscila bastante de um local para outro e há evidências dessa variação ao longo do tempo, como foi constatado por Mendes (2007). As águas que se destinam a irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos: salinidade, sodicidade e toxicidade de íons, variáveis fundamentais na determinação da qualidade agrônômica das mesmas (Holanda & Amorim, 1997). O efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas o qual diminui quando o teor de sais na solução do solo atinge níveis que não permitem que as culturas retirem água suficiente da zona radicular (Resende & Cordeiro, 2007). Os ecossistemas naturais do município de Lagoa Seca, PB, cuja principal ocupação está relacionada com a produção intensiva de hortaliças irrigadas, sofrem forte pressão antrópica que geram graves conseqüências ambientais, como a poluição dos corpos de água e do solo. A exploração agrícola se caracteriza pela ausência de práticas conservacionistas do solo o que tem acelerado o seu processo de degradação, evidenciado pelo volume de terras pobres em nutrientes, cobertura vegetal quase inexistente e redução da produtividade agrícola. Como conseqüência do assoreamento, a qualidade de água para a irrigação, pode ficar comprometida. Outro fato importante é o uso intensivo de águas consideradas de qualidade inferior providas, principalmente, de poços e barreiros. Essas águas, muitas vezes, podem apresentar alto teor de cloretos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, sódio, cálcio e magnésio, o que prejudica o desenvolvimento de hortaliças, uma vez que muitas dessas plantas são sensíveis a salinidade (Eloi et al., 2007). Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de diagnosticar os aspectos qualitativos dos recursos hídricos utilizados para a irrigação, no município de Lagoa Seca

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Lagoa Seca está localizado na Microrregião Campina Grande e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba, situando-se entre as coordenadas 27°17'09" de Latitude Sul, e 48°55'17" de Longitude Oeste. A área total do município é de 110 km² (IBGE, 2000) sendo 2,13 km² de área urbana e 107,87 km² de área rural. O clima Tropical Quente e Úmido é predominante na região, com o período de maiores chuvas concentrado entre os meses de abril e julho, totalizando uma precipitação pluviométrica anual média de aproximadamente 901,0mm; as temperaturas variam entre 15 e 22°C.; e a umidade relativa do ar está em torno de 80%. Para o levantamento dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos foram definidos 44 locais de coleta de água para a análise, correspondentes a 36 propriedades do referido município. As coletas de água feitas no mês de março de 2007, foram realizadas em poços, barragens, barreiros e cacimbas, tendo sido coletada uma amostra de água em cada local

selecionado. Após o procedimento de coleta da água, as garrafas foram identificadas, acondicionadas em caixas térmicas com gelo e enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEAg/CTRN/UFCG. Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água avaliados foram: pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos e razão de adsorção de sódio (RAS). As águas foram classificadas quanto à conveniência para irrigação, seguindo as diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação, preconizadas pela University of California Committee of Consultants (1974), citado por Ayers & Westcot (1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH obtidos das amostras coletada nas áreas estudadas variaram entre 3,9 e 8,4 (Tabela 1). Segundo Ayers & Westcot (1991) a faixa normal de pH da água para irrigação é de 6,5 a 8,4. Apesar de 2 amostras terem ficado abaixo do valor permitido para irrigação a maiorias das amostras de água se apresentou em condições ideais para a irrigação. Os valores médios encontrados de condutividade elétrica na água utilizada para irrigação nas amostras coletadas, estão na faixa de $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ e $8,4 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 1). Os valores normais da água utilizada em irrigação é de 0 a 3 dS m^{-1} (Ayers & Westcot, 1991), portanto, dos valores encontrados mais de 90% das amostras encontram-se enquadrados a estes valores. No entanto, estes mesmos autores estipulam restrições ao uso da água para irrigação dependendo de seu valor. Condutividade elétrica $< 0,7 \text{ dS m}^{-1}$, não apresenta restrição ao uso; $0,7 < CE < 3,0$ restrição varia de ligeira a moderada e $CE > 3,0$ a água apresenta restrição severa ao uso para irrigação. Levando em consideração esta classificação, observa-se que 54% das amostras coletadas apresentaram restrição variando de ligeira a moderada; 41% não apresentaram restrição ao uso, enquanto que apenas 5% tiveram restrição severa (Figura 1). Considerando que os níveis de tolerância à salinidade da água apresentados pela maioria das hortaliças que são cultivadas na área estudada variam de $0,7$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Holanda e Amorim, 1997), tem-se, então, que a maior parte das águas coletadas não representam risco para essas hortaliças. Os valores médios de cálcio obtidos situaram-se entre $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ e $476,5 \text{ mg L}^{-1}$. Apenas um ponto de água apresentou valores acima do recomendado, enquanto que todos os demais se enquadraram dentro dos valores normais para água de irrigação segundo Ayers & Westcot (1991). Com relação ao magnésio os resultados variaram entre $1,6 \text{ mg L}^{-1}$ e 338 mg L^{-1} . Valores considerados normais segundo Ayers & Westcot (1991) varia entre 0 e 60 mg L^{-1} . Portanto, 13 amostras de água, que corresponde a 29,54%, estiveram fora da faixa aceitável. Os valores de sódio encontrados ficaram entre 1,9 e 1862 mg L^{-1} . Mais de 97% das amostras coletadas (43 amostras) estiveram dentro da normalidade em água para irrigação, conforme



Tabela 1. Valores máximo, mínimo, médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o pH e condutividade elétrica (CE) correspondentes às amostras de água coletadas em diferentes fontes de água no município de Lagoa Seca

Medidas	Parâmetros	
	pH	CE
Máximo	8,4	8,4
Mínimo	3,9	0,1
Média	7,2	1,4
Desvio Padrão	0,76	1,44
CV (%)	10,54	104,70

Ayers & Westcot (1991). No entanto, a toxicidade do íon sódio sobre as plantas é avaliada através da Razão de Adsorção de Sódio (RAS). Esta, por sua vez apresentou os seguintes percentuais: 66% restrição variando de ligeira a moderada; 27% não apresentaram restrição ao uso e 7% apresentaram restrição severa (Figura 1). Os valores de potássio obtidos das águas amostradas ficaram entre 2 mg L^{-1} e $229,5 \text{ mg L}^{-1}$ encontrando-se dentro do padrão permitido para irrigação 87,4% das amostras e 13,6% fora da faixa aceitável (Ayers & Westcot, 1991). Os valores de RAS juntamente com os da CE podem ser utilizados na avaliação do efeito do íon sódio sobre a taxa de infiltração de água nos solos. Levando em consideração os valores destes dois parâmetros, conclui-se que 54% apresentaram restrição ao uso na irrigação variando de ligeira a moderada; 39% não apresentaram restrição ao uso e apenas 7% apresentaram restrição severa (Figura 1). Os valores obtidos do cloreto variaram entre $0,2 \text{ mmolc L}^{-1}$ e 108 mmolc L^{-1} . De acordo com Ayers & Westcot (1991) nas diretrizes de água para irrigação valores menores que 4 mmolc L^{-1} implica não haver restrição alguma da água para irrigação. Isto significa que para a toxicidade do íon cloreto 39% das amostras apresentou restrição variando de ligeira a moderada; 36% apresentaram restrição severa e 25% das amostras de água coletadas não apresentaram restrição ao uso para irrigação (Figura 1). De acordo com os valores médios apresentados na Figura 2, pode-se observar que o sódio foi o cátion que predominou nas águas coletadas em todas as fontes tendo ocorrido em maior quantidade nas águas de barreiro, e que as maiores médias dos teores de magnésio, cálcio e potássio foram encontradas nas águas de barragem.

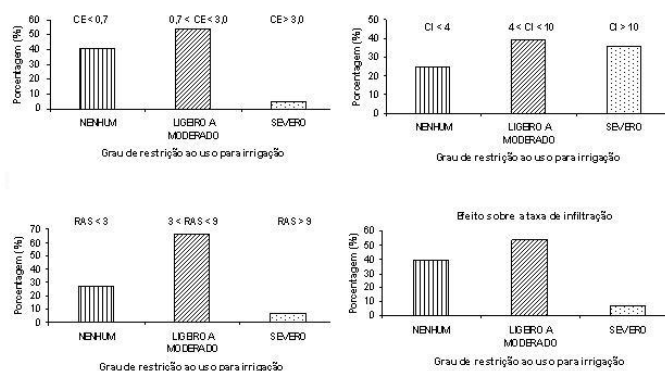


Figura1. Porcentagem do grau de restrição ao uso da água na quanto a conveniência para irrigação, baseada nas concentrações da CE (dS m^{-1}), de Cl (mmolc L^{-1}), RAS ($\text{mmolc L}^{-1/2}$) e do efeito sobre a taxa de infiltração da água no solo (CE x RAS).

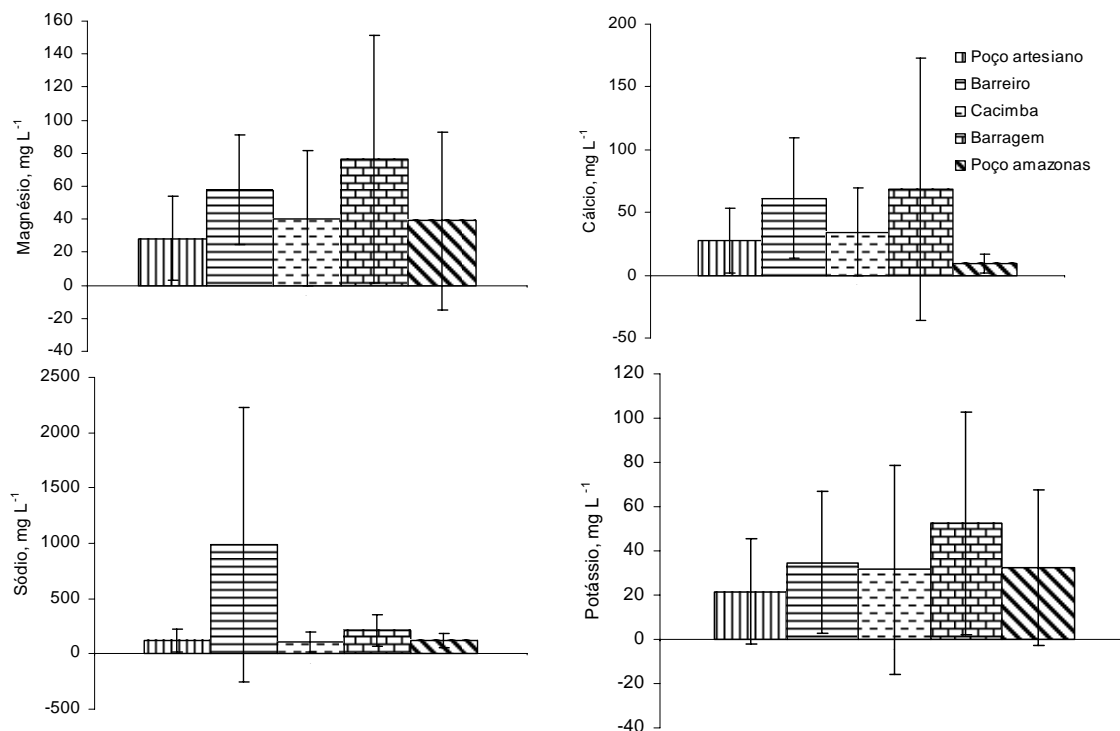


Figura 2. Concentrações médias de cátions em amostras de água coletadas em diferentes fontes

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que a qualidade da água, da maioria das amostras analisadas encontrou-se dentro dos padrões recomendados para todos os parâmetros analisados, com exceção da condutividade elétrica, do cloreto e do efeito do íon sódio sobre as culturas e sobre a taxa de infiltração de água nos solos. Torna-se necessário o acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante o período seco e chuvoso, a fim de se obter um diagnostico mais preciso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).
- ELOI, W.M.; DUARTE, S.N.; SOARES, T.M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p. 83-89, 2007.
- HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (eds.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande:UFPB, 1997. p.137-169.



MENDES, J.S. **Caracterização de águas e de solos do município de Congo-PB, microrregião do Cariri Ocidental**. Campina Grande, 2007. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.

RESENDE, G.M.; CORDEIRO, G.C. Produtividade da cenoura em função da qualidade da água e condicionador de solo no vale do São Francisco. **Caatinga**, v.20, n.1, p.100-1004, 2007.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DESEMPENHO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO, NO DISTRITO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ, CEARÁ

LOPES, J. F. B.¹; LOPES, F. B.²; CHAVES, L. C. G.³ & LOBATO, F. A. O.⁴.

¹Estudante de Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Av. Mister Hull, s/nº, Bloco 804, Campus do Pici, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, e-mail: fredsonufc@yahoo.com.br

²Tecnólogo em Recursos Hídricos / Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Bolsista do CNPq, DENA/UFC, Fortaleza, CE

³Tecnólogo em Recursos Hídricos / Irrigação, M. Sc. em Irrigação e Drenagem, Bolsista da FUNCAP, FUNCEME, Fortaleza, CE.

⁴Estudante de Agronomia, bolsista do CNPq, Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, num intervalo de dois anos, verificando se o tempo influencia na sua eficiência. Para isso realizou-se a avaliação do sistema em dois períodos distintos (julho de 2005 e 2007). As avaliações foram feitas numa área de bananeira, em um lote de pequeno produtor qualificado, localizado no DIBAU, Ceará. Os parâmetros analisados foram: CUC, CU, Ea e CV. Todos os parâmetros tiveram avaliação negativa do primeiro para o segundo período. O CUC passou de 87,05% para 80,98%, respectivamente, da primeira para a segunda avaliação. O CU decresceu de 83,31% para 80,45%. Estes dois coeficientes estão relacionados com o bom desempenho do sistema. Já o CV classifica-o como de baixa uniformidade, tendo variado de 18,19% para 38,29%. A Ea oscilou de 74,98% para 72,40%. Conclui-se então, que com o tempo houve uma redução no desempenho do sistema.

Palavras-chave: irrigação localizada, coeficientes de uniformidade, manejo da irrigação

PERFORMANCE OF THE MICROIRRIGATION SYSTEM, IN THE IRRIGATED DISTRICT OF BAIXO ACARAÚ, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This work was carried out to get information in relation to the performance of microirrigation system between July/2005 and July/2007. It was observed the influence of the time in the irrigation efficiency. Evaluations were developed at a field cultivated with banana trees located in the Irrigated District of Baixo Acaraú (DIBAU), Ceará, Brazil. The indicators of irrigation efficiency were: CUC, CU, Ea and CV. Results showed that the performance of microirrigation system was up down from July/2005 to July/2007. CUC value changed from 87.05% to 80.98%. CU up down from 83.31% to 80.45%. Both parameters represent the good performance irrigation system. Values of CV were 18.19% and 38.29% to 2005 and 2007, respectively. Values Ea went from 74.98% to 72.40%.

Keywords: localized irrigation system, uniformity coefficient, irrigation management



INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada é uma atividade imprescindível nos dias atuais, onde são observados crescimentos contínuos da demanda de alimentos, devido ao crescimento populacional e a busca incessante por uma melhor qualidade de vida. Esta atividade vem despontando no Nordeste brasileiro como uma expressiva atividade de mercado, acarretando produções e rendimentos mais elevados ao setor; destacando-se para a fruticultura que tem assumido lugar de destaque em tal cenário (Moreira et al., 2005).

A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes é uma busca constante na agricultura irrigada, pois existe tendência de aumento no custo da energia e de redução da disponibilidade hídrica dos mananciais (Barreto Filho et al., 2000). Dentre os sistemas pressurizados, a irrigação localizada é a que propicia a maior eficiência de irrigação, uma vez que as perdas na aplicação da água são relativamente pequenas. Para que se obtenha sucesso com a técnica da irrigação é necessário que o manejo seja bem efetuado. Vários são os parâmetros que auxiliam na realização de uma irrigação eficiente. A uniformidade de distribuição é parâmetro importante para a avaliação de sistemas de irrigação localizada, tanto na fase de projeto como no acompanhamento do desempenho após a implantação (Favetta & Botrel, 2001).

A qualidade da irrigação é afetada por vários fatores. Diversos pesquisadores têm buscado identificar as interferências que ocorrem e prejudicam a aplicação eficiente de água no intuito de maximizar a eficiência dos sistemas de irrigação (Mantovani, 2002; Bralts, 1986; Pereira et al., 2005; Nascimento et al., 1999; Freire et al., 2005; Keller & Bliesner, 1990; Souza et al., 2005; Silva & Silva, 2003).

No intuito de se verificar se o tempo de uso é fator importante para a qualidade da irrigação em sistemas localizados, realizou-se a avaliação de um sistema de irrigação por microaspersão em dois períodos distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú (DIBAU), que está localizado na bacia hidrográfica do Acaraú, região norte do Estado do Ceará, distante, aproximadamente 220 km de Fortaleza. Está situado entre as coordenadas 03° 01' e 03° 22' S e os paralelos 40° 01' e 40° 22' a O. Numa área de 8,0 hectares, classificada como Lote de pequeno produtor qualificado, realizou-se duas avaliações em um sistema de irrigação, nas datas de julho de 2005 e julho de 2007. A cultura plantada na área era a bananeira (*Musa sp*), variedade Prata, irrigada por microaspersão desde 2001. A bananeira apresenta um espaçamento entre fileiras duplas de 4,0 m, e dentro da fileira, um espaçamento triangular de 2,0 m, sendo que um emissor contempla três plantas.

O sistema de irrigação constava de 16 linhas laterais com 23 emissores autocompensantes. As avaliações do sistema de irrigação foram baseadas na metodologia de Merriam & Keller (1978). Assim, realizou-se a determinação das vazões de 16 emissores de uma sub-unidade representativa da área, sendo que foram selecionadas a primeira linha lateral, a situada a 1/3 da

linha de derivação, a 2/3 e a última. Do mesmo modo, em cada linha lateral, selecionou-se quatro emissores com o mesmo critério de seleção anteriormente descrito. As vazões foram medidas utilizando-se um cronômetro e uma proveta de 1,0 L, coletando-se o volume liberado pelo microaspersor em um tempo de 30 s. Para uma maior confiabilidade dos dados, foram realizadas três repetições em cada emissor, empregando-se a média aritmética para o cálculo dos coeficientes. De posse dos dados, calculou-se os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de uniformidade de distribuição (CU) seguindo a metodologia proposta por Merriam & Keller (1978). A Eficiência de Aplicação (Ea) e o Coeficiente de Variação (CV) foram obtidos de acordo com a recomendação de Gomes (1997). O primeiro foi calculado pelo produto entre o coeficiente de uniformidade e o coeficiente de transmissividade (Ks). O Ks varia de acordo com o clima, a profundidade do sistema radicular e a textura do solo. O valor utilizado no cálculo foi de 90% seguindo a proposta de Keller & Karmeli (1974). O coeficiente de variação foi obtido a partir da razão entre o desvio padrão das vazões amostrais e a vazão média dos emissores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes encontrados para as duas avaliações, podem ser visualizados na Tabela 1. Verifica-se que os valores de CUC foram de 87,05% e 80,98%, respectivamente, para julho de 2005 e julho de 2007. Estes valores mostram que o sistema de irrigação funciona com boa condição de uniformidade, de acordo com a classificação de Mantovani (2002). Moreira et al. (2005) avaliando sistemas de irrigação de bananeiras no Distrito Irrigado Jaguaribe Apodi, Ceará, encontraram valores de CUC superiores, principalmente após efetuarem ações corretivas. Silva e Silva (2003) obtiveram valores superiores a 95%, avaliando as características hidráulicas de um microdifusor autocompensante. A diminuição do CUC nos anos de 2005 e 2007, mostra que a manutenção do sistema de irrigação não vem sendo corretamente efetuada. Outros fatores como: tempo de uso, desgastes e não reposições de peças do sistema podem está contribuindo para esta diminuição.

Com relação ao CU, verifica-se que seu comportamento é similar ao CUC, ou seja, uma diminuição dos valores encontrados na primeira observação (83,31%) para com os verificados na segunda (80,45%). De acordo com a classificação de Bralts (1986), o desempenho do sistema de irrigação é classificado como bom, apesar da redução do valor. Souza et al. (2005) encontraram CU igual a 95,85% ao avaliar um sistema de irrigação localizada de baixa pressão

Tabela 1. Coeficientes obtidos nas duas avaliações do sistema de irrigação por microaspersão

Coeficientes	Unidade	Data da avaliação	
		julho/2005	julho/2007
q_n	$L\ h^{-1}$	40,83	40,83
q_a	$L\ h^{-1}$	34,01	42,33
CUC	%	87,05	80,98
CU	%	83,31	80,45
CV	%	18,19	38,29
Ea	%	74,98	72,40



denominado *bubbler*. Pereira et al. (2005), avaliando a uniformidade de um sistema de irrigação localizada, observou um CU de 68,08%, portanto, inferior àqueles encontrados neste trabalho. Estes mesmos autores citam que o CU foi o menor entre os coeficientes de avaliação estudados, o que também é verificado no presente estudo. Segundo López et al. (1992), citado por Pereira et al. (2005), o emprego desse coeficiente em avaliação de sistemas de irrigação localizada é mais indicado, pois, possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo menos água.

No que se refere ao coeficiente de variação, constata-se que houve uma variação brusca, no qual este parâmetro passou de 18,19%, em julho de 2005, para 38,29% em julho de 2007. Isso mostra que o manejo da irrigação não vem sendo corretamente efetuado, como comentado anteriormente. De acordo com a classificação de Pereira et al. (2005), o sistema de irrigação passou de uma condição de funcionamento muito boa para operar em uma situação de baixa uniformidade de aplicação. Nascimento et al. (1999) ao efetuarem a caracterização hidráulica de um microaspersor, encontraram CV igual a 0,7%. Barreto Filho et al. (2000) encontraram CV variando de 8% a 11% ao estudarem o desempenho de um sistema de irrigação ao nível de campo. Este aumento no CV pode ser atribuído a um funcionamento inadequado do sistema, provocado por entupimentos de emissores. Outros fatores também podem estar associados, como: descaracterização de emissores por ocasião de desentupimentos e o próprio desgaste natural do sistema devido ao tempo de uso.

Ainda pela Tabela 1, verifica-se que a eficiência de aplicação do sistema variou de 74,98% para 72,40%, respectivamente, da primeira para a segunda avaliação. Autores como Barreto Filho et al. (2000) encontraram valores variando de 78,3% a 84,6%, ao avaliarem subáreas de um sistema de irrigação por microaspersão em condições de campo. Freire et al. (2005), encontrou valor de E_a igual a 93,6%, ao efetuar a caracterização hidráulica de um microaspersor. Para Keller & Bliesner (1990) valores de E_a entorno de 80% são desejáveis. Verifica-se que os valores de E_a encontrados são bem inferiores ao recomendado pela literatura.

CONCLUSÕES

1. Houve uma redução no desempenho do sistema de irrigação, pois todos os parâmetros analisados tiveram avaliação negativa entre os dois períodos avaliados;
2. Para os parâmetros CUC e CU, o sistema de irrigação funciona sob boas condições de uniformidade e o CV classifica o desempenho como de baixa uniformidade;
3. A E_a passou de 74,98% para 72,40%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO FILHO, A. A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A.; GOMES, E. M. Desempenho de um Sistema de Irrigação por Microaspersão, instalado a nível de campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.309-314. 2000.

- BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKUS, D. A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.427-430. 2001.
- FREIRE, J. O.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, N. O. Caracterização hidráulica do microaspersor agroplast 59 l h⁻¹ bocal vermelho. In: XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Teresina-PI. **Anais...**2005.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.
- MANTOVANI, E. C. **Avalia: manual do usuário**. Viçosa: DEA/UFV – P&D/Café/EMBRAPA. 2002. 100p.
- MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation systems evaluation: A guide for management**. Logan: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, 1978. 271 p.
- MOREIRA, F. V. de O.; SANTOS, F. S. S. dos; SILVA, F. L. da. Avaliação da irrigação por microaspersão com ações corretivas visando melhoria no desempenho dos sistemas. In: XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Teresina-PI. **Anais...**2005.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J. M.; AZEVEDO, C. A. V. de. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.30-33. 1999.
- PEREIRA, J. M. G.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; SILVA, E. J.; BEZERRA, A. K. P.; SOUSA, A. E. C.; SOUSA, C. H. C. Avaliação da uniformidade de um sistema de irrigação localizada instalado no município do Crato – CE. In: XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Teresina-PI. **Anais...**2005.
- SILVA, R. A. da; SILVA, A. M. da. Avaliação das características hidráulicas do microdifusor autocompensante DAN JET 7200. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.27, n.4, p.873-878, jul./ago., 2003.
- SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. M.; SILVA, E. L. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo Software “*Bubbler*”. **Revista Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.264 -271, jan./abr., 2005.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DESEMPENHO HIDRÁULICO DE UM FILTRO DE DISCO E DE TELA, EM FUNÇÃO DA QUANTIDADE DE SÓLIDOS SUSPENSOS¹

FREIRE, E. A.² & MELO, A. F. M.³

¹ Parte da Dissertação de Tecnólogo em Recursos Hídricos Irrigação, apresentada pelo primeiro autor à FATEC - Sobral.

² Tecnólogo em Irrigação, Reijers Ltda, Caixa Postal 22, CEP 62 370-000, São Benedito, CE. Fone (88) 96070601 E mail: epitaciofreire@bol.com.br

³ Tecnóloga em Recursos Hídricos Irrigação, Bolsista do CNPq, CVT São Benedito CE.

RESUMO: Consistiu em verificar a eficiência de filtragem e perda de carga localizada antes e após um filtro de disco e de tela, ambos com o mesmo diâmetros e fornecedores iguais com concentrações de sólidos suspensos diferentes para cada tratamento, sob condições de um circuito hidráulico fechado, localizado no laboratório de irrigação do CENTEC Sobral, utilizando um reservatório de 100 L. Os tratamentos com sólidos suspensos a 0 mg L⁻¹ e 100 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹ de percentagens de diâmetros de TFSA, contribuíram para se perceber o aumento das perdas de cargas em média 5% menores, 4,25; 4,29 e 5,25 m.c.a no filtro de disco contra 4,42; 4,69 e 5,36 m.c.a. para o filtro de tela, ambos de ¾ polegadas e 120 mesh para cada tratamento onde foram em média 23,7% maiores no filtro de disco, 26, 31, 36 % para este e 22, 24, 29 % para o filtro de tela.

Palavras-chave: qualidade da água, eficiência de filtragem, perda de carga.

HYDRAULICAL PERFORMANCE OF A FILTER OF RECORD AND SCREEN, IN FUNCTION OF THE AMOUNT OF SOLIDS SUSPENSOS¹

ABSTRACT: It consisted of after verifying the efficiency of filtering and loss of load located before and a filter of record and screen, both of diâmetros and equal suppliers with different suspended solid concentrations for each treatment, under conditions of a closed hydraulical circuit, located in the laboratory of irrigation of the CENTEC Sobral, using a reservoir of 100 liters. The treatments with mg/L and 200 mg/L and 100 the 0 suspended solids mg/L of percentages of diâmetros of TFSA, had contributed to on average perceive the increase of the losses of loads 5% minors, 4,25; 4,29 and 5,25 m.c.a in the record filter against 4,42; 4,69 and 5,36 m.c.a for the screen filter, both of ¾ counts and 120 mesh for each treatment where greater in the record filter had been on average 23.7%, 26, 31, 36% for this and 22, 24, 29% for the screen filter.

Key-words: quality of the water, efficiency of filtering, loss of load.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação têm vivenciado um grande desenvolvimento, tanto em termos de tecnologia como em área irrigada, caracterizando-se pela aplicação de água diretamente sobre a região radicular, com pequenas vazões e alta frequência de modo a manter um conteúdo adequado de umidade no volume de solo molhado. (Lopes et al., 1992).

O uso da irrigação localizada vem crescendo cada vez mais devido ao avanço tecnológico dos materiais plásticos, que possibilitam o desenvolvimento de diversos tipos de tubos, emissores e válvulas. Dentre os métodos de irrigação utilizados, a irrigação localizada vem demonstrando um grande aumento em termos de área irrigada, por causa principalmente, da economia no uso dos recursos hídricos.

O uso de filtros de diversos tipos têm sido recomendado, procurando obter uma melhoria da qualidade físico-química e bacteriológica de água para irrigação localizada.

A escolha do tipo e capacidade do sistema de filtragem é de fundamental importância, evitando-se assim, o aumento dos custos de operação e manutenção do sistema de irrigação, devido à necessidade de limpeza e trocas frequentes de seus componentes.

O entupimento físico de componentes dos sistemas de irrigação pode ser causado por fatores, tais como, a suspensão de partículas inorgânicas (areia, silte, argila, etc), material orgânico (fragmentos de plantas, resíduos de animais), algas, bactérias e elementos químicos (ferro, manganês, carbonatos e bicarbonatos). Tem-se observado que os maiores problemas de obstrução são causados, em geral, pela presença de materiais em suspensão (Adin & Alon, 1986).

O número e tipo de filtro dependerão da qualidade da água disponível, da vazão requerida pelo sistema, da perda de carga admitida no cabeçal de controle, do grau de limpeza desejada, da frequência de limpeza dos filtros e da existência de automação de limpeza dos filtros. A filtração da água pode ser realizada através de vários tipos de filtros usados individualmente ou agrupados de forma a se obter uma melhor eficiência na remoção de impurezas podendo ser interessantes à instalação de pré-filtros na tomada de água, antes do cabeçal de controle.

A perda de carga observada pelo piezômetro em formato de “U” é dada entre as diferentes partículas do líquido e o atrito causado pela resistência da parede interna da tubulação quando da passagem do fluido pela mesma e classifica-se no circuito experimental de perda de carga localizada.

A eficiência no processo de filtragem é baseada no princípio segundo o qual os poros do meio filtrante são menores que o diâmetro das partículas a serem filtradas, porém a retenção dessas partículas a serem filtradas é conseguida por processos físico-químicos laboratoriais.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de filtragem de um filtro de disco e de tela, com finalidade de se observar a eficiência de filtragem nas diferentes concentrações de sólidos suspensos e determinar o perfil de carga localizada, trabalhando com a mesma pressão e vazão.



MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Sobral - CE, no Laboratório Hidráulica - Instituto CENTEC, entre os meses de Setembro e Dezembro de 2002. O sistema consistiu em um circuito hidráulico fechado, com apenas um reservatório, capaz de fornecer água com diferentes teores de sólidos em suspensão. O sistema funcionou com uma pressão estabelecida para o ensaio de 100 kPa e vazão de 1 L s^{-1} . A água foi bombeada do reservatório, mantida sob agitação mecânica constante para manter uma concentração de sólidos suspensos homogênea.

Foram confeccionados dois pontos de tomada de pressão. As tomadas foram fixadas de modo a não permitir vazamentos. Nos pontos de tomada de pressão, colocou-se uma mangueira de polietileno ligando diretamente às tomadas de pressão que posteriormente foram ligados cada uma nas conexões do piezômetro em “U” (Figura 1), sendo localizada a primeira a 20 cm antes do filtro de disco ou tela e a outra a 20 cm após o filtro de disco e de tela.

Para avaliar a eficiência de filtragem, removendo as impurezas da água a partir da avaliação das concentrações de sólidos suspensos totais na água e na saída do filtro de disco e de tela (Figura 2) foram acrescentadas amostras de solo, textura argilosa, cuja granulometria encontra-se na Tabela 1, capazes de levar a água do reservatório às concentrações de sólidos suspensos de 100 e 200 mg L^{-1} .



Figura 1. Esquema geral da bancada de ensaio

Tabela 1: Percentagem da amostra de solo, dada pela pesagem de TFSA

Tamanho das partículas (mm)	%
< 0,25	18,74
0,25 – 0,50	66,26
> 0,50	18,48



Figura 2. tipos de filtro: Tela e Disco

A qualidade da água apresentou concentração de sólidos em suspensão, que variou de 0, 100 e 200 mg L⁻¹. Em cada tratamento, após 20 minutos de funcionamento do sistema foram coletadas duas amostras para determinação da concentração de sólidos suspensos imediatamente após o filtro e ao reservatório. A eficiência de filtragem foi determinada utilizando a equação 1.

$$E_r = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

Sendo:

E_r - eficiência de remoção

S_1 - concentração de sólidos suspensos na entrada do filtro, (mg L⁻¹)

S_2 - concentração de sólidos suspensos na saída do filtro, (mg L⁻¹)

Adotou-se um roteiro básico para o julgamento da quantidade de sólidos suspensos na solução presente no reservatório. Cada tratamento, após o funcionamento do sistema e a filtragem da água com seus devidos tipos de filtros, foram coletadas 100 ml das amostras de água no reservatório e no registro.

Com a Lei de Stevin, que anuncia a diferença de pressão entre dois pontos da massa de um líquido em equilíbrio, observou-se a variação de pressão, dada pela leitura feita no piezômetro em “U”, onde consistiu na inserção de um tubo transparente, preenchido com mercúrio. Porém, com a tomada de leitura de pressão, propôs-se utilizar a expressão empírica de Stevin conforme mostra a Equação 2.

$$P_1 - P_2 = \gamma \Delta h \quad (\text{Lei de Stevin}) \quad (2)$$

Onde:

Δh - diferença de altura entre os dois pontos (m);

γ - peso específico do fluido (1000 Kgf m⁻³);

P_1 - pressão antes do filtro (Kgf m⁻²)

P_2 - pressão após o filtro (Kgf m⁻²)



A avaliação da perda de carga se deu antes e após o filtro, com relação aos diferentes tipos de filtro, tela e disco, e nas diferentes concentrações de sólidos suspensos. O aumento da diferença entre essas medidas de pressão representa a perda de carga no filtro devido à retenção e acúmulo de impurezas e presta-se também como indicador do momento de se efetuar a limpeza do mesmo. No final de cada tratamento, após 20 minutos de funcionamento do sistema, foram registradas as leituras no piezômetro, aplicando a Lei de Stevin (equação 2), obteve-se a diferença de pressão entre os dois pontos.

$$P_1 - P_2 = 12 \cdot 600 \cdot \Delta h \quad (3)$$

Onde:

P_2 - pressão após o filtro (kgf m^{-2}), e

P_1 - pressão antes do filtro (kgf m^{-2})

Δh - diferença de pressão (m)

São várias as equações que permitem estimar a perda de carga, dentre elas consagrou-se a equação de Bernoulli (equação 4). Desenvolvendo a equação de Bernoulli, considerando o ponto 1, antes do filtro, e o ponto 2, após, chegou-se a equação 5.

$$H_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = H_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Hf_{loc} \quad (4)$$

$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot Hf_{loc} \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aumento da perda de carga exercida em cada tipo de filtro foi atribuído a quantidades de TFSA, adicionada ao reservatório.

Pode-se observar as perdas de carga nos filtros, sendo consideradas aceitáveis, por apresentarem valores bem próximos aos recomendados pelo fabricante, que normalmente situa-se entre 3 a 6 m.c.a., para filtro de tela e de disco, quando obstruídos, trabalhando dentro dos padrões normais de operação, sendo ligeiramente maiores no filtro de tela. As perdas de carga localizada, determinadas pelas equações 5, encontram-se na Tabela 2.

Segundo Bucks & Nakayama (1986), citado por Lima (1999), o aumento da perda de carga devido a retenção e ao acúmulo de impurezas, é um dos principais parâmetros usados na avaliação do desempenho dos filtros.

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que no filtro de disco a eficiência de filtração foi bem maior que no filtro de tela em média 23,7% maior.

Tabela 6: Perda de carga nos filtros em função do teor de sólidos suspensos.

Tratamentos S.S. (mg L^{-1})	Perdas de cargas (m)		
	<i>Filtro de tela</i>	<i>Filtro de disco</i>	<i>Diferença (%)</i>
0	4,42	4,25	4,0
100	4,69	4,29	9,3
200	5,36	5,25	2,1

Tabela 7: Eficiência de filtragem em função do tipo de filtro e teor de sólidos suspensos.

Tratamentos S.S. (mg L ⁻¹)	Eficiência de filtragem (%)		
	Filtro de disco	Filtro de tela	Diferença (%)
0	26 %	22%	18,1
100	31%	24%	29,1
200	36%	29%	24,1

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pela análise dos resultados experimentais apresentados e para as condições específicas do trabalho, conclui-se que o filtro de disco apresentou nos três tratamentos perdas de carga ligeiramente menores devida à retenção de impurezas e eficiência de filtragem maior quando comparados com o filtro de tela.

De acordo com sua eficiência de filtragem, recomenda-se o filtro de disco, por apresentar um maior grau de filtragem. Deve-se avaliar a natureza de origem dos materiais que compõem sólido suspenso, por exemplo: granulometria com diferentes partículas minerais e, ou materiais de origem vegetal ou resto de plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIN, A.; ALON, G. Mechanisms and parameters of filter screens. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. New York. V.112. n.4, p. 293-304, 1986.
- BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S. Injection of fertilizer and other chemicals for drip irrigation. In: **Agricultural turf irrigation conference**, houston, 1980. **Proceedings**. Houston: Irrigation Association, 1980. p.166-180.
- LIMA, M. M., **Desempenho de diferentes tipos de mantas sintéticas não tecidas na filtração da água para irrigação localizada**. 1999,75p. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Água e Solo). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1999.
- LOPES, J.R et al. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-prensa, 1992,405p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS-ENVELOPES EM SISTEMAS DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA

SANTOS, M. S.¹; BARROS, H. M. M.¹; TRAVASSOS, K. D.²;
RIBEIRO, S.¹; ANDRADE, L. O. DE¹ & LIMA, V. L. A. DE³

¹Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: michele.agricola@yahoo.com.br

²Eng.^a Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB.

³Eng.^a Agrícola, Prof^a. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG Campina Grande, PB

RESUMO: Para estudar o desempenho do tubo de drenagem Drenoflex em função de diferentes tipos de envelopes foi montado no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Campina Grande (UAEAg-CTRN), um sistema experimental composto de nove tanques construídos de alvenaria. Cada modelo físico foi diferenciado pelo tipo de envelope usado, os quais foram: Brita zero, Bidím OP-20 e sem envelope. A avaliação do desempenho dos sistemas drenantes baseou-se em parâmetros como, carga hidráulica de entrada, resistência de entrada e fluxo. De um modo geral, os resultados mostraram que o uso do envelope é uma recomendada, para a instalação de sistemas de drenagem subterrânea.

Palavras-chave: Desempenho, Brita Zero, Bidím.

IMPORTANCE OF THE USE OF MATERIALS-ENVELOPES IN SYSTEMS OF UNDERGROUND DRAINAGE.

ABSTRACT: To study the performance of the pipe of Drenoflex draining in function of different types of envelopes it was mounted in the Laboratory of Engineering of Irrigation and Draining of the Federal University of Campina Grande (UAEAg-CTRN), a composed experimental system of nine constructed masonry tanks. Each physical model was differentiated by the used type of envelope, which had been: Breaks zero, Bidim OP-20 and without envelope. The evaluation of the performance of the drenantes systems was based on parameters as, hydraulic load of entrance, pre-entry drag and flow. In a general way, the results had shown that the use of the envelope is one practises recommended, for the installation of systems of underground draining.

Key-words: Acting, Breaks Zero, Bidím.

INTRODUÇÃO

Envoltório é todo material mineral, sintético ou orgânico colocado ao redor do tubo de drenagem, com a finalidade de propiciar condições para que o gradiente hidráulico na interface solo-envoltório seja mantido baixo. Este material deve facilitar o fluxo da água do solo para o dreno, permitindo que sua velocidade se mantenha baixa, e que a desagregação e o carreamento de partículas do solo para o interior do dreno sejam mínimos (Batista *et al.*, 1998). Em solos de baixa ou nula estabilidade estrutural, o carreamento de partículas do solo, pela água para o interior do tubo drenante pode redundar no colapso do sistema, devendo ser evitado com o emprego de envoltório apropriado quanto ao tipo e seu dimensionamento (Dierickx & Yuncuoglu, 1982).

Diversos tipos de materiais podem ser usados como envelope ou filtro: areia, cascalho, palha de arroz, fibra de coco e fibra de madeira, além de fibra de vidro, mistura de acrílico e celulose e outros materiais sintéticos, como nylon, fibras de poliéster, poliuretano e polipropileno (Eggelsmann, 1982).

Tendo em vista a escassez de pesquisas relativas ao uso de envelopes na drenagem agrícola e reconhecendo a necessidade de estudos comparativos da eficiência de sistemas, este trabalho tem por objetivo determinar o desempenho de tubos de drenagem sem envelope e com envelope de brita zero e bidím.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Campina Grande (Campus I, DEAg - CCT). Com o objetivo de estudar a aplicabilidade e o desempenho de sistemas drenantes, utilizou-se de um modelo experimental composto de nove tanques construídos de alvenaria tendo sido construído baseado no modelo usado por Broughton *et al.* (1987).

Cada sistema drenante foi composto de um tubo de drenagem drenoflex com comprimento de 0,6 m e um tipo de envoltório, brita zero, bidím OP-20 e sem material envoltório, disposto horizontalmente, centralizado e nivelado a 10,0 cm do fundo do tanque. O material envoltório bidím foi fixado nos tubos por meio de amarração manual sob a forma de espiral, com linhas de nylon de 0,5 mm de espessura, tal como se processa usualmente. Na colocação do material envoltório, brita zero, foram utilizadas duas placas de Duraplac com dimensões 0,76 x 0,35 x 0,03 m, distanciadas a 0,10 m a partir do tubo drenante, para servirem de gabarito na colocação destes envoltórios. Todos os tratamentos receberam um volume de 0,050 m³ de envoltório, ficando este com uma espessura de 0,10 m, envolvendo todo o tubo drenante. Após atingir a espessura predeterminada, o gabarito era cuidadosamente, retirado e completando-se assim o volume com o material poroso.

Para a realização dos testes, mantendo-se fechado o ponto de descarga do tanque, abriu-se o registro de alimentação até que o nível de saturação do material poroso fosse alcançado, o que era constatado pelo posicionamento dos níveis hidráulicos em piezômetros. Ao se atingir a



condição de saturação, o fornecimento de água aos tanques era interrompido e o ponto de descarga era aberto individualmente, de modo que houvesse o rebaixamento do nível freático, sendo assim, foi realizado o registro da leitura das cargas hidráulicas de entrada.

Para cada sistema drenante instalado, foram avaliadas as cargas hidráulicas de entrada (h_e), fluxo (q) e a resistência de entrada (r_e). Para análise dessas variáveis utilizaram-se os critérios propostos por (Wesseling & Someren, 1972) e (Dieleman & Trafford, 1976).

A carga hidráulica de entrada (h_e) foi avaliada mediante uma régua graduada instalada paralelamente aos piezômetros, localizada na parte externa do modelo físico. Tomou-se uma leitura direta do nível da água no piezômetro inserido no sistema drenante. O fluxo (q) foi avaliado através de medida no ponto de descarga de cada tanque. Na determinação desta variável adotou-se a seguinte equação:

$$q = (86.400 \, v / t) * 2 \quad (1)$$

em que,

q - fluxo, $m^3 \text{dia}^{-1} m^{-1}$;

v - volume de água coletado, m^3 ;

t - tempo de coleta de volume de água, s;

2 - fator de ajuste, porque q é a descarga por unidade de comprimento de dreno e considerou-se 0,5 m de comprimento útil do tubo drenante.

A componente resistência de entrada (r_e), por se constituir num parâmetro dos mais importantes como valor independente, foi calculada mediante a equação abaixo, sugerida por (Wesseling & Van Someren, 1972):

$$r_e = h_e / q \cdot L^{-1} \quad (2)$$

em que:

r_e - resistência de entrada, em $\text{dia} \cdot m^{-1}$

h_e - carga hidráulica na entrada em m

q - fluxo do dreno, em $m^3 \text{dia}^{-1} \cdot m^{-1}$

L - comprimento do sistema drenante, em m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carga Hidráulica de Entrada (h_e)

Constatou-se que os menores valores da carga hidráulica de entrada foram obtidos quando se utilizou o envoltório de brita zero. Isto pode ser justificado pela espessura de 10,0 cm desse material envolvendo todo o sistema drenante e por sua granulometria uniforme, permitindo que ocorressem reduzidas perdas de carga na entrada do sistema. De acordo com os critérios propostos por Dieleman & Trafford (1976), todos os sistemas apresentaram

desempenhos regulares (Tabela 1). Os resultados da carga hidráulica na entrada obtidos nesta pesquisa concordam com os de Gonzaga (1994).

Resistência de Entrada (re)

A comparação entre as médias da resistência de entrada para os diferentes materiais são apresentados na Tabela 2. Verifica-se que a resistência do envoltório de bidim foi praticamente o dobro da resistência oferecida pelo envoltório de brita zero. Isto pode ser devido ao fato de que o envoltório de brita zero apresentou um maior raio efetivo, granulometria uniforme e poros relativamente grandes. Nesta tabela, percebe-se ainda que os maiores valores de resistência de entrada (re) para o material drenante avaliado foram obtidos sem o uso do envoltório, seguido do envoltório de bidim.

Fluxo (q)

A maior e a menor descarga foram constatadas com o uso dos envoltórios de brita zero e sem material envoltório, respectivamente (Tabela 3). Isto demonstra uma elevada potencialidade de uso do envoltório de brita zero, apresentando capacidade para produzir um maior rebaixamento do lençol freático em menor espaço de tempo. Credenciando-o como um material que apresenta qualidades altamente desejáveis como envoltório.

Vale ressaltar que os envelopes utilizados na pesquisa (bidim e brita zero) reagiram de forma positiva para o rebaixamento do lençol freático, inclusive não se constatando, visualmente o transporte de partículas de solo para o interior do tubo de drenagem, o mesmo não foi constatado nos tubos sem material envoltório.

Tabela 1. Valores Médios da carga hidráulica na entrada (he), em m, em relação ao material drenante *versus* materiais envoltórios.

Material Drenante	Envoltórios		
	Bidim	Brita zero	Sem envoltório
Drenoflex	0,3053 ab A	0,2847 b A	0,3420 a B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.

Tabela 2. Valores médios da resistência de entrada (re), em dia.m^{-1} , em relação ao material drenante *versus* materiais envoltórios.

Materiais Drenantes	Envoltórios		
	Bidim	Brita zero	Sem envoltório
Drenoflex	0,0120 a A	0,0066 b A	0,0186 a B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.

Tabela 3. Valores médios do fluxo (q), em $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}.\text{m}^{-1}$, em relação ao material drenante *versus* materiais envoltórios.

Materiais Drenantes	Envoltórios		
	Bidim	Brita zero	Sem envoltório
Drenoflex	22,3033 b A	29,6267 a A	14,0467 c A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.



CONCLUSÕES

O uso da brita zero como material-envelope resultou em maior eficiência dos drenos, quando comparado com o bidim.

De um modo geral, os resultados evidenciaram que o uso de envelope deve ser uma prática recomendada, para a instalação de sistemas de drenagem.

Observou-se a importância do uso de envoltório, não só para evitar o carreamento de partículas de solo para o interior do tubo drenante, mas também para contribuir para uma considerável redução da resistência de entrada e uma performance adequada do sistema de drenagem.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, M.de J.; NOVAES, F.de; SANTOS, D.G. dos & SUGUINO, H.H. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização dos solos**. Brasília: SRH, 1998. 203 p.
- BROUGHTON, R.S., CHIRADA, K.E. & BONNELL, R.B. **Test of drain tubes with pin holes and small slots**. In: Drainage Design and Manegement. Michigan: ASAE, 1987. p. 362 - 371. (Publication 16)
- DIELEMAN, P.J. & TRAFFORD, B.D. **Ensayos de drenaje**. In: Irrigation and Drainage. Paper nº 28. Roma: FAO/ONU, 1976. p. 172.
- DIERICKX, W. & YUNCUOGLU, H. **Factors affecting the performance of drainage envelope materials in structurally unstable soils**. Agricultural Water Manegement, v.5, n.3, p. 215 - 225, 1982.
- EGGLSMANN, R. **Two decades of experience with drainage filters in the Federal Republic of Germany**. In: National Drainage Symposium, 4, Chicago, ASAE, 1982.p.115-120.
- GONZAGA, E. **Aplicabilidade de tubo de PVC para esgoto como material drenante alternativo**. 1994, 60 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- WESSELING, J. & van SOMEREN, C.L. **Drainage Materials.Provisional Report of the experience gained in the Netherlands**. In: Irrigation and drainage Paper. Washington:FAO/ONU, 1972. p. 55 - 83.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE METAIS PESADOS DO SOLO, EM DUAS PROFUNDIDADES DIFERENTES, CULTIVADO PELA CULTURA DA UVA

LIMA, V. L. A. DE¹; F. FILHO, J. J. P.²; SANTOS, M. S.³;
SANTOS, J. S. DOS³ & BARROS, H. M. M.³

¹Eng.^a Agrícola, Prof.^a. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: Antuneslima@gmail.com

²Eng. Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, CCT/UFPB, Campina Grande-PB

³Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: hmmbr@yahoo.com.br

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os impactos ambientais em uma fazenda localizada no sub-médio do São Francisco, explorada com a cultura de uva (*Vitis vinifera*) fertirrigada, foram feitas observações nas propriedades químicas do solo em dois períodos entre 1998 e 2001, em 16 setores de irrigação, 8 setores irrigados por microaspersão e 8 por gotejamento. A partir dos dados de laboratório as características químicas do solo foram avaliadas considerando os padrões recomendados. Para a quantificação de metais pesados (cádmio, cromo e níquel) utilizaram-se a classificação adotada pela CETESB, 2005. Apesar dos aumentos nos teores médios dos metais pesados no solo, estes se encontraram nos limites permitidos de acordo com a referência utilizada.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, irrigação, metais pesados.

EVALUATION OF HEAVY METALS OF THE SOIL, IN TWO DIFFERENT DEPTHS, CULTIVATED BY THE CULTURE OF THE GRAPE

ABSTRACT: With the objective to evaluate the ambient impacts in a farm located in the sub-medium of the San Francisco, explored with the culture of grape (*vinifera Vitis*) fertirrigation, had been made comments in the chemical properties of the ground in two periods between 1998 and 2001, in 16 sectors of irrigation, 8 sectors irrigated for microaspersion and 8 for dripping. From the data of laboratory the chemical characteristics of the ground had been evaluated considered the recommended standards. For the metal quantification heavy (cadmium, chromium and nickel) they had used it classification adopted for CETESB, 2005. Although the increases in average texts of metals weighed in the ground, these if had in accordance with found in the allowed limits the used reference.

Key-words: *Vitis vinifera*, irrigation, metals heavy.



INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro não só apresenta dificuldades, mas também potencialidades diferenciadas, além de apresentar vantagem em relação às regiões semi-áridas de outros países, em vista da pouca variabilidade de temperatura, da alta luminosidade e da baixa umidade relativa do ar. Essas vantagens, associadas à irrigação, resultam em condições com amplo potencial para o desenvolvimento da fruticultura irrigada.

A videira desponta como a cultura de alto valor comercial, representando importantes divisas para a região, sendo uma das frutas mais consumidas no mundo. A região do Sub-médio São Francisco possui clima semi-árido tropical, com área de mais de 260 mil hectares irrigáveis, possuindo ainda as seguintes características: altitude média de 365 metros, temperatura média de 26°, precipitação média anual de 450 mm, hidrologia apoiada no Rio São Francisco. É a única região do mundo que produz duas safras e meia por ano. Isso é possível com o auxílio da irrigação que tem tido um avanço considerado nas últimas décadas, tanto no que diz respeito ao aprimoramento de novos métodos de levar água ao solo e às culturas, quanto no incremento de novas áreas irrigadas. Dentre as vantagens da irrigação, está aquela que possibilita utilizar esse próprio sistema como meio condutor e distribuidor de produtos químicos, como fertilizantes, simultaneamente com a água de irrigação. A fertirrigação é a maneira mais eficiente e econômica de aplicar fertilizantes as plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas (Bernardo, 2002).

Neste sentido esse trabalho teve por objetivo avaliar os teores médios de metais pesados encontrados no solo, em duas profundidades diferentes, cultivado pela cultura da uva na região do Sub-médio do Vale do São Francisco sob sistema de fertirrigação, no período entre 1998 e 2001.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período entre 1998 e 2001 na fazenda da Empresa Brasiluvas localizada no sub-médio do Vale do São Francisco, no município de Juazeiro, BA, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 9° 19' S e longitude 40° 12' N e altitude média de 365 m. Foram instalados 16 setores de irrigação, totalizando uma área de 35 hectares, dos quais 8 setores eram abastecidos por um sistema de irrigação por gotejamento e 8 setores por um sistema de gotejamento. A variedade estudada foi a Itália (*Vitis vinifera*) plantada no ano de 1985, explorada em duas safras anuais, em fileiras simples, com espaçamento de 3 x 3 m para o sistema de gotejamento e 2 x 4 m para o sistema de microaspersão, totalizando 1.111 plantas por hectares (gotejamento) e 1.250 plantas por hectares (microaspersão). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, considerando-se oito tratamentos, com sete repetições. Os tratamentos utilizados foram caracterizados conforme descrição a seguir:

T1 – sistema de irrigação por gotejamento, 0-20 cm de profundidade em 1998

T2 – sistema de irrigação por gotejamento, 0-20 cm de profundidade em 2001

T3 – sistema de irrigação por microaspersão, 0-20 cm de profundidade em 1998

- T4 – sistema de irrigação por microaspersão, 0-20 cm de profundidade em 2001
T5 – sistema de irrigação por gotejamento, 40-60 cm de profundidade em 1998
T6 – sistema de irrigação por gotejamento, 40-60 cm de profundidade em 2001
T7 – sistema de irrigação por microaspersão, 40-60 cm de profundidade em 1998
T8 – sistema de irrigação por microaspersão, 40-60 cm de profundidade em 2001

Para a avaliação dos impactos ambientais decorrentes do uso da fertirrigação no solo, ocorridos no período em estudo, correspondendo a sete safras de uva fertirrigada. A coleta do solo foi feita através de tradagens, distribuídas nos setores de irrigação, onde em cada setor foram considerados 10 pontos para coleta de amostras, nas profundidades de 0-20 cm e 40-60 cm, e posteriormente misturadas formando uma amostra composta para cada profundidade considerada. Estas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, codificadas e encaminhadas para o Instituto Agrônomo de Campinas para que fossem analisadas quimicamente através de metodologias próprias. A partir dos dados de laboratório as características químicas do solo foram avaliadas considerando os padrões recomendados. Para a quantificação de metais pesados (cádmio, cromo e níquel) utilizaram-se a classificação adotada pela CETESB, 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análises estatísticas dos teores médios de metais pesados estão apresentados na Tabela 1, que aponta a média dos teores médios de cádmio, cromo e níquel nos sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão.

Cádmio

Na Tabela1 observam-se os teores de cádmio nos dois sistemas de irrigação na camada mais superficial, este aumento foi maior no sistema de irrigação por microaspersão, onde aconteceu um acréscimo significativo de 244,82% quando inicialmente se tinha 0,058g dm⁻³ subindo para 0,20 g dm⁻³, no sistema por gotejamento o aumento foi de 29,57% bem menor que no outro sistema. Esta diferença entre os dois sistemas de irrigação pode ser devido ao teor de cádmio ser reduzido pela presença de matéria orgânica (Brady, 1989) como o sistema de

Tabela 1 Teores de metais pesados dos setores de irrigação

Tratamentos	Metais pesados		
	Cd	Cr	Ni
g dm ⁻³			
T1	0,071bc	0,006c	0,51 b
T2	0,092b	0,105 ab	1,23 ^a
T3	0,058bcd	0,006c	0,50 b
T4	0,20a	0,128a	1,11a
		0-20cm	
T5	0,023d	0,022c	0,30b
T6	0,034cd	0,062bc	0,97 ^a
T7	0,016d	0,010c	0,24b
T8	0,045cd	0,107 ab	0,41b
		40-60 cm	



gotejamento apresenta um maior teor de matéria orgânica também na presença deste metal no solo, em menores níveis. Este aumento nos teores médios de cádmio pode ser explicado pelo fato de que em meio ácido a disponibilidade de metais pesados para as plantas é aumentada, ou seja os metais tornam-se mais solúveis (Sauerbeck, 1991); pelo uso contínuo de fertilizantes fosfatados, e corretivos de acidez do solo, fontes desse metal (Alloaw, 1990) e também pelas cinzas de combustão das máquinas agrícolas que andam pelos setores de irrigação, pulverizando, levando adubos para aplicação da fertirrigação, gradagem, etc. Estéves et al, (1998) constataram grande influência das propriedades dos solos na retenção do cádmio. No solo com maior conteúdo de matéria orgânica, textura fina, maior capacidade de troca de cátions, tem a capacidade em fixar este elemento com maior intensidade. Os teores de cádmio variaram de 0 a 0,24 g dm⁻³ em todos os tratamentos, verifica-se que em nenhum caso ultrapassou os limites permitidos.

Cromo

Verificando a Tabela 1 nota-se um aumento nos teores médios de cromo nos dois sistemas de irrigação na camada mais superficial. Inicialmente se tinha um valor médio de cromo no solo para ambos setores de irrigação de 0,006 g dm⁻³ este valor aumentou para 0,105 g dm⁻³, no sistema de irrigação por gotejamento um aumento significativo de 1650% e para 0,128 g dm⁻³, no sistema de irrigação por microaspersão, um aumento significativo de 2033%. Na camada de 40-60 cm observa-se que os níveis médios de cromo inicialmente eram maiores do que na camada mais superficial e que houve aumento com o passar do tempo aumentando nos dois setores de irrigação, onde esse aumento foi maior no sistema de microaspersão 970% contra 181% no sistema por gotejamento. Estes altos valores na camada 40-60 cm é devido à facilidade que o cromo tem em circular no solo em direção a horizontes mais profundos, isto porque, em condições favoráveis o cromo se encontra no solo como uma espécie aniônica, CrO₄⁻² (Doménech, 1995).

Níquel

Ainda de acordo com os dados da tabela 1, percebemos um aumento dos teores médios de níquel em todos os setores de irrigação, sendo este aumento significativo nas camadas superficiais, nos dois sistemas de irrigação e no setor de irrigação por gotejamento na camada mais profunda. Na camada superficial o sistema de irrigação por gotejamento inicialmente tinha 0,51 g dm⁻³ passando para 1,23 g dm⁻³ um aumento de 141% e no sistema de irrigação por microaspersão inicialmente se tinha 0,50 g dm⁻³ passando para 1,11 g.dm⁻³ aumentando 122%.

Na camada mais profunda também houve um aumento nos dois sistema de irrigação, onde no sistema de irrigação por gotejamento inicialmente se tinha 0,30 g dm⁻³ passando para 0,97 g dm⁻³ um aumento de 223% superior ao apresentado na camada superficial, enquanto que no sistema de irrigação por microaspersão o aumento foi de 0,24 g dm⁻³ para 0,41 g dm⁻³ um aumento de 70% inferior a camada superficial. Trabalhando em áreas com cultivo de uva na Espanha, Marín (2000) encontrou valores de níquel acima dos limites recomendados que é de

75 ppm, o autor atribui os valores a atividades antropogênicas, através da atividade agrícola, que utilizam quantidades de fertilizantes fosfatados e nitrogenados que contém esses metais.

CONCLUSÕES

- Apesar do aumento nos teores médios dos metais pesados, estes se encontraram nos limites permitidos de acordo com a referência utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLOAW, B.J. **The origins of heavy metals in soils**. New York, John Wiley & Sons. 1990. p. 29-39.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**, 6ª ed, Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 657p.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**, 7ª ed, Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989, 898p.
- CETESB – **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**, São Paulo, 2001. 232p.
- DOMÉNECH, X. **Química del suelo, El impacto de los contaminantes**, Departamento de Química Universidad autónoma de Barcelona, Madrid, 1995. 190p.
- ESTÉVES, J.I.; ANDRADE, L.; MARCET, P. & MONTERO, M.J. Influência da propriedades do solo na fixação e mobilidade de Zn e Cd, Dep. **Biología Vegetal y Ciencia del Suelo**, Universidad de Vigo, Edafologia, Volumen 5, 1998. p. 19-27.
- SAUERBECK, D.R. Plant, element and properties governing uptake and availability of heavy metals derived from sewage sludge. **Water, Air Soil Pollut**, 1991. p.57-58, 227-237.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA UVA NA REGIÃO DO SUB-MÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO, JUAZEIRO - BA

LIMA, V. L. A.¹; F. FILHO, J. J. P.²; SANTOS, M. S.²;
BARROS, H. M. M.³ & SANTOS, J. S. DOS³

¹Eng.ª Agrícola, Profª. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: Antuneslima@gmail.com

²Eng. Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, CCT/UFPB, Campina Grande-PB

³Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: hmbbr@yahoo.com.br

RESUMO: No vale do São Francisco, as condições edafoclimáticas da região (especialmente baixa umidade relativa do ar durante a estação seca prolongada) favorecem o cultivo de variedades de uva de mesa e a sua colheita em qualquer época do ano, além de reduzir o aparecimento de doenças nos parreirais. Por isso é que grande parte das uvas finas de mesa exportada pelo Brasil é colhida nessa região. Com objetivo de avaliar dados da produtividade médias de safras da cultura da uva (*Vitis vinifera*) na região do Sub-médio do Vale do São Francisco foram feitas observações em 16 setores de irrigação, 8 setores irrigados por microaspersão e 8 por gotejamento. Os dados de produtividade foram obtidos através do banco de dados da fazenda Empresa Brasiluvas no período de 1998 a 2001, a partir dos dados de produção, comparou-se estes com alguns dados climáticos e verificando se estas surtiram algum efeito na produção. Os resultados indicaram um aumento gradativo da produtividade na fazenda. Observou-se ainda que as melhores produções de uva são sempre no segundo semestre.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, produtividade, sistema de irrigação

PRODUCTIVITY OF THE CULTURE OF THE GRAPE IN THE AREA OF THE SUB-MEDIUM OF SÃO FRANCISCO'S VALLEY, JUAZEIRO-BA

ABSTRACT: In it is worth him of San Francisco, the conditions edafoclimáticas of the area (especially low relative humidity of the air during the station evaporates lingering) they favor the cultivation of varieties of table grape and your crop in any time of the year, besides reducing the emergence of diseases in the parreirais. Therefore it is that great part of the fine grapes of table exported by Brazil it is picked in that area. With objective to evaluate given of the productivity average of harvests of the culture of the grape (*vinifera Vitis*) in the region of the Sub-medium of the Valley of the San Francisco comments in 16 sectors of irrigation, 8 sectors irrigated for microaspersion and 8 for dripping had been made. The productivity data were obtained through farm Company Brasiluvas's database in the period from 1998 to 2001., from the production data, compared these with some climatic data and verifying if these they had occasioned some effect in the production. The results had indicated a gradual increase of the productivity in the farm. It was observed despite the best productions of grape are always in as the semester.

Key-words: *Vitis vinifera*, productivity, overhead irrigation

INTRODUÇÃO

A videira vem sendo cultivada desde tempos remotos e parece ser uma das primeiras frutas aproveitada pelo homem. Sua origem mais remota foi na região onde hoje se encontra a geleira eterna da Groelândia, no extremo da América do Norte. A partir dali, as uvas primitivas foram se espalhando para outras terras, alcançando, por um lado, o continente americano e, por outro, a Ásia e Europa (Tidei, 1991).

As regiões semi-áridas tropicais, que são caracterizadas pela ocorrência de chuva escassas, irregulares e concentradas em períodos aproximados de quatro meses, e por elevadas demanda evapotranspirométrica, com o uso da irrigação, torna essa região bastante favorável à exploração da fruticultura, principalmente da cultura da videira, proporcionando a obtenção de, pelo menos, duas safras por ano (Soares, 1998).

As condições climáticas dessas regiões beneficiam a produção de uvas finas de mesa. Devido ocorrer uma incidência reduzida de doenças, melhora a qualidade dos frutos, com aumento dos teores de açúcares nas bagas, além de apresentar uma série de particularidades no manejo, em virtude da adaptação e do comportamento fisiológico das plantas nessas condições. As plantas vegetam continuamente, ou seja, não paralisam sua atividade fotossintética e não apresentam fase de dormência, o que possibilita a colheita em qualquer época do ano, podendo obter até 2,5 safras anuais, enquanto que na região sudeste efetua-se apenas uma safra por ano (Leão & Maia, 1998).

O clima, através de elementos, tais como: radiação solar, temperatura do ar, chuva, velocidade do vento, umidade relativa e molhamento (orvalho), interferem na cultura da videira em todas as suas fases, tanto no desenvolvimento e crescimento das plantas, como na inter-relação dessa com as pragas e doenças. Estes elementos são os grandes responsáveis pela produtividade da cultura (Sentelhas, 1998).

Durante o ciclo vegetativo a temperatura elevada é bastante desejável, pois antecipa a maturação e contribui para aumentar o teor de açúcar da baga, graças a isso, as uvas produzidas no calor escaldante do Nordeste, no vale do São Francisco em condições irrigadas, tem sido consideradas as mais doces do País e, até agora, certamente as únicas que se prestam à fabricação de uva-passa (Tidei, 1991).

No caso de temperaturas altas, as plantas começam a ressentir-se a partir dos 39°C, atingindo o seu valor crítico por volta dos 45°C, e se sujeitas aos 55°C, por tempo suficiente, a planta não resiste (Almeida, 1956).

Desta forma o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de dados da produtividade médias de sete safras da cultura da uva (*Vitis vinifera*) na região do Sub-médio do Vale do São Francisco sob dois tipos de sistemas de irrigação (gotejamento e microaspersão), relacionando a produtividade média dos dois setores de irrigação com dados climáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda da Empresa Brasiluvas localizada no sub-médio do Vale do São Francisco, no município de Juazeiro, BA, nas seguintes coordenadas



geográficas: latitude 9° 19'17" S e longitude 40° 12' 145" N e altitude média de 365 m. Foram instalados 16 setores de irrigação, totalizando uma área de 35 hectare, dos quais 8 setores eram irrigados por sistema por gotejamento e 8 setores por microaspersão. A variedade estudada foi a Itália (*Vitis vinifera*) plantada no ano de 1985, explorada em duas safras anuais, em fileiras simples, com espaçamento de 3 x 3 m para o sistema de gotejamento e 2 x 4 m para o sistema de microaspersão, totalizando 1.111 plantas por hectares (gotejamento) e 1.250 plantas por hectares (microaspersão). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, considerando-se oito tratamentos, com sete repetições. Os tratamentos utilizados foram caracterizados conforme descrição a seguir:

- T1 – sistema de irrigação por gotejamento, em 1998
- T2 – sistema de irrigação por gotejamento, em 2001
- T3 – sistema de irrigação por microaspersão, em 1998
- T4 – sistema de irrigação por microaspersão, em 2001
- T5 – sistema de irrigação por gotejamento, em 1998
- T6 – sistema de irrigação por gotejamento, em 2001
- T7 – sistema de irrigação por microaspersão, em 1998
- T8 – sistema de irrigação por microaspersão, em 2001

Na propriedade estudada a uva é explorada em duas safras anuais, onde suas atividades estão direcionadas para atender o mercado Europeu durante os meses de maio-junho e novembro-dezembro.

Na propriedade estudada a uva é explorada em duas safras anuais, onde suas atividades estão direcionadas para atender o mercado Europeu durante os meses de maio-junho e novembro-dezembro, o ciclo de produção das uvas dura, em média, 120 dias (nesta região). Os dados de produtividade foram obtidos através do banco de dados (Tabela1) da fazenda, onde tem todos os dados por setores de irrigação como produção, quantidade de adubos aplicados, quantidade de horas aplicadas na irrigação, defensivos usados e etc, A partir dos valores de produção, comparou-se estes dados com alguns resultados climáticos e verificando se estas surtiram algum efeito na produção.

Na fazenda constam duas estações climatológicas, uma própria e outra pertencente a EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Para o presente trabalho utilizou-se os resultados climatológicos da estação da fazenda, os quais eram monitorados diariamente, onde eram anotados, digitalizados e armazenados no banco de dados. Considerou-se os seguintes resultados climatológicos: precipitação, evaporação, temperatura e umidade relativa do ar.

Tabela 1. Cronograma do ciclo da uva na fazenda

1º Semestre					
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Poda	Tratos culturais	Tratos culturais	Tratos culturais	Repouso	Repouso
Tratos culturais			colheita		
2º Semestre					
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Poda	Tratos culturais	Tratos culturais	Tratos culturais	Repouso	Repouso
Tratos culturais			colheita		

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Figura 1 estão apresentados os dados de produtividade média de sete safras da cultura da uva em toneladas por hectare distribuído em valores médio para os setores de irrigação por gotejamento e microaspersão. Observa-se nesta figura é que as melhores safras anuais sempre ocorrem no segundo período do ano (julho a outubro).

Relacionando a produtividade média dos dois setores de irrigação com a temperatura média na Tabela 2, nota-se que a temperatura média exerce influência na produção, ou seja, onde se obteve temperaturas menos elevadas na faixa de 26,2 a 27,8° foi onde se obteve as melhores produções.

Com relação aos outros dados climáticos nota-se que a melhor média de produtividade no sistema de irrigação por gotejamento foi na segunda safra do ano de 1999, com uma produtividade média de 22,38 t/ha, tendo como precipitação média para os quatro meses de ciclo da uva em tomo de 2,01 mm, média da umidade relativa do ar 56,86 % e evaporação média de 7,59 mm. No sistema de irrigação por microaspersão a melhor média de produtividade ocorreu na segunda safra de 2000 com produtividade média de 26,23 t/ha, onde se teve precipitação média em tomo de 0,65 mm, umidade relativa do ar de 56,06 % e evaporação média de 7,78 mm.

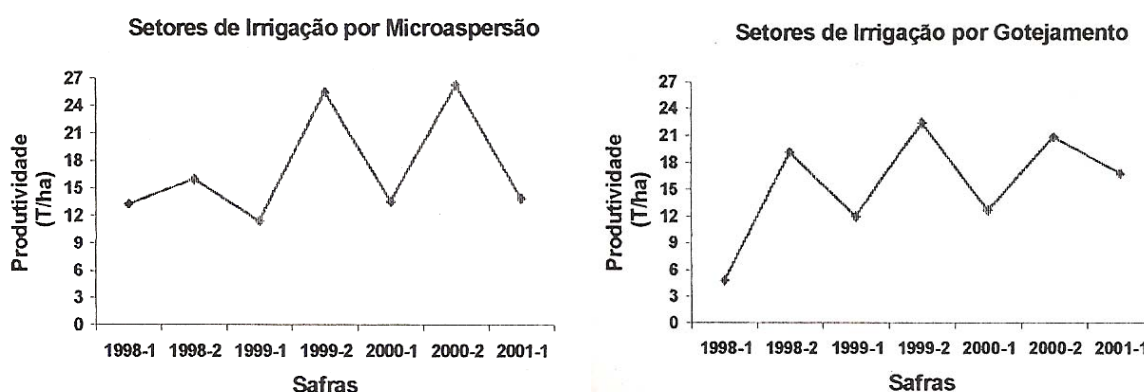


Figura 1. Produtividade média nos setores de irrigação por gotejamento e microaspersão

Tabela 2. Valores médios dos quatro meses correspondentes ao ciclo da uva de temperatura média, Precipitação, Umidade Relativa do Ar e Evaporação

Período	Temp. Média °C	Precipitação mm	Umidade %	Evaporação mm
1998.1	29,35	1,87	59,74	8,29
1998.2	27,80	0,04	50,59	9,10
1999.1	29,19	1,55	5,73	7,91
1999.2	26,22	2,01	56,86	7,59
2000.1	27,36	3,25	66,19	5,66
2000.2	26,88	0,65	58,73	7,78
2001.1	28,26	1,28	59,06	7,57



CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que houve aumento gradativo da produtividade na fazenda utilizando sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão. Observou-se ainda que as melhores produções de uva são sempre no segundo semestre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C.R.M. **Viticultura e ampelografia. II parte, O Meio Vitícola**. Lisboa, Edições “Agros”/ Assoc. Estudantes Agronomia, 19956, 43 p.
- LEÃO P.C.S & MAIA D.G.J.; Aspectos Culturais em Viticultura tropical Uva de Mesa, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte – MG, vol.19, nº194, 1998, p 34-39.
- SENTELHAS, P. C. Aspectos Climáticos para a Viticultura Tropical, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte – MG, vol.19, nº 194, 1998, p.9-14.
- SOARES, J.M. **Irrigação. Informações Técnicas Sobre a Cultura da Videira no Semi-árido Brasileiro**: EMBRAPA-CPATSA. 1998.
- TIDEI, C. A. **A Uva, Manual Brasil Agrícola**, vol 6, ed Ícone, São Paulo- SP, 1991, 420-448 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CRESCIMENTO DO MELOEIRO TIPO GÁLIA FERTIRRIGADO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO¹

OLIVEIRA F. A.²; MEDEIROS, J. F. DE³; LIMA, C. J. G. S.⁴;
OLIVEIRA, M. K. T.⁴; GALVÃO, D. C.⁴ & SOUZA, P. S.²

¹Projeto financiado pelo CNPq

²Engº Agrº, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, CEP 59626-310, Mossoró-RN, e-mail:
thikaoamigao@bol.com.br

³Prof. Doutor, Deptº de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

⁴Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Deptº de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

⁵Engº Agrº, Deptº de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

RESUMO – Este trabalho foi realizado durante o período de outubro a dezembro 2005, em fazenda da região produtora de melão do Agropolo Assu-Mossoró, com o objetivo de analisar o crescimento do meloeiro Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados num esquema fatorial de 3 x 3 x 3, com três repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três doses de nitrogênio (N_1 -42, N_2 -84 e N_3 -126 kg ha⁻¹) e potássio (K_1 -106, K_2 -212 e K_3 -322 kg ha⁻¹) sendo os níveis N_2 e K_2 são os mais recomendados na literatura, aplicados via fertirrigação com diferentes lâminas ($L_1 = 0,7.NTI$, $L_2 = 0,9.NTI$ e $L_3 = 1,1.NTI$). As variáveis analisadas foram: índice de área foliar (IAF) e a matéria seca da parte aérea (MSPA). O índice de área foliar e o acúmulo de matéria seca foram influenciados positivamente pelo incremento das doses de nutrientes aplicados e pelas lâminas de irrigação.

Palavras-chave: Fertirrigação, nutrição do meloeiro, irrigação.

GROWTH OF THE MUSKMELON TYPE GÁLIA FERTIRRIGATED WITH DIFFERENT DOSES OF NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT – An experiment was carried out during the period of october to december of 2005, in farm of the producing melons region of Agropolo Assu-Mossoró, with the objective of analyzing the growth of the melon plant Gália fertirrigation with different doses of nitrogen and potassium. The randomized blocks in a factorial scheme (3 x 3 x 3), with three replications. The Treatments consisted of combination the three nitrogen doses (N_1 -42, N_2 -84 e N_3 -126 kg ha⁻¹) and potassium (K_1 -106, K_2 -212 e K_3 -322 kg ha⁻¹), being the levels N_2 e K_2 are most recommended in technical literature, applied for fertirrigation with different irrigation depths ($L_1 = 1,1.NTI$, $L_2 = 0,9.NTI$ and $L_3 = 0,7.NTI$). The appraised variables were index of leaf area (IAF) and matter dries of the aerial part (MSPA). The index of leaf area and the matter accumulation dries were influenced positively by the increment in the doses of applied nutrients and for the irrigation depths.

Key-words: fertirrigation, melon nutrition, irrigation.



INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil, por apresentar clima semi-árido e alta luminosidade vem despontando como grande produtor de melão irrigado. Sobressaindo-se o Estado do Rio Grande do Norte com 44% de toda área plantada no Brasil e com produtividade de $26.636 \text{ Kg ha}^{-1}$, superior a Nacional e a nordestina (IBGE, 2005).

A grande expansão dessa cultura se deve principalmente as condições edafoclimáticas favoráveis associado a praticas culturais de alta tecnologia, com destaque para fertirrigação. A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90% em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética e o restante, da absorção de nutrientes minerais do solo. Como o crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função do acúmulo de material resultante da fotossíntese líquida, esta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento (Benincasa, 1988).

De acordo com Kvet et al. (1977) os elementos básicos para análise de crescimento de um vegetal, são a área foliar e a matéria seca total ou de parte da planta. A primeira permite estimar a eficiência das folhas na captação de energia solar necessária para as reações químicas comuns nos vegetais superiores, na produção de assimilados e na influencia sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, enquanto a segunda quantifica o aumento de material acumulado na formação de um órgão ou de toda planta.

As plantas superiores possuem, em média, 5% de nutrientes minerais na matéria seca, porém são grandes as diferenças entre espécies, e as quantidades totais exigidas por uma cultura dependem da produtividade. Por outro lado, a absorção de nutrientes é diferente de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, intensificando-se com o florescimento, a formação e o crescimento dos frutos (Haag et al., 1981). Diante do exposto este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento do meloeiro tipo Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio e diferentes lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o período de novembro a dezembro de 2005 em fazenda produtora de melão localizada no agropolo Assu-Mossoró, cujo solo tem textura franco-arenosa, com a camada de 0-20 apresentando as seguintes características químicas: $\text{pH}=5,8$, $\text{Ca}^{2+}=2,68$, $\text{Mg}^{2+}=1,20$, $\text{K}^{+}=0,18$, $\text{Na}^{+}=0,04$, $\text{Al}^{3+}=0,05$, $\text{H}^{+}=1,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{P}=14 \text{ mg dm}^{-3}$. A água utilizada na irrigação foi proveniente de fonte de rio perenizado, e apresentou as seguintes características químicas: $\text{CE} (\text{dS m}^{-1})=1,39$; $\text{pH}=8,10$; $\text{Ca}^{2+}=4,45$; $\text{Mg}^{2+}=3,60$; $\text{K}^{+}=0,14$; $\text{Na}^{+}=6,00$; $\text{Cl}^{-}=8,10$; $\text{HCO}_3^{-}=5,05$; $\text{CO}_3^{-}=0,70 (\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})$, similar às águas de poços que exploram o aquífero calcário. Foram instalados três experimentos em áreas adjacentes e conduzidos simultaneamente, onde em cada um foi testada uma lâmina de irrigação em função da necessidade total de irrigação, conforme Allen et al. (1998): $\text{L}_1=0,7.\text{NTI}$; $\text{L}_2=0,9.\text{NTI}$ e $\text{L}_3=1,1.\text{NTI}$, respectivamente, sendo $\text{NTI}=1,1\text{ETc}$, considerada como a lâmina padrão para a

cultura. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, num arranjo fatorial de 3 x 3, três doses de N (N_1 -42, N_2 -84 e N_3 -126 kg ha⁻¹) e de K (K_1 -106, K_2 -212 e K_3 -322 kg ha⁻¹) sendo N_2 e K_2 as doses recomendadas por Crisóstomo et al. (2002), aplicados via fertirrigação. A cultura estudada foi o melão (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) do tipo Gália, híbrido Solarnet, cujo fruto tem forma arredondada a ligeiramente ovalado, reticulado, denso e uniforme, sem sutura e a polpa é de coloração esverdeada clara. O plantio foi feito via semeadura direta, com uma semente por cova no espaçamento de 1,85 m x 0,40 m. O sistema de irrigação adotado foi localizado do tipo gotejamento, com um emissor por planta apresentando vazão de 1,8 L h⁻¹. para analisar o crescimento da planta, foram realizadas coletas aos 25, 37, 50 e 64 dias após semeadura, sendo coletada uma planta com competição completa e desenvolvimento considerada normal na parcela. As plantas coletadas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo, conduzidas ao Laboratório de Irrigação e Drenagem no Departamento Ciências Ambientais da UFERSA, onde foram separados em folhas, ramos, frutos. A área foliar (AF) foi determinada utilizando-se um integrador de área foliar, modelo LI-3100 do Licor equipamentos e o índice de área foliar (IAF) (m² m⁻²) determinado a partir da relação entre a área foliar total de cada planta e a área de solo explorada pela mesma. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70°C±1 até atingir peso constante. Realizaram-se análises de variância por coleta e em parcela subdividida usando o tempo de coleta como subparcela e análise de regressão com ajuste em polinômios ortogonais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de área foliar (Figura 1 A), foi pouco influenciado pelos tratamentos aplicados até a terceira coleta (50 dias após semeadura), quando o efeito começou a ser mais significativo, com o maior valor obtido usando-se a dose de N_3 e K_3 . Esse comportamento se deve pela maior cobertura do solo devido ao máximo desenvolvimento da cultura. Os tratamentos apresentaram resposta quadrática, com valores máximos de 1,9 cm² cm⁻² (N_1K_1 e N_2K_2) a 2,2 cm² cm⁻² (N_3K_3), sendo os máximos valores obtidos aos 64 DAS. Esses valores estão acima daqueles encontrados por Tomaz et al (2005) trabalhando com melão ‘pele de sapo’ sob diferentes doses de N e não encontrou resposta a doses de potássio, encontrando valor médio de 1,77 cm² cm⁻², no entanto com comportamento cúbico para IAF. Observa-se na Figura 1A que as curvas dos IAFs para todos os tratamentos apresentam-se ascendente, no entanto se espera uma tendência ao decréscimo provocada pela senescência natural do meloeiro, justificando equações quadráticas.

Para as lâminas de irrigação (L), verificou-se que durante o ciclo da cultura o índice de área foliar (IAF) apresentou resposta quadrática, apresentando valores máximos 64 DAS de 1,6; 1,9 e 2,5 cm² cm⁻², para L1, L2 e L3, respectivamente. (Figura 1C). Verifica-se ainda que as lâminas L1 e L2 apresentaram a mesma resposta até 37 DAS, quando começaram a diferenciar-se. A lâmina 3

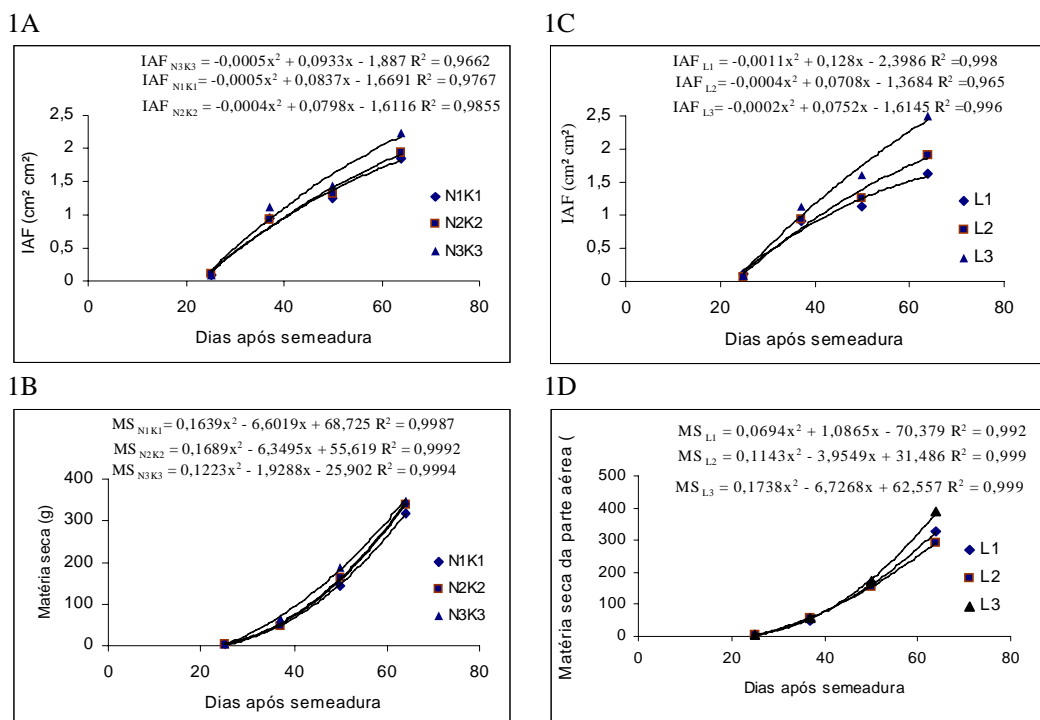


Figura 1. Índice de área foliar (1A e 1C) e matéria seca da parte aérea (1B e 1D) durante do crescimento do meloeiro Gália fertilirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio e diferentes lâminas de irrigação.

apresentou os maiores valores, provavelmente pela maior disponibilidade de nutriente proporcionada pela mesma, ao contrario da menor lâmina, que pode ter ocasionado estresse hídrico à cultura.

A matéria seca da parte aérea respondeu as doses dos nutrientes estudadas, sendo o maior valor encontrado no tratamento N_3K_3 , enquanto que os demais não diferiram entre si (Figura 1B). Nos três tratamentos a resposta foi quadrática, com os valores máximos de 319,1; 339,7 e 350,2 g planta⁻¹, encontrados aos 64 DAS. Pode-se observar ainda que a resposta ao tratamento N_3K_3 começou a distanciar dos demais a partir dos 37 DAS, este fato pode ser explicado pela maior exigência nutricional do meloeiro nesta fase, que corresponde a frutificação e desenvolvimento dos frutos. Silva Junior et al (2006) constatou que o acúmulo de nutrientes comporta-se similar ao de matéria seca, sendo maior entre 45 e 53 DAS, em melão ‘pele de sapo’. Com relação do efeito das lâminas de irrigação na matéria seca (Figura 1D) as equações que melhor se ajustaram foram do tipo quadrática, com R^2 variando entre 0,992 e 0,999. Os valores máximos foram obtidos foram 326,3; 293,8 e 388,9 g planta⁻¹ para as lâminas L1, L2 e L3, respectivamente, aos 64 DAS. Semelhante ao IAF verificou-se que o aumento da lâmina resultou em aumento ao acúmulo de matéria seca.

Com relação ao acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo de cultivo, ocorreu no início do ciclo, uma taxa de crescimento lenta, com posterior intensificação, até atingir um período de rápido acúmulo. Semelhante aos comportamentos encontrados por Duarte (2002); Morais et al (2004) e Silva Júnior (2006). Diante do comportamento de crescimento do meloeiro é possível conhecer os períodos de maior demanda de nutrientes pela cultura.

CONCLUSÃO

O índice de área foliar e o acúmulo de matéria seca foram influenciados positivamente pelo incremento nas doses de nutrientes aplicados e pelas lâminas de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**, Jaboticabal, FUNEP, p. 41, 1988.
- CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A.; FARIA, C.M.B.; SILVA, D.J.; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J.S.; CRISÓSTOMO, J.R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J.S.; CARDOSO, J.W.; COSTA, N.D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: EMBRAPA, 2002, 22p. (Circular técnica, 14).
- DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação**. Campina Grande: 2002. 70p. Dissertação Mestrado
- HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D. DE; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Cargill, 1981. p.447-474.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação automática – Sidra: Produção agrícola Municipal**. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Consultado em 17/05/2005.
- KVET, J.; ACHCAR, J. A. Análise Bayesiana para modelos não lineares de crescimento. **Revista Brasileira de Estatística**, V.58, P.77-94, 1997.
- MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; LIMA JUNIOR, O. J.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento de melão cantaloupe “Torreón” cultivado com diferentes cores de mulch e lâminas de irrigação nas condições de Mossoró-RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 2004, suplemento (CD ROM).
- SILVA JÚNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.364–368, 2006.
- TOMAZ, H. V. Q.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; ANDRADE, M. E. L.; DUTRA, I.; TEMÓTEO, A. S.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento do meloeiro sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45, Fortaleza. **Anais...** ABH, 2005 (CR-ROM).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

GERMINAÇÃO DA *Stylosanthes capitata* SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

OLIVEIRA F. A.¹; MEDEIROS, J. F. DE²; LIMA, C. J. G. S.³;
OLIVEIRA, M. K. T.³; GALVÃO, D. C.⁴ & SOUZA, P. S.²

¹Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, CEP 59626-310, Mossoró-RN, e-mail: thikaoamigao@bol.com.br

²Prof. Doutor, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

³Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

⁴Eng° Agr°, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

RESUMO: Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a germinação *Stylosanthes capitata* sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, Mossoró – RN. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos avaliados foram diferentes salinidades da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹). As variáveis avaliadas foram a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação. Com base nos dados analisados pode-se concluir que a leguminosa *Stylosanthes capitata* apresenta reduzido poder germinativo; a germinação e o índice de velocidade de germinação foram afetados pelos níveis de salinidade aplicados, sendo o efeito mais intenso nas salinidades a partir de 2,5 dS m⁻¹.

Palavras-chave: Estresse salino, condutividade elétrica, manejo da irrigação.

GERMINATION OF THE *Stylosanthes capitata* UNDER DIFFERENT LEVELS OF SALINITY OF THE WATER OF IRRIGATION

ABSTRACT – This work was accomplished with the objective of evaluating the germination *Stylosanthes capitata* submitted the different levels of salinity of the irrigation water. The experiment was driven vegetation home in the Department of Vegetable Sciences of UFERSA, Mossoró - RN. The randomized was used casualizado entirely, with seven treatments and 4 replications. The appraised treatments were different salinities of the irrigation water (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 and 6,5 dS m⁻¹). The analyzed variables were the germination percentage and the index of germination velocity. With base in the analyzed data can be concluded that the leguminous *Stylosanthes capitata* presents reduced power germination; the germination and the index of germination speed were affected for the applied salinity levels, being the most intense effect in the salinities starting from 2,5 dS m⁻¹.

Key-words: saline stress, electric conductivity, irrigation management.

INTRODUÇÃO

O cultivo de leguminosas antecedendo as culturas aumenta a disponibilidade de nitrogênio no solo, absorção do mesmo pela cultura e conseqüentemente o rendimento final das culturas, sendo desta forma o sistema de rotação de cultura com leguminosas um importante manejo cultural na melhoria dos componentes de produção. Dentre as principais leguminosas utilizadas como adubação verde, destacam-se a mucuna preta, ervilhaca, nabo forrageiro, cunhã, guandu, crotalária entre outras. Atualmente tem se dado ênfase ao uso de leguminosas do gênero *estylosantes*, nativa das regiões tropical e subtropical, representada por cerca de 25-30 espécies (Lewis, 1987). O uso dessa leguminosa tem se intensificado por vários fatores como: resistência à seca a adaptação a solos ácidos de baixa fertilidade, bom potencial produtivo de matéria seca (12 a 13 ton ha⁻¹ de matéria seca), boa produção de semente (200 a 400 kg ha⁻¹) e boa fixação biológica de nitrogênio (180 kg ha⁻¹ ano⁻¹, equivalente a 400 kg de ureia), conforme Miranda et al. (1999).

Embora a *Estylosantes* seja resistente à seca e a solos ácidos, o progresso de seu cultivo na região do semi-árido nordestino depende do uso da irrigação para suprir a necessidade hídrica dessa cultura, total ou suplementar. A escassez de chuvas nessas regiões, a prática de irrigação constitui uma das alternativas fundamentais para garantir a produção das áreas cultivadas; no entanto, quando não se tem um manejo adequado da irrigação, pode ocorrer a salinização do solo, tornando-o improdutivo em curto espaço de tempo. Este problema ocorre em quase todos os perímetros irrigados do Nordeste; estima-se que cerca de 25 a 30% das áreas dos perímetros irrigados do DNOCS estejam salinizados (DNOCS, 1991).

Os efeitos do excesso de sais solúveis se manifestam através da pressão osmótica elevada e à ação tóxica de alguns elementos como o Na⁺ e o Cl⁻, que promovem distúrbios fisiológicos à planta, podendo ocasionar a morte. As plantas, por sua vez, apresentam comportamento variado quando submetidas às condições de salinidade. Vários estudos têm sido dirigidos à elucidação dos mecanismos de adaptação à salinidade, especialmente os referentes à fisiologia da resistência das plantas à salinidade. Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparada ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Nesse método, a habilidade para germinar indica também a tolerância da planta aos sais em estádios subseqüentes de desenvolvimento. No entanto não se tem estudo suficiente em relação a resposta desta leguminosa sob condições de irrigação com água salina. Com base nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes salinidades da água de irrigação sobre a germinação da *estylosantes*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11'



31'' de latitude sul e 37° 20' 40'' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima local é do tipo BSw'h com base na classificação de Köppen e a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm. As médias anuais de temperatura, insolação e umidade relativa são 27,4°C, 236 horas anuais e 68,9% respectivamente (AMARO FILHO, 1991).

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas com capacidade de 2 dm³, sendo usado como substrato amostras de areia quartzosa, devidamente lavada em água corrente para remoção dos sais e impurezas presentes na areia que poderiam interferir nos resultados.

Os diferentes níveis de salinidade utilizados neste experimento foram obtidos pela adição de cloreto de sódio (NaCl) e água, nas concentrações necessárias a se atingir os níveis salinos avaliados neste estudo, calibrados com o auxílio de um condutivímetro. A água utilizada neste experimento foi coletada no poço localizado no campus da UFERSA.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (T1-0,5; T2-1,5; T3-2,5; T4-3,5; T5-4,5 T6-5,5 e T7-6,5 dS m⁻¹) e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência. A porcentagem de germinação foi calculada pela equação 1, de acordo com Labouriau & Valadares (1976):

$\%G = (N / A) \times 100$ em que, %G – Porcentagem de germinação, N - Número total de sementes germinadas, A - Número total de sementes semeadas.

O índice de velocidade de emergência (IVG) foi determinado registrando-se diariamente o número de sementes germinadas até o sétimo dia e calculado pela equação 2, proposta por (Nakagawa, 1994).

$IVE = E1/N1 + E2/N2... + En/Nn$; Em que, IVE - Índice de velocidade de emergência, E1, E2... En = Números de plântulas normais emergidas na primeira, segunda até a última contagem, N1, N2... Nn = Número de dias da semeadura à primeira, até a última contagem.

Foram consideradas como emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones totalmente livres. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F e as médias analisadas graficamente, ajustando-se a modelos polinomiais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

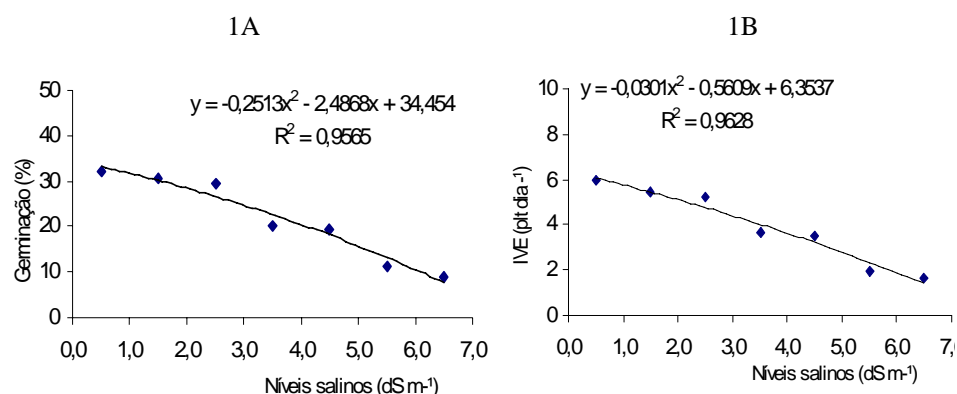
A *Stylosanthes capitata* Vogel respondeu aos níveis de salinidade estudados para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência, ao nível de significância de 0,01 de probabilidade. Esta resposta está de acordo com Rhoades & Loveday (1990) ao observarem que a salinidade da água de irrigação influencia não só a porcentagem de germinação, mas também, o número de dias para germinar. Cavalcante et al. (2002) pesquisando o efeito da salinidade no maracujazeiro, verificou que a salinidade da água diminuiu a taxa de germinação das sementes, o crescimento e desenvolvimento das plantas. Sabe-se que a salinidade, ao reduzir o potencial osmótico do meio, aumenta o tempo de embebição de água pelas sementes, ocasionando, inicialmente, o prolongamento do período de emergência da plântula (Pizarro, 1985), fato verificado no presente trabalho (Tabela 1). Ainda segundo o citado autor, quando a redução do potencial osmótico é intensificada, ocorre inibição do processo germinativo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (%GER) e índice de velocidade de emergência da *Stylosanthes capitata* Vogel submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. UFERSA, Mossoró – RN, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		% GER	IVE
Salinidade	6	355,56**	11,59**
Resíduo	21	57,20	1,78
CV (%)		34,91	34,17
Desvio Padrão		11,11	1,99

A porcentagem de germinação foi afetada pelo incremento da salinidade da água utilizada neste experimento a partir da salinidade da água de 2,5 dS m⁻¹, sendo a equação que melhor se ajustou do tipo quadrática, com $r^2 = 0,9565$ (Figura 1A). Verifica-se que a leguminosa em estudo apresentou baixa porcentagem de germinação, uma vez que no tratamento testemunha (0,5 dS m⁻¹), apenas 32% das sementes germinaram.

Para o índice de velocidade de emergência (Figura 1B) se verifica uma resposta negativa aos níveis crescentes de salinidade. A análise de regressão mostrou que a curva polinomial quadrática foi a que melhor se ajustou aos dados, com $R^2 = 0,9628$. Desta forma pode-se afirmar que o aumento da salinidade na água de irrigação prejudica o IVE da *stylosanthes capitata*. Verifica-se assim uma redução entre 6,21% no nível 1,0 dS m⁻¹ a 80,67% para a salinidade de 6,5 dS m⁻¹, em relação ao nível considerado testemunha (0,5 dS m⁻¹). Ferreira (1997) comenta que sais de alta solubilidade são os mais nocivos, porque as sementes ao absorverem água do solo, absorvem também os sais que, por excesso, provocam toxidez e conseqüentemente, acarretam distúrbios fisiológicos às sementes, reduzindo assim o potencial germinativo. Nóbrega Neto et al. (1999), avaliando a germinação da leucena também observou decréscimo na germinação e na velocidade de germinação à medida que se aumenta a salinidade do meio.

Figura 1. Porcentagem de germinação (1A) e índice de velocidade de emergência (1B) da *Stylosanthes capitata* Vogel submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. UFERSA, Mossoró – RN, 2007



CONCLUSÕES

1. Com base nos dados analisados pode-se concluir que a leguminosa *stylosanthes capitata* apresenta baixo poder germinativo;
2. A germinação e o índice de velocidade de germinação foram afetados pelos níveis de salinidade aplicados, sendo o efeito mais intenso nas salinidades a partir de 2,5 dS m⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Empresa Sementes Boi Gordo (MT) pela doação das sementes utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO FILHO, J. **Contribucion al estudio Del clima del Rio Grande do Norte**. 1991. 11f. Tese (Doutorado) – ETSIA/UPM, Madrid. 2001.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. OLIVEIRA.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal** - SP, v. 24, n. 3, p. 748-751, 2002.
- DNOCS - **Departamento de Obras Contra as Secas**. Situação das áreas em 30/04/1991. Fortaleza: Grupos de Coordenação Executiva das Operações Agrícolas (GOA), 1991. sp.
- FERREIRA, P. A. Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. R.; MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, p.37-67, 1997.
- LABOURIAU, L. G. & VALADARES, M. B. (1976). On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, n.48, p.174-186.
- LEWIS, G. **Legumes of Bahia**. Londres: Royal Botanic Gardens, 1987, 369p.
- MIRANDA, C. H. B.; FERNANDES, C. D.; CADISH, G. Quantifying the nitrogen fixed by *stylosanthes*. **Pasturas tropicales**, v.21, p.64-69, 1999.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- NÓBREGA NETO, G. M.; QUEIROZ, J. E.; SILVA, L. M. M.; SANTOS, R. V. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento inicial da leucena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n.2, p.257-260, 1999.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid: Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.
- RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Stewart, D.R.; Nielsen, D.R. (ed.) **Irrigation of Agricultural Crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p. 1089-1142. (Agronomy, 30).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE: AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES EM CAMPO

CARVALHO, C. M. DE¹; PEREIRA, J. M. G.²; ELOI, W. M.³;
SILVA, E. J.⁴; NOGUEIRA, B. DE M.⁵ & BARBOSA, R. DA S.⁵

¹MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

²Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Faculdade de Tecnologia Centec Cariri.

³Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Profa. da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri.

⁴Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFC, e-mail: edivamjs26@hotmail.com

⁵Graduandos em Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido na Escola Agrotécnica Federal do Crato – CE, com a finalidade de avaliar um sistema de irrigação localizada tipo gotejamento instalado em uma área cultivada com a cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.) e validar as equações de correlação entre os diferentes coeficientes de uniformidade. Os resultados obtidos com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência, se apresentando bastantes inferiores aos valores recomendados por alguns autores. Os valores dos coeficientes de uniformidade calculados na avaliação e os valores estimados pelas equações mostram-se muito próximos, confirmando a validade das equações propostas. Verificou-se ainda, uma diferença em torno de 16,56 pontos percentuais entre os valores encontrados da eficiência de armazenamento utilizando os diferentes coeficientes de uniformidade. Recomenda-se realizar avaliações periódicas no sistema em funcionamento, preferencialmente duas vezes ao ano, para se evitar os problemas acima citados, obtendo-se assim valores de uniformidade e eficiência das aplicações aceitáveis.

Palavras chave: Avaliação e manejo de irrigação, irrigação localizada, *Psidium guajava* L.

UNIFORMITY COEFFICIENTS: EVALUATION AND VALIDATION OF THE EQUAÇÕES IN FIELD

ABSTRACT: This work was developed in Federal the Agrotécnica School of the Crato - CE, with the purpose to evaluate a system of located irrigation type dripping installed in an area cultivated with the culture of goiaba (*Psidium guajava* L.) and to validate the correlation equations enters the different coefficients of uniformity. The results gotten with the values of the coefficients of uniformity and efficiency of application had shown that the evaluated system presented low an efficiency, if presenting sufficiently inferior to the values recommended for some authors. The values of the coefficients of uniformity calculated in the evaluation and the values esteem for the equations reveal very next, confirming the validity of the equations proposals. It was still verified, a difference around 16,56 percentile points between the joined values of the storage efficiency using the different coefficients of uniformity. One sends regards to carry through periodic evaluations in the system in functioning,



preferential two times to the year, to prevent the problems above cited, getting thus values of uniformity and efficiency of the acceptable applications.

Key-words: Evaluation and handling of irrigation, located irrigation, *Psidium guajava* L.

INTRODUÇÃO

A irrigação localizada desponta como um dos inputs mais promissores para o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Brasil, e mais especificamente no Nordeste, onde a competição futura por água e energia elétrica, principalmente no vale do São Francisco, tenderá a priorizar o emprego de sistemas de irrigação mais eficientes, criando, assim, possibilidades de aumento das áreas irrigadas nessa região (Nascimento et al., 1999).

A uniformidade é um indicador da igualdade (ou desigualdade) das taxas de aplicação dentro do diâmetro padrão de um emissor. Para se conhecer o nível de eficiência de um sistema de irrigação é necessário que se façam avaliações sistemáticas. Uma avaliação completa requer a análise de fatores como superfície molhada e a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas. E com o resultado, caso seja necessário, que se façam ajustes na operação e principalmente no manejo de irrigação (Sousa, 2003).

Vermeiren & Jobling (1997) acrescenta que, para auxiliar na avaliação de um sistema no campo, torna-se preciso conhecer alguns valores, como eficiência de aplicação (E_a), coeficiente de uniformidade (CU) e eficiência de armazenamento (K_s). A uniformidade de distribuição é uma informação importante para a avaliação de sistemas de irrigação localizada, tanto na fase de projeto como no acompanhamento do desempenho após a implantação. São disponíveis diferentes métodos para avaliação dessa uniformidade, gerando, no entanto, coeficientes sem base de comparação. Devido ao crescimento da área irrigada por sistemas localizados e a importância da avaliação da sua uniformidade de distribuição, destaca-se a necessidade de correlação entre diferentes métodos aplicáveis.

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar um sistema de irrigação localizada tipo gotejamento instalado em uma área cultivada com a cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.) e validar as equações de correlação entre os diferentes coeficientes de uniformidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área de 0,475 hectare avaliou-se um sistema de irrigação por gotejo, onde cada fileira de planta possui uma linha de polietileno de 12 mm contendo quatro emissores por plantas no espaçamento de 50 cm em faixa contínua do modelo Katif (emissor fixado na linha lateral) com vazão nominal de 4 L h^{-1} .

A cultura irrigada foi um pomar de goiabeira, plantada em um espaçamento de $5,0 \times 5,0$ m com quatro gotejadores por planta. Os equipamentos usados para medir as taxas de vazões dos emissores foram: um cronômetro e uma proveta graduada de 100 mL. Para medir as pressões, foram utilizados: manômetro com unidade em kgf cm^{-2} e junções plásticas. Na avaliação foram selecionadas quatro posições na linha lateral sobre a linha de derivação, as

quais se encontravam nas seguintes posições: início, a 1/3; a 2/3 da linha secundária e última linha. Após selecionar as quatro linhas laterais ao longo da linha secundária, foram selecionados quatro pontos ao longo da linha lateral, nas seguintes disposições: primeiro gotejador, gotejador situado a 1/3 a 2/3 do comprimento e o último gotejador, segundo Keller e Karmeli (1975).

Utilizando a média de três coletas de 3 minutos cada, nos quatro emissores, avaliou-se as vazões dos emissores por planta, a vazão média dos volumes coletados e, finalmente, coletou-se as pressões na entrada e saída das linhas laterais durante a avaliação. Através dos dados coletados em campo foram realizados os cálculos para a avaliação do sistema de irrigação, entre eles: coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), uniformidade de emissão do sistema (UE) e uniformidade estatística (Us). Posteriormente foi realizada uma comparação entre os valores dos coeficientes de uniformidade obtidos na avaliação com os obtidos através das equações de correlação entre os coeficientes (Tabela 1) proposta por Favetta et al. (1993).

Tabela 1. Equações de correlações entre CUD, Us e Cua citados por Favetta et al. (1993)

Equação	r
$CUD = -37,79586 + U_s (1,38450)$	0,99815
$CUD = -10,30951 + CUa (1,12276)$	0,99746
$CUa = 9,37365 + CUD (0,88840)$	0,99746
$CUa = -24,40025 + U_s (1,23221)$	0,99920
$U_s = 27,41242 + CUD (0,72094)$	0,99815
$U_s = 19,85654 + CUa (0,81090)$	0,99920

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor encontrado do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi igual a 68,08% sendo classificado de acordo com Bralts (1986) como ruim. Este mesmo valor do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) encontra-se classificado como regular (68% a 75%) de acordo com os valores recomendados por ASAE (1996). Observa-se na Tabela 2, que o valor do (CUD) obtido é o menor entre os valores dos demais coeficientes analisados. Porém, López et al. (1992), afirma que o emprego desse coeficiente em avaliação de sistemas de irrigação localizada é mais indicado, pois, possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo menos água. Os valores do (CUD) obtidos encontram-se muito abaixo dos recomendado pela literatura, nos quais pode-se atribuir estes resultados ao entupimento dos emissores, o dimensionamento inadequado do sistema e as péssimas condições de operação e conservação do sistema. Outro fator que pode está contribuindo para este baixo coeficiente, pode esta relacionado com a variação física do equipamento devido ao tempo de uso.

O valor do coeficiente de uniformidade absoluta (CUa) foi de 72,68%, sendo classificado de acordo por Bralts (1986) como regular. O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 61,28%, estando bastante inferior ao valor recomendado pela FAO 36 citado por Sousa (2003), que deve está entre 90 a 95%. Segundo Merriam e Keller (1978) citados por Souza et al. (2001), este valor encontra-se na faixa de péssima uniformidade, sendo considerada inaceitável.



Tabela 2. Valores estimados por equações e valores calculados na avaliação do sistema

Método estimado	Método	Valor estimado	Valor calculado na avaliação	Diferença	Percentagem de diferença do valor calculado
Us	CUD	67,69	68,08	-0,39	-0,57
CUa	CUD	71,29		3,21	4,72
CUD	CUa	69,86	72,08	-2,22	-3,08
Us	CUa	69,48		-2,60	-3,61
CUD	Us	76,50	76,16	0,34	0,45
CUa	Us	78,79		2,63	3,45

Esta baixa eficiência deve-se a obstrução dos emissores, cortes nas mangueiras e vazamento nas conexões, o que pôde ser verificada na área de estudo durante a avaliação, pois não eram realizadas manutenções periódicas para garantir o seu bom funcionamento.

A uniformidade de emissão (Ue) encontrada foi de 57,79%, estando bastante inferior aos valores recomendados por Pizarro (1990), que deve estar entre 90 a 95%, considerando que a topografia do terreno encontra-se com declividade em torno de 2% e a cultura com espaçamento de 5 m, num clima semi-árido. Dentre outros fatores pode-se verificar o elevado valor do coeficiente da vazão dos emissores que comprovaram a baixa uniformidade do sistema.

O valor encontrado da uniformidade estatística (Us) foi de 76,19% sendo classificado de acordo com Favetta & Brotel (2001) como regular.

Tendo como base os valores obtidos de CUD, CUa e Us sendo igual a 68,08%, 72,08% e 76,16% respectivamente, realizou-se uma comparação de seus valores com os valores obtidos através das equações de correlação citadas na Tabela 1 segundo Favetta et al. (1993).

Os valores estimados pelas equações propostas e os obtidos pela aplicação convencional de cada método na avaliação do sistema são apresentados na Tabela 2, tendo as diferenças entre eles oscilado de -2,60 a 3,21, ou seja, houve uma variação de -3,61 a 4,72% dos valores calculados.

As diferenças percentuais encontradas entre os valores calculados e estimados (Tabela 2) mostram-se muito baixas, confirmando a validade das equações propostas por Favetta e Brotel (2001), e viabilizando a comparação entre resultados de uniformidade dos três diferentes métodos, através da estimativa desses coeficientes de uniformidade a partir de um dos mesmos previamente conhecidos.

O uso das equações de estimativa dos coeficientes analisados mostra-se bastante interessante na avaliação pós-implantação de sistemas de irrigação, devido à escolha dos pontos de coleta para as medições de vazão serem totalmente distintas entre os conceitos de uniformidade de emissão e de uniformidade estatística, identificando diferentes coeficientes de uniformidade (coeficientes de uniformidade de distribuição, coeficiente de uniformidade absoluta e uniformidade estatística) a partir de um único método conhecido.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência. Através da comparação entre os valores encontrados com a avaliação em campo e os valores calculados através das equações de correlação entre os coeficientes de uniformidade comprovou-se a validação das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, 1996, p.792-797.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- FAVETTA, G.M. & BOTREL, T.A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientific Agricultural**, vol.58, n.2, Piracicaba, Apr./June 2001.
- FAVETTA, G.M.; BOTREL, T. A.; FRIZONNE, J.A. Correlação entre três métodos de estimativa da uniformidade de distribuição em irrigação localizada. **Engenharia Rural**, Botucatu, v. 4, p. 117-134, 1993.
- KELLER, J.; KARMEI, D. Trickle irrigation design. S.1: **Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation**, 1975. 133p.
- LÓPEZ, J.R., ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNÁNDEZ, J.F.G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; AZEVEDO, C.A.V. de. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 30-33, Jan/Abr. 1999.
- PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1990.
- SOUSA, A. E. C. **Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da manga (mangifera indica L.)**. Sobral: CENTEC/CE, 2003. 21p. (Monografia).
- SOUZA, L.O.C.; MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M.; SOARES, A.A. Uniformidade de Distribuição de Água em Sistemas de Irrigação por Gotejamento, Utilizados na Cafeicultura Irrigada. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem – XI CONIRD, **Anais...**, Fortaleza, 2001. 307-311p.
- VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. Irrigação Localizada. Tradução de GHEY, H. R.; DAMASCENO, F. A. V.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; MEDEIROS, J. F. de. Campina Grande. UFPB, 1997. 184p. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 36).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, SOBRE A PRODUÇÃO E OS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA

SILVA, C. T. S. DA¹; CARVALHO, C. M. DE²; AZEVEDO, H. M. DE³;
AZEVEDO, C. A. V. DE⁴, DANTAS NETO, J.⁴ & LEITE, K. N.⁵

¹MSc. em Irrigação e Drenagem, COGERH.

²MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – CIDAO, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

³Dr. em Recursos Naturais, Prof. da UFCG.

⁴Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da UFCG.

⁵Aluna do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

RESUMO: A cana-de-açúcar é matéria-prima fundamental para a produção de álcool e açúcar. Com vista ao aumento da produtividade é que se objetivou, como identificar o efeito de diferentes níveis de adubação sobre o rendimento de açúcar e álcool da terceira folha de cana irrigada, (variedade SP-791011) nos tabuleiros costeiros da Paraíba. A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Capim II, de propriedade da Destilaria Miriri, município de Capim, PB. O experimento foi realizado através de uma análise fatorial 2 x 4 com (W_1) e sem (W_0) irrigação e quatro níveis de adubação de cobertura, (N_0 , N_1 , N_2 e N_3) com três repetições. A produção de colmos foi influenciada significativamente pelo fator irrigação, mas a adubação de cobertura e a interação entre os fatores não indicaram efeito significativo. A maior produção de colmos, de açúcar e álcool, obtida no experimento foi, respectivamente, de 97,29 t ha⁻¹ ($W_1 = 1065$ mm e $N_3 = 378$ kg ha⁻¹), 14,71 t ha⁻¹ ($W_1 = 1065$ mm e $N_3 = 378$ kg ha⁻¹) e 10,46 m³ ha⁻¹ ($W_1 = 1065$ mm e $N_3 = 378$ kg ha⁻¹). De acordo com a análise de variância, os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar (POL, fibra e PCC) responderam significativamente apenas ao tratamento irrigação, enquanto o °Brix e a pureza não responderam a nenhum dos fatores.

Palavras chave: Adubação de cobertura, pivô central, *Saccharum officinarum* L.

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF FERTILIZATION, ON THE PRODUCTION AND THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE IRRIGATED SUGAR CANE

ABSTRACT: The sugar cane is basic raw material for the alcohol production and sugar. With sight to the increase of the productivity it is that it was objectified, as to identify to the effect of different levels of fertilization on the sugar income and alcohol of the third leaf of irrigated sugar cane, (variety SP-791011) in coastal trays of the Paraíba. The research was developed in the Farm Capim II, of property of the Miriri Distillery, city of Capim, PB. The experiment was carried through through an factorial analysis 2 x 4 with

(W_1) and without (W_0) irrigation and four levels of fertilization of covering, (N_0 , N_1 , N_2 and N_3) with three repetitions. The production of colmos was significantly influenced by the factor irrigation, but the fertilization of covering and the interaction enter the factors had not indicated significant effect. The biggest production of colmos, of sugar and alcohol, gotten in the experiment was, respectively, of 97,29 t ha^{-1} ($W_1 = 1065$ mm and 378 $N_3 = kg\ ha^{-1}$), 14,71 t ha^{-1} ($W_1 = 1065$ mm and 378 $N_3 = kg\ ha^{-1}$) and 10,46 $m^3\ ha^{-1}$ ($W_1 = 1065$ mm and 378 $N_3 = kg\ ha^{-1}$). In accordance with it analyzes it of variance, the technological parameters of the sugar cane (POL, fiber and PCC) had answered significantly only to the treatment irrigation, while °Brix and the pureness had not answered to none of the factors.

Key word: Fertilization of covering, central pivot, *Saccharum officinarum* L.

INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba produziu 4.001.051 toneladas de cana moída, situando-se em 3º maior produtor das regiões Norte/Nordeste, (MAPA, 2003). De acordo com o mesmo autor, de toda a produção de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2001/2002, 81,07% foram destinados à produção sucroalcooleira, aproximadamente 292 milhões de toneladas de cana moída, sendo que as regiões Centro/Sul e Norte/Nordeste totalizaram uma produção de aproximadamente 18 milhões de toneladas de açúcar e 11 milhões de m^3 de álcool, numa área aproximada de 5 milhões de hectares. A verificação do rendimento da cana-de-açúcar é feita através da determinação dos parâmetros tecnológicos, especialmente do °Brix (teor de sólidos solúveis), POL (teor de sacarose), PZA (pureza do caldo), Fibra industrial e PCC (percentagem de cana bruta), sendo possível, a partir do conhecimento dessas propriedades, estabelecer critérios para comercialização da cana. Com o presente trabalho busca, através da pesquisa de campo, estudar o efeito de diferentes níveis de adubação de cobertura em dois regimes de irrigação nos parâmetros tecnológicos e de produção da terceira folha da cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros da Paraíba, , tomando-se como referencial a Variedade SP 791011.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Capim II, da Destilaria Miriri, do Grupo UNIAGRO, situada no município de Capim, PB cuja área irrigada é aproximadamente 600 ha com dois pivôs centrais rebocáveis, que se deslocam em seis bases de 50 ha cada uma. A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a SP-791011, muito difundida no Estado da Paraíba. O experimento consistiu de um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições em um arranjo fatorial 2 x 4; o fator 1 corresponde às duas lâminas de irrigação (W_0 = zero mm de água de irrigação), cuja quantidade de água utilizada corresponde somente à precipitação de chuvas, e ($W_1 = 27,5$ mm equivalente à lâmina utilizada na Fazenda Capim II), adicionada à precipitação de chuvas; o fator 2 corresponde a quatro níveis de adubação de cobertura de N e K apresentados na Tabela 1. As adubações de cobertura com N e K_2O aplicadas em linhas, foram realizadas de uma só vez, sendo que, as fontes de nitrogênio e potássio foram uréia e cloreto de potássio, respectivamente. A lâmina de irrigação foi aplicada em intervalos de 12 dias. As parcelas do experimento eram constituídas de 5 fileiras espaçadas 1,2 m,



Tabela 1. Quantidade de nutrientes para cada nível de adubação

Fertilizantes	Níveis de Adubação (kg ha ⁻¹)			
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
N	28	68	112	156
K ₂ O	44	106	164	222
Total (kg ha ⁻¹)	72	174	276	378

comprimento de 12 m e área total de 72 m². Tendo uma área útil de 36 m², compreendendo as três fileiras centrais com 10 m de comprimento cada uma, sendo a bordadura constituída de uma fileira de plantas de cada lado e de 1,0 m em cada extremidade da parcela útil. A área útil da parcela foi colhida, contada e pesada o número de colmos, e calculada a produção de colmos em t ha⁻¹. Os rendimentos brutos de açúcar e de álcool foram calculados de acordo com a metodologia apresentada por Caldas (1998) e utilizada na destilaria Miriri. Em cada parcela útil foram retirados 5 colmos dos 10 escolhidos, também ao acaso, que foram analisados no laboratório da destilaria, tendo em vista as determinações dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar, de acordo com Caldas (1998). Para determinar os parâmetros tecnológicos, as plantas foram homogeneizadas e moídas, retirando-se o caldo da cana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros de Produção: Os resultados da análise de variância da produtividade dos colmos em t ha⁻¹ e do rendimento bruto de açúcar em t ha⁻¹ e álcool em m³ ha⁻¹ da terceira folha de cana (variedade SP-791011) sob diferentes níveis de água e adubação de cobertura, estão apresentados na Tabela 2. A análise de variância indica que não ocorreu efeito significativo entre o fator adubação nem para a interação irrigação x adubação, para as características estudadas, mas, com relação ao fator irrigação, observou-se efeito significativo a nível de 1% de probabilidade, para as características produtividade dos colmos e rendimento bruto de açúcar e álcool (Tabela 2). Os coeficientes de variação obtidos para as características avaliadas foram médios (superiores a 10%), que de acordo com Ferreira (2000), o experimento apresentou boa precisão experimental.

Tabela 2. Análise de variância, média e coeficiente de variação das produções da cana e os parâmetros tecnológicos

FV	QUADRADOS MÉDIO								
	GL	PC	AB	ALB	¹ BRIX	¹ POL	¹ FIBRA	¹ PZA	¹ PCC
Irrigação (F1)	1	40,977*	38,518**	28,805**	4,044ns	7,976*	6,768*	4,212ns	6,686*
Adubação (F2)	3	0,514ns	0,942ns	0,931ns	0,967ns	1,473ns	1,053ns	1,036ns	2,210ns
Int. (F1)x(F2)	3	0,747ns	0,373ns	0,381ns	0,117ns	0,275ns	0,901ns	0,961ns	0,437ns
QM (resíduo)	16	65,592	2,056	1,023	0,439	0,362	0,136	1,489	0,237
Média Geral		80,49	11,82	8,41	20,36	17,90	13,89	87,90	14,64
CV (%)		10,06	12,13	12,02	2,47	2,40	1,68	1,75	2,16

PC – produção média dos colmos (t ha⁻¹); AB – produção de açúcar bruto (t ha⁻¹); ALB – produção de álcool bruto (m³ ha⁻¹); ¹ Valores transformados em Arc sen de (X/100)^{0,5} sendo X o valor dos parâmetros tecnológicos (%); *: Significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; **: Significativo a nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns: Não significativo

A produção média de colmos obtida no experimento foi de $80,49 \text{ t ha}^{-1}$, a menor produção foi de $68.440 \text{ colmos ha}^{-1}$ (775 mm e 276 kg de adubação de cobertura ha^{-1}) e a maior foi de $97,29 \text{ t ha}^{-1}$ (1065 mm e 378 kg de adubação de cobertura ha^{-1}). Concordando com Taupier & Rodrigues (1999) ao relatarem que para se atingir produtividades máximas são necessários um valor máximo superior a 90 t ha^{-1} . A produção máxima de colmos obtida representa $94,3\%$ da encontrada por Azevedo (2002), trabalhando com cana-planta (variedade SP 791011), na mesma área de estudo. O valor médio encontrado do rendimento bruto de açúcar foi de $11,81 \text{ t ha}^{-1}$. De acordo com Figura 1, o coeficiente de determinação R^2 no ajustamento da regressão para o rendimento bruto de açúcar com os regimes (sem e com irrigação) foi de $0,9717$ e $0,9955$, respectivamente, indicando ótima correlação do modelo polinomial entre a relação do rendimento bruto de açúcar e os níveis de adubação. A média geral para o rendimento bruto de álcool obtido no experimento, foi de $8,41 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. De acordo com a Figura 2, o coeficiente de determinação R^2 no ajustamento da regressão para o rendimento bruto de álcool em ambos os regimes (com e sem irrigação) foi de 1 , indicando que a correlação obtida pelo modelo polinomial entre a relação do rendimento bruto de álcool e os níveis de adubação, foi de 100% . A maior produção de açúcar bruto representa $90,8\%$ da encontrada por Azevedo (2002), trabalhando com cana-planta (variedade SP 791011), na mesma área do experimento; a maior produção de álcool bruto obtida foi maior à encontrada por Silva (2002), trabalhando com cana-planta (variedade SP 716469), na mesma área do experimento.

Parâmetros Tecnológicos: Constatou-se, através da análise de variância, que não ocorreu efeito significativo, no fator adubação nem para a interação irrigação x adubação, para todas as características estudadas, mas, com relação ao fator irrigação, observou-se efeito significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, para as características Pol, fibra industrial e PCC (Tabela 2). Os coeficientes de variação obtidos para as características avaliadas foram baixos (inferior a 10%) indicando que o experimento apresentou ótima precisão experimental (Ferreira, 2000). Os sólidos solúveis dos colmos da cana-de-açúcar, apresentaram coeficiente de variação igual a $2,47\%$ e valor médio real encontrado dos sólidos solúveis, foi de $20,36^\circ \text{ Brix}$.

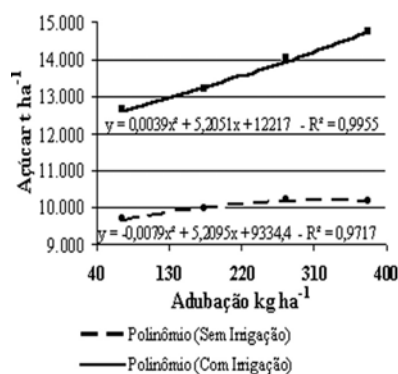


Figura 1. Rendimento bruto de açúcar em função dos níveis de adubação (t ha^{-1})

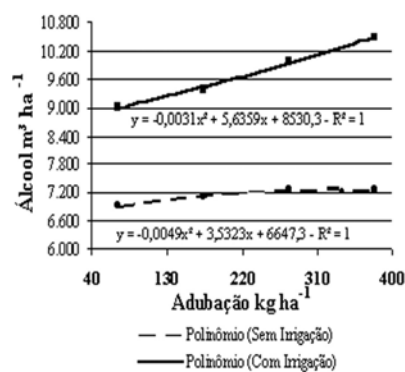


Figura 2. Rendimento bruto de álcool em função dos níveis de adubação ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)



O valor médio real encontrado da percentagem de sacarose (Pol do caldo em %) dos colmos da cana-de-açúcar foi de 17,90%, obtendo um coeficiente de variação de 2,40%. O valor médio real encontrado da fibra industrial (%) dos colmos da cana-de-açúcar foi de 13,89%, o coeficiente de variação obtido (1,68%) foi ótimo. A qualidade e distribuição das fibras no colmo podem apresentar características de rigidez ou de fragilidade aos colmos. O teor de fibra no colmo pode ser um fator antieconômico no processo industrial; assim, a moagem da cana-de-açúcar estará regulada, normalmente, para canas com 12,5% de fibra. A cada 0,5 a mais de fibra, ocorre redução de 10 a 20% no rendimento da moagem, e cada 1% de fibra a mais pode reduzir, aproximadamente, 1,85 kg de açúcar por tonelada (Castro et al., 2001). O valor médio real encontrado da pureza do caldo em % dos colmos da cana-de-açúcar, foi de 87,90% de pureza, obtendo um coeficiente de variação de 1,75%. O valor médio real encontrado da quantidade de açúcar (PCC em %) dos colmos da cana-de-açúcar, foi de 14,64%, sendo que o experimento indicou um coeficiente de variação igual a 2,16%.

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos em campo para a terceira folha de cana irrigada (variedade SP-79 1011) sob diferentes níveis de adubação de cobertura, conclui-se que: 1) o rendimento de álcool e de açúcar cresceu com o aumento do nível de adubação, em regime com irrigação; 2) Quanto maior o nível de adubação, maior também a diferença de produtividade entre o regime irrigado do não irrigado; 3) Os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar (Pol, fibra e PCC) responderam significativamente apenas ao fator irrigação, sendo que "Brix e Pza, não foram significativos a nenhum dos fatores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H.M. de. **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba**. Campina Grande: UFCG/PB, 2002. 112p. (Tese de Doutorado).
- CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria e do Álcool do Estado de Alagoas, 1998. 424p
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil Ltda, 2001. 138p.: il.
- FERREIRA, P.V. 1953 – **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3ª ed./Paulo Vanderlei Ferreira – Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Unidades Produtoras de Álcool e Açúcar**. Safra 2001/2002. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 28/10/2003.
- SILVA, A.B. **Resposta da cana-de-açúcar irrigada sob diferentes níveis de Adubação**. Campina Grande: UFCG/PB, 2002. 64p.: il. (Dissertação de Mestrado).
- TAUPIER, L.O.G.; RODRÍGUES, G.G. A cana-de-açúcar. In: Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar (ICIDCA). **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília: ABIPTI, 1999. cap. 2.1, p.21-27p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

INFLUÊNCIA DO COMPRIMENTO DO MICROTUBO NO COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

MONTEIRO, R. N. F.¹; MIRANDA, E. P. DE²; MARTINS, G. S.²;
SOUZA, R. O. R. M.³; MESQUITA, F. P.¹ & LEITE, K. N.¹

¹Graduando em recursos Hídricos/Irrigação, Rua Dr Afonso Magalhães nº 624, CEP 62100-000, Sobral/CE. Fone: (88) 92162520 rayyar19@hotmail.com;

²Prof. M.Sc. em Irrigação e Drenagem FATEC

³Prof. Doutor em Irrigação e Drenagem UFRA

RESUMO: Com o intuito de oferecer embasamento técnico-científico para o desenvolvimento de uma irrigação de baixo custo e alto nível tecnológico, este trabalho teve como objetivo avaliar o coeficiente de uniformidade de distribuição da vazão (CUD) em um sistema de irrigação localizada, com diferentes comprimentos de microtubos. O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Ensaio e Equipamento de Irrigação na Faculdade de Tecnologia FATEC/Sobral. Foram usados microtubos com comprimentos de 0,30 m, 0,60 m, 0,90 m e 1,10 m. Os CUD's encontrados foram respectivamente de: 97,22%, 95,02%, 97,60% e 98,41%. Os CUD's foram considerados excelentes para os quatro comprimentos diferentes, apresentando um pequeno aumento do CUD à medida que o comprimento do microtubo aumentou isso em função da perda de carga localizada no microtubo.

Palavras-chave: Irrigação localizada, microtubos, Hidráulica.

MICROTUBE LENGTH INFLUENCE ON DISTRIBUTION UNIFORMITY COEFFICIENT

ABSTRACT: With objective to offer scientific and technical background for a low cost irrigation and high technological level this work had as main objective to evaluate the distribution uniformity coefficient for the water discharge in a microirrigation system with different microtubes lengths. It was conducted at the irrigation equipment testing laboratory of the FATEC irrigation university in Sobral, Ceara State. It was used microtubes with 0,30m,0,60m,0,90m and 1,10m. The distribution uniformity coefficients were 97,22,95,02,97,60and 98,41 respective.

Key word: localized irrigation, hydraulics, microtubes



INTRODUÇÃO

A grande quantidade de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o alto custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso, de forma a minimizar as suas perdas (AZEVEDO et al., 1999). Pelo exposto, é necessário minimizar a quantidade de água aplicada via irrigação sem, contudo, comprometer a produção final. Nos dias atuais, o emprego da irrigação localizada vem sendo muito aplicado com esse objetivo.

A irrigação localizada caracteriza-se, basicamente, pela aplicação da água numa fração do volume do solo explorado pelas raízes da planta, de forma pontual ou em faixa contínua, geralmente com distribuição pressurizada por meio de pequenas vazões e curtos intervalos de rega, mantendo níveis de umidade ideais para a cultura (Bernardo, 1995).

Na irrigação localizada, a uniformidade de aplicação da água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada à variação de vazão dos emissores (Howell & Hiller, 1974 e Gomes, 1999).

A aplicação de água no solo com a finalidade de fornecer às espécies vegetais a umidade necessária ao seu desenvolvimento, pode ser realizada por meio dos mais diversos métodos de irrigação. Dentre os métodos que aplicam a água com alta frequência e de forma localizada, estão o gotejamento e a microaspersão.

Bralts (1986), citado Favetta & Botrel (2001) apresenta os seguintes critérios para interpretação dos valores do CUD (coeficiente de uniformidade de distribuição).

CUD	Classificação
• 90% ou maior	Excelente
• 80% a 90%	Bom
• 70% a 80%	Regular
• Menor que 70%	Ruim

Qualquer modificação, visando à melhoria de uniformidade de aplicação da água, implica em maiores cuidados e investimentos. Portanto, deve-se ter o objetivo definido, para que o custo final não se aproxime demasiadamente do necessário para instalar o gotejamento na mesma área.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de irrigação localizada por microtubos com diferentes tamanhos de comprimento.

MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensaio e Equipamento de Irrigação na Faculdade de Tecnologia Fatec/Centec – Sobral. Foi montado um sistema de irrigação com 10 laterais de polietileno flexível de ½” e de 30 m de comprimento, onde foram inseridos microtubos de 2 mm de diâmetros, espaçados entre si de 1 m. A pressão usada no ensaio foi de 100 kPa.

Para a avaliação do sistema seguiram-se os critérios de Keller e Karmelli (1974), citado por Bernardo (1995), selecionou-se ao longo da linha derivação, a primeira lateral, situada a um terço do comprimento, a situada a dois terços e a última lateral. Utilizando o mesmo critério, selecionaram-se dezesseis emissores na unidade operacional, mediu-se a vazão dos microtubos ao longo das linhas laterais e entre as linhas laterais, calcularam-se os coeficientes de uniformidade de distribuição do sistema por meio da equação de (1).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%)

q_{25} : média de ¼ das vazões com menores valores (L h⁻¹)

q_m : média de todas as vazões. (Lh⁻¹)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de uniformidades de distribuição (CUD), para cada comprimento dos microtubos estão expressos na Tabela 1.

Observa-se que os CUD's foram considerados excelentes para os quatro comprimentos diferentes, apresentando-se um pequeno aumento do CUD à medida que o comprimento do microtubo aumentou, isso em função da perda de carga localizada no microtubo.

Tabela 1: Valores dos coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) para comprimentos de microtubos de 0,30 m, 0,60 m, 0,90 m e 1,10 m.

Tamanhos de microtubos (m)	0,30	0,60	0,90	1,10
CUD (%)	97,22	95,02	97,60	98,41

CONCLUSÃO

O aumento no comprimento do microtubo apresentou um pequeno aumento no coeficiente de uniformidade de distribuição;

O maior CUD foi obtido para o comprimento do microtubo de 1,10 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- AZEVEDO, H.J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.
- BARRETO FILHO, A. DE A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.A.; GOMES, E.M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado em nível de campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.309-14, 2000.



- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- FAVETTA, G.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia agrícola**, v.58,n.2, p.427-430, abr./jun. 2001. Disponível em: www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4438.pdf. Acesso em: 9 de agosto 2007.
- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.
- HOWELL, T.A.; HILLER, E.A. Designing trickle irrigation laterals for uniformity. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., 1974, San Diego. **Proceedings...** Riverside: Department of Soil Science and Agricultural Engineering, 1974. p.299-304.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA POR XIQUE-XIQUE COM DIFERENTES TAMANHOS DE LUVA DE QUEBRA JATO

MAGALHÃES, L. C. M.¹; MIRANDA, E. P. DE²; MARTINS, G. S.²;
FIALHO, J. S.³; MESQUITA, F. P.¹ & ALVES, A. DA C.¹

¹Graduando em Recursos Hídricos e Irrigação, bolsistas da FUNCAP, Rua Jânio Quadros, nº 511, Sobral/CE, CEP: 62010-680, Fone: (88) 8811-2974, luciana.cmm@bol.com.br;

²M.Sc. em Irrigação e Drenagem - UFC;

³M.Sc. em Solo e Nutrição de Plantas – UFC;

RESUMO: O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio e Equipamentos de Hidráulica da faculdade de tecnologia FATEC-Sobral. Foi montado um sistema de irrigação localizada alternativo por xique-xique, com o objetivo de verificar a influência de diferentes tamanhos de luvas no coeficiente de uniformidade de distribuição da vazão (CUD). Foram adotados 4 tamanhos diferentes, 5, 7, 9 e 12 cm. Para a avaliação do sistema seguiram-se os critérios de Keller e Karmelli. Verificou-se que o CUD, de um modo geral, aumentou com o aumento do tamanho da luva, correspondendo, a 43,8%, 50,8%, 42,77% e 56,6%, respectivamente, para os tamanhos de 5, 7, 9 e 12 cm.

Palavras chave: irrigação localizada, xique-xique, hidráulica.

LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM EVALUATION WITH “XIQUE-XIQUE” AT DIFFERENT JET-BLOCKING GLOVES LENGTHS

ABSTRACT: The experiment was accomplished at the test and hydraulic equipment laboratory of the FATEC university in Sobral, Ceara State. An alternative localized irrigation system with xique-xique was mounted with the objective to verify the influence of different gloves lengths on the distribution uniformity coefficient (CUD). Four different length were adopted: 5, 7, 9 and 12 cm. To evaluate the systems the Keller and Karmelli parameters were followed. It was observed that the CUD in a general way were high with the gloves lengths corresponding to 43,8%, 50,8%, 42,77% and 56,6% respective for the lengths 5, 7, 9 and 12 cm.

Key-words: localized irrigation, xique-xique irrigation system, hydraulic.



INTRODUÇÃO

Na irrigação localizada a água é aplicada diretamente sobre a zona radicular, com pequenas vazões de alta frequência, formando no solo um bulbo úmido, facilitando o processo de absorção radicular. É a que possibilita o melhor controle da lâmina, por operar a baixas pressões e alta eficiência. Por outro lado, têm-se restrições quanto ao entupimento e, principalmente, ao aumento da vazão, devido ao desgaste dos emissores quando os mesmos são utilizados por um período excessivo (Boman & Parsons, 1993). Existem sistemas alternativos de irrigação localizada, de custos bem mais baixos, não comerciais, que podem ser desenvolvidos na própria fazenda, como o sistema xique-xique.

O xique-xique é um sistema simples e rudimentar, derivado do gotejamento, em que os emissores são furos efetuados na linha lateral, o jato de água é contido por uma luva de diferentes tamanhos de cortada longitudinalmente, promovendo a distribuição de forma localizada. Os critérios para dimensionamento hidráulico são os mesmos adotados para o gotejamento. As laterais podem ser de polietileno, PVC rígido ou outro material disponível, desde que apresente durabilidade no campo. O diâmetro dos furos pode variar de 0,6 mm a 2,0 mm, quando muito reduzido pode ocasionar entupimento. O diâmetro maior favorece maiores vazões, sendo necessária redução do comprimento da lateral para não elevar a variação da vazão inicial e final além de 10%.

A desvantagem desse sistema é a total desuniformidade de vazão que causa diferença na aplicação de água e de fertilizantes, ocasionando: crescimento desigual das plantas; redução na qualidade dos produtos; desperdício de nutrientes e de mão-de-obra. Com este sistema, pode haver no início da linha um excesso de adubos e água que a planta não consegue absorver e no final da linha uma falta, que pode causar deficiência na produção. O sistema de irrigação localizada por xique-xique tem como vantagens: o controle rigoroso da quantidade d'água a ser fornecida para a planta; baixo consumo de energia elétrica; possibilidade de funcionamento 24 horas por dia; elevada eficiência de aplicação d'água; manutenção da umidade próximo à da capacidade de campo; menor desenvolvimento de ervas daninhas entre linhas de plantio; facilidade de distribuição de fertilizantes e outros produtos químicos junto à água de irrigação; necessidade de pouca mão-de-obra, facilidade de automação e possibilidade de uso de águas salinas. Desvantagens de entupimento e a exigência de filtragem altamente eficiente.

No Brasil existe um grande potencial de desenvolvimento para essa técnica, sendo uma alternativa às técnicas convencionais de irrigação. Antes de qualquer alteração de seus sistemas convencionais é necessário estudar as suas restrições técnicas, operacionais e econômicas.

O método usual para a determinação da uniformidade de emissão é por meio da equação de CUD propostas, por Keller e Karmeli (Bernardo, 1995).

Bralts (1986), citado por Favetta & Botrel (2001), apresenta os seguintes critérios para interpretação dos valores de CUD (coeficiente de uniformidade, em porcentagem):

Tabela 1. Caracterização da qualidade da irrigação de acordo com o coeficiente de uniformidade de distribuição.

CUD	Classificação
• 90% ou maior	Excelente
• 80% a 90%	Bom
• 70% a 80%	Regular
• Menor que 70%	Ruim

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o coeficiente de uniformidade de distribuição no sistema de irrigação localizada por xique-xique com diferentes tamanhos de luvas de quebra jato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio e Equipamentos de Irrigação da faculdade de tecnologia FATEC/Sobral. Foi montado um sistema de irrigação localizada alternativo por xique-xique, contendo dez laterais com trinta metros de comprimento, espaçadas em 80 cm entre si e com diâmetro de ½ polegada. A derivação tinha oito metros de comprimento com diâmetro de ¾". Foram usadas 4 comprimentos diferentes de luvas nos tamanhos de 5 cm, 7 cm, 9 cm e 12 cm, espaçadas dentro da lateral de 1 m.

Para a avaliação do sistema seguiram-se os critérios propostos por Keller e Karmelli (1974), citado por BERNARDO (1995) selecionando-se ao longo da linha derivação, a primeira lateral, a linha situada a um terço do comprimento, a situada a dois terço e a última lateral. O sistema foi submetido a uma pressão de 100 kPa. Para a determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema empregou-se a equação (1).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

CUD= coeficiente de uniformidade de distribuição(%)

q_{25} = média de ¼ das vazões com menores valores(L/h⁻¹)

q_m = media de todas as vazões(L/h⁻¹)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das vazões obtidas, com diferentes tamanhos de luvas estão expressos na Tabela (2):

Tabela2: Coeficientes de uniformidade de distribuição para os 4 comprimentos de luvas quebra-jato.

Tamanhos de luvas (cm)	12	9	7	5
CUD(%)	56,6	42,77	50,8	43,8



Nos quatros ensaios avaliados, os CUD's foram considerados ruins. Observou-se também, de um modo geral, um ligeiro aumento no CUD com o aumento do comprimento da luva quebra-jato, isso devido ao efeito corretivo provocado pela perda de carga proporcionada pela luva, que funciona dissipando a energia.

CONCLUSÃO

Para os comprimentos testados, houve um pequeno aumento no CUD conforme aumentou-se o comprimento da luva quebra-jato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4.ed. Viçosa - MG: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657 p.
- BOMAN, B.J.; PARSONS, M.L. Changes in microsprinkler discharges resulting from long - turn use. **Transaction of ASAE**. St. Joseph, v.9, n.3, p.281-284, 1993.
- FAVETTA, G.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia agrícola**, v.58,n.2, p.427-430, abr./jun. 2001. Disponível em: www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4438.pdf. Acesso em: 9 de agosto 2007.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AValiação DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA POR XIQUE- XIQUE SOB DIFERENTES PRESSÕES DE SERVIÇO

**ALVES, A. DA C.¹; MIRANDA, E. P. DE²; MARTINS, G. S.²;
SEABRA FILHO, M.³; VASCONCELOS, R. S.¹ & MAGALHÃES, L. C. M.¹**

¹Graduandos em recursos Hídricos/irrigação, bolsista FUNCAP, Rua Ernesto Marinho nº 147, CEP 62100-000, Sobral/CE.
Fone: (88) 92386932, nyalemara@hotmail.com;

²Prof. M. Sc. em Irrigação e Drenagem UFC;

³Prof. M.Sc. em Fitotecnia ESAL;

RESUMO: O objetivo do trabalho foi verificar a influência de diferentes pressões no coeficiente de uniformidade de distribuição da vazão em um sistema de irrigação localizada por xique-xique. O experimento foi realizado em uma área experimental da faculdade de Tecnologia FATEC/Sobral. Onde montou-se um ¹sistema de irrigação por xique-xique contendo uma derivação com dez linhas laterais de polietileno flexível com o diâmetro de 1/2", trinta metros de comprimento, onde estavam inserido os xique-xique de 12 cm de comprimento de luva quebra-jato, espaçadas de 1 m. O sistema foi submetido a pressões de 50 kPa, 100 kPa e 150 kPa, obtendo-se, respectivamente, CUD's de 59,10%, 56,60% e 61,70%. Em todas pressões os CUD's foram considerados ruins. As pressões exerceram uma influência nos CUD's, embora de modo irregular.

Palavras chave: irrigação localizada, xique-xique, hidráulica.

ALTERNATIVE IRRIGATION SYSTEM EVALUATION WITH "XIQUE-XIQUE" AT DIFFERENT SERVICE PRESSURE RATES

ABSTRACT: The main objective of this work was to verify the influence of different pressure levels on the distribution uniformity coefficient for the water discharge in a "xique-xique" alternative microirrigation system. The experiment was accomplished at the experimental area of FATEC Technology University in Sobral, Ceara State. The xique-xique irrigation system was mounted with one derivation line and ten flexible polyethylene laterals with half an inch diameter (1/2") and thirty meters long each lateral where the xique-xique was inserted with 12 cm of jet-blocking gloves 1 meter spaced. The different pressure levels were 50kpa, 100kpa, and 150kpa. With respective distribution uniformity coefficient as 59,1%, 56,60% and 61,70%. For all pressure levels the distribution uniformity coefficients were low. The pressure levels did influence the distribution uniformity coefficients however irregularly.

Key words: localized irrigation, xique-xique irrigation system, hydraulic.



INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica milenar que nos últimos anos tem-se desenvolvido acentuadamente, apresentando equipamentos e sistemas para as mais distintas condições. A história da irrigação se confunde com a do desenvolvimento e prosperidade econômica dos povos. As civilizações antigas se desenvolveram em regiões áridas, onde a produção só era possível graças a irrigação (Filgueira, 1981).

A irrigação é de extrema importância para o desenvolvimento qualitativo e quantitativo da atividade agrícola. Em países em desenvolvimento existe um grande potencial para o crescimento desta técnica. No entanto, no Brasil existem limitações, por conta dos custos com equipamentos.

Por esse motivo nota-se o aumento no interesse pelo desenvolvimento de técnicas que possam minimizar os custos, e diminuir essa dependência. A irrigação por xique-xique, é uma dessas alternativas que consiste em um método fixo derivado do gotejamento, em que os emissores são furos efetuados na linha lateral, o jato de água é contido por uma luva cortada longitudinalmente, promovendo a distribuição de forma localizada. Os critérios para dimensionamento hidráulico são os mesmos adotados para o gotejamento.

As laterais podem ser de polietileno, PVC rígido ou outro material disponível, desde que apresente durabilidade no campo. O diâmetro dos furos pode variar de 0,6 mm a 2,0 mm, quando muito reduzido pode ocasionar entupimento. O diâmetro maior favorece maiores vazões, sendo necessária redução do comprimento da lateral para não elevar a variação das vazões inicial e final além de 10%.

A utilização dessa técnica vem crescendo no Brasil devido à necessidade de tecnologias que supra às deficiências hídricas locais, visando o desenvolvimento de pequenos agricultores, a fim de fornecer tecnologia de baixo custo.

No Brasil existe um grande potencial de desenvolvimento para essa técnica, sendo uma alternativa de tecnologia a baixo custo para pequenos agricultores. Antes de qualquer alteração de seus sistemas convencionais é necessário estudar as suas restrições técnicas, operacionais e econômicas.

Uma limitação para o desenvolvimento dessa técnica, além da sensibilidade ao entupimento e a variação de distribuição da água, é a necessidade de um projeto criterioso e detalhado de forma que a vazão dos orifícios seja estimada com precisão, devido principalmente as peculiaridades artesanais na preparação do material. Além da preocupação em realizar um correto dimensionamento, outros aspectos da irrigação por xique-xique necessitam de estudo e atenção. Devido à precisão de um criterioso levantamento de dados e um detalhado projeto hidráulico, sabe-se pouco do potencial de um sistema de irrigação utilizando orifícios protegidos por uma luva de polietileno em condições de campo, principalmente com relação ao desempenho hidráulico.

A avaliação completa de um sistema de irrigação requer a análise de muitos fatores, desde os puramente agrônômicos como a quantidade e frequência de irrigação, profundidade de molhamento em relação à profundidade das raízes, superfície molhada, a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas (Keller e Bliesner, 1990).

Um dos parâmetros usuais para inferir sobre o desempenho do funcionamento de um sistema de irrigação é pela determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), obtido pela coleta de vazões ao longo de uma lateral, inicialmente, e posteriormente de várias laterais.

Em decorrência do pequeno número de pontos determinados em cada linha lateral, principalmente quando se utilizam laterais de grande comprimento, Bernardo (1989) sugere a medição da vazão em oito emissores por lateral, selecionados da seguinte forma: no primeiro emissor; naqueles situados a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7 e 6/7 do início da lateral e no último emissor. Utilizam-se quatro laterais, selecionadas com o mesmo critério anterior.

Baixa uniformidade de emissão pode ser creditada a muitas causas: construtivas, relacionada ao processo de fabricação dos emissores, expresso pelo coeficiente de variação de fabricação; hidráulica, devido as diferenças de pressão a que estão submetidos. em função da perda de carga na tubulação e ao desnível geométrico e a obstrução dos emissores

Bralts (1986), citado por Favetta & Botrel (2001), apresenta os seguintes critérios para interpretação dos valores de CUD (uniformidade de distribuição, em porcentagem);

Qualquer modificação, visando à melhoria de uniformidade de aplicação da água, implica em maiores cuidados e investimentos. Portanto, deve-se ter o objetivo definido, para que o custo final não se aproxime demasiadamente do necessário para instalar o gotejamento na mesma área.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o sistema de irrigação localizada por xique-xique quando submetido a diferentes pressões de serviços.

Tabela 1. Caracterização de qualidade da distribuição conforme valores de coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

CUD	Classificação
• 90% ou maior	Excelente
• 80% a 90%	Bom
• 70% a 80%	Regular
• Menor que 70%	Ruim

MATERIAL E MÉTODOS.

O Experimento foi realizado em uma área experimental da faculdade de Tecnologia FATEC/Sobral. Montou-se um sistema de irrigação por xique-xique contendo uma derivação com dez linhas laterais de polietileno com o diâmetro de 1/2", com trinta metros de comprimento, distribuídas a 0,80m de distância. A estas, foram inseridas luvas quebra-jato de 12 cm de comprimento, espaçadas de um metro. Para avaliação do sistema seguiram-se os critérios de Keller e Karmelli (1974), citado por BERNARDO (1995) selecionando-se ao longo da linha derivação, a primeira lateral, a linha situada a um terço do comprimento, a situada a dois terço e a última lateral. Utilizando o mesmo critério, selecionaram-se dezesseis emissores na unidade operacional, mediu-se a vazão dos microtubos ao longo das linhas laterais e entre as



linhas laterais. O Sistema foi submetido as seguintes pressões de serviço 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa. Os coeficientes de uniformidade de distribuição do sistema foram calculados por meio da equação de (1).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%)

q_{25} : média de ¼ das vazões com menores valores (L/h⁻¹)

q_m : média de todas as vazões. (L/h⁻¹)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A uniformidade de distribuição do sistema, sob diferentes pressões foi determinada pela fórmula de CUD, os valores estão expressos na Tabela 2.

Os CUD's para todas as pressões foram considerados ruins. Pode-se observar que a variação da pressão exerceu influência nos CUD's, embora de modo irregular. O maior valor de CUD foi para a pressão de 150 kPa.

Tabela 2. Coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) para as diferentes pressões de serviço.

pressões	50 kPa	100 kPa	150 kPa
CUD (%)	59,10	56,60	61,70

CONCLUSÃO

A variação da pressão de serviço exerceu influência no coeficiente de uniformidade de distribuição da vazão em um sistema de irrigação por xique-xique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4.ed. Viçosa - MG: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657 p.
- FAVETTA, G.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia agrícola**, v.58,n.2, p.427-430, abr./jun. 2001. Disponível em: www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4438.pdf. Acesso em: 9 de agosto 2007.
- FILGUEIRA, F. A. R. 1981, **Manual de Olericultura**. Vol.1.2. Edição, São Paulo. Agronômica Ceres.338p.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.A. **Sprinkler and trickle irrigation.Types and components of trickle systems**. New York: von.Nostarand Reinhold, 1990. 152 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DO TIPO DE MICROASPERSÃO NO MUNICÍPIO DE MAURITI - CE

**SILVA, R. A. DA ¹; BARREIRA JÚNIOR, J. V. ¹; LIMA, P. S. S. DE ¹;
BATISTA, R. R. ¹; CARVALHO, C. M. DE ² & FERREIRA, A. C. DOS S. ¹**

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri, Juazeiro do Norte – CE, e-mail: rennan-ras@hotmail.com, carlos0376@gmail.com

²MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em nível de campo localizado no condomínio de irrigação Tanquinhos, no município de Mauriti – CE. O trabalho foi realizado em uma área de 2 ha com a cultura da goiaba tendo o espaçamento de 6m x 4m. As coletas foram realizadas seguindo a metodologia de Keller & Karmeli (1974) sendo o tempo entre cada coleta na linha lateral de 3 minutos e nos emissores de 10 minutos entre cada coleta. Através dos dados coletados foram determinados os coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), eficiência de aplicação (Ea), coeficiente de variação da vazão (cv) e uniformidade de emissão do sistema (UE). Com os resultados obtidos conclui-se que o sistema avaliado apresentou uma eficiência aceitável quando em relação aos coeficientes de uniformidade (CUD e CUa) e uma eficiência de aplicação dentro dos padrões recomendados segundo alguns autores.

Palavras chave: *Psidium myrtaceae*, microirrigação, vazão.

EVALUATION OF THE UNIFORMITY OF A SYSTEM OF IRRIGATION LOCATED OF THE TYPE OF MICROASPERSION IN THE CITY OF MAURITI – CE, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the performance of a system of irrigation for microaspersion in the culture of goiaba in level of field located in the condominium of Tanquinhos irrigation, in the city of Mauriti – CE, Brazil. The work was carried through in an area of 2 ha with the culture of goiaba having the spacing of 6m x 4m. The collections had been carried through following the methodology of Keller & Karmeli (1974) being the time between each collection in the lateral line of 3 minutes and in the senders of 10 minutes between each collection. Through the collected data the coefficients of distribution uniformity had been determined (CUD), coefficient of absolute uniformity (CUa), efficiency of application (Ea), coefficient of variation of the outflow (cv) and uniformity of emission of the system (UE). With the gotten results one concludes that the evaluated system presented an



acceptable efficiency when in relation to the uniformity coefficients (CUD and CUa) and an efficiency of application inside of the standards recommended according to some authors.

Key words: *Psidium myrtaceae*, *microirrigation*, *outflow*.

INTRODUÇÃO

Para aumentar a produtividade é necessário o empresário empregar toda tecnologia possível e, na agricultura, é essencial a aplicação correta de água às culturas, pois o seu desenvolvimento está atrelado a esta condição. A irrigação destaca-se como uma das principais técnicas a serem implantadas, porém grande parte das áreas irrigadas do país trabalha com energia elétrica proveniente do sistema interligado de geração e transmissão, ou com pequenas gerações locais, de origem hidráulica (Arruda, 1988).

A prática de irrigação, como em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso da semi-árida do Nordeste Brasileiro, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder, na maior parte do ano, a taxa de precipitação (Holanda & Amorim, 1997).

Com isso, os sistemas de irrigação localizada são os mais adequados principalmente a microaspersão, pois permitem a aplicação de água apenas na projeção da copa das plantas, onde ocorre a maior concentração do sistema radicular da planta e não promovem o molhamento das folhas, reduzindo os riscos com doenças foliares e queda de frutos (Santos, 1997).

Entre os cuidados necessários para um bom manejo pode-se citar a avaliação do sistema de irrigação que deve ser realizada pelo menos uma vez por ano, pois é de suma importância determinar a uniformidade de distribuição da água em qualquer método de irrigação. Na irrigação por microaspersão, apesar de ser um método de irrigação no qual se tem um bom controle da lâmina aplicada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento determinar a uniformidade de irrigação do sistema (Bernardo, 1995).

Vários são os fatores que influenciam na uniformidade de distribuição de água do microaspersor, podendo-se citar: posição do suporte, ângulo de irrigação, tronco e folhagem da árvore, elemento distribuidor, pressão de trabalho, reguladores, amortecedores e vazão nominal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em nível de campo localizado no condomínio de irrigação Tanquinhos, no município de Mauriti – CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no condomínio de irrigação Tanquinhos, no município de Mauriti, em uma área de 2 ha com a cultura da goiaba tendo o espaçamento de 6m x 4m. As coletas foram realizadas seguindo a metodologia de Keller & Karmeli (1974) sendo o tempo entre cada coleta na linha lateral de 3 minutos e nos emissores de 10 minutos entre cada coleta.

Através dos dados coletados foram determinados os coeficientes de uniformidade de

distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), eficiência de aplicação (Ea), coeficiente de variação da vazão (cv) e uniformidade de emissão do sistema (UE).

Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD): A definição do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) apresentado por Keller & Karmeli (1974) é baseada na razão entre as vazões mínimas e médias dos emissores.

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (1)$$

em que:

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em $L.h^{-1}$;

q_a - é média das descargas de todos os emissores, em $L.h^{-1}$.

Coeficiente de uniformidade absoluta (CUa): para calcular o coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), foi usada a expressão:

$$CUa = \left[\frac{\frac{q_n + q_a}{2}}{\frac{q_a + q_x}{2}} \right] \times 100 \quad (2)$$

em que:

q_x - é a média do 1/8 das maiores descargas de todos os emissores, em $L.h^{-1}$.

Eficiência de aplicação (EA): para o cálculo da eficiência de aplicação, utilizou-se a expressão:

$$Ea = K_s \times CU \quad (3)$$

em que:

K_s - é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 100% (onde o K_s desejável está em torno de 85 a 90% segundo o Manual 36 da FAO).

Uniformidade de emissão do sistema (UE) pode ser obtida por:

$$UE = \left(1,0 - 1,27 cv N p^{-5} \right) q_m q_a^{-1} \quad (4)$$

em que:

UE - é a uniformidade de emissão em decimal;

cv - coeficiente de variação dos emissores em decimal;

q_m - é a vazão mínima da subunidade, $L.h^{-1}$;

q_a - é a vazão média dos emissores na subunidade, $L.h^{-1}$.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores das vazões coletadas em campo, verificou-se que a maioria dos emissores encontra-se abaixo do valor especificado pelo fabricante que é de 60 L h^{-1} , conforme apresenta a Tabela 1.

Com os resultados obtidos em campo obtiveram-se os seguintes valores e parâmetros contidos na Tabela 2.

O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (E_a) de 82,86% que segundo Bernardo (1995), para sistemas de irrigação localizada do tipo microaspersão encontra-se dentro do aceitável que é de $\geq 80\%$. Os valores encontrados do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade absoluta (CUa) foram classificados de acordo com Bralts (1986) como bom. Já no que se refere à uniformidade de emissão (UE), o valor encontrado foi inferior ao recomendado por Pizarro (1990) que deve estar entre 90 a 95%, considerando a topografia do terreno, espaçamento da cultura e o clima árido.

Tabela 1. Valores das medições da vazão dos emissores em L h^{-1}

Emissores	Linha Lateral		
	1	3	5
1°	47,40	58,80	56,40
9°	57,00	49,20	54,00
18°	49,80	55,20	53,40
27°	58,80	52,20	57,60

Tabela 2. Valores dos parâmetros analisados no sistema de irrigação avaliado

PARÂMETROS AVALIADOS	VALORES OBTIDOS
qa (L h^{-1})	54,15
qn (L h^{-1})	48,80
qx (L h^{-1})	58,80
CUD (%)	90,12
Cua (%)	91,10
E_a (%)	82,86
UE (%)	82,86

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos conclui-se que o sistema avaliado apresentou uma eficiência aceitável quando em relação aos coeficientes de uniformidade (CUD e CUa) e uma eficiência de aplicação dentro dos padrões recomendados segundo alguns autores. Recomenda-se realizar avaliações periódicas no sistema para monitorar a sua eficiência e evitar problemas que possam ocorrer devido a desgaste de material, entupimento dos emissores e vazamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, M. A. Análise de viabilidade da irrigação e participação da energia na composição de custos. In: **I SEMINÁRIO NACIONAL DE ENERGIA PARA IRRIGAÇÃO**, 1, 1988, Belo Horizonte: CEMIG, CODI, MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO, 1988. p. 235-243.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6º ed. Viçosa: UFV, Imp Univ., 1995. 657p:il.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: **SIMPÓSIO MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA**, 5, Campina Grande: UEPB, p. 137-169. 1997.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.
- PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1990.
- SANTOS, C. A. S. **Distribuição espacial e absorção de água pelo sistema radicular da cultura da manga (*mangífera indica* L.) irrigada por microaspersão**. Piracicaba, 1997. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ/USP.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUÇÃO DE BANANEIRA CULTIVAR PACOVAN, EM RESPOSTA A DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO¹

ROCHA, C. R. T.¹ & SOARES, I.²

¹Parte da dissertação de Carlos Régis Torquato Rocha, apresentado como requisito para a obtenção do título de Mestre

²Prof. Mestre, Curso de Recursos Hídricos / Irrigação, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte – CE.
Fone: 88.3566.4051. e-mail: cregist@hotmail.com

³Prof. Doutor, Depto de Solos e Nutrição de plantas, UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO: Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio sobre a produção de bananeiras cv. Pacovan, durante três ciclos de produção. Aplicou-se 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95%) um mês antes da instalação do experimento. O experimento foi conduzido no campo Experimental do curu, Embrapa Agroindústria Tropical, município de Paraipaba – CE. Nas covas, com dimensões de 50 x 50 x 50 cm, aplicaram-se 20 litros de esterco bovino curtido e 100 g de FTE BR 12. Os tratamentos consistiram de quatro doses dos nutrientes N, P e K, tomando-se como base as doses de 400-200-700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, de acordo com Teixeira et. al (1996), variando-se para baixo e para cima 200-100-350 kg ha⁻¹ ano⁻¹, como segue: N (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de uréia), P₂O₅ (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de superfosfato triplo) e K₂O (0, 350, 700 e 1050 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de cloreto de potássio). A resposta da produção a adubação nitrogenada e potássica foi positiva, porém a fosfatada não apresentou resposta significativa.

Palavras chave: produtividade, adubação, NPK.

PACOVAN BANANA PRODUCTION, FERTILIZED WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM

ABSTRACT: The objective of this study is to evaluate the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the production of cv. Pacovan banana plants during three production cycles. 1 t ha⁻¹ of lime (95% PRNT) was applied to the area 1 month before the beginning of the experiment. The experiment was conducted in the Experimental field of Curu, at Embrapa tropical Agroindustry, in the community of Paraipaba –CE. In each of the plantation pits, measuring 50 x 50 x 50 cm, 20 liters of cured bovine manure and 100 g of FTE BR 12 were applied. The treatments consisted of four doses of the nutrients N, P and K, using 400-200-700 kg ha⁻¹ year⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O respectively as a base, according to Teixeira et. Al (1996), varying an increase or a decrease of 200-100-350 kg ha⁻¹ year⁻¹, as follows: N (0, 200, 400 and 600 kg ha⁻¹ year⁻¹, in the form of urea), P₂O₅ (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ year⁻¹, in the form of triple superphosphate) and K₂O (0, 350, 700 and 1050 kg ha⁻¹ year⁻¹, in the form of potassium chloride). The production response to nitrogen and potassium enriched fertilization was positive, although phosphorus enriched fertilization did not present any significant response.

Key-words: Productivity, fertilization, NPK.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores de banana do mundo, com uma produção de 6,5 milhões de toneladas em 2004, ocupando uma área de 486 mil hectares (FAO, 2004).

A bananicultura irrigada é uma atividade importante na região Nordeste, principalmente no semi-árido, que apresenta um potencial de produção pelas suas condições climáticas favoráveis, como temperatura média anual de 23 a 27°C, radiação solar média anual de 2800 horas e umidade relativa próximo de 50% (FAO, 2005).

A adubação tem grande importância para a obtenção de alta produtividade, principalmente quando se trata de cultura exigente em nutrientes como a bananeira. Essa cultura é a que mais extrai nutriente, quando comparada com outra de importância comercial no mundo. A adubação deve ser feita de acordo com a exigência nutricional da planta, preocupando-se com os teores dos nutrientes no solo, com a produção esperada, com o manejo adotado de modo que se tenha uma boa produtividade, frutos de boa qualidade e resistente às doenças.

As adubações com NPK têm sido aplicadas de modo empírico, podendo, estar acima ou abaixo da necessidade nutricional da planta, necessitando, assim, de pesquisas para maior racionalização na aplicação dos fertilizantes e manutenção da fertilidade do solo. Ausência de resultados experimentais na região nordeste do Brasil faz com que a aplicação de uma mesma quantidade de fertilizante para todas as variedades e/ou cultivares, pode tornar o cultivo de banana uma atividade antieconômica. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de bananeira, cultivar Pacovan, durante três ciclos, em resposta à aplicação de doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo Experimental do Curu, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, geograficamente situado entre os paralelos 03°28'52"S de latitude e 39°09'52"W de longitude e altitude de 31 m, no município de Paraipaba, Ceará. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o do tipo Aw', ou seja, tropical chuvoso, apresentando o máximo de chuvas no outono e período seco no inverno, com precipitação anual média de 985,7 mm e evaporação de 2642,6 mm, com temperatura e umidade relativa médias anuais de 27,1°C e 86%, respectivamente. O solo apresenta relevo plano sendo classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 1999).

O pomar de bananeiras foi instalado em 4 de junho de 2003, utilizando-se mudas da cultivar Pacovan, produzidas a partir de cultura de meristemas e plantadas em fileiras duplas, no espaçamento de 4,0 x 2,0 x 2,4 m, com área experimental de 5600 m² e 756 plantas. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro plantas úteis, separadas por bordaduras simples dentro das linhas de plantio, circundada por bordadura dupla como quebra vento.



Aplicou-se 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95%) um mês antes da instalação do experimento, contendo 33 % de Cão, 16 % de MgO, como fonte de cálcio e magnésio. Nas covas, com dimensões de 50 x 50 x 50 cm, aplicaram-se 20 litros de esterco bovino curtido e 100 g de FTE BR-12.

Os tratamentos consistiram de quatro doses dos nutrientes N, P e K, tomando-se como base as doses de 400-200-700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, de acordo com Teixeira et. al (1996), variando-se para baixo e para cima 200-100-350 kg ha⁻¹ ano⁻¹, como segue: N (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de uréia), P₂O₅ (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de superfosfato triplo) e K₂O (0, 350, 700 e 1050 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de cloreto de potássio). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com os tratamentos distribuídos em, fatorial 1/4 (4³), totalizando dezesseis tratamentos distribuídos em 6 blocos (repetições). O fertilizante fosfatado foi aplicado na cova em parcela única no primeiro ano e a lanço 12 meses após, enquanto o nitrogênio e o potássio foram distribuídos manualmente e mensalmente a lanço, em círculo completo até o início da formação da família e em meio círculo após este período. Ao final do 1º, 2º e 3º ciclos da bananeira, em cada planta da unidade experimental, os cachos foram colhidos, despencados e pesados. O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão com um emissor para 4 plantas e uma vazão de 55 L ha⁻¹.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando o programa estatístico SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética (Theodoro & Euclides, 1999) Funções de resposta do tipo $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$, para as características de produção, onde y é a variável dependente, b₀ ... b₉ são os coeficientes de regressão, e NPK são as doses de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A significância dos coeficientes de regressão foram testados pelo teste F até 10 % de probabilidade.

RESULTADOS

Nas condições estudadas a máxima produtividade estimada de cachos de banana da cultivar Pacovan, no segundo e terceiro ciclos de produção, foram obtidas com 415 e 585 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, respectivamente (Figuras 1 e 2).

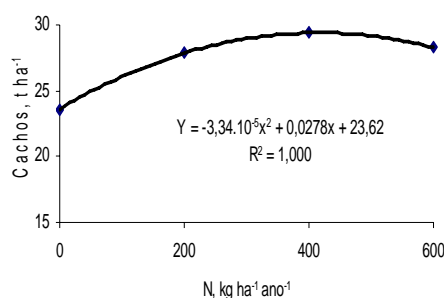


Figura 01. Produtividade estimada de cachos da bananeira Pacovan, em função das doses de nitrogênio, com aplicação de 200 e 1050 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, no segundo ciclo de produção.

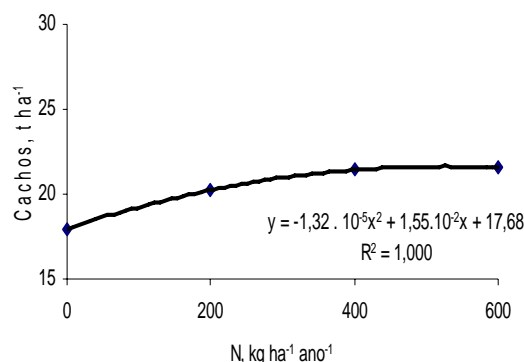


Figura 02. Produtividade estimada de cachos da bananeira Pacovan em função das doses de nitrogênio, com aplicação de 170 e 440 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, no terceiro ciclo de produção.

Santiago et al. (1987), verificaram que, em Porto Rico, aplicações de 240 a 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N aumentaram significativamente o rendimento da banana em aproximadamente 15 t ha⁻¹, em relação ao tratamento sem N. Entretanto, Borges et al. (2000) observaram em um Latossolo Vermelho Amarelo no Norte de Minas Gerais que a produtividade da cultivar Prata Anã não foi influenciada por doses de N variando de 200 a 1600 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Por sua vez, Weber et al. (2006), trabalhando em um Cambissolo, obtiveram maiores produtividades no primeiro e segundo ciclo de produção da cultivar Pacovan com as doses de 284 e 217 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, respectivamente. Observaram, ainda, que no segundo ciclo de cultivo, houve aumento no número de frutos nos cachos em razão da adubação com N, atingindo-se o máximo com a dose de 198,3 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Borges et al. (2003) recomendam que a dose ótima de nitrogênio encontra-se na faixa entre 160 a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹. No segundo ciclo de produção da cultivar Pacovan não atingiu a máxima produtividade com as doses potássio utilizadas neste trabalho (Figura 3), entretanto, no terceiro ciclo de produção a dose de 440 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O foi a que obteve a máxima produtividade de cachos da bananeira (Figura 4).

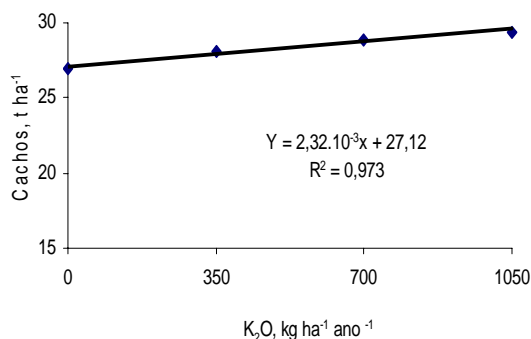


Figura 3. Produtividade estimada de cachos da bananeira Pacovan, em função das doses de potássio, com aplicação de 415 e 200 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente, no segundo ciclo de produção.

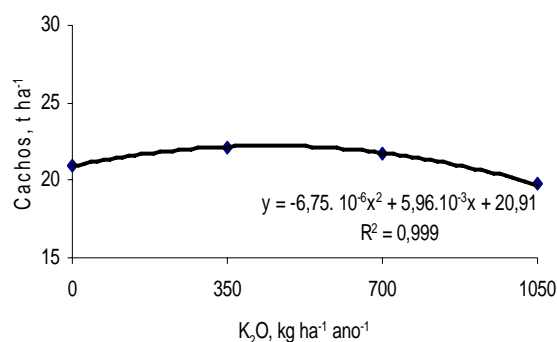


Figura 4. Produtividade estimada de cachos da bananeira Pacovan, em função das doses de potássio, com aplicação de 585 e 170 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente, no terceiro ciclo de produção.

No estado do Pará, estudando o efeito das doses de N e K na cultivar Pioneira Brasil et al. (2000), em um Latossolo Amarelo, obtiveram produção ótima com aplicações de 370 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, obtendo aumentos de produção da ordem de 73 e 39%, no segundo e terceiro ciclos, respectivamente, em relação à adubação sem K. Trabalhando com a cultivar Prata Anã, em um latossolo Vermelho-Amarelo na região semi-árida do norte de Minas Gerais, Silva et al. (2003) observaram máxima produção com aplicação de 962,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, promovendo aumento de 11,2% na produção de banana em relação á testemunha.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada e potássica promoveram respostas positivas na produção da bananeira Pacovan. A adubação fosfatada não promoveu resposta na produção da bananeira Pacovan.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. L.; SILVA, S. O. **Extração de micronutrientes por cultivares de banana**. Revista Brasileira de Fruticultura, 17: 57 - 66, 1995.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, I. E. A.; SILVA, S. O. **Teores foliares de nutrientes e produtividade em genótipos de bananeira**. Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 26 p. (Boletim de pesquisa, 19).
- BORGES, A. L., CORDEIRO, Z. J. M.; FRANCELLO, M.; SOUZA, L. da S.; SILVA, S. de O.; COELHO, E. F.; LIMA, M. B.; MEDINA, V. M.; RITZINGER, C. H. S. P.; FOLEGATTI, M. I. da S.; SOUZA, A. da S.; MESQUITA, A. L. M. CARVALHO, J. E. B. de; TRINDADE, A. V.; ALMEIDA, C. O. de; MATOS, A. P. de; MEISSNER FILHO, P. E.; FREIRE, F. das C. O.; BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MOSCA, J. L.; CARVALHO, A. C. P. P. DE. **Cultivo da banana para o Agropólo Jaguaribe-Apodi, Ceará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Sistema de Produção, 5). Disponível em: <http://sistemadeprodução.cnptia.embrapa.br> Acesso em 09 Agost. 2006.

- BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, J. E. A.; VELOSO, C. A. C. **Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta á adubação nitrogenada e potássica.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 12: 1-14, 2000.
- CARDOSO, M. J.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; RIBEIRO, V. Q. **Produtividade da banana Grande Naine sob adubação química.** In: SIMPÓSIO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E GERENCIAIS, 2001, Anais. Fortaleza-CE, Embrapa, 2001. CD-ROM.
- FAO Statistical database.** Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 22 de Mar. 2005.
- FISHER, R. A.; YATES, F. **Tabelas estatísticas para biologia, medicina e agricultura.** São Paulo: EDUSP, 1971. 150p.
- NESS, R. L. L. **Extração de nutrientes e adubação NK em bananeira (Musa sp.), cv. Pacovan.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1989. 86p. (Dissertação de Mestrado).
- SANTIAGO, M. A.; IRIZARRY, H.; POOL, D. J. **Experimentacion con aplicaciones de nitrógeno y potasa via riego por goteo en el bano Gran Naine en Puerto Rico.** In: REUNIÓN ACORBAT, Turrialba, 1987. Memorias. Turrialba: CATIE, 1987, p. 381 - 386.
- SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. **Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cultivar Prata Anã.** Revista Brasileira de Fruticultura, 25: 152-2-155. 2003.
- TEIXEIRA, L. A. J., SPIRONELLO, A., QUAGGIO, J. A., FURLANI, P. Banana. In: Raij, B. Van et al. (Eds). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2ª ed. Campinas: IAC, 1996. p. 131-132. (Boletim Técnico, 100).
- THEODORO, F.; EUCLYDES, R. F. **Manual de uso provisório. SAEG 8.0,** Fundação: Arthur Bernardes, Viçosa 1999, 141p.
- WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOARES, I. **Produção de Adubação bananeiras cv. Pacovan, sob irrigação, em cambissolo adubado com doses de nitrogênio e potássio.** In: II SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2005, Anais. Piracicaba-SP, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 2005.
- WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N. E; CRISÓSTOMO, L. A.; SOARES, I. **Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’ (Musa AAB, Subgrupo Prata) na Chapada do Apodi, estado do Ceará.** Revista Brasileira de Fruticultura, 28: 154 – 157. 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

VOLUMES DE SOLUÇÃO EXTRAIDOS DE CÁPSULAS POROSAS EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO ENTERRADO EM MAMÃO¹

VÁSQUEZ, M. A. N.²; VÁSQUEZ, E. M. F.³; PEREIRA, J. M. G.⁴;
ARAÚJO, P. R. E.⁵ & PEDROSA, M. A. F.⁶

¹Trabalho financiado pelo ETENE/FUNDECI. BNB.

^{2,3}Professor Doutor do Curso de Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia. FATEC, Juazeiro do Norte - CE, (0XX88) 3566.4046, e-mail: mvasquez@centec.org.br; ^{4,5,6}Estudante do Curso de Recursos Hídricos em Irrigação, Bolsista da FUNCAP, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Juazeiro do Norte - CE.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar os volumes de solução de solo coletados de cápsulas porosas para diferentes lâminas aplicadas por um sistema de irrigação por gotejamento enterrado na cultura de mamão. Os volumes coletados variaram segundo o tempo de coleta, as lâminas aplicadas e a profundidade de instalação das cápsulas porosas. A maior amplitude de variação destes volumes com o tempo de coleta foi registrada na maior lâmina aplicada, incrementando-se com a profundidade de instalação das cápsulas porosas e com a proximidade das linhas portagotejadores.

Palavras-chave: extratores de solução, manejo da água, tubogotejador.

SOLUTION VOLUMES EXTRACTED OF CERAMIC CUP IN SUBSURFACE DRIP IRRIGATION SYSTEM TO PAPAYA CULTURE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the volumes of soil solution collected in porous ceramic cups for different levels of water application for subsurface drip irrigation system in the papaya culture. The collected volumes varied according the collection time, the water application levels and installation depth of porous ceramic cups. The largest variation these volumes with time of collection was registered in the largest water level applied, increasing with the depth of installation of porous ceramic cups and the proximity of drip lines.

Key-words: solution extractors, water management, dripline.

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da população mundial salienta para o uso cada vez mais eficiente da água pelas culturas irrigadas, bem como para seu manejo racional, quando da operacionalização dos sistemas de irrigação, minimizando perdas por percolação e formação de frentes salinas, colaborando para a redução do impacto ambiental da irrigação, seja por redução do potencial de contaminação do lençol freático ou pela minimização do processo de salinização do solo.

A irrigação por gotejamento enterrado é uma ferramenta muito útil não só pelos ótimos resultados que se conseguem com a eficiência de irrigação e a demonstrada economia de água com respeito a outros tipos de irrigação aéreos, mas também pelas numerosas vantagens agrônômicas como a diminuição da evaporação do solo, menos problemas com argilas expansíveis, encharcamento, escoamento e contacto de água com a planta possibilitando a ausência de patógenos. Assim demonstram os sistemas de irrigação com tubos gotejadores enterrados para determinadas culturas, reportadas em numerosas referências (Hutmacher *et al*, 1992; Mead *et al*, 1992; Mc Gill e Hutmacher, 1993; Hutmacher *et al*, 1996).

O monitoramento destas vantagens, acima citadas, pode ser realizado mediante o emprego de cápsulas extratoras de solução de solo para verificar os volumes de solução coletados e relacioná-los com lâminas aplicadas pela irrigação que chegam ao sistema radicular das plantas sobre tudo quando as linhas laterais que portam os emissores se encontram por debaixo da superfície do solo. Silva *et al*. (2000) manifesta que o extrator de solução é uma alternativa capaz de solucionar o problema de forma eficaz e a um baixo custo, principalmente se associado a tomadas de decisões rápidas em campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os volumes de solução de solo coletados em cápsulas extratoras de solução para diferentes lâminas aplicadas por um sistema de irrigação por gotejamento enterrado na cultura de mamão (*Carica papaya* L).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Estação Experimental de Barbalha pertencente à Faculdade de Tecnologia Centec - Cariri, em uma área de 7.128 m² (108 m x 66 m), numa plantação de mamão (*Carica papaya* L) da variedade Formosa, localizada no município de Barbalha-CE (7° 15' S, 39° 39' W e altitude de 418 m) DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, (1992). De acordo com a classificação climática de Köppen (Viana *et al*. 1997), o local encontra-se sob clima do tipo Cw', tropical chuvoso, sendo o solo classificado como neossolo flúvico (EMBRAPA, 1999).

O cabeçal de controle localizado na área experimental foi composto de um conjunto motobomba centrífuga de 1,5 CV de potência, com 3.500 rpm, filtro de disco, válvula reguladora de pressão, registros e manômetro de glicerina. A variação da pressão manométrica



esteve entre 294,20 kPa e 191,23 kPa por ocasião da abertura e fechamento dos registros para aplicação das lâminas de irrigação de 3,5; 5,6 e 6,3 mm, respectivamente.

As linhas laterais portagotejadores tiveram comprimento de 16,0 m e diâmetro de 13 mm, enterradas a 0,20 m da superfície do solo, distribuídos em três blocos que forneciam água a três trechos do sistema de irrigação. Os gotejadores foram autocompensantes, espaçados a 0,30 m, com vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ e pressão de funcionamento de 146,97 kPa. Foi utilizado uma linha portagotejadores para cada faixa de plantio numa disposição de 3,0 m entre faixas e 2,0 m entre plantas.

Foram instaladas baterias de extratores de cápsulas porosas para cada lâmina de irrigação em cada bloco, a uma distância de 0,15 m em relação à planta de mamão e com a cápsula a 0,15; 0,45 e 0,60 m de profundidade em relação à superfície do solo. Os extratores de solução possuíam na sua extremidade inferior cápsula porosa de cerâmica de 20 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento. Os extratores de cápsulas porosas foram submetidos a um vácuo de aproximadamente 72 kPa por um período de seis dias, quando eram coletadas as soluções e aplicado um novo vácuo em um procedimento subsequente, tendo assim, uma frequência semanal no processo de extração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1A, 1B e 1C, se observam os volumes médios de solução do solo, coletados nos extratores de cápsulas porosas a cada seis dias, para a frequência de irrigação diária com três lâminas de irrigação (L1= 3,5 mm, L2 = 5,6 mm e L3 = 6,3 mm) para as três profundidades de instalação das cápsulas extratoras de solução (C1 = 0,15 m, C2 = 0,45 m e C3 = 0,60 m). Percebe-se que os volumes coletados variaram segundo o tempo de coleta, as lâminas aplicadas e a profundidade de instalação das cápsulas extratora de solução.

A maior amplitude de variação destes volumes, para o tempo de coleta nas três profundidades de instalação das cápsulas extratoras de solução, foram registrados na maior lâmina aplicada, L3 (18,0; 18,5 e 61,0 cm³), seguida da menor lâmina aplicada L1, (9,0; 20,3 e 48,7 cm³); sendo a lâmina intermediária aplicada L2, a que obteve menor amplitude de variação (7,0; 3,3 e 15 cm³). Estas variações podem ser atribuídas aos fatores inerentes ao próprio cultivo (estado fisiológico, desenvolvimento radicular), ao clima, à própria cápsula extratora de solução, como também ao solo devido as variações de umidade, coincidindo com Lopes *et al.*, (1992) que manifesta: a forma e dimensão do bulbo úmido dependem, principalmente, das propriedades e do perfil físico do solo e, para um dado solo depende ainda do volume de água aplicado, da variação da vazão dos emissores e do relevo do terreno. Tendo relação, também, com a disposição do emissor (superficial ou enterrado), as características do sistema radicular (arquitetura e atividade) e o manejo da irrigação praticado (Coelho & Or, 1999; Nogueira, *et al.*, 2000).

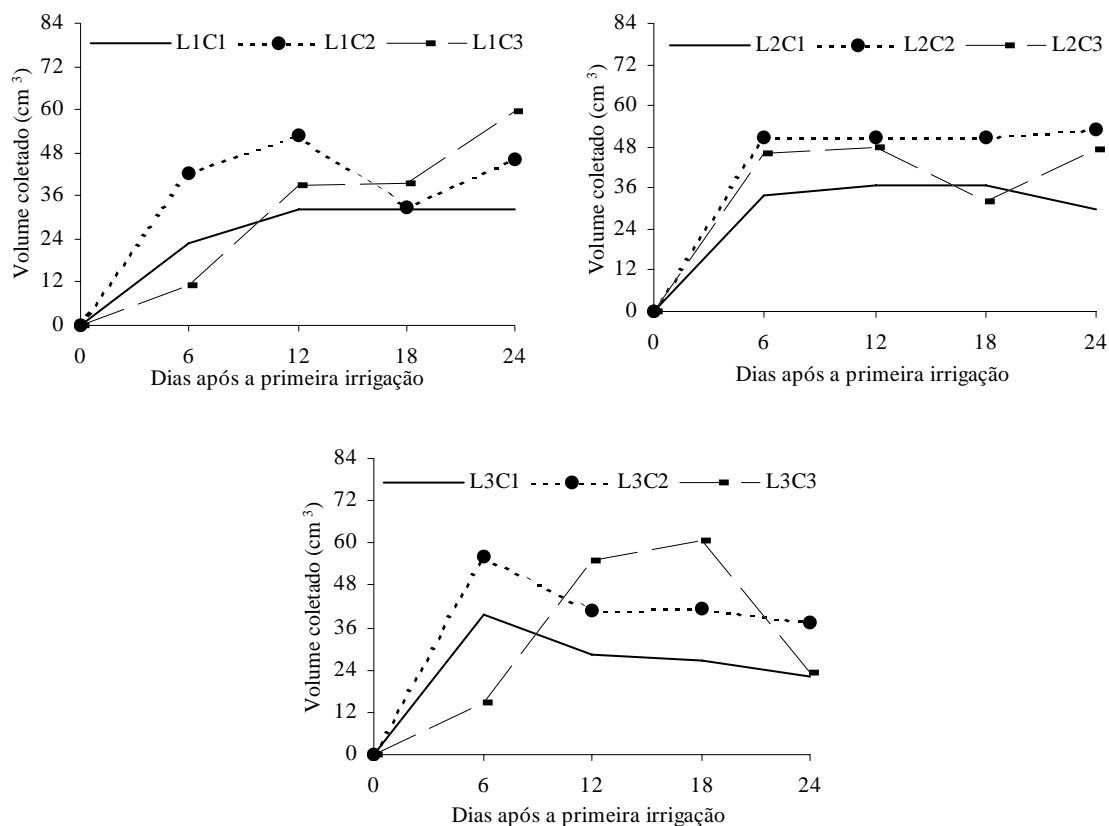


Figura 1. Variação de volumes de solução em função do tempo de coleta para as diferentes lâminas de irrigação aplicada e a profundidade de instalação dos extratores de cápsulas porosas

De igual forma, na Figura 2, se observa que os volumes de solução coletados se incrementam com a profundidade de instalação das cápsulas porosas à medida que se incrementam as lâminas de irrigação aplicadas. Os volumes coletados nas cápsulas extratoras de solução nas profundidades de C1, C2, C3 se incrementam na ordem de 31,14; 46,31 e 39,68 cm³ para as lâminas L1, L2 e L3, respectivamente. As cápsulas que se encontram mais próximas, por debaixo da linha portagotejadores, registraram maiores volumes coletados em todas as lâminas aplicadas que aquelas que se encontram mais distantes. Isto faz pensar que, as forças de ascensão capilar foram menores que as de gravitação, ocorrendo também uma maior infiltração e, conseqüentemente, uma drenagem. Entre outros fatores que explicam este fato estão o formato do bulbo úmido do solo arenoso, a perda de tensão na cápsula no momento da coleta e a altura hidráulica do volume da solução coletada.

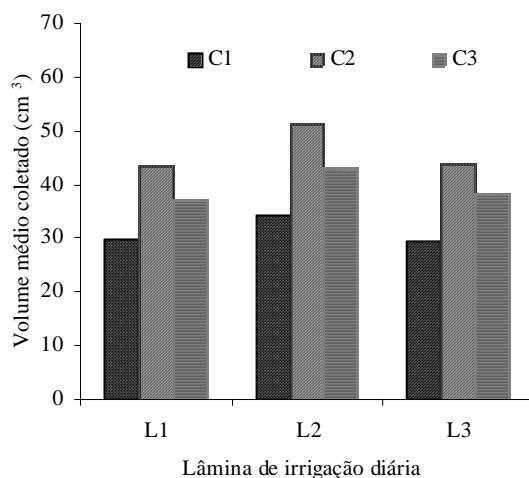


Figura 2. Volumes de solução coletados nas diferentes profundidades de instaladas das cápsulas porosas com relação às lâminas de irrigação aplicadas

CONCLUSÕES

Com o auxílio dos extratores providos de cápsulas cerâmicas, é possível conhecer a melhor lâmina de irrigação aplicada quando comparada com os volumes de solução coletados, possibilitando determinar a profundidade de instalação das linhas portagotejadores e a eficiência do sistema de irrigação enterrada.

Os volumes diferenciados de solução do solo coletados do interior das cápsulas cerâmicas mostram a heterogeneidade das características de infiltração, bem como da vazão e disposição dos emissores, da fenologia do cultivo, do clima e da própria cápsula extratora de solução.

AGRADECIMENTO

Ao ETENE/FUNDECI BNB, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, E. F; OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.3, p.225-234, 1999.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normas climatológicas** (1961-1990). Brasília: DNMET, p.6, 1992.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solo, 1999. 412p.
- HUTMACHER, R.B.; MEAD, R.M.; SHOUSE, P. Subsurface Drip: Improving Alfalfa Irrigation in the West. **Irrigation Journal**, 46(1): 48-52. 1996.

- HUTMACHER, R.B.; PHENE, C.J.; MEAD, R.M.; CLARK, D.; SHOUSE, P.; VAIL, S.S.; SWAIN, R.; van GENUCHTEN, M.; DONOVAN, T.; JOBES, J. Subsurface drip irrigation of alfalfa in the Imperial Valley. **Proceedings**, 22nd California/Arizona alfalfa Symposium, University of C. A. and University of A. Z. Cooperative extension, Holtville, C. A., December 9-10, 22:20-32. 1992.
- LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H.; PEREZ, A.R.; HERNÁNDEZ, J.F.G. **Riego Localizado**. 2 ed. Madri: Mundi Prens, 1992. 405p.
- Mc GILL, S.; HUTMACHER, R.B. Buried Drip for Alfalfa? **The Furrow** **98** (7): 26-27, November-December. 1993.
- MEAD, R.M.; HUTMACHER, R.B.; PHENE, C.J. Subsurface drip irrigation of alfalfa. **Proceedings**, CIT/USDA-ARS Seminar on Subsurface Drip Irrigation: Theory, Practice and Application, Harris Ranch, Coalinga, C. A, October 22, pp. 177-178. 1992.
- NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n.3, p. 315-320, 2000.
- SILVA, E.F.F.; ANTI, G.R.; CARMELLO, Q.A.C.; DUARTE, S.N. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, p.785-9, 2000.
- VIANA, T. V. A.; BASTOS, E. A.; ALVES, D. R. B.; FOLEGATTI, M. V. Algoritmo da classificação climática de Köppen, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.255.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA COM O USO DA TÉCNICA DOS FRACTAIS¹

PAIXÃO, F. J. R.²; ANDRADE, A. R. DOS S. DE³; AZEVEDO, C. A. V. DE⁴;
COSTA, T. L.⁵; SOUSA, J. DOS S.²; LIRA, V. M.² & D. NETO, J.⁴

¹Parte da Dissertação de Mestrado do 1º. Autor, apresentada ao DEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB;

²Doutorando, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande-PB, e-mail: jardel.paixao@gmail.com;

³Pesquisador Dr. Bolsista DRC/CNPq, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande – PB,

⁴Prof. Dr. DEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, Br.

⁵MSc. Eng. Agric., Bolsista do CNPq, Prof. FATEC-SERTÃO CENTRAL.

RESUMO: Objetivando-se verificar a adequabilidade dos métodos da dimensão fractal na estimativa da condutividade hidráulica saturada, estimada pela teoria fractal. Conduziu-se esta pesquisa, na estação experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias da Paraíba, EMEPA-Lagoa Seca estado da Paraíba Brasil. A curva de retenção de água no solo foi estimada através dos modelos de Brooks e Corey, Brooks e Corey modificado para a dimensão fractal. A condutividade hidráulica saturada foi estimada pela dimensão fractal do solo e determinada em campo com cilindro infiltrômetro. O uso da dimensão fractal nas estimativas da condutividade hidráulica saturada permitiu avaliar satisfatoriamente essas propriedades.

Palavrachave: dimensão fractal, curva de retenção, propriedades físicas do solo.

DETERMINATION OF THE SATURETED HYDRAULIC CONDUCTIVITY WITH THE USE OF FRACTAL TECNICS

ABSTRACT: The objective of this work was to verify adequate methods of fractal dimension to estimate the saturated hydraulic conductivity. The experiment was conducted in sandy soil of the experimental area of the State Enterprise of Agricultural Research EMEPA, located in the Lagoa Seca city, Paraíba State, Brazil. The retention water curve was estimated by Brooks and Corey model, Brook and Corey model modified to fractal dimension. The saturated hydraulic conductivity was estimated by the soil fractal dimension and determined in the field by an infiltrometer ring. The use of fractal dimension to estimate the saturated hydraulic conductivity permit to evaluate these satisfactorily.

Key-words: fractal dimension, retention curve, soil physic curve.

INTRODUÇÃO

Em ciências do solo, os fractais são utilizados para descrição do percurso de infiltração e redistribuição da água, além de modelar, de forma eficiente, a ocorrência de fenômenos durante esses dois processos, uma vez que o solo é um corpo tridimensional. A dimensão fractal pode ser determinada com alguns atributos físicos do solo, permitindo estudos com novas abordagens fundamentadas em parâmetros físicos, passando a ocupar o espaço de estudos utilizando-se parâmetros puramente empíricos (Hott et al., 2005).

Existem modelos matemáticos de linhas, volumes e superfícies fractais, para se descrever aspectos relacionados às propriedades físico-hídricas do solo saturado e não saturado; no segundo caso, pode-se citar a equação de van Genuchten (1980). A dimensão fractal com base na distribuição dos tamanhos dos poros e das partículas do solo é de fundamental importância para a compreensão do comportamento da variabilidade das propriedades físicas do solo, que constitui uma descontinuidade da estrutura do solo ocorrendo, conseqüentemente, implicações na dinâmica da água do solo (Zhuang et al., 2001, citado por Andrade, 2002).

A dimensão fractal tem sido aplicada em solos levando-se em conta a distribuição das partículas e a tortuosidade dos poros do solo, com o objetivo de caracterizar o espaço poroso referente às propriedades de condução e retenção de água do solo, podendo-se avaliá-las pela dimensão fractal da distribuição das partículas (Bacchiet et al., 1996).

Diante o exposto a presente pesquisa tem como objetivo, verificar a adequabilidade dos métodos da dimensão fractal na estimativa da condutividade hidráulica saturada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias – EMEPA, localizada no município de Lagoa Seca, Estado da Paraíba, a uma altitude média de 335 m, apresentando as coordenadas geográficas de 07° 13' S; 35° 52' W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw'i (clima tropical úmido com estação seca da primavera a início do verão). O solo da área é classificado como um Neosolo Reolítico (Embrapa, 1999).

Os pontos amostrais para determinação da taxa de infiltração, condutividade hidráulica, curva de retenção, nas profundidades de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm, totalizando 36 pontos amostrais.

A condutividade hidráulica do solo saturado (K_s) na parcela experimental, foi determinada através de medidas de infiltração de água, pelo método do Infiltrômetro de anel, conforme metodologia descrita por Libardi (2000), permitindo-se monitorar a velocidade de infiltração até sua estabilização ao longo do tempo, assumindo um valor constante denominado velocidade de infiltração básica, donde se calcula a condutividade hidráulica saturada (K_s), através da Eq. 1. Esta velocidade básica de infiltração (V_b) é tão somente o valor da assíntota da velocidade de infiltração final (V_f) na curva de infiltração:

$$K_s = \frac{V_b L}{(L + h)} \quad (1)$$



Donde: Vb - Velocidade de infiltração básica de água no solo (cm h^{-1}); L - Profundidade do anel enterrado no solo (cm); h - Carga hidráulica (cm)

A equação empírica capaz de estimar KS neste trabalho se baseia na tortuosidade dos poros do solo, na qual foi proposta por Poulsen et al. (1999) e modificada por ANDRADE (2002) com uso da aproximação fractal na qual será usada neste trabalho, ficando da seguinte forma:

$$K_s = 8,64 \cdot 10^{-6} \frac{\rho_{H_2O} g}{\eta} \left(\frac{0,45 r^2 (\mu_{10})^D}{8 \theta_s^2} \right)^{(3-D)} \quad (2)$$

Em que: ρ - densidade da água (1.106 g m^{-3}); g - aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m s}^{-2}$); η - viscosidade da água (1.005 m s^{-2}); μ_{10} - porosidade drenável na tensão de 10 Kpa; θ_s - umidade do solo na saturação ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$); D - corresponde a dimensão fractal do solo determinada pela distribuição do tamanho das partículas sólidas do solo (DPSD) (adimensional); r - tamanho médio do raio de poros do solo.

Para se estimar KS usando-se a Eq. (2), é necessário determinar os parâmetros D , μ_{10} , θ_s e r , em que D foi estimada com base na distribuição granulométrica das partículas sólidas do solo, denominado de método; DPSD e com base na curva de retenção de água no solo, DSWRC.

No presente trabalho a curva de retenção de água do solo foi determinada em laboratório usando-se o Extrator de Umidade de Reichardt, nas tensões de 10, 33, 100, 300, 500, 1000 e 1500 kPa. A análise granulométrica foi realizada pelo Método do Hidrômetro, como recomendado por Bouyoucos. Na análise textural, a dispersão foi obtida mecânica (agitação) e quimicamente utilizando-se, como dispersante, o hidróxido de sódio IN.

A estimativa da dimensão fractal (D) que foi usada nos modelos matemáticos da curva de retenção de água foi estimada com base nos dados da curva de retenção de água no solo (D_{SWRC}). Frisen & Mikula (1987) derivaram uma equação que relaciona o incremento entre o volume de poros com o diâmetro dos raios com uso da dimensão fractal, dada por:

$$-\frac{dV(\geq r)}{dr} \propto r^{2-D} \quad (3)$$

em que: $V(\geq r)$ é o volume de poros com raio maior ou igual a r e D representa a dimensão fractal que descreve a superfície dos poros que, por sua vez, formam as partículas do solo. Uma maneira mais específica entre o volume de poros e o seu raio, foi encontrada por Perrie et al. (1996) e se escreve da seguinte forma:

$$-\frac{dV(\geq r)}{dr} = \beta(E-D)r^{E-D-1} \quad (4)$$

em que: E - representa a dimensão euclidiana, β - uma constante. A curva de retenção de água no solo pode ser obtida integrando a equação (2) da seguinte maneira:

$$\theta(r) = \int_{r_{\min}}^r r^{2-D} dr \quad (5)$$

Onde: $\theta(r)$ - corresponde ao conteúdo de água nos poros de raio r ; r - raio do poro; r_{\min} - raio mínimo de poros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo da área em estudo apresenta a camada superficial bastante arenosa, seguida da última camada com um acréscimo progressivo do teor de argila, tendo a seguinte composição: de 00-20cm: areia; 75,27 g kg⁻¹, silte; 8,08 g kg⁻¹ e argila; 16,65 g kg⁻¹ de 20-40cm: areia; 72,24 g kg⁻¹, silte; 10,10 g kg⁻¹ e argila; 17,66 g kg⁻¹, sendo caracterizado como um solo franco-arenoso nas duas profundidades, respectivamente.

Na Tabela 1 está descrito o resumo estatístico da condutividade hidráulica saturada do solo (K_s). Os valores do desvio padrão (DP) (31,440%) e do coeficiente de variação (CV) (63,123%) para K_s quando determinada pelo método do cilindro Infiltrômetro (método adotado como padrão nesta pesquisa) indicam uma alta variabilidade dos valores médios da K_s , mesmo levando-se em consideração a pequena área estudada.

Analizando os valores médios da condutividade hidráulica do solo ilustrados na Tabela 1, de acordo com o U.S. Bureau of Plant Industry and Agricultural Engineering, indicam que a área apresenta classificação de condutividade hidráulica moderada, na profundidade estudada (0-20 cm), quando estimados pelos métodos D_{PSD} e D_{SWRC} . Porém, os menores valores de CV (%) e DP foram constatados quando a K_s foi prognosticada pelos dois métodos com o uso da aproximação fractal (D_{SWRC} e D_{PSD}).

Pode-se constatar que os menores erros relacionados com as estimativas dos modelos usados para determinação de K_s foram para o método D_{PSD} ($Er = 7,387$). LIBARDI (2000) e REICHARDS e TIMM (2004) salientam que a condutividade hidráulica está relacionada com a granulometria e com a geometria dos poros do solo, sendo esta última não estática, mas sim

Tabela 1. Valores médios experimentais e estimados da condutividade hidráulica do solo saturado, para as três profundidades do solo, Campina Grande, PB, 2006

Parâmetros estatísticos	Condutividade hidráulica do solo saturado (cm h ⁻¹)		
	K_s - Infiltrômetro	K_s - D_{SWRC}	K_s - D_{PSD}
Média	0,50074	0,14738	0,17250
Variância	0,09885	0,00438	0,00773
Desvio padrão	31,440	6,621	8,794
Coef. de variação - CV (%)	63,123	55,82465	81,90016
Valor máximo	1,26022	0,28969	0,49005
Menor valor	0,06471	0,07025	0,06882
Amplitude total	1,19551	0,21943	0,42123
Erro padrão de estimativa (Er)	-----	8,082	7,387
Coef. de assimetria	0,38186	0,98770	1,81928
Coef. de curtose	-0,66241	-0,19633	4,20031



dinâmica, uma vez que o fluxo de água no solo poderá modificar o arranjo estrutural do mesmo, afetando a geometria de seus poros; assim sendo, a condutividade hidráulica do solo pode variar de solo para solo e para um mesmo solo, dependendo de sua porosidade e grau de compactação.

Para as condições de campo desta pesquisa, onde se tinha um solo franco arenoso, o método D_{SWRC} não foi capaz de prever a K_s com certa exatidão, quando comparada com a K_s medida em campo ($Er = 8,082$). Entretanto, Andrade (2000), trabalhando com solos de textura franco argilosa do estado de São Paulo obteve bons resultados da K_s com a aplicação do método baseado na dimensão fractal obtida pela curva de retenção de água no solo (D_{SWRC}).

CONCLUSÕES

Observam-se valores elevados do parâmetro estatístico; erro padrão de estimativa (ER), porém se justifica o uso da técnica da aproximação fractal tendo em vista a rapidez e o baixo custo com que se obtém essa propriedade hídrica do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. R. S. de. **Aplicação da teoria fractal e da geoestatística na estimativa da condutividade hidráulica saturada e do espaçamento entre drenos**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, Botucatu, SP, 2002. (Tese de Doutorado).
- BACCHI, O.O.S., REICHARDT, K., VILLA NOVA, N.A. Fractal scaling of particle and pore size distributions and its relation to soil hydraulic conductivity. **Sei. Agric.**, v.53, n.2, p. 1-9, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.
- FRIESEN, W. J., MIKULA, R. J. Fractal dimensions of coal particles. **J. Colloid Interface Sci.**, v.120, p263-271, 1987.
- HOTT, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. Á. S.; GRIFFITH, J. J. Análise fractal de textura usando um operador de Hurst em uma imagem TM/Landsat. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4089-4093. IN. **Anais**.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da Água no Solo**. Piracicaba – ESALQ, 2000, 497 p.
- REICHARDT, K & TIMM, L. C. SOLO PLANTA E ATMOSFERA, **Conceitos, processos e aplicações**. Manole editora Piracicaba- São Paulo, 2004, 471p.
- POULSEN, T.G., MOLDRUP, P. YAMAGUCHI, T. JACOBSEN, O.H. Predicting saturated and unsaturated hydraulic conductivity in undisturbed soils from soil water characteristics. **Soil Sci.**, v. 164, n. 12, p.877-887, 1999.
- VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, v.44, p.892-898, 1980.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE IGUATU-CE

ARRAES, F. D. D.¹; OLIVEIRA, J. B.²; GONÇALVES, J. L. G.²;
CARVALHO, F. W. A.² & PEREIRA, A. N.³

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq, EAFI-CE, Rua Alfredo Leopoldo, 131, Bairro Santo Antonio, CEP 63500-000, Iguatu-CE, e-mail: dirceutid@yahoo.com.br

²Professor, M. Sc., Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE, e-mail: joaquimbrancodeoliveira@gmail.com

³Professor Especialista, Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, e-mail: Nunes.pereira@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi estimar e comparar a evapotranspiração de referência (ET_o) pelos métodos de Penman-Montheith FAO 56 (padrão), Penman 1948, FAO-Penman corrigido, ASCE Penman-Montheith, FAO-radiação, FAO-Blaney-Criddle, Tanque Classe A, Priestley & Taylor e Kimberly Penman 1996, para dar suporte ao manejo da irrigação na região de Iguatu-CE, utilizando as informações meteorológicas históricas obtidas nas estações meteorológicas do INMET, e com auxílio do software REF-ET. Os resultados obtidos mostram que os valores estimados pelo método de PM-ASCE e FAO-24BC são os que mais se ajustam ao modelo de Penman-Montheith FAO 56.

Palavras-chave: evapotranspiração, modelos, estimativa.

ESTIMATE OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE CITY OF IGATU-CE

ABSTRACT: The objective of the present work was to estimate and compare reference evapotranspiration (ET_o) using various methods (Penman-Montheith FAO 56 paper, Penman 1948, corrected FAO-Penman, ASCE Penman-Montheith, FAO-Radiation, FAO-Blaney-Criddle, Pan evaporation, Priestley & Taylor and Kimberley Penman 1996), aiming to support irrigation scheduling in the regions of Iguatu-CE, using historical meteorological data obtained from INMET meteorological stations, with aid of the REF-ET. The results showed that the estimated values for the PM-ASCE and FAO-24BC methods are the ones that are well adjusted to the Penman-Montheith FAO 56 model.

Key-words: evapotranspiration, models, estimate.



INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas são as maiores demandantes por água, necessitando por isso de um empenho redobrado dos pesquisadores no desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a economia de água. Uma das alternativas para racionalizar o uso da água em projetos agrícolas é estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c) a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c) (Cardoso et al., 2005). A evapotranspiração potencial ou de referência é um elemento climatológico fundamental correspondente ao processo oposto ao da precipitação pluvial. Enquanto a medida das precipitações é bastante simples e relativamente abundante, o mesmo não se pode dizer quanto à medida de ET_o, que é trabalhosa exigindo instalações especiais, custosas e muito cuidado experimental (Soriano & Pereira, 1993).

A ET_o pode ser obtida por medidas diretas ou por estimativas. As medidas diretas, feitas em lisímetros em geral, são de alto custo limitando o seu uso na propriedade agrícola. Existem vários métodos de estimativa da ET_o, sendo que os métodos empíricos são adaptados a determinadas condições locais onde foram desenvolvidos, tendo o seu uso limitado em maior escala (Pereira et al., 1997). O método de Penman-Monteith corrigido pela FAO no seu manual 56, com embasamento técnico-científico é o mais adotado universalmente.

Diante da necessidade de um grande número de elementos meteorológicos e o fato desses nem sempre serem acessíveis para a estimativa da ET_o por Penman-Monteith-FAO56, foi desenvolvido este trabalho com o objetivo de avaliar a correlação entre os diferentes modelos utilizados na determinação da ET_o, com o método de referência de Penman-Monteith parametrizado pela FAO, a partir da médias mensais dos dados meteorológicos do município de Iguatu-CE.

MATERIAS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido, utilizando-se os dados médios mensais de temperatura máxima e mínima, umidade relativa, insolação, velocidade do vento e evaporação do tanque Classe A, oriundos da Estação Climatológica Principal (ECP) de Iguatu, pertencente à rede de observações meteorológicas de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 6° 22' S; longitude 39° 17' W e altitude 217,67 m. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima de Iguatu é caracterizado como BSw'h', ou seja, semi-árido quente, com precipitação pluvial total anual de 750 mm com predominância no verão e temperatura média anual de 27,5 °C.

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (demanda evapotranspirométrica) utilizou-se o software REF-ET. O software estima a demanda evapotranspirométrica pelos métodos: Penman-Montheith FAO 56 (PM-FAO56), Penman 1948 (Pen-1948), FAO-Penman

corrigido (FAO-24Pn), ASCE Penman-Monteith (PM-ASCE), FAO-irradiação (FAO-24Rd), FAO-Blaney-Criddle (FAO-24BC), Tanque Classe A (FAO-Pan), Priestley & Taylor 1972 (Prs-Tylr) e Kimberly Penman 1996 (KPen-1996). Sendo que o método de Penman-Monteith, considerado padrão, é o modelo recomendado pela FAO e apresentado no seu manual 56.

Para comparação e análise dos resultados, foram utilizados o erro-padrão de estimativa (EPE) (Eq. 1) e erro-padrão de estimativa ajustado (EPEA) (Eq. 2), como também seus respectivos coeficientes de determinações (R^2).

$$EPE = \left(\frac{\sum (Y_i - Y_m)^2}{n - 1} \right)^{0,5} \quad (1)$$

Onde: EPE = erro-padrão de estimativa; Y_i = evapotranspiração estimada pelo método (mm.d^{-1}); Y_m = evapotranspiração medida no Penman-Monteith-FAO (mm.d^{-1}); e n = número total de observações.

$$EPEA = \left(\frac{\sum (Y_{ic} - Y_m)^2}{n - 1} \right)^{0,5} \quad (2)$$

Onde: EPEA = erro-padrão de estimativa ajustado; e Y_{ic} = evapotranspiração estimada pelo Método, corrigida pelos coeficientes da regressão linear (mm.d^{-1}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a variação da ETo média mensal ao longo do período de estudo para o município de Iguatu (CE), na qual se pode observar um mesmo comportamento nas ETo estimadas pelas diferentes metodologias, com um decréscimo da ETo nos meses de Março, Abril e Maio e uma elevação a partir do mês de Junho. O modelo PM-ASCE foi o que mais se aproximou do Padrão Penman-Monteith FAO 56, tal fato pode ser associado os princípios físicos envolvidos em ambos os modelos (balanço de radiação e os efeitos aerodinâmicos). O modelo de estimativa da ETo FAO-Penman corrigido (FAO-24Pn), apresentou um comportamento de superestimativa em relação ao modelo-padrão de Penman-Monteith parametrizado pela FAO, devido principalmente ao fator de ajustamento c que é baseado nas condições locais de clima. O modelo de estimativa da evapotranspiração de referência, baseado no Tanque Classe A (FAO Pan) foi o que apresentou a maior dispersão relação ao modelo Padrão (PM-FAO56), ou seja, o modelo subestimou no período chuvoso de janeiro á junho, e

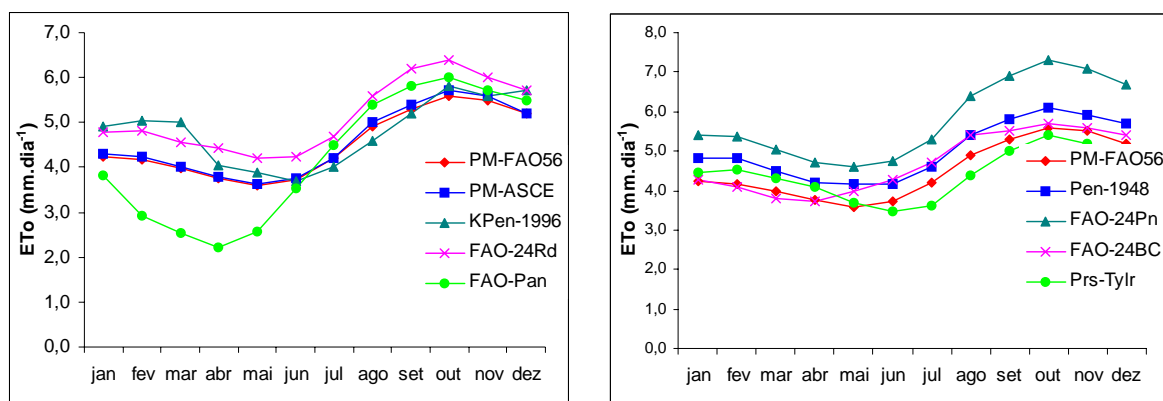


Figura 1. Evapotranspiração média mensal estimada por diversos métodos para o município de Iguatu-CE.

superestimou para o período seco (julho a dezembro). Atribui-se a esse fato a ETo do tanque depender muito do poder evaporante do ar e da advecção

Os gráficos das regressões dos diferentes modelos de determinação da ETo mensal em relação ao método de Penman-Monteith FAO 56, estão apresentados na Figura 2. De acordo com a referida Figura, os modelos Tanque Classe A (FAO-Pan), Priestley & Taylor (Prs-Tylr) e Kimberly Penman (KPen-1996) não apresentaram bons resultados com os coeficientes de correlação (R^2) inferiores a 70%. Enquanto que as comparações dos demais métodos com PM-FAO56 foram satisfatórios, pois apresentaram coeficientes de correlação superiores a 70%.

Analisado a Tabela 1, podemos observar que o método FAO-24Pn apresentou uma superestimativa da evapotranspiração de referência em relação ao PM-FAO56 em torno de 26% e de 30% para o mês de maior demanda. Segundo Sedyama (1996) esse comportamento foi observado em diversas regiões do globo. Enquanto que o método Tanque Classe A subestimou ETo quando

Tabela 1-Sumário das estatísticas dos métodos de estimativa da ETo para todos os meses e para o mês de maior demanda e a classificação ('rank') dos métodos..

Todos os Meses								
	PM-ASCE	KPen-1996	Pen-1948	FAO-24Pn	FAO-24Rd	FAO-24BC	FAO-Pan	Prs -Tylr
%	101	101	109	126	113	102	92	98
EPE	0,21	0,74	0,64	1,33	0,88	0,47	2,36	0,70
EPEA	0,04	0,48	0,42	1,2	0,59	0,12	0,39	0,1
Mês de Pico								
	PM-ASCE	KPen-1996	Pen-1948	FAO-24Pn	FAO-24Rd	FAO-24BC	FAO-Pan	Prs -Tylr
%	101	97	111	130	116	103	115	100
EPE''	0,24	0,53	0,83	1,90	1,17	0,63	2,51	0,75
EPEA''	0,05	0,16	0,60	1,69	0,93	0,16	0,87	0
POND	0,16	0,48	0,63	1,45	0,88	0,39	1,79	0,50
RANK	1	3	5	7	6	2	8	4

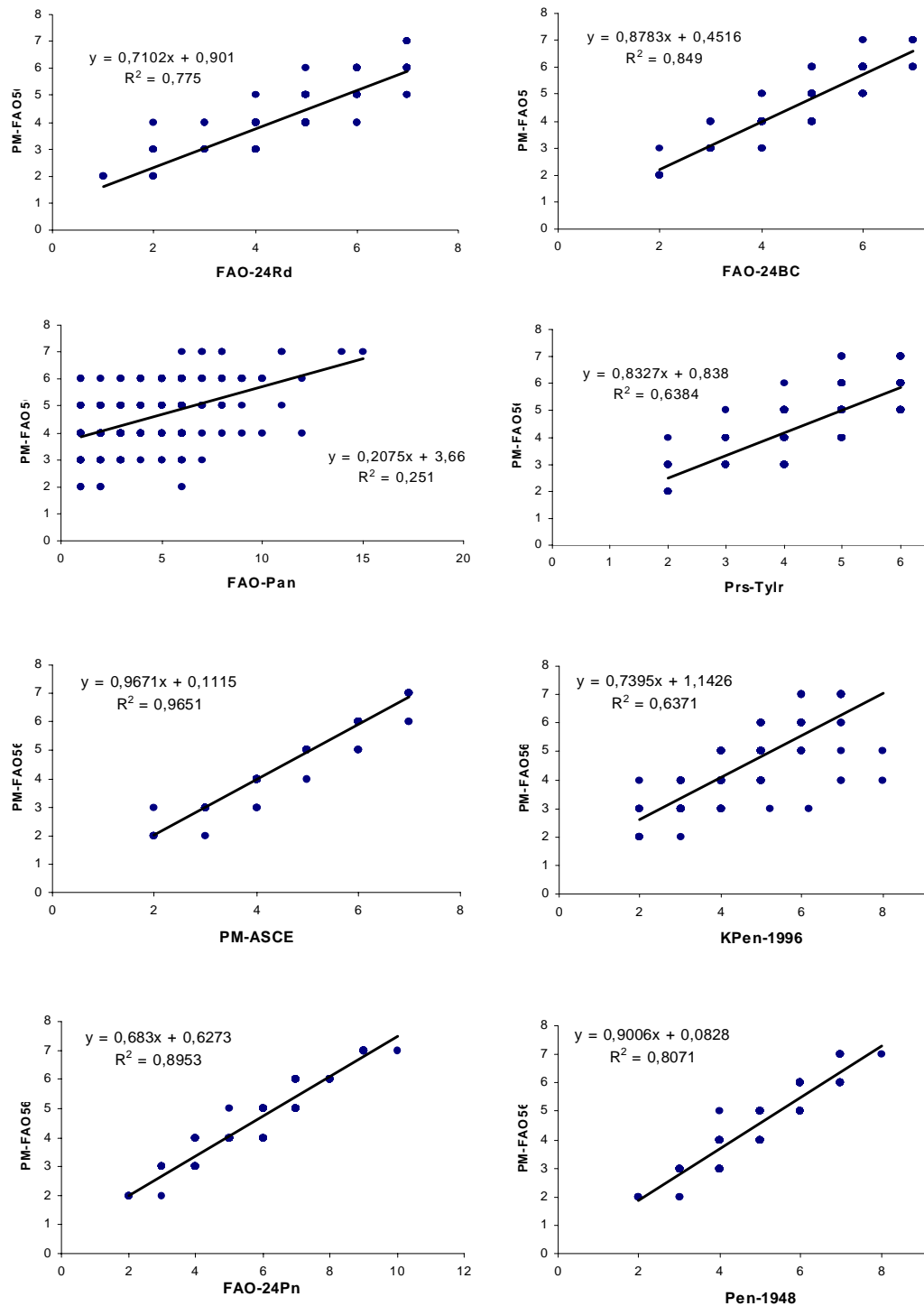


Figura 2. Análise de regressão entre os valores da ETo (mm.d⁻¹) estimados pelos diversos modelos e os valores estimados pelo método de referência de PM-FAO56, para município de Iguatu.



comparado ao método padrão. Na Tabela 1 são apresentados valores do erro-padrão da estimativa (EPE), erro-padrão da estimativa ajustado (EPEA), como também o erro-padrão da estimativa para o mês de maior demanda (EPE'') e o erro-padrão da estimativa ajustado (EPEA'') e a classificação baseada no "ranking" dos métodos, para os elementos meteorológicos medidos.

A ordem de classificação dos métodos de estimativa da ETo foi feita com base nos valores do EPE e do EPEA, também foi analisado os valores de EPE'' e nos valores de EPEA''. O método FAO-24Pn, com base nas médias mensais da ETo, foi o que apresentou os maiores valores para os coeficientes estatísticos analisados (Tabela 1), seguindo do método Tanque Classe A. Enquanto que os métodos PM-ASCE e FAO-24BC foram os que apresentaram os melhores resultados para a estimativa da ETo mensal

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que os valores estimados pelo método de PM-ASCE e FAO-24BC são os que melhor se ajustam ao modelo padrão de Penman-Monteith FAO 56.

Recomenda-se o modelo de Blaney-Creddie parametrizado pela FAO por ter menos parâmetros para estimativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- CARDOSO, G.B.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; SOUSA, V.F.; SOUZA, F. Determinação da ET de referência pela razão de Bowen com psicrômetros instalados a diferentes alturas. Fortaleza: **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.1, p.16-23., 2005.
- PEREIRA, A. R.; NOVA, N. A. V.; SEDYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. 183p., il.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. i-xii, 1996.
- SORIANO, B.M.A., PEREIRA, A.R. Estimativa da evapotranspiração de referência para a sub-região Nhecolândia, pantanal mato-grossense. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 123-129, 1993.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DA GOIABA (*Psidium guajava* L.) NA UNIDADE EXPERIMENTAL BARBALHA, CEARÁ, BRASIL

BEZERRA, J. S.¹; SALES, J. C. DE²; OLIVEIRA, A. C. M. DE²;
SILVA, E. J.³; SOUSA, G. G.⁴ & ISIDRO, R.²

¹Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação, graduando em Ciências Biológicas, URCA, Rua Lavras da Mangabeira, 896, Seminário, Crato, CE CEP: 63100-000. Fone: (88) 9604-4763. e-mail: a-julliana@hotmail.com.

²Prof. Doutorando, Curso de Recursos Hídricos / Irrigação, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte/ CE;

³Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, Fortaleza.;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas – CCA/UFC, Fortaleza.;

RESUMO: O trabalho teve a finalidade de avaliar a qualidade da água de irrigação no cultivo de goiaba na Unidade Experimental da Faculdade de Tecnologia CENTEC Cariri - EMBRAPA de Barbalha-CE, cujos parâmetros analisados foram relacionados com a quantificação físico-química, salinidade e toxicidade, conforme padrão de concentração dos elementos descrita pelo manual FAO-29. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Águas e Efluentes (LAE) - CENTEC Cariri. Quanto às condições da qualidade da água em questão, os parâmetros encontram-se dentro dos padrões físico-químicos, salinidade, toxicidade de íons e outros recomendados.

Palavras chave: Irrigação, água, goiaba.

WATER QUALITY IN THE SPRINKER IRRIGATION SYSTEM FOR IN THE CULTURE OF GUAVA IN BARBALHA, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The work had the purpose to evaluate the efficiency of the water of irrigation in the culture of guava, in the Experimental Unit of the College of Technology CENTEC Cariri - EMBRAPA of Barbalha-CE. The parameters analyzed had been related with the quantification physicist-chemistry, salinity and toxicity, as standard of concentration of the elements described for manual FAO-29. The analysis had been carried through in the Laboratory of Analyses Water Physicist-chemistries and Efluentes (LAE) - CENTEC Cariri. As to the conditions of the quality of the water in question, the parameters are within the physicist-chemistries, salinity, toxicity of ions standards.

Key words: Irrigation, water, guava.



INTRODUÇÃO

A região do Cariri Cearense encontra-se localizada em uma região de constante recarga do lençol freático, explorado para abastecimento das cidades da região e também na irrigação, dentre outras atividades. Dado o uso da irrigação na cultura da goiaba, devem-se considerar os aspectos da água relacionados com a quantidade necessária e qualidade desejada. Embora a qualidade da água seja definida por suas características físicas, químicas ou biológicas; para a irrigação do experimento, de um modo geral, a qualidade da água foi analisada em função dos principais elementos físico-químicos e suas concentrações. A intensidade de acumulação de sais no solo é influenciada pela qualidade da água. Águas provenientes de irrigação contêm misturas de sais de origem natural, conseqüentemente, os solos irrigados encerram mistura similar, e geralmente com concentrações mais elevadas. A medida que a água se modifica para valores com restrições, o controle da salinidade torna-se mais difícil e sua proporção pode afetar diretamente no rendimento geral da cultura. Este trabalho objetivou determinar as características qualitativas das águas utilizadas na irrigação da goiabeira (*Psidium guajava* L.), com base em características físico-químicas e relações entre elas, como: potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, condutividade elétrica (CE), temperatura (T), dureza (CaCO_3), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloretos (Cl), sódio (Na), potássio (K), sólidos totais dissolvidos (STD), nitrogênio amoniacal (N), nitrato (NO_3^-), carbonato (CO_3^{--}), bicarbonato (HCO_3^-), fósforo total (P) e ferro (Fe).

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas de água para análise foram realizadas no Campo Experimental do CENTEC em Barbalha – Ceará, localizado em região de clima semi-árido quente, temperatura média anual 30°C e precipitação média anual de 1.160 mm. Geograficamente, a área apresenta as coordenadas $7^\circ 19' \text{ S}$ de latitude, $39^\circ 18' \text{ W}$ de longitude e 409,03m de altitude, com uma subárea de aproximadamente 0,507 ha, cultivados com goiaba da variedade Paluma em estágio de frutificação, utilizando um sistema de irrigação do tipo microaspersão com fileira única (tubulações PVC), espaçados 6,00 x 5,00 m com um (1) emissor por planta. Para a realização das coletas, foram utilizados recipientes de polietileno com capacidade de um litro, lavados, esterilizados e identificados devidamente, objetivando resultados precisos nas determinações dos respectivos parâmetros. Para a análise efetiva de fósforo, os recipientes foram imersos em solução de HCL (ácido clorídrico). As coletas ocorreram em intervalos de tempo de quinze (15) a vinte (20) dias, sendo quantificadas seis (6) coletas no total do período. As análises para avaliação da qualidade da água na irrigação, foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Águas e Efluentes (LAE) - CENTEC Cariri, conforme metodologias da tabela 1 e classificadas de acordo com metodologias da FAO-29 (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os padrões de classificação da FAO-29 e os resultados médios obtidos (Tabela 2), as medidas das temperaturas apresentaram valores normais entre 26°C e 31°C, que apresentaram condições proporcionais a reações bioquímicas com mínima interferência na solubilidade dos gases presentes na água. O pH variou de 6,2 a 6,7, conforme a classificação de pH, estes resultados indicam um ótimo valor de concentração hidrogeniônica, satisfatória à prática da irrigação dadas às condições de solo-água-planta. A alcalinidade das amostras apresentou boa classificação. A alcalinidade, o pH e o teor de gás carbônico estão inter-relacionados (Sperling, 1996); portanto, os valores encontrados destes parâmetros não representam risco de corrosão às tubulações. Em relação à dureza, os resultados mostraram valores entre 150 e 200 mg L⁻¹ de CaCO₃, classificada como uma água dura (entre 150 e 300 mg L⁻¹ de CaCO₃ - FAO), assim, a combinação entre dureza e altas temperaturas poderiam causar incrustações nas tubulações, originando maior precipitação dos sais dissolvidos. No entanto, como dureza e temperatura mantiveram a normalidade, não se constataram riscos de incrustação nas tubulações. No uso da água para a irrigação, avaliamos a influência de fatores de sodificação do solo, utilizando o índice de RAS (Relação de Adsorção de Sódio) representados pela relação de cálcio, sódio e magnésio. De conformidade com os resultados apresentados pelas análises, temos os valores entre 0,85 e 2,7 meq L⁻¹ de cálcio, 0,85 e 1,45 meq L⁻¹ de magnésio, e 0,019 meq L⁻¹ de sódio, de modo que em cinco (5) das seis (6) coletas, o sódio não foi detectado. Nestas concentrações a RAS (conforme tabela 3) assumiu um valor de 0,014 meq L⁻¹, podendo ser classificada como água de qualidade do tipo A, descrita na Tabela 4, caracterizando um solo com baixo risco de diminuição de permeabilidade da água. Em geral, a forma solúvel do ferro e manganês na presença de ar atmosférico pode causar alterações físicas na cor da água, entretanto, estão mais presentes na forma insolúvel. A amostra da água de irrigação do experimento não apresentou coloração, e a análise química comprovou que este parâmetro está ausente na maior parte das amostras, apresentando apenas o valor de 0,03 mg Fe L⁻¹ na 3ª coleta. A análise de cloretos detectou valores entre 0,7 e 1,8 meq L⁻¹, classificados dentro da normalidade conforme FAO-29. Em relação ao nitrogênio amoniacal, apenas uma das amostras apresentou 0,046 mg L⁻¹, indicando que a mesma estava dentro dos parâmetros permitidos para a água destinada à irrigação. A ausência de nitrogênio na forma orgânica ou de amônia descartou a possibilidade de poluição recente. Uma das principais origens natural do Fósforo é proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. Segundo os resultados obtidos; apenas em uma das seis amostras foi verificada a presença do fósforo (0,0014 mg L⁻¹) e potássio (0,0025 meq L⁻¹), o que é justificado por se tratar de um manancial do tipo poço profundo. Os valores médios do potássio e fósforo estão classificados dentro dos critérios normais recomendados pela FAO-29 para água de irrigação. Para bicarbonatos os valores encontrados estavam na faixa de 0,053 a 0,075 meq L⁻¹, constatando sua normalidade, que segundo FAO-29, os valores normais para bicarbonatos



Tabela 1: Parâmetros utilizados para análises de água e suas metodologias.

Parâmetros	Unidade	Referência	Metodologia
Temperatura	°C	APHA, 1995	Termômetro Filamento de Mercúrio
Cond. Elétrica	Ms / cm	APHA, 1995	Eletrométrico
Pot. Hidrogeniônico	-	APHA, 1995	Eletrométrico
Alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	APHA, 1995	Titulométrico com H ₂ SO ₄
Cálcio	meq/L	EMBRAPA, 1979	Volumétrico de EDTA
Dureza	mgCaCO ₃ /L	APHA, 1995	Titulométrico com EDTA
Magnésio	meq/L	EMBRAPA, 1979	Volumétrico de EDTA
Cloretos	meq/L	APHA, 1995	Argentométrico
Sódio	meq/L	APHA, 1995	Fotométrico
Potássio	mg/L	APHA, 1995	Fotométrico
Ferro	mgFe/L	APHA, 1995	Colorimétrico da Fenantrolina
Fósforo total	Mg P/L	APHA, 1995	Espectrofotométrico da fenantrolina
Carbonato	meq/L	RICHARDS, 1954	Titulométrico com H ₂ SO ₄
Bicarbonato	meq/L	RICHARDS, 1954	Titulométrico com H ₂ SO ₄
Nitrog. Amoniacal	mg /L	APHA, 1995	Nesslerização Direta
Nitrato	mg /L	APHA, 1995	Salicilato de Sódio
Sól.Tot. Dissolvidos	mg /L	APHA, 1995	Gravimétrico

Tabela 2: Resultados médios obtidos pelas amostras.

Análise	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta	6ª Coleta
T	26,2	28,0	28,0	28,76	31,6	28,0
CEa	0,33	0,47	0,48	0,37	0,64	0,44
pH	6,41	6,5	6,29	6,71	6,75	6,65
Alcalinidade	163,4	170,0	164,0	114,83	115,0	115,0
Dureza	200,33	169,6	184,0	168,55	150,66	166,03
Cálcio	2,7	2,1	1,01	0,85	1,04	0,98
Magnésio	0,90	0,85	1,45	1,36	1,23	1,28
Potássio	0,0025	-	-	-	-	-
Sódio	0,019	-	-	-	-	-
Cloretos	1,13	0,77	1,86	1,17	1,0	1,75
Amônia	ausente	0,046	ausente	ausente	ausente	ausente
Fósforo	0,0014	Ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Ferro	ausente	Ausente	0,03	ausente	ausente	ausente
Nitrato	0,34	0,35	0,42	0,31	0,054	0,32
Carbonato	ausente	Ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Bicarbonato	0,075	0,072	-	0,058	0,070	0,053
STD	264,75	130,0	272,0	168,5	280,0	278,0

Tabela 3: Fórmula para cálculo da Relação de Adsorção de Sódio (RAS), segundo Richards

$$RAS = Na / [(Ca + Mg) / 2]^{1/2}$$

Fonte: REICHARDT, 1990

Tabela 4: Classificação da água de acordo com a Relação de Adsorção de Sódio (RAS)

Índice de Sódio	RAS	Risco de diminuição de permeabilidade
A	< 3	Baixo
B	3 a 5	Médio
C	5 a 8	Alto
D	> 8	Muito alto

devem estar de 0 a 10 meq/L. Não foram encontrados indícios de carbonato nas amostras analisadas. O nitrato foi detectado em valores muito baixos, variando entre 0,054 e 0,42 mg L⁻¹. Considerando-se os valores 130 e 280 mg L⁻¹ encontrados nas amostras da água do experimento

para sólidos totais dissolvidos, a amostra estava dentro dos parâmetros normais determinados pela FAO-29 que deve ser de 0 a 2000 mg L⁻¹. Os sólidos totais dissolvidos assim como a condutividade elétrica da água (CEa), podem expressar o conteúdo de sais presentes na água, e seu baixo índice pode estar relacionado a sua origem. Pelos resultados obtidos nas análises, a condutividade elétrica da água apresentou-se entre 0,33 e 0,64 mS cm⁻¹; considerada, portanto, uma concentração baixa de sais da água para irrigação. O baixo índice de CEa pode ser usado como comprovação dos baixos valores de concentração de elementos físico-químicos presentes na água.

CONCLUSÕES

Quanto à água do poço profundo usado na irrigação das goiabeiras, pode-se dizer que a mesma não oferece risco de salinidade, toxicidade ou outros fatores negativos que foram levados em consideração neste estudo. Todos os parâmetros analisados encontram-se dentro dos critérios básicos exigidos para água de irrigação. Os parâmetros utilizados na qualidade de água de irrigação devem ser analisados em conjunto, pois as impurezas podem causar incrustações e corrosões nas tubulações, entupimento dos emissores, baixa eficiência de funcionamento do sistema, e dependendo dos compostos químicos presentes, podem causar reações adversas e alterar a qualidade dos corpos d'água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. João Pessoa: FAO. 1999. (estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.
- SILVA, E. J. da. **Qualidade da água usada para fertirrigação na cultura da goiaba no município de Crato-Ceará**. 2004. 80f. Graduação (Recursos Hídricos / Irrigação) - Instituto Centro de Ensino Tecnológico – Juazeiro do Norte, 2004.
- SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais: Segrac, 1996.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

COMPARAÇÃO ENTRE EQUAÇÕES EMPÍRICAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM DUAS LOCALIDADES NA BIO-REGIÃO DO CARIRI, CEARÁ, BRASIL

SALES, J. C. DE¹; KLAR, A. E²; LUCENA, E. M. P. de.³ & BORGES, A. M.⁴

¹Prof. Doutorando, Curso de Recursos Hídricos / Irrigação, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte – CE, CEP: 63100-000, Crato, CE. Fone: (88) 3566.4047. e-mail: julsales@fca.unesp.br.

²Prof. Doutor, Curso de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem, Universidade Estadual Paulista;

³Prof. Doutor, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará.

⁴Profª. Mestre, Curso de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte – CE.

RESUMO: A evapotranspiração de referência (ET_o) é uma componente muito importante na demanda de água em dimensionamento de sistemas de irrigação. O modelo de Penman-Monteith, mais complexo do que outras equações, recomendado oficialmente pela FAO, demanda muitos elementos meteorológicos em sua solução, dificultando sua aplicação. Justifica-se o desenvolvimento de métodos indiretos de estimação com precisão aceitável, de baixo custo e que seja de fácil obtenção. Este estudo foi realizado objetivando verificar a precisão dos métodos de estimativa de ET_o proposto por: Blaney-Criddle (1950), Hargreaves-Samani, Kharrufa (1985), Makking (1957), Priestley-Taylor (1972), e Hargreaves (1974) aplicando a equação de Penman-Monteith FAO (Allen et al., 1998) como padrão na comparação das equações. Na análise dos resultados foi aplicado um estudo estatístico de análise através da regressão linear e correlação entre as variáveis dos dados. Os resultados obtidos indicam que, nos municípios de Barbalha e Juazeiro do Norte, os métodos de Blaney-Criddle e Makking podem ser indicados para o cálculo da evapotranspiração de referência.

Palavras chave: perda de água, modelo, estimação.

OPTICAL COMPARISON OF EMPIRICAL EQUATION FOR ESTIMATION POTENCIAL EVAPOTRANSPIRATION IN TWO LOCALITIES IN BIO-REGION OF CARIRI, CEARA, BRAZIL

ABSTRACT: The reference evapotranspiration (ET_o) is one very important component in the water demand in sizing of irrigation systems. The model of Penman-Monteith, more complex than other equations, recommended officially by FAO, demand many meteorological elements in its solution, making it difficult its application. The development of indirect methods of esteem with acceptable precision is justified, of low cost and that and easy attainment. The purpose of this study was to evaluate the precision of the methods for estimating ET_o considered by Blaney-Criddle (1950), Hargreaves-Samani, Kharrufa (1985), Makking (1957), Priestley-Taylor (1972), e Hargreaves (1974),

being applied the equation of Penman-Monteith as standard in the comparison of the equations. A statistical study of analysis through the linear regression was applied, correlation between the variable of the data. The gotten results indicate that, in the cities of Barbalha and Juazeiro do Norte, the methods of Blaney-Criddle e Makkink may be recommended.

Key-words: loss of water, model, estimating.

INTRODUÇÃO

Existem grandes áreas no globo terrestre que apresentam quantidades expressivas de precipitação durante uma estação, e falta de água noutra. Estas áreas apresentam suprimento relativamente abundante de água no período chuvoso e nelas podem ser produzidas mudanças nas condições hídricas dos solos no período seco, através do uso de irrigações no momento e na quantidade adequada. O Ceará tem mais de 90% de seu território encravado no semi-árido, que se caracteriza pela distribuição irregular das chuvas no espaço e no tempo, ou seja, a cada inverno chove quantidades variáveis que são diferentemente distribuídas nas várias regiões. Em um projeto de irrigação, diversas variáveis são importantes quando se deseja o uso racional da água, porém, a estimativa de consumo de água pelas culturas, assume grande destaque, na medida em que se busca maximizar a produção e minimizar os custos. Desse modo, conhecer e quantificar a evapotranspiração de referência, da forma mais precisa possível, proporcionará a possibilidade de se estimar o volume e a intensidade de água a aplicar em uma comunidade vegetal, resultando na otimização do uso dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi averiguar a acurácia de seis (06) equações empíricas: Blaney-Criddle (1950), Hargreaves-Samani, Kharrufa (1985), Makkink (1957), Priestley-Taylor (1972), e Hargreaves (1974), comparadas com a equação de Penman-Monteith, recomendadas como modelo padrão pela FAO (Allen et al., 1998). Na verificação da aplicabilidade regional dos dados, foram utilizados dados do período de 1979-1988 para a localidade Barbalha e 1978-1987 para Juazeiro do Norte, Estado do Ceará.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se uma série de dados meteorológicos do período de 1979 a 1988 para o município de Barbalha (latitude 7°19'S, longitude 39°18'W e altitude 409 m) e de 1978 a 1987 para Juazeiro do Norte (latitude 7°21'S, longitude 39°16'W e altitude 377 m), ambas localizadas na Bio-região do Cariri-região localizada no sul do Estado do Ceará. Os dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa, insolação e velocidade do ar foram obtidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará. A equação de Penman-Monteith para calcular a evapotranspiração de referência pode ser expressa pela equação (1). Esses cálculos seguem o procedimento recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) (Allen et al., 1998). O método de Penman-Monteith é uma equação complexa que requer temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, insolação e dado da velocidade do vento. Então, a equação de Penman-Monteith foi utilizada para comparar as



equações empíricas selecionada. A evapotranspiração de referência mensal foi estimada usando os métodos desenvolvidos por Blaney-Criddle (1950), Hargreaves-Samani, Kharrufa (1985), Makking (1957), Priestley-Taylor (1972), e Hargreaves (1974) e, respectivamente conforme Tabela 1. Os métodos de Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Makking e Hargreaves foram determinados usando o programa Sistema de Estimativa da Evapotranspiração - SEVAP (Departamento de Ciências Atmosféricas, do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG), enquanto os métodos de Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani e Kharrufa foram determinados através do uso da planilha do Excell. A evapotranspiração potencial foi estimada usando varias equações empíricas e foram comparadas com a equação de Penman-Monteith. A fim de estabelecer um critério ótimo na avaliação dos dados, considerou-se o índice de ajuste do coeficiente de Pearson ou coeficientes de determinação (R^2) e o índice de correlação (R) que foram calculados através dos programas STAT e ASSISTAT respectivamente.

Tabela 1. Modelos de equações de sete métodos selecionados para estimar a evapotranspiração de referência.

Método	Approach	Equação	
Penman-Monteith - PM	Combinado	$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900 U_2}{T + 273} \right) (e_s - e_0)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$	1
Blandey-Criddle - BC (1950)	Temperatura	$ET = kp (0,46T + 8,13)$	2
Hargreaves-Samani- HGS (1985)	Temperatura	$ET = aR_a T D^{1/2} (T + 17,8)$	3
Kharrufa – KF (1985)	Temperatura	$ET = 0,34pT^{1,3}$	4
Makkink – MK (1957)	Radiação	$ET = R_s (0) + (0) + 0,12$	5
Priest-Taylor- PT (1972)	Radiação	$ET = \forall W(R_n - G)/8$	6
Hargreaves - HG (1975)	Temperatura	$ET = 0,0023(T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a$	7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi estimar o parâmetro ótimo das equações empíricas da evapotranspiração de referência em Barbalha e Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. Os valores de evapotranspiração de referência (ET_0) foram estimados através da equações (2), (3), (4), (5), (6) e (7), respectivamente conforme Tabela 1, em que foram comparados com a equação de Penman-Monteith (equação 1). Visualiza-se nas Figuras 1 e 2 a variação mensal das médias de evapotranspiração de referência, onde se verifica que para os município de Barbalha os modelos de MK, PT e HG superestimam PM em todo o período, enquanto HGS superestima nos cinco primeiros meses do ano, subestima em junho, julho e agosto e volta a superestimar no restante

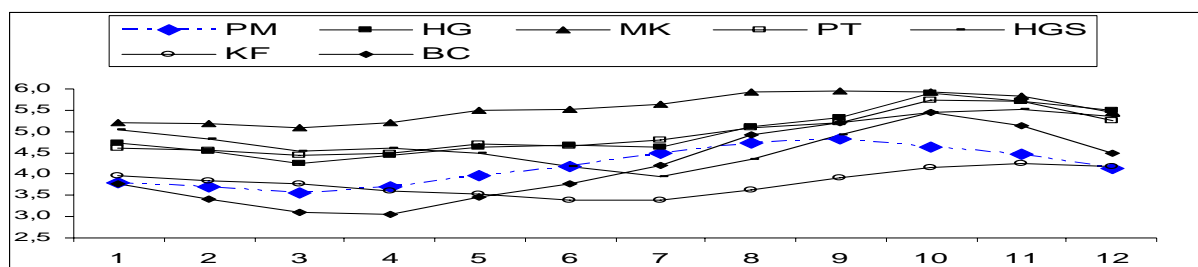


Figura 1. Valores médios mensais de evapotranspiração de referência para a localidade de Barbalha, período de 1979-1988 (a linha tracejada indica o método FAO Penman-Monteith).

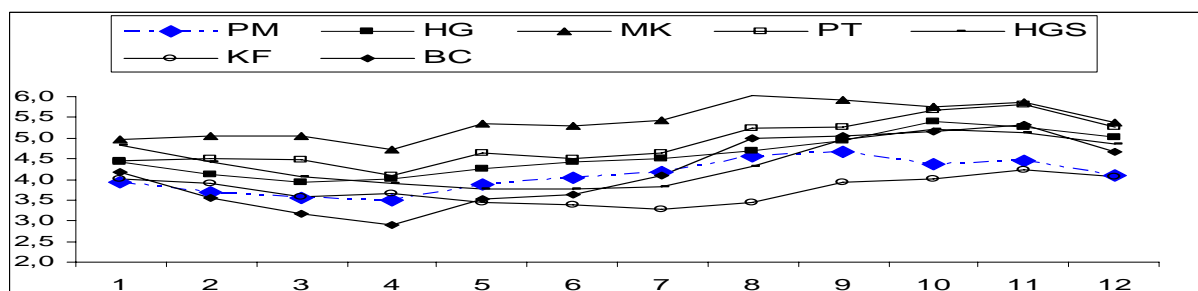


Figura 2. Valores médios mensais de evapotranspiração de referência para a localidade de Juazeiro do Norte, período de 1978-1987 (a linha tracejada indica o método FAO Penman-Monteith).

do período. O modelo de KF superestima nos três primeiros meses, subestima de maio a novembro e volta a superestimar em dezembro. Observa-se que BC subestima PM nos sete primeiros meses do ano, e superestima nos demais meses do período. Para o município de Juazeiro do Norte, observa-se o mesmo comportamento apresentado em Barbalha para MK, PT e HG, enquanto HGS superestima nos quatro primeiros meses do ano, subestima em maio, junho, julho e agosto e volta a superestimar no restante do período. O modelo de KF superestima nos quatro primeiros meses, e subestima o restante do ano. Observa-se que BC superestima PM em janeiro, subestima de fevereiro a julho, e superestima o restante do ano. Os valores da evapotranspiração de referência obtidos das seis (6) equações empíricas tiveram seus valores recalibrados através de critérios de métodos estatísticos, onde foram comparados com a equação de Penman-Monteith. A comparação dos valores da evapotranspiração de referência das equações utilizadas neste estudo indica que os modelos de Hargreaves-Samani e Kharrufa não devem ser recomendados para serem utilizados no cálculo da evapotranspiração de referência nestas localidades. Os resultados dos coeficientes de determinação (R^2) dos modelos de Prisestley-Taylor e Hargreaves não apresentaram bons resultados, enquanto o coeficiente correlação (R); apresentou um melhor ajuste. Já os resultados obtidos com os modelos de Blaney-Criddle e Makkink, mostraram um ótimo desempenho tanto em relação à regressão quanto à correlação (Tabela 2).



Tabela 2. Valores dos parâmetros estatísticos dos seis métodos selecionados.

Método	Barbalha		Juazeiro do Norte	
	R ²	R	R ²	R
Blandey-Criddle - BC	0,8243	0,91	0,8593	0,93
Hargreaves-Samani - HGS	ns	ns	ns	ns
Kharrufa - KF	ns	ns	ns	ns
Makkink – MK	0,9555	0,98	0,9006	0,95
Priest-Taylor – PT	0,5616	0,75	0,6778	0,82
Hargreaves - HG	0,5132	0,72	0,6900	0,83

CONCLUSÕES

De acordo com os dados utilizados e com as condições consideradas, o presente estudo permitiu comparar o resultado de seis (6) diferentes modelos utilizadas para estimar a evapotranspiração de referência com o modelo de Penman-Monteith, nos municípios de Barbalha e Juazeiro do Norte na Bio-região do Cariri, Estado do Ceará, Brasil. Dois critérios estatísticos foram aplicados para testar o melhor modelo que poderia ser utilizado nestas localidades. Com relação aos modelos utilizados, recomendamos estimar a evapotranspiração potencial quando os parâmetros originais forem ajustados. O estudo comparativo dos modelos também mostrou que as equações de Hargreaves-Samani e Kharrufa não devem ser utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência nestas localidades. Os coeficientes de determinação (R^2) dos modelos de Priestley-Taylor e Hargreaves não foram bons, enquanto os coeficientes correlação (R) apresentaram um melhor resultado. Os resultados dos modelos de Blandey-Criddle e Makkink mostraram um ótimo desempenho tanto em relação à regressão quanto à correlação, podendo ser indicados para estimar a evapotranspiração de referência nestas localidades do Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BLANEY, H.F.; CRIDDLE, W.O. **Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data**. Washington: USDA Soil Conservation Service, 1950. 48p. Technical Paper n.96.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z. **Reference crop evapotranspiration from temperature**. Journal of Applied Engineering in Agriculture, St Joseph, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- KHARUFA, N.S. **Simplified equation for evapotranspiration in arid regions**. Beiträge zur Hydrologie, Kirchzarten, Sonderheft 5.1, p.3947, 1985.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MARACUJÁ PARA REGIÃO DO VALE DO CURU¹

SOUZA, M. DO S. M. DE²; BEZERRA, F. M. L.³; SILVA, C. R. DA⁴;
RABELO FILHO, M. A.²; NASCIMENTO, R. S.⁵ & SOUSA, A. E. C.²

¹Trabalho extraído da dissertação do primeiro autor defendida na UFC

²Mestre em Irrigação e Drenagem, UFC, Fortaleza, CE, Caixa Postal 12.168, CEP: 60455 – 760, (089) 9402.6241. E-mail: socorro_30@yahoo.com.br

³Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁴Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrônômica, UFPI, Bom Jesus, PI

⁵Prof. Depto, Engenharia Florestal, UFPI, Bom Jesus, PI

RESUMO: Com o objetivo de estimar a evapotranspiração (ET_c) e o coeficiente de cultivo (kc) do maracujá, o experimento foi conduzido na Fazenda experimental Vale do Curu – CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará, UFC, localizado no município de Pentecoste - CE, durante o período de maio de 2004 a fevereiro de 2005. A evapotranspiração foi estimada através da lei da conservação de massas, na forma do balanço hídrico em um volume de controle com a profundidade de 0,60 m. O período do balanço hídrico foi de 296 dias após o transplante (DAT). Os resultados mostraram um crescimento variável da evapotranspiração acumulada durante o ciclo do maracujazeiro, isto é, 1.489,3 mm para a tensão de 35 kPa. A evapotranspiração diária foi de 5,81 mm dia⁻¹. Os valores médios de coeficientes de cultivo obtidos foram de 1,09 usando a equação de Penman-Monteith (FAO) e 0,88 para o Tanque Classe “A”.

Palavras chave: *Passiflora edulis*, balanço hídrico, Tanque Classe “A”.

EVAPOTRANSPIRATION OF PASSION FRUIT FOR CURU VALLEY REGION

ABSTRACT: Aiming to estimate the evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) of passion fruit, the experiment was developed at the experimental farm “Vale do Curu” of Federal University of Ceará – UFC in Pentecoste County Brazil, during May 2004 and February 2005. The evapotranspiration was estimated through the law of conservation of masses using the water balance in a controlled volume of soil at 0.60 m depth. The period of the water balance was 296 days after transplanting (DAT). The results showed a variable increase on accumulated evapotranspiration during passion fruit plant cycle, i.e., 1489.3 mm for the tension 35 kPa. The daily average evapotranspiration was 5.81 mm day⁻¹. The average values of crop coefficient were obtained were 1.09 for Penman-Monteith (FAO) and 0.88 for Class “A” tank.

Key-words: *Passiflora edulis*, water balance, class “A” tank.



INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma cultura típica de países tropicais, os quais são responsáveis por aproximadamente 90% da produção mundial, destacando-se o Brasil como o maior produtor. Já no ano de 2000, a área colhida no Brasil foi de 33,4 mil hectares, tendo como os maiores produtores os Estados da Bahia, São Paulo, Sergipe, Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo, Ceará, Pará, Rio de Janeiro e Alagoas (Agrianual, 2005).

A produção e comercialização mundial de frutas encontram-se em uma fase de grande expansão, em função dos progressos tecnológicos atingidos em nível de produção e pós-colheita. Soma-se a estes fatores os avanços obtidos nos setores de transporte marítimo e meio de comunicação que favoreceram as transações de produtos hortifrutícolas.

Manejar a irrigação significa monitorar indicadores que determinem a quantidade de água aplicada e o momento certo de se irrigar. Os indicadores mais comuns nessa ocasião são: umidade e tensão de água no solo. Existem muitos métodos utilizados na determinação ou estimativa destes indicadores, no entanto, os métodos mais comuns são: o uso de tensiômetros e o método gravimétrico (Aguiar & Silva et al., 2005).

Silva (2001), trabalhando com a cultura do maracujá amarelo relatou que nos estádios fenológicos formação da cultura, floração – frutificação e maturação dos frutos próximos de 1,0.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar a evapotranspiração de cultura para diferentes fases fenológicas da cultura do maracujá, nas condições da região do Vale do Curu – CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fazenda Experimental do Vale do Curu (FEVC) da Universidade Federal do Ceará, em Pentecoste, CE (3°45'S; 39°15' W) durante o período de março de 2004 a fevereiro de 2005. Para tanto, utilizou-se a cultura do maracujá, cultivar Redondo Amarelo.

O solo da área foi classificado como Neossolo Flúvico, textura arenosa (EMBRAPA, 1999). O experimento foi instalado numa área de 3780 m² (108 m x 35 m). A semeadura foi realizada em sacos de polietileno e o transplante ocorreu com 39 dias após a semeadura em covas de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, dispostas no espaçamento de 4,0 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras. Foram instaladas quatro baterias de tensiômetros com manômetros de mercúrio nas profundidades de 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m para definir o dia da irrigação (tensiômetros a 0,10 m) e quantificar a lâmina de irrigação (tensiômetros a 0,10; 0,30 e 0,50 m). A tensão da água no solo para reinício das irrigações foi de 35 kPa.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento, constituído por 14 linhas distanciadas entre si de 2,5 m, com três gotejadores por planta com vazão média de 8,41 L h⁻¹ para uma pressão de serviço de 100 kPa. A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida pelo método do balanço hídrico para a camada de solo 0 – 0,60 m pela contabilização da irrigação,

da variação do armazenamento, da drenagem profunda ou ascensão capilar. O coeficiente de cultivo (k_c) foi obtido pela relação $k_c = ET_c/ET_o$ sendo, ET_o a evapotranspiração de referência, estimada pelos métodos: Tanque Classe “A” e Penmam-Monteith FAO. Os valores dos coeficientes de cultivos foram obtidos a partir do 48 dias após o transplântio (DAT) e estendeu –se até os 296 DAT, compreendendo os estádios fenológicos vegetativo (60 DAT), formação da cultura (61 a 120 DAT) e floração–frutificação (a partir dos 120 DAT).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração da cultura do maracujá, bem como os demais componentes do balanço hídrico durante o período de maio de 2004 a fevereiro de 2005, são apresentados na Figura 1. A variação do armazenamento da água no perfil do solo (VARM) mostrou-se valores variados na amplitude de -13,97 a 18,94 mm no decorrer do perfil seguiram o volume que saiu no sistema no decorrer dos subperíodos da cultura, essas diferenças de dias de cada subperíodos, sendo mais acentuada no estágio de floração–frutificação o que vem constatar que as irrigações foram aplicadas em período de baixa umidade e em outros onde havia umidade alta do solo. Já a lâmina total de água aplicada durante os 296 dias após transplântio de estudo, através da irrigação, atingiu 1.627,2 mm.

Com relação à drenagem profunda (DRE), tem-se que os seus valores mais elevados ocorreram nos subperíodos 243 e 123, com -8,76 e -25,23 mm, respectivamente. Reichardt et al. (1979), encontram valores de drenagem de -307 mm. Estudando o balanço hídrico na cultura da manga em um Latossolo Vermelho–Amarelo, Azevedo et al. (2003) encontraram valores de drenagem de -99,5mm. Cruz et al. (2005) também encontraram valores de drenagem de -72,4 mm em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com citros.

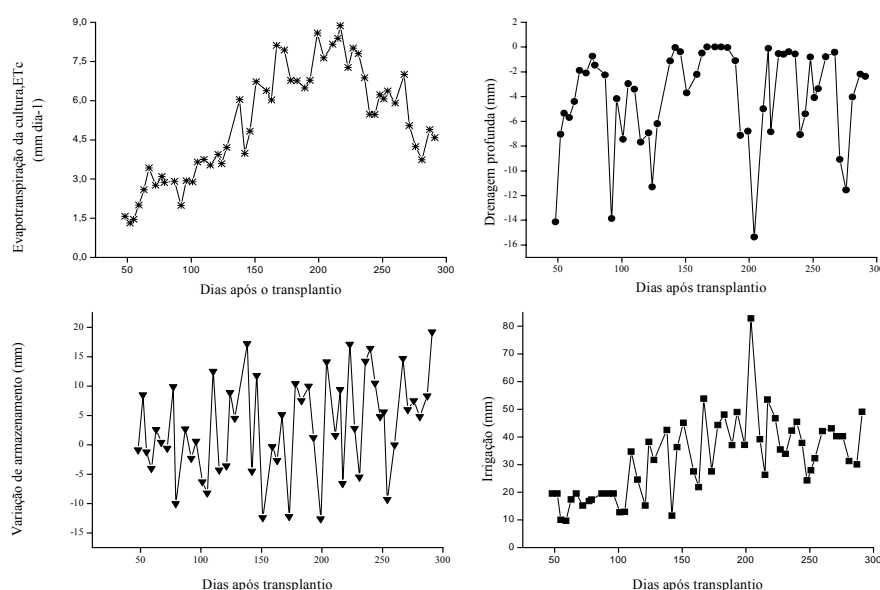


Figura 1. Componentes do balanço hídrico da cultura do maracujá na região do Vale do Curu, Pentecoste, CE.



A evapotranspiração da cultura em diversas fases fenológicas os valores estimados da evapotranspiração da cultura de acordo com o estágio fenológicos, elevando-se atingir valor máximo de $4,2 \text{ mm dia}^{-1}$ aos 96 DAT no estágio vegetativo. No período compreendido de 101 a 163 DAT, que equivale o estágio de formação da cultura, a ET_c média foi de $5,71 \text{ mm dia}^{-1}$ (Tabela1), e valores extremos foram observadas no início e no final do estágio presenteado uma tendência de aumento nos valores da ET_c com aproximação do final desse estágio. O estágio floração–frutificação foi o que apresentou maior valor da ET_c em comparação com as demais fases, com a média de $6,95 \text{ mm dia}^{-1}$.

Os valores médios dos coeficientes de cultivo k_c por estágios fenológicos estão contidos na Tabela 2. Observa-se que os mesmos não diferiram tanto entre si, porém apresentou ligeiramente superiores aos encontrados por Martins (1998) nos estágios fenológicos formação da cultura (0,60) e floração–frutificação (0,75).

Dessa forma, os valores $E1$, $E2$ e $E3$ foram 0,65, 1,13 e 1,25, respectivamente quando utilizou o método de PM. Considerando o período, tem-se um K_c médio de 1,09 e 0,88 primeiro e segundo, métodos, respectivamente. Pela Tabela 2, verifica-se que o valor do K_c obtido na média pelo método de PM, semelhante com K_c obtido por Silva (2001), utilizando o método de PM.

Tabela 1. Valores dos componentes do balanço hídrico do maracujá amarelo, nos estágios fenológicos vegetativo ($E1$), formação da cultura ($E2$) e floração – frutificação ($E3$) na tensão 35 kPa no Vale do Curu, CE, 2005

Período	Estádio	I	$\sum Q_{60}$ mm	ET_c	ET_c diária (mm dia^{-1})
27/05 – 19/07	$E1$	169,5	-18,6	164,1	2,99
20/07 – 24/09	$E2$	433,9	-27,4	422,4	5,71
25/09/04 – 06/02/05	$E3$	1023,9	-29,2	923,8	6,95
27/05/04 a 06/02/05		1627,3	-74,6	1489,3	5,81

Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de cultivo do maracujá nos estágios fenológicos, obtidos pelas ET_o do método Penmam – Monteith – FAO (PM) e Tanque Classe “A” (TCA) na região do Vale do Curu, Pentecoste, CE.

Estádios fenológicos	Duração	Coeficiente de cultivo (K_c)	
	DAT	PM	TCA
Vegetativo	39 a 100	0,65	0,69
Formação da cultura	101 a 162	1,13	0,92
Floração – frutificação	163 a 296	1,25	1,08
Média		1.09	0.88

CONCLUSÕES

A evapotranspiração total e média do maracujá foi 1.489,3 mm e 5,81 mm dia⁻¹, respectivamente para nível de tensão 35 kPa.

O maior consumo de água foi na fase fenológica de floração-frutificação, com valor médio de 6,95mm dia⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pelo o apoio financeiro para a execução do experimento, através do projeto de pesquisa Nº 470984/2003-1 – Avaliação de déficit hídrico e adubação potássica no desenvolvimento do maracujazeiro irrigado por gotejamento no Vale do Curu, CE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. Anuário de agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 409p
- AGUIAR E SILVA, M.A.; DE AZEVEDO, L. P.; SAAD, J.C.C. **Manejo da irrigação com base na umidade do solo**. Botucatu: FEHIDRO, 2005, p. 50-73.
- AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; SILVA, V. de P.R. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.58, n.3, p.241-254, 2003.
- CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P.L.; CARVALHO, L. A. de; ROCHA, G. C. Balanço de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular de uma planta de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n1, p. 1-10.2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 1999 412 p.
- MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* sins var. *flavicarpa* Deg) a lâmina de irrigação de irrigação e doses de adubação potássica**. Piracicaba, 2002. 80f. (Dissertação do mestrado). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz – USP.
- MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* sims f. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. Campos dos Goytacazes, 1998. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF-UERJ.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SAUNDERS, L.C.U.; CADIMAZ, A. Dinâmica da água em solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.1, p.1-5, 1979.
- SILVA, A. A. G. **Maracujá amarelo: aspectos relativos à fenologia, demanda hídrica e conservação pós-colheita**, 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP – USP, Botucatu, SP.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

BALANÇO HÍDRICO NO SOLO CULTIVADO COM DO FEIJÃO CAUPI¹

SOUZA, M. S. M DE²; BEZERRA, F. M. L.³; CAVALCANTE, Í. H. L.⁴ ;
CAVALCANTE, M. Z. B.⁴; NASCIMENTO, R. S.² & SOUSA, A. E. C.²

¹Trabalho extraído da monografia do primeiro autor defendida na UFC

²Mestre em irrigação e Drenagem, UFC, Caixa Postal 12.168, CEP 60455 – 760, Fortaleza, CE .(089) 9402-6241.e-mail: socorro_30@yahoo.com.br

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

⁴Mestre em produção vegetal,UNESP, Jaboticabal, SP

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o consumo da água do feijoeiro, durante diversos estádios de seu desenvolvimento. O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação/DENA/UFC. Um conjunto de quatro lisímetros de drenagem foi utilizado para a obtenção de evapotranspiração da cultura (ETc). Dados meteorológicos foram utilizados para estimativa da evapotranspiração de referencia (ETo), pelo método de Penmam–Monteith. O consumo de água pela cultura variou de 2,0 a 7,7 mm dia⁻¹, sendo o consumo para todo o ciclo igual a 337,4 mm.

Palavras chaves: evapotranspiração, drenagem profunda, lisímetro

WATER BALANCE IN A SOIL CULTIVATED WITH COWPEA BEAN

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the water consumption of cowpea bean during the different plant development stages. The experiment was conducted at the experimental area of the Hydraulics and Irrigation Laboratory/DENA/UFC, Brazil. Four drainage lysimeters were used to obtain crop evapotranspiration (ETc). Meteorological data were used to esteem evapotranspiration reference (ETo), by Penmam–Monteith method. The water consumption of bean varied from 2,0 to 7,7 mm day⁻¹, being the consumption during all cycle equal to 337.4 mm.

Key-words: evapotranspiration, deep drainage, lysimeter

INTRODUÇÃO

O feijão caupi, também conhecido como feijão-de-corda ou feijão macassar é amplamente cultivado por pequenos produtores, constituindo-se em uma das principais culturas de subsistência na maioria dos Estados da Região Nordeste. É uma planta de ciclo mais curto que o feijão comum, resistente ao déficit hídrico e que exige pouca fertilidade de solos. É também uma excelente fonte alimentar, encerrando 24% de proteínas e 340 calorias em cada 100 gramas de sementes.

Existem vários métodos para a estimativa da evapotranspiração das culturas, baseados em parâmetros do clima, do solo e da planta, porém a utilização desses métodos muitas vezes é dificultada pela vasta gama de variáveis necessárias, tornando alguns métodos de uso restrito a áreas com estação meteorológica. O método do balanço hídrico do solo tem como característica ser simples e necessitar poucos parâmetros para a sua determinação, sendo necessária à utilização de tensiômetros e pluviômetros, equipamentos de fácil acesso a qualquer agricultor, além de fornecer valores confiáveis, como citam Camargo et al. (1994), os quais verificaram que as estimativas do total de água no solo a partir do balanço hídrico compararam-se bem com aquelas obtidas com a sonda de nêutrons.

A Evapotranspiração é uma das principais variáveis do ciclo hidrológico. A taxa de evapotranspiração refere-se ao total da perda de água para a atmosfera, da superfície do solo e das plantas pela combinação simultânea da evaporação com a transpiração (Sediyama, 1998).

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo estimar a evapotranspiração e os demais componentes entre eles drenagem profunda, variação do armazenamento de água e lâmina de irrigação do balanço hídrico, em solo cultivado com feijão caupi na região de Fortaleza, CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Hidráulica e Irrigação pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizado no Campus do Pici, em Fortaleza. O clima é do tipo Aw', classificado como tropical chuvoso com precipitação de verão - outono e temperatura média em todos os meses superiores a 18°C. O solo da área do experimento é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, de textura Franca Arenosa.

A pesquisa foi conduzida em quatro lisímetros de drenagem, constituídos de tanques de cimento amianto de volume de 0,79 m³. Como suporte biológico utilizou-se a cultura do feijão caupi, cultivar Setentão, considerada de ciclo curto e de crescimento indeterminado. A cultura foi irrigada por um sistema de irrigação localizado, tipo microaspersão. Em cada lisímetro foi instalada uma bateria constituída dos tensiômetros de 0,10; 0,30 e 0,50 m de profundidades. As leituras da coluna de mercúrio nos tensiômetros foram realizadas, diariamente, no período de 17 de julho a 23 de setembro de 2002.

A evapotranspiração da cultura foi determinada a partir do balanço hídrico, apresentada por Reichard (1985) pela equação simplificada: $ET_c = P + I - D \pm \Delta h$, sendo P a precipitação natural; I a irrigação; D a Drenagem profunda; ET_c a evapotranspiração da cultura e Δh a variação da



armazenagem da água no solo dentro dos lisímetros. Considerou-se um volume de solo de profundidade de 50 cm, para as determinações dos componentes do balanço hídrico da cultura do feijão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes do balanço hídrico durante o período de 17 de julho a 23 de setembro de 2002 são apresentados na Figura 1. Observa-se que a precipitação pluvial não houve contribuição para a cultura. A variação de armazenamento de água no perfil do solo (VARM) mostrou valores positivos nos subperíodos 3, 6, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19 e 20, com 0,8, 1,4, 3,5, 0,7, 4,4, 3,5, 3,5, 13,1, 6,1 e 2,4 mm, respectivamente; enquanto nos demais subperíodos foram negativos.

Com relação à drenagem profunda (DRE) os maiores valores positivos nos subperíodos 11 e 12, com 15,5 e 17,5 mm, respectivamente, e o valor total foi 131,4 mm. A lâmina de irrigação (LI) de água aplicada durante os 21 subperíodos de estudo, através de irrigação que atingiu 447,2 mm. Comparando com a evapotranspiração (ET) acumulada no mesmo subperíodos, constata-se que a cultura não sofreu restrição de água, tendo recebido uma lâmina extra de água de 109,8 mm, em praticamente todo período estudado.

De acordo com Reichard et al. (1979) a maior dificuldade na elaboração de estimativas de termos de balanço hídrico se encontra na estimativa do termo de drenagem, obtido a partir da equação de Darcy. Existem sérias dificuldades na aplicação da equação de Darcy, em razão de

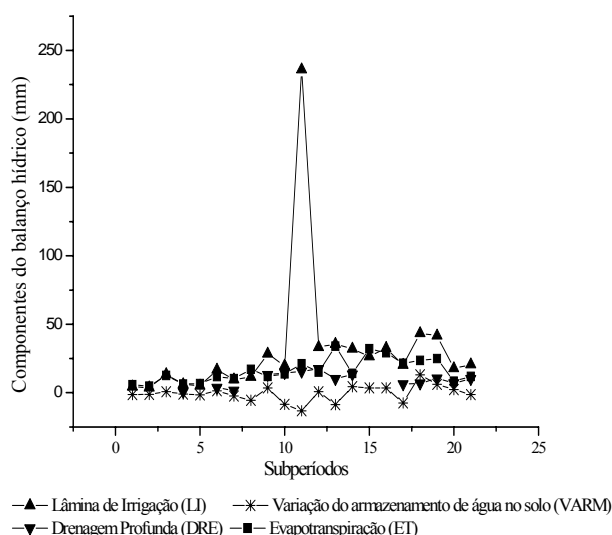


Figura 1. Comportamento da variação do balanço hídrico durante o período 17/07 a 23/09/2002 em solo cultivado com feijão caupi

erros cometidos na estimativa do gradiente de potencial e, sobretudo, na escolha do valor da condutividade hidráulica; além disso, a determinação dos fluxos de drenagem profunda, utilizando-se perfis de umidade e de potencial total de água do solo, mostra-se confiável em períodos de déficit hídrico porém é menos confiável nos períodos chuvosos, quando ocorrem aumentos no armazenamento de água no solo (Andrade et al., 1988).

A taxa de evapotranspiração média da cultura (Figura 2) foi de $5,2 \text{ mm dia}^{-1}$, totalizando $337,4 \text{ mm}$ para todo o período. Com relação aos estádios fenológicos da cultura, obteve-se $4,7 \text{ mm dia}^{-1}$ para a fase vegetativa, $7,2 \text{ mm dia}^{-1}$ para a fase de floração/ início da formação das vagens e $5,6 \text{ mm dia}^{-1}$ para a fase de enchimento das vagens e $3,0 \text{ mm dia}^{-1}$ no início da maturação.

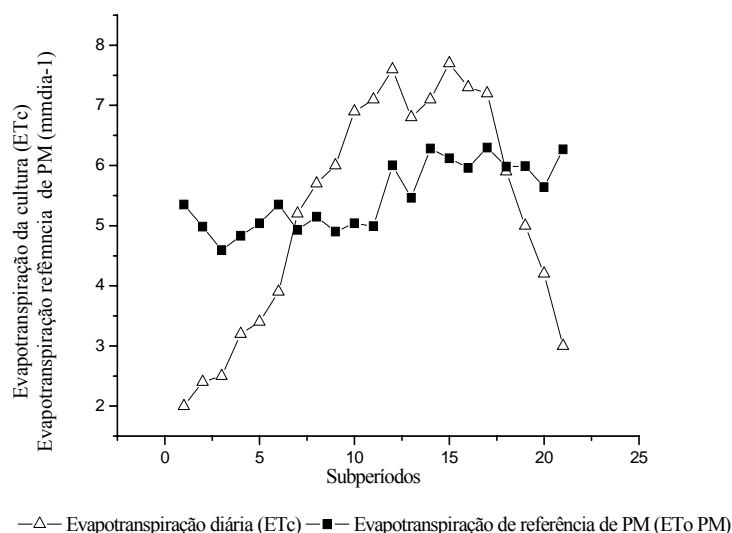


Figura 2. Variação da evapotranspiração de referência, estimada pelo método de Penman - Monteith (ETo PM) e evapotranspiração da cultura diária durante o período 17/07 a 23/09/2002 em solo cultivado com feijão caupi.

CONCLUSÕES

1. A evapotranspiração do feijão caupi nas condições edafoclimáticas de Fortaleza foi superior a evapotranspiração de referência nas fases fenológicas floração e enchimento de grãos.
2. A evapotranspiração da cultura do feijão caupi apresentou um valor médio de $5,2 \text{ mm dia}^{-1}$, totalizando $337,4 \text{ mm}$ para todo o período. Os valores extremos foram $2,0$ e $7,7 \text{ mm dia}^{-1}$.
3. O pico de consumo de água para o caupi ocorreu no estágio fenológico floração.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C.L.T.; SEDIYAMA, G.C.; COUTO, L; SANS, L.M.A.; FERREIRA, P.A. Balanço hídrico num Latossolo Vermelho-Escuro álico cultivado com milho com irrigação por aspersão. **Agronômica Ceres**, São Paulo, v.35, p.89-104, 1988.
- CAMARGO, M.B.P., HUBBARD, K.G., FLORES-MENDONZA, F. Test of a soil water assessment model for a sorghum crop under different irrigation treatments. **Bragantia** , Campinas , v.53, n.1, p.95-105, 1994.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SAUNDERS, L.C.U.; CADIMAZ, A. Dinâmica da água em solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.1, p.1-5, 1979.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo- planta- atmosfera**. 4.ed. Campinas: Fundação Cargill , 1985. 445 p.
- SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração: necessidades de água para as plantas cultivadas**. Brasília, DF : ABES, 1998, 181 p. (Curso de especialização por tutoria à distância).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE HIDRÁULICA DE EMISSORES TIPO MICROASPIRADOR

LOPES, F. B.¹; MENDES, M. V. D.²; SANTOS, F. S. S.³; MIRANDA, E. P.⁴ & LOPES, J. F. B.⁵

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, bolsista do CNPq, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008 9762, e-mail: lopesfb@yahoo.com.br

²Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação

³Tecnólogo em Irrigação, M.Sc Irrigação e Drenagem e Prof. Dep Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC

⁴Engº. Agrº M.Sc Irrigação e Drenagem e Prof. Departamento Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC

⁵Estudante de Agronomia UFC

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar hidráulicamente o microaspirador tipo difusor Dan Turbo Jet, bocal verde, não regulável, foram realizados testes no Laboratório de Ensaios em Equipamentos de Irrigação, da Faculdade Tecnológica CENTEC (Instituto Centro de Ensino Tecnológico), na cidade de Sobral. Foram determinados o Coeficiente de variação de Fabricação (CVf), Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade e Distribuição (CUD), bem como a equação característica vazão-pressão. Os emissores avaliados apresentaram vazões inferiores às expressas no catálogo do fabricante. Apesar disso, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade analisados, pôde-se verificar a boa qualidade do produto.

Palavras-chave: irrigação localizada, uniformidade, microaspirador

HIDRAULICS PERFORMANCE AND CHARACTERIZATION OF MICROSPRINKLERS TYPE

ABSTRACT: The main goal of this work was to evaluate hydraulic characteristics of micro-sprinkler Dan Turbo Jet (green nozzle, none regulated) model. Analyses were conducted at Laboratory Test of Irrigation Equipments, Faculdade Tecnológica CENTEC (Instituto Centro de Ensino Tecnológico), in Sobral, Ceará, Brazil. It was developed tests like: Manufactured variation coefficient (CVf), Christiansen's uniformity coefficient (UCC) and Uniformity and distribution coefficient (CUD) as well as discharge -pressure equation. Although, evaluated emitters showed discharges lower than those presented in the manufactured catalogue; applied coefficients pointed out to good quality product.

Key -words: trickle irrigation, uniformity, micro-sprinkler



INTRODUÇÃO

A racionalização da água e energia e a escassez de alimentos traduzem-se na grande preocupação mundial. A prática da irrigação, quando adequadamente utilizada, torna-se um eficiente instrumento na elevação da renda do produtor, além da geração de empregos e, conseqüentemente, aumento da oferta de produtos agrícolas. Segundo Kososki (1997) a área cultivada no mundo em 1995 era de 1,5 bilhão de hectares, dos quais cerca de 225 milhões (17%) irrigados, que responderam por 40% da produção total. No Brasil foram cultivados, em 1996, aproximadamente 55 milhões de hectares, dos quais 5% irrigados, respondendo por 18% da produção total. Da área total irrigada no país, 59,6% o foram por superfície (inundação e sulco), 36,3% por aspersão e 4,1% por irrigação localizada (microaspersão e gotejamento).

De acordo com Pizarro (1996), na década de 80 houve um acréscimo de 329% na área mundial sob irrigação localizada. O grande interesse despertado pelo sistema, mesmo onde há abundância de água, deve-se ao fato de sua alta eficiência e uniformidade de aplicação de água comparativamente a outros sistemas, bem como ao seu elevado potencial para automação total ou parcial, além de pequena utilização de mão-de-obra, já que possibilita a aplicação de fertilizante e herbicidas na água de irrigação (Curtis et al., 1996).

A microaspersão é um sistema de irrigação intermediário entre a aspersão convencional e o gotejamento, tendo sido idealizada, principalmente, para evitar as distorções no bulbo molhado em solos de textura arenosa, quando irrigados por gotejamento Karmeli & Smith, (1978) citados por Nascimento et al.,(1999).

Moreira et al. (2005) salientam que a qualidade da irrigação tem estreita relação com a qualidade dos equipamentos utilizados, com o dimensionamento hidráulico do sistema e manejo empregado. Keller & Karmeli (1975) introduziram o coeficiente de variação de fabricação (CVf) como uma medida estatística da variação de fabricação dos emissores para irrigação. Solomon (1979) afirma que o coeficiente de variação de fabricação (CVf) é o melhor parâmetro para a avaliação das diferenças individuais entre os emissores. Silva & Silva (2001) alegam que a medida da uniformidade de irrigação mais popular é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Face ao exposto, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de avaliar as características hidráulicas do microaspersor tipo difusor Dan Turbo Jet, bocal verde, em condições de laboratório.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ensaaios em Equipamentos de Irrigação, da Faculdade Tecnológica Centec – FATEC, na cidade de Sobral, Ceará. Foi utilizado o microaspersor Dan Turbo Jet, bocal verde, pressão de serviço de 140 kPa, vazão nominal de 57 L h⁻¹, diâmetro do bocal de 1,4 mm. Foram utilizados 10 emissores que foram submetidos a testes de vazão com pressões de 100, 150, 200, 250 e 300 kPa, sendo realizadas três repetições em cada pressão.

Na bancada foram colocados em funcionamento, simultaneamente, os dez microaspersores e sobre cada um deles havia uma campânula de vidro que interceptava o jato d'água e direcionava o volume aplicado para baldes plásticos com capacidade de 20 L. O tempo de coleta variou com a capacidade dos baldes que conforme a ABNT (1986) não deve ser inferior a 15 L, e com a pressão utilizada. A água foi coletada empregando-se o método das medidas diretas, em seguida efetuou-se a pesagem em balança eletrônica e a transformação em volume, que posteriormente foram convertidos em vazões ($L h^{-1}$).

De posse dos dados foram calculadas as médias das vazões, levando-se em conta as três repetições. Os coeficientes de variação de fabricação (CVf) do emissor foram determinados segundo GOMES (1997) a partir da razão entre o desvio padrão das vazões e a vazão média observada. Calculou-se ainda o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados expostos na Tabela 1, pode-se constatar a considerável qualidade do emissor Dan Turbo Jet, bocal verde. Observa-se que o CVf variou de 0,86 a 1,16%, com valor médio de 1,06%. Conforme os resultados do coeficiente de variação de fabricação obtido, o microaspersor Dan Turbo Jet é classificado como bom pela ABNT (1986) e excelente, segundo Solomon (1979), demonstrando pequena variação na vazão devido ao processo de fabricação e a qualidade do produto.

Observa-se ainda que o menor valor do CVf (0,86%) foi obtido com a pressão de 250 kPa enquanto que o maior valor (1,16%) com 200 kPa, representando uma diferença superior a 35%. Esses resultados divergem da afirmação de Abreu et al. citados por Matos e Ragoso (1997), os quais asseguram que o coeficiente de variação de fabricação (CVf) é praticamente independente da pressão usada no teste, sempre que esta esteja compreendida na faixa de funcionamento do emissor. Nascimento et al. (1999) encontraram valores de CVf médios de 0,7% ao determinar as características hidráulicas de um microaspersor.

Pela Figura 1, verifica-se que o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi sempre menor que o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). Segundo Lopez et al. citados por Reis et al (2005), isso ocorre porque o primeiro coeficiente dá um tratamento mais

Tabela 1. Valores de vazão, desvio-padrão e coeficiente de variação de fabricação e classificação nas pressões preestabelecidas para o microaspersor Dan Turbo Jet, bocal verde.

Pressão (kPa)	Vazão Média ($L h^{-1}$)	Desvio Padrão	CVf (%)	Classificação	
				ABNT (1986)	Solomon (1979)
100	44,82	0,47	1,06	Boa	Excelente
150	55,45	0,59	1,07	Boa	Excelente
200	64,23	0,75	1,16	Boa	Excelente
250	71,50	0,61	0,86	Boa	Excelente
300	77,24	0,88	1,14	Boa	Excelente

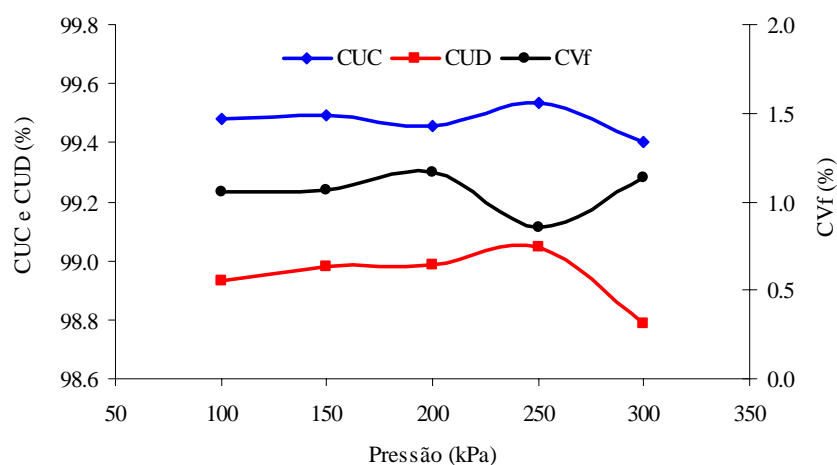


Figura 1. Variação de CVf, CUC e CUD dos microaspersores Dan Turbo Jet de acordo com a pressão.

rigoroso a problemas de distribuição, que ocorrem ao longo da linha lateral. Tanto os valores de CUC como CUD, são superiores a 98% para todas as pressões. Esses consideráveis valores podem ter sido obtidos devido ao emprego de emissores novos; à pequena quantidade de microaspersores na linha lateral (10) e, ainda à qualidade do produto analisado. Silva e Silva (2001) avaliaram as características hidráulicas de um microdifusor autocompensante e imprimindo pressões entre 49 e 343 kPa, encontraram valores de CUC e CUD da ordem de 95 e 91%, respectivamente.

Verifica-se que os maiores valores de CUC e CUD (99,53 e 99,05% respectivamente) foram obtidos sob a pressão de 250 kPa. Sob a mesma pressão, foi encontrado o menor valor para o CVf (0,86%). Isso implica em um maior grau de uniformidade entre os emissores sob essa pressão.

Na Figura 2, verifica-se que as vazões obtidas no ensaio são inferiores às expressas no catálogo do fabricante.

A equação vazão-pressão encontrada para o microaspersor testado foi $q = 4,5389.H^{0,4986}$, apresentando R^2 igual a 0,9988. O coeficiente de determinação demonstra um ótimo ajuste dos dados observados. O expoente “x” da equação característica foi igual a 0,4986, próximo de 0,5,

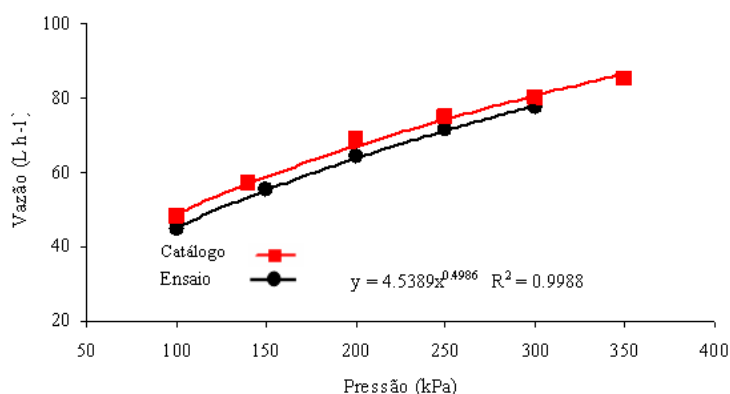


Figura 2. Gráfico comparativo vazão versus pressão obtido em ensaio de laboratório e expresso no catálogo.

o que caracteriza, segundo KELLER & KARMELLI (1974), um emissor como sendo de fluxo turbulento. Resultados semelhantes ($x = 0,5235$) foram observados por NETO et al. (1997) trabalhando com a performance hidráulica e perfil de distribuição de água de um microaspersor. Os autores verificaram ainda que as vazões experimentais determinadas em laboratório estão próximas das fornecidas pelo catálogo.

CONCLUSÃO

Os maiores valores de CUC e CUD (99,53 e 99,05% respectivamente) foram obtidos sob a pressão de 250 kPa. Sob a mesma pressão, foi encontrado o menor valor para o CVf (0,86%). Os emissores avaliados apresentaram vazões inferiores às expressas no catálogo do fabricante. Apesar disso, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade analisados (CVf, CUC e CUD), pôde-se verificar a boa qualidade do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistemas de irrigação localizada. São Paulo, **ABNT**, 1986, 8p. PNBR 12:02.08 – 022.
- CURTIS, L.M.; Powell, A.A.; Tyson, T.W. Microirrigation of peaches in the southeast. *Irrigation Journal*, New York, v.46, n.2, p.22, 1996.
- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, Imprensa Universitária, 1997. 390p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 878-880, Sep./ Oct., 1974.
- KOSOSKI, A. R. Aproveitamento hidroagrícola com ação governamental. In: Simpósio de Irrigação e Agroindústria no Estado do Mato Grosso. **Palestra ...** Cuiabá, 1997. 31p.
- MOREIRA, F. O.; SANTOS, T. S.S.; SILVA, F. L. Avaliação da irrigação por microaspersão com ações corretivas visando melhoria no desempenho dos sistemas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., Teresina. **Anais...** Piauí: ABID, 2005, (CD-ROM).
- KAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A.; CLEMMENS, A. J. Assessing trickle emitter application uniformity. Transactions of the **ASAE**, St. Joseph, v. 4, n. 22, p.816-21, 1979.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J. M.; AZEVEDO, C. A. V. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.30-33, 1999.
- NETO, J. D.; MEDEIROS, M. G. A.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M. Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor NAAN 7110, sob diferentes condições de vento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. I, p.57-61, 1997.



PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia.- goteo – microspersion – exudación.**3º ed. Mundi: ed. Madri, 1996. 513.

REIS. E. F.; BARROS. F. M.; CAMPANHARO. M.; PEZZOPANE. J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n.2, 74- 81., 2005.

SILVA, R. A.; SILVA, A. M. Avaliação das características hidráulicas do microdifusor autocompensante dan jet 7200. **Ciênc. Agrotec., Lavras**. V.27, n.4, p.873-878, 2003

SOLOMON, K. Variability of sprinkler coefficient of uniformity test results. Transactions of the **ASAE**, St. Joseph, v.2, n5, p. 1078-1086, 1979.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA ESTIMADOS PELO SEBAL E MEDIDOS EM CAMPO

COSTA FILHO, J. F. DA¹; SILVA, B. B. DA²; AZEVEDO, P. V. DE²;
FRANCISCO, P. R. M.³ & SÁ, T. F. F. DE⁴

¹Prof. Assoc. I, Dr. Dep. de Solos e Eng. Rural/CCA/UFPB, Campus II, Areia-PB. CEP: 58.397-000, Tel. (83) 3362 2300, Ramal 255. costafi@cca.ufpb.br;

²Prof. Dr. Dep. Ciências Atmosf./CTRN/UFCG, Campina Grande-PB.

³Prof. Aux. Dep. Solos e Eng. Rural/CCA/UFPB, Areia-PB.

⁴Mestranda do Prog. Manejo e Conservação de Solo e Água/CCA/UFPB, Areia-PB.

RESUMO: Componentes do balanço de energia à superfície foram estimados usando-se o modelo SEBAL – Surface Energy Balance Algorithm for Lands (Bastiaanssen, 1995) e imagens orbitais dos satélites Landsat-5 TM e Terra/Modis. Para avaliar a estimativa do modelo foram realizadas medidas de campo do saldo de radiação (R_n), fluxo de calor sensível (H), fluxo de calor do solo (G), fluxo de calor latente (λE) e a evapotranspiração (ET). O estudo foi realizado no perímetro irrigado Senador Nilo Coelho localizado em Petrolina-PE, Nordeste do Brasil. Foi utilizada a imagem de satélite do dia 12 de outubro de 2004 que cobre parte das áreas irrigadas do perímetro, o lago de Sobradinho, parte do rio São Francisco e áreas com vegetação nativa (caatinga). O saldo de radiação (R_n), o fluxo de calor sensível (H), o fluxo de calor do solo (G) e o fluxo de calor latente (λE) estimados pelo SEBAL sobreestimaram os valores medidos em campo; a ET média estimada pelo SEBAL foi de 2,5 mm com um valor máximo estimado de 5,1 mm; o valor médio medido em campo foi de 2,0 mm com um máximo de 4,7 mm.

Palavras Chave: balanço de energia; SEBAL; evapotranspiração

ENERGY BALANCE COMPONENTS ESTIMATED BY SEBAL AND MEASURED IN FIELD

SUMMARY Components of the surface energy balance were estimated using SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Lands (Bastiaanssen, 1995) – and orbital images from satellites Landsat-5 TM and Terra/Modis. In order to evaluate the estimate of the model measures in the field of the radiation balance (R_n), sensible heat flux (H), soil heat flux (G), latent heat flux (λE) and the evapotranspiration (ET) had been made. The study was carried out in the irrigated perimeter, Senator Nilo Coelho located in Petrolina-PE in Northeast of Brazil. In this sense, Landsat-5 TM and Terra/Modis satellite images were obtained in 2004. This image has covered part of the irrigated areas of the perimeter, the Sobradinho lake, part of the São Francisco river and areas with native vegetation (caatinga). According to the results the net radiation (R_n), the sensible heat flux (H), the soil heat flux (G) and the latent heat flux (λE) determined by the SEBAL overestimated the values measured in field; the average ET estimated by the SEBAL was 2,5 mm and a maximum value of 5,1 mm; the average value and the maximum value measured in field were 2,0 mm and 4,7 mm, respectively.

Key-words: energy balance; SEBAL; evapotranspiration



INTRODUÇÃO

Os processos de troca de calor e massa que ocorrem na superfície da terra são de fundamental importância para a redistribuição da umidade e calor no solo e atmosfera. Esses processos de troca no sistema solo-planta-atmosfera têm como principal força motriz a radiação solar.

Ao atingir a superfície da terra uma porção da radiação solar é refletida de volta para o espaço e o restante é absorvido pela própria superfície. Uma parte da energia absorvida é re-emitada como radiação termal, e o que resta desse balanço, conhecido como saldo de radiação, é usado para aquecer a superfície, o ar atmosférico e promover a evaporação da água. O equilíbrio termodinâmico entre os processos de transporte predominantemente turbulento na atmosfera e processos predominantemente laminar no solo, manifesta-se por si mesmo no balanço de energia, o qual para a superfície é expresso como:

$$R_n = G + H + \lambda E \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (1)$$

onde R_n é a densidade de fluxo do saldo de radiação, G a densidade de fluxo de calor do solo, H a densidade de fluxo de calor sensível e λE a densidade de fluxo de calor latente.

Na Equação 1, a energia requerida para a realização da fotossíntese e o calor armazenado pela vegetação, são ignorados. Considera-se R_n positivo quando a radiação é dirigida para a superfície da Terra, enquanto G , H e λE são considerados positivos quando direcionados da superfície para a atmosfera.

Vários estudos têm sido realizados para se calcular o balanço de radiação e energia a superfície, usando métodos convencionais e sensoriamento remoto, principalmente em áreas irrigadas (Lopes, 1999; Bastiaanssen, 2000; Silva et al., 2000; Moura, 2001).

A partir da década de oitenta inúmeros trabalhos foram realizados (Kustas et al., 1989; Menenti et al., 1989; Kustas et al., 1990; Olioso, 1995; Bastiaanssen, 2000), com dados espectrais de satélites para estimativa de fluxos de energia. Outras importantes variáveis como a temperatura da superfície e o albedo, por exemplo, são também determinadas a partir do uso de algoritmos (Bastiaanssen, 1995; Vázquez et al., 1997; Allen et al., 2000) desenvolvidos para aquela finalidade.

O principal objetivo deste trabalho foi estimar os componentes do balanço de energia e a evapotranspiração através do modelo SEBAL e imagens dos satélites Landsat-5 TM e Terra/Modis.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da Área de Estudo. A área objeto deste estudo compreendeu uma parte do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, localizado à margem esquerda do Rio São Francisco, estendendo-se desde a Barragem de Sobradinho localizada no município de Casa Nova-BA, até o município de Petrolina-PE, bem como, uma parte do Projeto de Irrigação Mandacaru no município de Juazeiro-BA, totalizando aproximadamente 23.000 hectares.

Imagens de Satélite. Utilizou-se um par de imagens de satélite, sendo uma delas do Mapeador Temático do Landsat-5, obtida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de Cachoeira Paulista-SP, contendo sete bandas espectrais e a outra do satélite Terra/Modis, com 36 bandas espectrais obtidas junto à NASA/EUA. As imagens dos respectivos satélites da área de estudo foram obtidas no dia 12 de outubro de 2004 (Dia Juliano 285), órbita/ponto 217/66 e tile h14v09, respectivamente. Nas Tabelas 1 e 2, encontram-se os coeficientes de calibração do satélite Landsat-5 TM e Terra/Modis.

Métodos: Para atender aos objetivos do trabalho, foi aplicado o algoritmo SEBAL, um modelo de processamento de imagens de satélite que calcula os fluxos de energia à superfície e consequentemente cartas de evapotranspiração para grandes áreas. É composto de 25 passos computacionais que estimam um completo balanço de radiação e energia juntamente com as resistências para o transporte de momentum, calor e vapor d'água.

Calibração radiométrica – Passo 1. Para se estimar as densidades de fluxo, primeiro se converte os números digitais de cada pixel em radiâncias espectrais de cada banda ($L_{\lambda i}$), isto porque os satélites medem as radiâncias espectrais emitidas e refletidas pelos alvos e armazenam os em formato digital. Portanto, para converter os números digitais (DN) de cada pixel em radiância espectral, usam-se os correspondentes coeficientes de calibração para cada banda (Tabela 3.1). Essas radiâncias representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida no sensor TM do satélite Landsat 5 nos canais 1, 2, 3, 4, 5 e 7. O valor de $L_{\lambda i}$ foi obtido pela Equação 2, seguindo proposta de Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = \left(\frac{b_i - a_i}{255} \right) DN + a_i \quad (2)$$

A partir do cálculo da radiância espectral de cada banda foram estimadas as outras variáveis necessárias para o cálculo do balanço de radiação e energia. Em relação ao

Tabela 1. Bandas do Mapeador Temático (TM) do Landsat 5, com intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração e irradiância espectral no topo da atmosfera (TOA).

Bandas	Comprimento de Onda (μm)	Coeficientes de Calibração ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)		Irradiância espectral no topo da atmosfera ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)
		a_2	b_2	
1 (azul)	0,45 – 0,52	-1,52	193,0	1957
2 (verde)	0,52 – 0,60	-2,14	365,0	1829
3 (vermelho)	0,63 – 0,69	-1,17	264,0	1557
4 (IV-próximo)	0,76 – 0,90	-1,51	221,0	1047
5 (IV-médio)	1,55 – 1,75	-0,37	30,2	219,3
6 (IV-termal)	10,4 – 12,5	1,2378	15,303	-
7 (IV-médio)	2,08 – 2,35	-0,15	16,5	74,52

Fonte: Allen et al. (2002)



Tabela 2. Bandas espectrais do produto MOD09A1, com os correspondentes intervalos de comprimento de onda, tipo de dados, valor completo, intervalo de validade e fator multiplicador de escala.

Conjunto científico de dados	Unidades	Tipo de dados (bit)	Valor nulo	Intervalo válido	Fator de conversão
Refletância da superfície para a banda 1 (620 – 670 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 2 (841 – 876 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 3 (459 – 479 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 4 (545 – 565 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 5 (1230 – 1250 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 6 (1628 – 1652 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001
Refletância da superfície para a banda 7 (2105 – 2155 nm)	refletância	inteiro negativo 16-bit	-28672	-100 a 16000	0,0001

Terra/Modis foram utilizados os produtos MOD09A1 para o cálculo da refletância, o MOD13A1 para a determinação do NDVI, MOD11A1 para a determinação da temperatura da superfície e o MOD15A2 para o índice de área foliar.

Saldo de Radiação à Superfície (R_n). As Figuras 1 e 2 representam os valores instantâneos do saldo de radiação à superfície (R_n) do Landsat-5 para o dia 12/10/2004. As áreas com tonalidade em vermelho, em ambas as cartas, representam valores de R_n inferiores a 385 W m^{-2} , que correspondem às áreas sem vegetação, que se concentram em sua maioria às margens do rio São Francisco. As tonalidades azul-claro e marron, representam áreas com baixa cobertura vegetativa e áreas de caatinga densa, respectivamente. Já as áreas de cor azul, que apresentam valores de R_n superiores a 670 W m^{-2} e 650 W m^{-2} para os anos de 2003 e 2004, respectivamente, correspondem ao Lago de Sobradinho, trecho do rio São Francisco e alguns pequenos reservatórios de água.

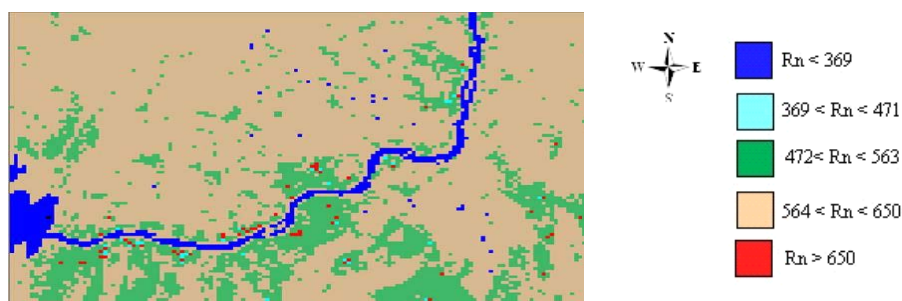


Figura 1. Saldo de radiação (R_n) em W m^{-2} obtido pelo Landsat-5 TM, para o dia 12/10/2004. Resolução 250m.

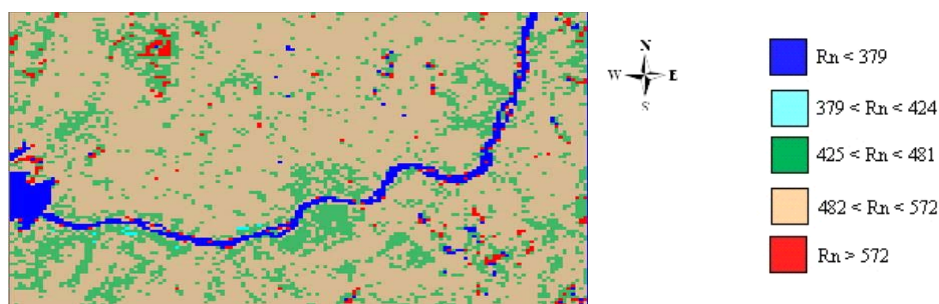


Figura 2. Saldo de radiação (R_n) em $W\ m^{-2}$ obtido pelo satélite Terra/Modis, para o dia 12/10/2004. Resolução 250 m.

Análise comparativa entre os fluxos estimados pelo SEBAL e os fluxos medidos na Estação Meteorológica.

Com o objetivo de analisar o comportamento do modelo SEBAL na estimativa das variáveis envolvidas no cálculo dos fluxos de energia usando-se o sensor TM do Landsat-5, se fez uma análise comparativa dos resultados obtidos. Na Figura 3 visualizam-se os valores instantâneos das densidades de fluxos do balanço de energia (R_n , G , H e LE), estimados pelo algoritmo SEBAL na hora da passagem do satélite (9:30h), do dia 12 de outubro de 2004 e os valores desses mesmos fluxos (dados de alta frequência), medidos na Estação Meteorológica do CPATSA, Embrapa-Semiárido em Petrolina-PE.

O saldo de radiação (R_n), o fluxo de calor sensível (H) e o fluxo de calor latente (LE), sobreestimaram os valores medidos em 7%, 4% e 23%, respectivamente. Um destaque se faz para o fluxo de calor do solo que apresentou a pior estimativa, isto é, sobreestimou o valor medido em 27%. Feitosa (2005) aplicando o SEBAL nessa mesma área encontrou um valor médio de R_n igual a $401,2\ W\ m^{-2}$ e um valor de $372,6\ W\ m^{-2}$ medido em campo. Segundo o referido autor, dentre os componentes do balanço de energia estimados pelo SEBAL, R_n foi a que apresentou a melhor estimativa.

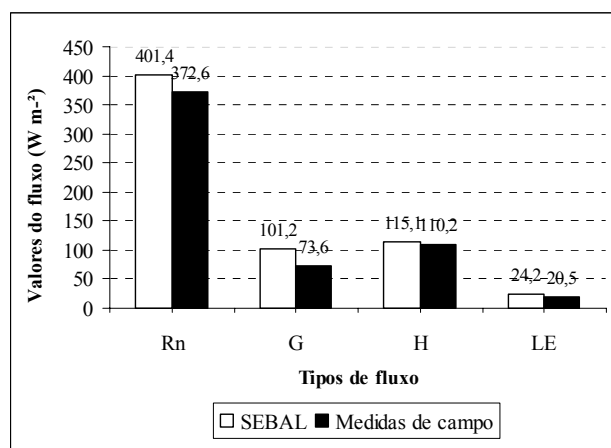


Figura 3 – Densidade de fluxos instantâneos ($W\ m^{-2}$), medidos em campo e estimados pelo SEBAL (12/10/2004)

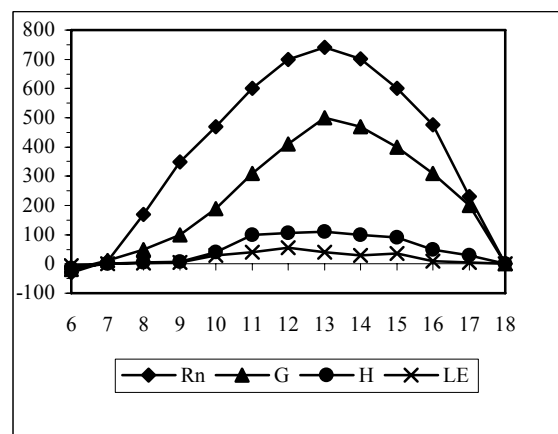


Figura 4 – Comportamento dos fluxos do balanço de energia (Wm^{-2}) medidos em campo em 12/10/2004.



CONCLUSÕES

De uma maneira geral pode-se concluir que, de acordo com os resultados alcançados o algoritmo SEBAL associado às imagens do satélite Landsat-5 e Terra/Modis, pode ser aplicado com um bom grau de confiabilidade na estimativa dos fluxos de energia à superfície.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. Surface Energy Balance Algorithm for Lands (SEBAL). **Advanced Training and users Manual**, Kimberly, Idaho, v.1.0, 97p. 2002.

BASTIAANSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain**. Ph.D. Thesis, 1995, 237p., Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 1995.

FEITOSA, J. R. P. **Uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Imagens Landsat-TM e NOAA/AVHRR na Estimativa do Balanço de Energia à Superfície**. 2005. 163f. Tese (Programa Institucional de Doutorado Temático-Curso de Doutorado em Recursos Naturais-CCT), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2005.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES DISPOSIÇÕES DAS LINHAS LATERAIS EM UM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM MICROTUBOS

MIRANDA, E.P. DE¹; MARTINS, G. S.²; SOUZA, R. O. R. M.³;
VASCONCELOS, R. S.⁴; MONTEIRO, R. N. F.⁴ & SANTOS, F. R. M. DOS⁴.

¹Prof. M.Sc. em irrigação e drenagem UFC (eupaceli@ig.com.br);

² Prof. M.Sc. em irrigação e drenagem UFC;

³Prof.Dr em irrigação e drenagem USP;

⁴Graduandos em recursos Hídricos/Irrigação,bolsistas FUNCAP.

RESUMO: Foi instalado um sistema de irrigação localizada por microtubos, no campus da Faculdade de Tecnologia FATEC / Sobral, onde foi avaliado o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) entre a disposição convencional (T1), onde as laterais não apresentavam nenhuma ligação com as demais, em um sistema, definido como fechado, no qual as laterais estavam unidas duas a duas (T2) e em um sistema em malha, onde todas as laterais estavam unidas entre si por uma segunda linha de derivação (T3). Os sistemas foram submetidos á pressão de serviços de 100 kPa. Os coeficientes de uniformidades de distribuição, para as três distribuição, foram consideradas excelentes, sendo ligeiramente maiores para as distribuição fechada (T2) e em malha (T3), 97,72% e 97,64%, respectivamente, e de 95,02% para a distribuição convencional.

Palavras chaves: irrigação localizada, hidráulica, microtubos.

COMPARISON FOR THE DISTRIBUTION UNIFORMITY COEFFICIENT AT DIFFERENT LATERAL POSITIONS IN A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM USING MICROTUBES

ABSTRACT: It was installed a microirrigation system using microtubes in the FATEC in Sobral, Ceara State and it was annalysed the distribution uniformity coefficient between the conventional drawing with the lateral lines without any connections(T1) and a closed system where pairs of laterals were connected (T2) and a mash system with all the laterals connected by a second derived line(T3). The service pressure for the system was 100 kpa. The distribution uniformity coefficients for the three treatments were high according to Bralts(1986) with slightly high values for the closed distribution (t2) and mash t3 97,72 and 97,64 % respective and 95,02 % for the conventional distribution.

Key word: localized irrigation, hydraulics, microtubes



INTRODUÇÃO

O interesse pela irrigação, no Brasil, emerge nas mais variadas condições de clima, solo, cultura e socioeconomia. Não existe um sistema de irrigação ideal, capaz de atender satisfatoriamente a todas essas condições e aos interesses envolvidos. Em consequência, deve-se selecionar o sistema de irrigação mais adequado para uma certa condição e para atender aos objetivos desejados. Com a expansão rápida da agricultura irrigada no Brasil, muitos problemas têm surgido, em consequência do desconhecimento das diversas alternativas de sistemas de irrigação. A uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação é um quesito muito importante, pois a eficiência da irrigação depende muito da uniformidade com que a água é distribuída em seus emissores.

De todos os métodos de irrigação utilizados, a irrigação localizada vem apresentando um crescimento contínuo (NASCIMENTO, 2006). A irrigação Localizada é o método em que a água é aplicada apenas no sistema radicular das plantas, o que resulta em economia de água. O microtubo é o mais antigo gotejador de longo percurso. Esse emissor nada mais é que um pequeno tubo de plástico com diâmetro entre 0,5 e 2 mm, que se caracteriza pela fácil instalação e baixo custo, quando comparado com outros tipos de emissores. O microtubo, quando utilizado, dissipa energia ao longo de seu comprimento, liberando uma quantidade pequena de água para irrigação. O seu comprimento e diâmetro podem ser selecionados para diferentes vazões, possibilitando utilizá-lo como emissor (SOUZA & BOTREL, 2003).

Segundo Silva et al. (1988), considerando o processo artesanal e o baixo custo de confecção/instalação, de linhas laterais com emissores do tipo microtubo de tamanhos variados, quando bem dimensionados, podem ser utilizados em sistemas localizados, obtendo-se razoáveis níveis de uniformidade de distribuição de água. Um entrave para o desenvolvimento dessa tecnologia, além da sensibilidade ao entupimento e o efeito da temperatura, é a necessidade de um projeto criterioso e detalhado, de forma que a vazão do microtubo seja estimada com bastante precisão.

Uma dificuldade na elaboração de projetos com microtubo é a atribuição de seu diâmetro para dimensionamento. Em virtude dos pequenos diâmetros, qualquer erro na sua atribuição pode provocar variação na estimativa da vazão. Mesmo que o projetista tenha em mãos uma equação empírica desenvolvida por um criterioso trabalho científico, não é garantido que esta equação estimará com precisão a vazão do microtubo. O diâmetro fornecido pelo fabricante pode não representar com precisão o diâmetro real.

Este trabalho tem como objetivo comparar o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) da água em sistema de irrigação localizada por microtubo em diferentes disposições no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um sistema de irrigação localizada por microtubos, no campus da Faculdade de Tecnologia FATEC / Sobral, onde foi avaliado o coeficiente de uniformidade de

distribuição (CUD) entre a disposição convencional (T1), onde as laterais não apresentavam nenhuma ligação com as demais. Um sistema fechado (T2), onde as laterais estavam unidas duas a duas. E uma terceira distribuição (T3), definida como em malha, onde todas as laterais estavam unidas entre si por uma segunda linha de derivação. Os sistemas foram submetidos à pressão de serviços 100 kPa. O sistema constou de uma linha de derivação com dez linhas laterais de polietileno flexível de 30 m de comprimento onde foram inseridos microtubos de 2 mm de diâmetros e 0,60 m de comprimento, espaçados de 1 m.

Foram obtidas vazões de dezesseis pontos diferentes, através do método de seleção de Keller e Karmeli, citado por BERNARDO (1995). Calculou-se os coeficientes de uniformidade de distribuição do sistema por meio da equação de (1).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%)

q_{25} : média de ¼ das vazões com menores valores (L/h)

q_m : média de todas as vazões. (L/h)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As uniformidades de distribuição foram determinadas pelo método dos quatro pontos, determinou-se a uniformidade de distribuição nas quatro laterais dos três sistemas em malha, fechado e convencional sobre diferentes pressões.

Todas as diferentes distribuição das laterais foram consideradas excelentes segundo a interpretação de Bralts (1986), citado por FAVETTA & BOTREL (2001) entretanto os sistemas fechado (T2) e (T3) apresentaram um CUD ligeiramente maior que o sistema convencional.

CONCLUSÃO

O esquema de distribuição das laterais apresentou ligeira influência no coeficiente de uniformidade de distribuição da vazão;

O sistema fechado apresentou o maior CUD, 97,72 % e a disposição convencional o menor CUD, 95,02%

Tabela1: Coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) para as distribuições convencional (T1), fechado (T2) e em malha (T3).

Disposição	Convencional(T1)	Fechado(T2)	Malha(T3)
CUD (%)	95,02	97,72	97,64



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4.ed. Viçosa - MG: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657 p.
- FAVETTA, G.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia agrícola**, v.58,n.2, p.427-430, abr./jun. 2001. Disponível em: www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4438.pdf. Acesso em: 9 de agosto 2007.
- NASCIMENTO, J. M. S. do. **Desenvolvimento e avaliação hidráulica de um sistema de gotejamento por gravidade para pequenas propriedades**. Lavras – MG. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Lavras).
- SOUSA, R.O.R de M., BOTREL, T. A. Modelagem para o dimensionamento de microtubos em irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p. 16-22, 2004.
- SILVA, P.J.C.; Brito, R.A.L.; Azevedo, H.M. Caracterização hidráulica de linhas laterais em sistemas localizados utilizando microtubos de tamanhos variados como emissores. In: Congresso Nacional de Irrigação de Drenagem, 8, 1988, Florianópolis - SC. **Resumos...** Florianópolis: ABID, 1988, v.1, p.473-506.
-



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA PELO MELOEIRO GÁLIA FERTIRRIGADO¹

LIMA², C. J. G. S.²; MEDEIROS, J. F.³; OLIVEIRA, F. A.⁴;
OLIVEIRA, M. K. T.²; GALVÃO, D. C.⁵ & SOUZA, P. S.⁴

¹Projeto financiado pelo CNPq

²Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, CEP 59625-900, Mossoró-RN, e-mail:kj.gon@bol.com.br

³Prof. Doutor, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

⁴Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA

⁵Eng° Agr°, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

RESUMO – Este trabalho foi realizado durante o período de outubro a dezembro 2005, em fazenda da região produtora de melão do Agropolo Assu-Mossoró, com o objetivo de avaliar a eficiência do uso da água pelo meloeiro Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados num esquema fatorial de 3 x 3 x 3, com três repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de três doses de nitrogênio (N_1 -42, N_2 -84 e N_3 -126 kg.ha⁻¹) e potássio (K_1 -106, K_2 -212 e K_3 -322 kg.ha⁻¹) sendo os níveis N_2 e K_2 os mais recomendados na literatura, aplicados via fertirrigação com diferentes lâminas (L_1 = 0,7.NTI, L_2 = 0,9.NTI e L_3 = 1,1.NTI). A eficiência do uso da água foi reduzida com o aumento da lâmina de irrigação aplicada. A EUA foi influenciada pelas doses de nitrogenada e potássio. A maior EUA foi encontrada na combinação $L_1N_3K_3$, obtendo 100,3 kg ha⁻¹ mm⁻¹.

Palavras chave: Fertirrigação, recursos hídricos, manejo da irrigação.

EFFICIENCY OF THE USE WATER FOR THE MUSKMELON TYPE GÁLIA FERTIRRIGATED

ABSTRACT. An experiment was carried out during the period of october to december of 2005, in farm of the producing melons region of Agropolo Assu-Mossoró, with the objective to evaluate the use efficiency of water of the melon plant Gália fertirrigated with different doses of nitrogen and potassium. The randomized blocks in a factorial scheme (3 x 3 x 3), with three replications. The Treatments resulted of combination of three nitrogen doses (N_1 -42, N_2 -84 e N_3 -126 kg.ha⁻¹) and potassium (K_1 -106, K_2 -212 e K_3 -322 kg.ha⁻¹), being the levels N_2 e K_2 are most recommended in technical literature, applied for fertirrigation with different irrigation depths (L_1 = 0,7.NTI, L_2 = 0,9.NTI and L_3 = 1,1.NTI). The efficiency of the use of the water was reduced with the increase of the depth of applied irrigation. The efficiency was influenced by the nitrogen doses and potassium. The largest efficiency was obtained in the combination $L_1N_3K_3$, obtaining 100,3 kg ha⁻¹ mm⁻¹.

Keywords: fertirrigation, water resources, irrigation management.



INTRODUÇÃO

A irrigação minimiza riscos de investimento na atividade agrícola e aumenta a produtividade das culturas, além de desempenhar importante papel social ao contribuir com a geração de empregos no campo e aumento da renda dos produtores rurais. No entanto, os benefícios reais da prática de irrigação ocorrem quando há planejamento adequado das diversas etapas do processo produtivo, além do dimensionamento e manejo correto dos sistemas de irrigação. O planejamento envolve estudos abrangentes de viabilidade sócio-econômica, desde a escolha da cultura a ser plantada até as condições de armazenamento e escoamento da produção. Na fase de dimensionamento são feitos estudos específicos na área a ser irrigada, abrangendo conhecimentos básicos sobre o solo, a topografia do terreno, a quantidade e a qualidade da água e as condições do clima e das culturas a ser exploradas. No manejo da irrigação, os conhecimentos básicos são utilizados para aplicação da água no momento certo e na quantidade necessária as plantas, envolvendo também, as características dos sistemas de irrigação, para definição do tempo de aplicação de água.

Nas bacias hidrográficas do semi-árido do Nordeste brasileiro, onde o recurso hídrico é escasso, a otimização do uso da água é um desafio para os gerenciadores, pois o planejamento da irrigação requer cuidado especial, a fim de contabilizar o balanço hídrico com a demanda, tanto no que se refere à quantidade como a sua repartição espacial e temporal. Segundo Suassuna (2002), no Nordeste brasileiro, a gestão dos recursos hídricos não tem sido administrada com um planejamento dos órgãos públicos com relação à gestão da água, faz com que tenhamos plena convicção do colapso iminente desse setor.

O sistema de irrigação está em interação com o manejo da irrigação e interfere diretamente nos cálculos do volume de água a ser aplicado na cultura, influi diretamente na área molhada e na distribuição de água no solo tendo efeito direto, em última análise, nos parâmetros de produção da cultura. Dentre as principais vantagens da irrigação localizada destaca-se alta eficiência de irrigação, que segundo Bernardo (1995) é devido a este sistema permitir um melhor controle da lâmina de água aplicada, diminuir as perdas por evaporação e percolação, não sendo afetado pelo vento nem pelo tipo de solo. A eficiência do uso da água depende de vários fatores, entre eles o método de plantio, culturas e lâminas de irrigação. Marouelli et al. (2007) trabalhando com tomateiro e cebola em sistemas de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) verificaram que a eficiência de uso de água pelas plantas de tomate no SPD foi de 25,2 g kg⁻¹ (gramas de frutos por quilograma de água) e no SPC de 21,2 g kg⁻¹, indicando que o cultivo de tomate em SPD foi 19% mais eficiente no uso de água que em SPC.

para o tomate e 11% para a cebola, proporcionando maior produtividade de frutos com menor quantidade de água aplicada. Diante dos exposto este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência do uso da água pelo meloeiro Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio e diferentes lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o período de novembro a dezembro de 2005 em fazenda produtora de melão localizada no agropolo Assu-Mossoró, cujo solo tem textura franco-arenosa, com a camada de 0-20 apresentando as seguintes características químicas: pH=5,8; $\text{Ca}^{2+}=2,68$; $\text{Mg}^{2+}=1,20$; $\text{K}^{+}=0,18$; $\text{Na}^{+}=0,04$; $\text{Al}^{3+}=0,05$; $\text{H}^{+}=1,04$ $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{P}=14$ mg dm^{-3} . A água utilizada na irrigação foi proveniente de fonte de rio perenizado, e apresentou as seguintes características químicas: CE (dS m^{-1})=1,39; pH=8,10; $\text{Ca}^{2+}=4,45$; $\text{Mg}^{2+}=3,60$; $\text{K}^{+}=0,14$; $\text{Na}^{+}=6,00$; $\text{Cl}^{-}=8,10$; $\text{HCO}_3^{-}=5,05$; $\text{CO}_3^{-}=0,70$ ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$), similar às águas de poços que exploram o aquífero calcário. Foram instalados três experimentos em áreas adjacentes e conduzidos simultaneamente, onde em cada um foi testada uma lâmina de irrigação em função da necessidade total de irrigação, conforme Allen et al. (1998): $\text{L}_1=0,7.\text{NTI}$; $\text{L}_2=0,9.\text{NTI}$ e $\text{L}_3=1,1.\text{NTI}$, respectivamente, sendo $\text{NTI}=1,1\text{ETc}$, considerada como a lâmina padrão para a cultura. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, num arranjo fatorial de 3×3 , três doses de N ($\text{N}_1=42$, $\text{N}_2=84$ e $\text{N}_3=126$ kg.ha^{-1}) e de K ($\text{K}_1=106$, $\text{K}_2=212$ e $\text{K}_3=322$ kg.ha^{-1}) sendo N_2 e K_2 as doses recomendadas por Crisóstomo et al. (2002), aplicadas via fertirrigação. A cultura estudada foi o melão (*Cucumis melo* L. var. reticulatus) do tipo Gália, híbrido Solarnet, cujo fruto tem forma arredondada a ligeiramente ovalado; reticulado, denso e uniforme, sem sutura e a polpa é de coloração esverdeada clara. O plantio foi feito via semeadura direta, com uma semente por cova no espaçamento de 1,85 m x 0,40 m. O sistema de irrigação adotado foi localizado do tipo gotejamento, com um emissor por planta apresentando vazão de 1,8 L.h^{-1} . A colheita foi realizada aos 64 dias após semeadura, onde os frutos foram selecionados e classificados. A eficiência de uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a produtividade da cultura e a lâmina total aplicada durante o ciclo, de acordo com equação: $\text{EUA}=\text{Y}/\text{L}$, sendo: EUA – eficiência de uso da água, $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ou $\text{kg ha}^{-1} \text{ m}^{-3}$; Y – Produtividade da cultura, kg ha^{-1} ; L – lâmina total de água aplicada durante o ciclo, mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do uso da água na menor lâmina ($0,7\text{LTI}=262$ mm) foi mais afetada pelas doses de potássio do que pelo nitrogênio (Tabela 1), sendo aumentada com o acréscimo do potássio e reduzida com o incremento do nitrogênio. Os valores variaram entre 81,2 (N_3K_1) e 100,3 (N_3K_3) $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}$ de água. Pode-se verificar também que na dose intermediária de N a EUA foi reduzida com o aumento do K, enquanto que nas demais a resposta foi o inverso. Considerando a EUA nas de K,



Tabela 1. Valores médios da eficiência do uso da água pelo meloeiro tipo Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e lâminas de irrigação.

L1 = 262 mm (0,7 LTI)				
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)			Média
	42	83	126	
106	85,1	96,5	81,2	87,6
212	85,5	92,0	82,6	86,7
322	91,3	90,5	100,3	94,0
Média	87,3	93,0	88,0	
			Média geral	89,4
L2 = 310 mm (0,9LTI)				
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)			Média
	42	83	126	
106	75,5	87,4	85,2	82,7
212	90,2	85,5	93,3	89,6
322	74,2	85,2	99,8	86,4
Média	80,0	86,0	92,7	
			Média geral	86,2
L2 = 358 mm (1,1 LTI)				
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)			Média
	42	83	126	
106	82,1	84,2	40,3	68,9
212	55,3	76,1	93,1	74,8
322	57,8	62,9	77,8	66,1
Média	65,1	74,4	70,4	
			Média geral	69,9

na maior dose deste o incremento do N aumentou a eficiência, já nas demais doses de K a resposta foi quadrática, com os maiores valores encontrados na dose intermediária de N.

Para a lâmina intermediária o aumento nas doses de N aumentou a EUA, enquanto que nas doses de potássio o melhor desempenho foi encontrado na dose intermediária. Os valores variaram entre 74,2 (N₁K₃) e 99,8 (N₃K₃).

Com relação a maior lâmina se observa na tabela 1 que os maiores valores foram obtidos nas doses intermediárias de N e K, considerando a interação entre N e K se verifica que, na menor dose de K o aumento do N reduziu a EUA e nas demais, a resposta foi linear e crescente. Para a maior dose de N o aumento do K proporcionou uma resposta quadrática, com maior valor obtido na dose intermediária de K e nas demais doses de N o aumento do K reduziu a EUA.

Considerando as lâminas de irrigação, o incremento da lâmina aplicada reduziu a eficiência de 89,4 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (média geral de L1) para 69,9 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (média geral de L3).

Soares et al (2002) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação (sulcos) e doses de nitrogênio em melancia, var. Crinson Sweet, constatou que a EUA reduziu com o aumento da lâmina aplicada, encontrando a máxima eficiência econômica com $27,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, enquanto que Farias et al. (2007) verificou em cana-de-açúcar que a eficiência do uso da água se aproxima do máximo quando a lâmina aplicada se aproxima da evapotranspiração da cultura. Estes resultados indicam a EUA depende também da cultura estudada.

CONCLUSÕES

A eficiência do uso da água foi reduzida com o aumento da lâmina de irrigação aplicada. A EUA foi influenciada pelas doses de nitrogenada e potássio. A maior EUA foi encontrada pela combinação $L_1N_3K_3$, com $100,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERNARDO, S.; **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Univ., 1995 657p.
- CRISOSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A.; FARIA, C.M.B.; SILVA, D.J.; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J.S.; CRISÓSTOMO, J.R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J.S.; CARDOSO, J.W.; COSTA, N.D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: EMBRAPA, 2002, 22p. (Circular técnica, 14).
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; GHEIY, A. R.; DANTAS NETO, J. Eficiência no uso da água pela cana-de-açúcar no litoral paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, Bonito, 2007, (**CR-ROM**).
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SEVERO, V. S.; RIBEIRO, R. L.; MADEIRA, N. R. Eficiência do uso de água do tomateiro para processamento e da cebola cultivados em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, Bonito, 2007, (**CR-ROM**).
- SOARES, J. I.; COSTA, R. N. T.; SILVA, L. A. C.; GONDIM, R. S. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, campina grande, v.6, n.2, p.219-224, 2002.
- SUASSUNA, J. **Água – um fator limitante para o desenvolvimento do Nordeste**. In: **Água e desenvolvimento sustentável no semi-árido**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, séries debates, 24, p117-131, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ACÚMULO E PARTIÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO PELO MELOEIRO FERTIRRIGADO¹

LIMA², C. J. G. S.²; MEDEIROS, J. F.³; OLIVEIRA, F. A.⁴;
OLIVEIRA, M. K. T.²; GALVÃO, D. C.⁵ & SOUZA, P. S.⁴

¹Projeto financiado pelo CNPq

²Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, CEP 59625-900, Mossoró-RN, e-mail:kj.gon@bol.com.br

³Prof. Doutor, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

⁴Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA

⁵Eng° Agr°, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

RESUMO: O experimento foi conduzido durante o período de outubro a dezembro 2005, em fazenda da região produtora de melão do Agropolo Assu-Mossoró, com o objetivo de avaliar o acúmulo e a partição de nitrogênio e potássio pelo meloeiro cultivado sob diferentes doses destes nutrientes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados num esquema fatorial de 3 x 3 x 3, com três repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três doses de nitrogênio (N1-42, N2-84 e N3-126 kg.ha⁻¹) e potássio (K1-106, K2-212 e K3-322 kg.ha⁻¹), sendo os níveis N2 e K2 os mais recomendados na literatura, aplicados via fertirrigação com diferentes lâminas (L1 = 0,7.NTI, L2 = 0,9.NTI e L3 = 1,1.NTI). Foram avaliados o acúmulo total e a partição dos nutrientes a planta. O acúmulo de nitrogênio e potássio cresceu com o incremento das lâminas de irrigação e das doses dos nutrientes aplicadas. Os tratamentos aplicados não influenciaram na distribuição dos nutrientes na planta.

Palavras chave: Fertirrigação, irrigação, recursos hídricos.

ACCUMULATION AND PARTITION OF NITROGEN AND POTASSIUM FOR THE MUSKMELON FERTIRRIGADO

SUMMARY – An experiment was carried out during the period of october to december of 2005, in farm of the producing melons region of Agropolo Assu-Mossoró, with the objective of evaluating the accumulation and the partition of nitrogen and potassium for the melon plant cultivated under different doses nutritious. The used experimental randomized was in blocks casualizados in a factorial 3 x 3 x 3, with three replications. The treatments consisted of the combination of three doses of nitrogen (N1-42, N2-84 and N3-126 kg. ha⁻¹) and potassium (K1-106, K2-212 and K3-322 kg. ha⁻¹), being the levels N₂ and K₂, the more recommended in the literature, applied saw fertirrigação with different depths (L1 = 0,7.NTI, L2 = 0,9.NTI and L3 = 1,1.NTI). They were analyzed the accumulate total and the partition of the nutrients the plant. The accumulation of nitrogen and potassium grew with the increment of the irrigation depths and of the doses of the nutrients applied. The applied treatments did not influence in the distribution of the nutrients in the plant.

Key-words: fertirrigation, irrigation, water resources.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil, por apresentar clima semi-árido e alta luminosidade vem despontando como grande produtor de melão irrigado. Sobressaindo-se o Estado do Rio Grande do Norte com 44% de toda área plantada no Brasil e com produtividade de $26.636 \text{ Kg ha}^{-1}$, superior a Nacional e a nordestina (IBGE, 2005). Segundo Coelho et al. (2001), a disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente macronutrientes, é fator decisivo para obtenção de altas produtividades do meloeiro, com frutos de boa qualidade. Para Raij et al. (1991) a aplicação de fertilizantes via água de irrigação por gotejamento, constitui-se em uma opção eficiente, pois possibilita máxima absorção a partir de uma quantidade mínima de fertilizantes aplicados. O manejo de água e nutrientes torna-se complexo devido às perdas excessivas por percolação e lixiviação, e a deficiência hídrica pode se tornar a principal causa no decréscimo da produtividade. A disponibilidade de potássio é bastante influenciada pelo teor de água no solo, devido, principalmente, à difusão e a relação de cátions (Raij et al. 1991). Silva et al. (2000) relatam que o N e K são os elementos extraídos em maiores quantidades pelo meloeiro, participando com mais de 80% do total de nutrientes extraídos (38% e 45% respectivamente). A falta de informações sobre a quantidade de macronutrientes a ser aplicado e pelo número insuficiente de informações relativas às exigências nutricionais do meloeiro caracteriza a importância do estudo com relação à reposta do meloeiro a extração acumulada de nutrientes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo e a partição de nitrogênio e potássio pelo meloeiro Gália fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o período de novembro a dezembro de 2005 em fazenda produtora de melão localizada no agropolo Assu-Mossoró, cujo solo tem textura franco-arenosa, com a camada de 0-20 apresentando as seguintes características químicas: $\text{pH}=5,8$, $\text{Ca}^{2+}=2,68$, $\text{Mg}^{2+}=1,20$, $\text{K}^{+}=0,18$, $\text{Na}^{+}=0,04$, $\text{Al}^{3+}=0,05$, $\text{H}^{+}=1,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{P}=14 \text{ mg dm}^{-3}$. A água utilizada na irrigação foi proveniente de fonte de rio perenizado, e apresentou as seguintes características químicas: $\text{CE} (\text{dS m}^{-1})=1,39$; $\text{pH}=8,10$; $\text{Ca}^{2+}=4,45$; $\text{Mg}^{2+}=3,60$; $\text{K}^{+}=0,14$; $\text{Na}^{+}=6,00$; $\text{Cl}^{-}=8,10$; $\text{HCO}_3^{-}=5,05$; $\text{CO}_3^{2-}=0,70 (\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})$, similar às águas de poços que exploram o aquífero calcário. Foram instalados três experimentos em áreas adjacentes e conduzidos simultaneamente, onde em cada um foi testada uma lâmina de irrigação em função da necessidade total de irrigação, conforme Allen et al. (1998): $\text{L}_1=0,7.\text{NTI}$; $\text{L}_2=0,9.\text{NTI}$ e $\text{L}_3=1,1.\text{NTI}$, respectivamente, sendo $\text{NTI}=1,1\text{ETc}$, considerada como a lâmina padrão para a cultura. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, num arranjo fatorial de 3×3 , três doses de N ($\text{N}_1=42$, $\text{N}_2=84$ e $\text{N}_3=126 \text{ kg.ha}^{-1}$) e de K ($\text{K}_1=106$, $\text{K}_2=212$ e $\text{K}_3=322 \text{ kg.ha}^{-1}$) sendo N_2 e K_2 as doses recomendadas por Crisóstomo et al. (2002),



aplicados via fertirrigação. A cultura estudada foi o melão (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) do tipo Gália, híbrido Solarnet, cujo fruto tem forma arredondada a ligeiramente ovalado; reticulado, denso e uniforme, sem sutura e a polpa é de coloração esverdeada clara. O plantio foi feito via semeadura direta, com uma semente por cova no espaçamento de 1,85 m x 0,40 m. O sistema de irrigação adotado foi localizado do tipo gotejamento, com um emissor por planta apresentando vazão de 1,8 L.h⁻¹. Aos 64 dias após semeadura, por ocasião da colheita, foi coletada uma planta com competição completa, por unidade experimental, estas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo, conduzidas ao Laboratório de Irrigação e Drenagem no Departamento Ciências Ambientais da UFERSA, onde foram separados em folhas, ramos, frutos. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70°C±1 até atingir peso constante e em seguida analisado quimicamente. Para determinação dos teores de N e K, utilizou-se 0,2 g da matéria seca, que foi digerida em ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio, sulfato de sódio, de cobre e selênio, obtendo-se os extratos, onde foi quantificado o nitrogênio, pelo método semi-kjeldahl e o potássio por fotometria de emissão de chama seguindo metodologia citada por Tedesco et al. (1995). Os dados foram analisados nas doses dentro de cada lâmina e entre as lâminas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os conteúdos de N total acumulados pelas plantas (Tabela 1) variaram de 50,15 kg ha⁻¹ (L₂N₁K₁) a 108,51 kg ha⁻¹ (L₃N₁K₁), sendo esses tratamentos correspondentes as doses aplicadas de 42 e 106 kg ha⁻¹ de para nitrogênio e potássio, respectivamente. Pode-se observar nesses valores um acúmulo de nutriente maior que o aplicado, provavelmente tenha sido devido ao nutriente proveniente da matéria orgânica aplicada e de outras fontes no solo não contabilizados. Com relação ao efeito das lâminas sobre a absorção de nitrogênio, pode-se observar na tabela 1 que o aumento das lâminas favoreceu a absorção e acúmulo do nutriente, pode-se observar ainda respostas diferentes dos tratamentos dentro de cada lâmina, sendo o acúmulo do nutriente crescente com o incremento no fornecimento nas lâminas L1 e L2, enquanto que na lâmina L3, o aumento do nutriente aplicado reduziu o total absorvido, provavelmente pela lixiviação dos nutrientes. Os valores percentuais de nitrogênio no fruto, variaram entre 40,32% (L₁N₁K₁) e 49,91% (L₁N₂K₂), correspondentes a 30,74 e 34,41 kg ha⁻¹, sendo que a média geral não apresentou diferença marcante entre as lâminas. Estes resultados diferem daqueles encontrados por Temóteo et al (2005), que trabalhando com melão pele de sapo encontrou nos frutos uma porcentagem de 63% do nitrogênio total absorvido pelo meloeiro. Provavelmente essa diferença se deve as características específicas da variedade, que produz frutos de maior tamanho.

O conteúdo de potássio acumulado pelo meloeiro teve mais influencia nas lâminas que nas doses dos nutrientes aplicados (Tabela 2), sendo mais acentuado pela maior lâmina (358 mm), com média de 155,16 kg ha⁻¹. Avaliando dentro de cada lâmina, se verifica um maior

Tabela 1. Total de nitrogênio (N total) em kg ha^{-1} e porcentagem desses nutrientes na parte vegetativa (%NPV) e no fruto (%NFRT) no meloeiro gália fertirrigado com diferentes doses de N e K e lâminas de irrigação, UFERSA, Mossoró-RN.

Tratamentos	Nitrogênio acumulado (kg ha^{-1})				
	Total	NPV	% NPV	NFRT	%N FRT
-----Lâmina 1 = 262 mm-----					
N1K1	76,23	45,49	59,67	30,74	40,32
N2K2	68,93	34,53	50,08	34,41	49,91
N3K3	84,19	47,35	56,24	36,84	43,75
Média	76,45	42,46	55,53	34,00	44,46
-----Lâmina 2 = 310 mm-----					
N1K1	50,15	26,78	53,39	23,37	46,6
N2K2	81,75	46,87	57,33	34,88	42,66
N3K3	118,45	66,85	56,43	51,60	43,56
Média	83,45	46,84	56,12	36,62	43,87
-----Lâmina 3 = 358 mm-----					
N1K1	108,51	56,72	52,27	51,79	47,72
N2K2	94,21	49,35	52,38	44,86	47,61
N3K3	83,88	49,81	59,38	34,07	40,61
Média	95,54	51,96	54,39	43,57	45,6

efeito na lâmina intermediária (310 mm) com uma variação de $72,89 \text{ kg ha}^{-1}$ (N_1K_1) a $179,12 \text{ kg ha}^{-1}$. (N_3K_3), verificando ainda que o acúmulo foi linear de forma crescente com o aumento na dose dos nutrientes, enquanto que nas demais lâminas a resposta foi quadrática. O maior acúmulo de potássio observado na L3, ocorreu possivelmente por uma maior área de molhamento e conseqüentemente uma maior exploração do solo pelo sistema radicular. Com relação a drenagem do nutriente pelos órgãos da planta, os maiores valores foram observados nos frutos, no entanto, não foi encontrada diferença considerável entre as lâminas nem entre as doses, com uma pequena variação, de 49,16% ($\text{L}_2\text{N}_3\text{K}_3$) a 61,60% ($\text{L}_1\text{N}_2\text{K}_2$) para as doses e de 55,09% (L3) a 60,60% (L1). Esses resultados estão abaixo do encontrado por Gurgel et al. (2006), que avaliando a absorção potássica em duas cultivares de melão (Goldex e Orange Flesh) verificaram que, em ambas as cultivares, 75% do total de potássio acumulado na parte aérea foram drenados para os frutos. No entanto os resultados obtidos neste trabalho, são semelhantes àqueles obtidos por Temóteo et al. (2005), que encontrou no melão ‘pele de sapo’ percentuais de 55% do potássio exportado pelos frutos. Silva Júnior (2005) trabalhando também com ‘pele de sapo’ encontrou aos 69 dias após semeadura percentual nos frutos de 41,72% de K.



Tabela 2. Total de potássio (K total) em kg ha⁻¹ e porcentagem desses nutrientes na parte vegetativa (%KPV) e no fruto (KFRT) no meloeiro gália fertirrigado com diferentes doses de N e K e lâminas de irrigação, UFERSA, Mossoró-RN.

Tratamentos	Potássio acumulado (kg ha ⁻¹)				
	Total	KPV	% KPV	KFRT	%K FRT
-----Lâmina 1 = 262 mm-----					
N1K1	128,17	50,22	39,18	77,95	60,82
N2K2	123,60	47,46	38,40	76,13	61,60
N3K3	131,34	53,36	40,63	77,98	59,37
Média	127,70	50,35	39,40	77,35	60,60
-----Lâmina 2 = 310 mm-----					
N1K1	72,89	30,86	42,33	42,03	57,67
N2K2	118,23	46,93	39,69	71,30	60,31
N3K3	179,12	91,07	50,84	88,05	49,16
Média	123,41	56,29	44,29	67,13	55,71
-----Lâmina 3 = 358 mm-----					
N1K1	153,00	65,56	42,85	87,44	57,15
N2K2	168,40	73,28	43,51	95,13	56,49
N3K3	144,08	69,71	48,38	74,37	51,62
Média	155,16	69,51	44,91	85,65	55,09

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados analisados pode-se concluir que o acúmulo de nitrogênio e potássio cresceu com o incremento das lâminas de irrigação e das doses dos nutrientes aplicadas. Os tratamentos aplicados não influenciaram na distribuição dos nutrientes na planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).
- COELHO, E.F.; SOUSA, V.F. de; SOUZA, V.A.B. de; MELO, F. de B. Efeito de níveis de N e K aplicados por gotejamento na cultura do meloeiro. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.1, p.23-30, 2001.
- CRISOSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A.; FARIA, C.M.B.; SILVA, D.J.; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J.S.; CRISÓSTOMO, J.R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J.S.; CARDOSO, J.W.; COSTA, N.D. Adubação, irrigação, híbridos e práticas para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: EMBRAPA, 2002, 22p. (**Circular técnica, 14**).

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de potássio em duas cultivares de meloeiro irrigadas com água de baixa e alta salinidade. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34, João Pessoa. Anais... SBEA, 2006 (**CR-ROM**).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação automática – Sidra: Produção agrícola Municipal. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária.** Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Consultado em 17/05/2005.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Ceres. Potafos, Piracicaba-SP, 1991, 343p.

SILVA JÚNIOR, M. J. da. **Crescimento e absorção de macronutrientes pelo meloeiro fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio.** Campina Grande, 2005. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas gerais. Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa de hortaliça, 2000. 22p. (**Circular técnica, 20**)

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre: UFRS, 1995. 174p. Boletim técnico, 5

TEMÓTEO, A. S. **Eficiência de utilização de nitrogênio e potássio pelo melão Pele de sapo fertirrigado submetido a diferentes lâminas de irrigação.** Mossoró: 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

TEORES FOLIARES DE Fe, Cu, Zn E Mn EM PLANTAS DE FEIJÃO-DE-CORDA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

NEVES, A. L. R.¹; GUIMARÃES, F. V. A.²; LACERDA, C. F. DE³;
HERNANDEZ, F. F. F.⁴; SILVA, F. B. DA⁵ & SILVA, F. L. B. DA⁵.

¹Mestranda em Irrigação e drenagem, UFC; Bolsista CNPq. leilaneves7@hotmail.com.

²Doutor, gerente do Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo, UFC. E-mail: valderez@ufc.br

³Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: cfeitosa@ufc.br

⁴ Professor Doutor, Departamento de Ciências do Solo, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: ferrey@ufc.br

⁵ Bolsista PIBIC/CNPq; Estudante de graduação em Agronomia; UFC, Fortaleza-CE. E-mail:

agroflaviobatista@yahoo.com.br., leandro_custela@hotmail.com

RESUMO: Avaliou-se o efeito da irrigação com água salina, aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento, sobre os teores de íons em folhas de feijão-de-corda. O experimento foi montado no campo, e obedeceu ao delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: Trat 1. Água do poço com CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ durante todo o ciclo. Os tratamentos 2, 3, 4 e 5 foram conduzidos com água de CEa de 5 dS m^{-1} , sendo, Trat 2: Durante todo ciclo; Trat 3: da semeadura até 20 dias após a germinação; Trat 4: de 20 a 40 dias após a germinação; e Trat 5: de 40 a 60 dias após a germinação. Aos 5, 20, 40 e 60 dias foram determinados os teores de Fe, Cu, Zn e Mn nas folhas. Os tratamentos influenciaram os teores de Fe, Cu e Zn, sendo que a aplicação contínua de água salina causou maior acúmulo de Fe e Zn ao final do ciclo. Os teores dos micronutrientes variaram ao longo do tempo de cultivo, sendo que os teores de Fe e o Mn foram maiores ao final do ciclo, enquanto os teores de Cu e Zn decresceram.

Palavras chave: Salinidade, nutrição mineral, Irrigação.

LEAF FE, CU, ZN AND MN CONCENTRATIONS IN COWPEA PLANTS IRRIGATED WITH SALINE WATER AT DIFFERENT STAGES ALONG PLANT CYCLE

ABSTRACT: The objective of this paper was evaluate the effect of the irrigation with saline water, applied at different development stages, on leaf ions concentrations of cowpea. The experiment was set up in the field, during the dry season. A completely randomized block design, with five repetitions, was adopted. The treatments studied were: 1. Well water with electrical conductivity (ECw) of 0.8 dS m^{-1} during the complete crop cycle; 2. Saline water (5.0 dS m^{-1}) during the complete crop cycle; 3. Saline

water (5.0 dS m^{-1}) from sowing until 20 days after seedling emergence (germination and initial growth); 4. Saline water (5.0 dS m^{-1}) from 20 until 40 days after seedling germination (intense growth and pre-flowering). 5. Saline water (5.0 dS m^{-1}) from 40 until 60 days after seedling germination (flowering and fruit development). The leaf Fe, Cu, Zn and Mn were measured at 5, 20, 40 and 60 days after germination. The applied treatments affected the leaf Fe, Cu, and Zn concentrations, being that the use of saline water during complete crop cycle caused higher accumulation of Fe and Zn. The leaf concentrations of the studied micronutrients changed along the time, being that the leaf Fe and Mn increased at the end of crop cycle, while Cu and Zn decreased.

Key-words: Salinity, mineral nutrition, irrigation

INTRODUÇÃO

O estresse salino em plantas pode ser decorrente do uso de águas salinas ou sódicas ou do crescimento das plantas em solos salinizados. Nessas regiões, é também comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração salina e com elevadas concentrações de sódio, dois fatores que reduzem a qualidade desse recurso para utilização na agricultura. Como consequência desse processo tem-se a perda da capacidade produtiva dos solos e enormes prejuízos sócio-econômicos.

De acordo com Ayers e Westcot (1999), problemas de toxicidade na planta surgem quando certos íons, constituintes do solo ou da água são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente altas para provocar danos e reduzir rendimentos. Os problemas de toxicidade são decorrentes da concentração elevada de um cátion ou anion específico, bem como de uma composição salina desfavorável na solução do solo, resultando em excessiva ou desbalanceada absorção pelas plantas.

Segundo Grattan e Grieve. (1999), em solos salinos e sódicos a solubilidade de micronutrientes (por exemplo, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) é particularmente baixa, e plantas crescendo nestes solos podem apresentar deficiência destes elementos. No entanto, as respostas das plantas são muito variadas, em função do próprio tipo de planta, nível de salinidade, concentração do micronutriente, condições de crescimento e a duração do estudo. Consequentemente, a relação entre salinidade e micronutrientes é complexa e a salinidade pode aumentar, diminuir ou pode não afetar a concentração dos micronutrientes nas plantas.

Avaliou-se nesse trabalho as variações nos teores foliares de Fe, Cu, Zn e Mn em função do tempo e da irrigação com água salina, aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no campo, em uma área de Argissolo Vermelho Amarelo, localizada no Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza ($3^{\circ}45'S$; $38^{\circ} 33'W$ e altitude de 19 m em relação ao nível do mar). Segundo a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada numa região de clima Aw' .



Foram utilizadas sementes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) cultivar Epace 10. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, com duas plantas por cova, sendo submetidas aos seguintes tratamentos:

- Trat 1: CEa em torno de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ (água do poço) durante todo o ciclo;
- Trat 2: Água salina com CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, iniciada após a germinação, durante todo ciclo;
- Trat 3: Água salina com CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, da semeadura até 20 dias após a germinação (germinação e crescimento inicial), e água do poço no restante do ciclo;
- Trat 4: Água salina com CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, aplicada de 20 – 40 dias após a germinação (fase de intenso crescimento vegetativo até a pré-floração), e água do poço nas demais fases do ciclo;
- Trat 5: Água do poço da semeadura até 40 dias após a germinação e água salina (CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$) aplicada de 40 – 60 dias após a germinação (Floração e Frutificação).

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo que cada parcela teve o comprimento de 5,0 m com 3,2 m de largura, com quatro linhas de plantio.

Para o preparo das soluções salinas foi utilizado água do poço, com CEa em torno de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, foram utilizados os sais de NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e concentração ($\text{mmolc L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), extraída de Rhoades et al. (2000). A água foi aplicada em sulcos nivelados e fechados e sua quantidade foi calculada para atender às necessidades da cultura, através de dados de uma estação meteorológica localizada a cerca de 40 m do local do experimento, adicionando-se a fração de lixiviação calculada de acordo com Ayers & Westcot (1999). A lâmina total de irrigação utilizada por tratamento foi de 352 mm. A adubação das plantas seguiu a recomendação de Fernandes (1993).

Aos 5, 20, 40 e 60 dias após a germinação (épocas) as plantas foram colhidas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada a 60°C , para posterior determinação dos teores de íons. Nas amostras foliares secas em estufa e finamente trituradas em moinho tipo Wiley foram determinados os teores de Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas, de acordo com as metodologias descritas por Silva (1999).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SAEG/UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Fe, Cu e Zn foram influenciados pelos tratamentos a 1% de probabilidade, com exceção do Mn (Tabela 1). Já para a variável época o Fe, o Cu, o Zn e o Mn foram significativos a 1% de probabilidade. Para a interação tratamento x época os teores de Fe e Cu foram significativos, já os íons Zn e Mn não houve significância.

Os teores de Fe aumentaram de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo os aumentos mais expressivos na fase final do ciclo (Figura 1). Verifica-se, também, que na última medição o tratamento que foi irrigado com água salina durante todo ciclo (Trat 2)

apresentou os maiores teores foliares de Fe, enquanto o tratamento 3 apresentou os menores valores. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Grattan e Grieve (1999) e por Sousa (2006), que indicam que a salinidade aumenta a concentração do íon Fe nas folhas.

Os teores de Cu foram bem diferenciados com relação sua absorção pelas plantas (Figura 1). Aos 40 dias após a germinação todos os tratamentos tiveram um aumento igual, decrescendo ao final do ciclo. De acordo com Grattan e Grieve (1999) a influência da salinidade na acumulação de cobre é muito variável, podendo ser verificado aumento ou diminuição nos teores desse íon.

Os teores de Zn variaram ao longo do tempo de cultivo, com pequena diferença entre os tratamentos (Figura 1), com os maiores valores sendo encontrados nos tratamentos 2 e 3. Os teores de Mn aumentaram ao longo do ciclo em todos os tratamentos, e, embora os valores ao final do ciclo tenham sido maiores no tratamento irrigado com água salina durante todo ciclo (Trat 2), as diferenças não foram significativas. Esses resultados divergem dos obtidos por Sousa (2006) e por Grattan e Grieve (1999), que mostram que a salinidade tende a reduzir os teores desse íon na parte aérea.

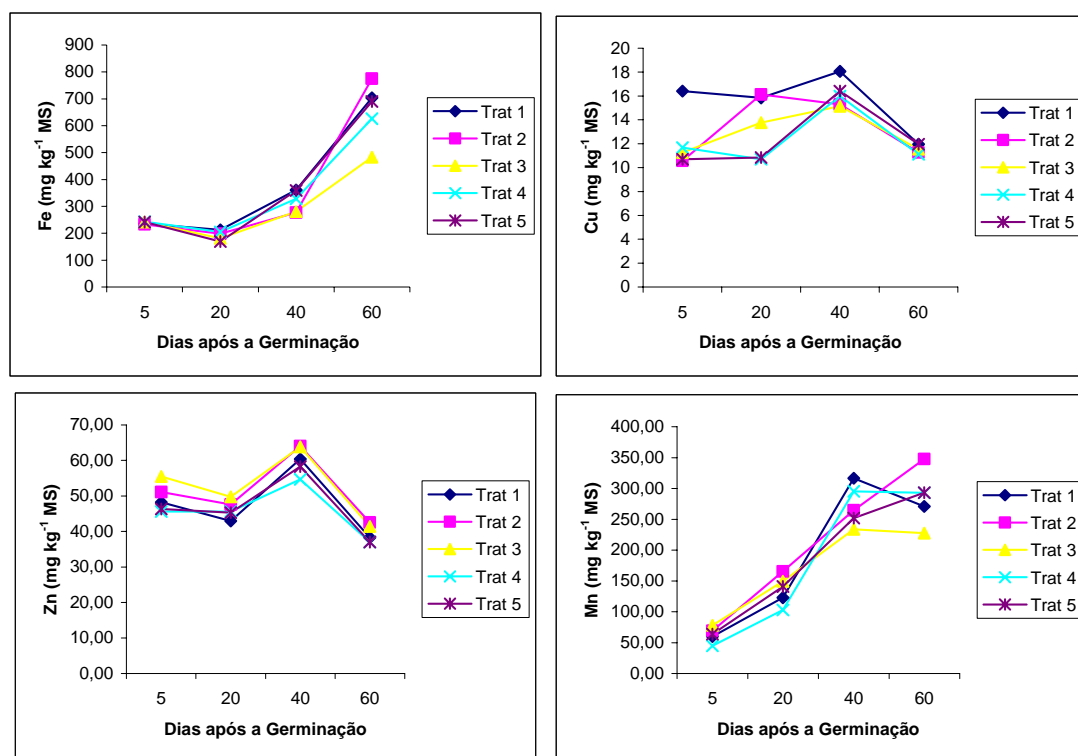


Figura 1. Teores de Fe, Cu, Zn e Mn em folhas de plantas de feijão-de-corda irrigadas com águas salinas em diferentes estádios de desenvolvimento.



Tabela 1. Valores do quadrado médio e significância estatística para os teores de Cu, Fe, Mn e Zn em folhas de plantas de feijão-de-corda irrigadas com águas salinas em diferentes estádios de desenvolvimento.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	Fe	Cu	Zn	Mn
Tratamento	21328,3 **	34,1 **	182,3 **	4220,2 ns
Época	1092691,0**	105,9 **	1914,1 **	292074,6 **
Trat x Época	16439,1 **	12,44 **	14,3 ns	4836,9 ns
Bloco	3102,9 ns	2,9 ns	86,7 *	5095,8 ns
Resíduo	4951,5	5,6	35,5	9452,62
C.V. (%)	19,96	17,75	12,22	51,28

*-Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

CONCLUSÃO

Os tratamentos influenciaram os teores de Fe, Cu e Zn, sendo que a aplicação contínua de água salina causou maior acúmulo de Fe e Zn ao final do ciclo. Os teores dos micronutrientes variaram ao longo do tempo de cultivo, sendo que os teores de Fe e o Mn foram maiores ao final do ciclo, enquanto os teores de Cu e Zn decresceram.

AGRADECIMENTOS

Ao CT-HIDRO/CNPq pelo apoio financeiro concedido na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A. qualidade da água na agricultura**. 2. ed. UFPB, Campina Grande, PB, (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 29), 1999, p. 153.
- FERNANDES, V. L. B. (COORD.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. UFC, Fortaleza, CE, 1993, p. 248.
- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M. Salinity-mineral nutrient relations horticultural crops. **Scientia Horticulture**, 78, pp127-157, 1999.
- RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola**. UFPB, Campina Grande, PB. (ESTUDOS FAO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM 48), 2000, 117P.
- SILVA, F. C. (ORG). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Brasília, DF, 1999, 370P.
- SOUSA, R. A. **Efeito da salinidade e da composição iônica da água de irrigação sobre o desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda Cv. Pitiúba**. 2006. 76 f.. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTUDO COMPARATIVO DE AVALIAÇÃO EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPELADOR ANTES E DEPOIS DE UM MANEJO DO SISTEMA

NASCIMENTO N. V.¹; SOUSA, A. E. C. ²; OLIVEIRA, J. E.³;
SOARES, F. A. L.² & MELO, C. M. V.⁵

¹Bolsista pelo CNPq, CVT de Groaíras, Rua D. Leopoldina n° 1340 CEP: 64713-000 Groaíras - CE. Fone: (88)36471685. e-mail: navilta@hotmail.com

²Professor da FATEC, Sobral/CE

³Técnico de Ensaios, LEEI, FATEC, Sobral/CE

⁵Graduando em irrigação, FATEC, Sobral/CE

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido na fazenda Vaquejador no município de Groaíras-CE, com o objetivo de avaliar e comparar o desempenho de um sistema de irrigação localizada o tipo microaspersor o trabalho foi desenvolvido em três etapas de avaliação do sistema, sendo a primeira sem nenhum reparo no sistema, a segunda realizando apenas desobstrução nos emissores e a terceira foi feita depois de uma manutenção mais detalhada. O método utilizado foi o proposto por (Keller & Carmelli, 1975), sendo avaliados os seguintes parâmetros, (CUD) coeficiente de uniformidade de distribuição, (Ea) eficiência de aplicação e (cv) coeficiente de variação da vazão dos emissores. Os resultados obtidos mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência de funcionamento, porém, quando realizamos as correções necessárias e fizemos a terceira avaliação, obtemos bons resultados como CUD = 83% , representando um acréscimo de 11 pontos percentuais em relação ao resultado da primeira avaliação.

Palavras-chave: irrigação localizada, emissor, manutenção.

COMPARATIVE STUDY OF EVALUATION OF A SYSTEM OF IRRIGATION FOR MICROASPELADOR BEFORE AND AFTER A HANDLING OF THE SYSTEM

ABSTRAC: The present work was developed in the Vaquejador farm in the city of Groaíras-CE, with the objective to evaluate and to compare the performance of a system of located irrigation microaspersor type, the work was developed in three stages of evaluation of the system, having been the first one without no repair in the system, second carrying through only removal of hindrance in the senders and third it was made after a detailed maintenance more. The used method was the considered one for (KELLER & KARMELI, 1975), being evaluated the following parameters, (CUD) coefficient of distribution uniformity, (Ea) efficiency of application e (cv) coefficient of variation of the outflow of the senders. The gotten results had shown that the evaluated system presented low an efficiency of functioning, to put when we carry through the necessary corrections and we made the third evaluation we get good resulted as CUD = 83% representing an addition of 11 percentile points in relation to the result of the first evaluation.

Key-words: located irrigation, emitting, maintenance.



INTRODUÇÃO

Para termos o conhecimento na distribuição de água de um sistema de irrigação por gotejamento é necessário, realizar a medição das vazões dos gotejadores ao longo das linhas laterais. Conhecendo as vazões dos gotejadores, pode-se calcular a uniformidade de distribuição do sistema, por meio de várias equações. Um modo prático de representar, numericamente, a uniformidade de aplicação de um sistema de irrigação é o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (Keller & Carmelli, 1975), que indica a uniformidade de aplicação ao longo do sistema. Outra equação, que pode ser usada para determinar a uniformidade de aplicação do sistema, é a proposta por Christiansen. O uso desta equação permite a obtenção de resultados bastante confiáveis, porém, requer a medição da vazão de todos os gotejadores do sistema, conseqüentemente, muito tempo e muita mão-de-obra (BERNARDO, 1995). Segundo RODRIGO et al. (1992), a determinação de CUC com os 16 emissores, previamente selecionados, impede a aplicação de critérios estatísticos e, conseqüentemente, a definição dos limites de confiança para uma determinada probabilidade.

A avaliação tem por objetivo verificar a qualidade da aplicação de água de um sistema de irrigação, identificar e solucionar possíveis, problemas de manejo e funcionamento das instalações. Com isso, objetivou-se neste trabalho, realizar um estudo comparativo em um sistema de irrigação sem e com manejo no sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Vaquejador no município de Groaíras –CE, numa área de coco irrigado.

Os equipamentos utilizados para medir as vazões dos emissores foram: um cronômetro, uma proveta graduada de 1000 mL, para a medida das pressões foi utilizado um manômetro com unidade em kgf cm^2 .

O método utilizado foi o proposto por Keller e Carmelli (1975), sendo selecionadas quatro posições na linha lateral sobre a linha de derivação, as quais se encontravam nas seguintes posições, primeira a um terço a dois terço e a última. Logo após serem selecionadas as quatro linhas laterais, foram selecionados quatros pontos ao longo da linha lateral, os quais se encontravam nas seguintes posições, o primeiro emissor da linha, o segundo foi a um terço da linha lateral, o terceiro situado a dois terço do comprimento da linha lateral e o quarto foi o ultimo emissor da linha.

A avaliação foi realizada coletando o volume de água dos emissores e em seguida calculou-se a vazão média em L/h correspondente aos dos volumes coletados de cada emissor. Através dos dados coletados em campo foram realizados os cálculos para avaliação do sistema de irrigação, sendo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), eficiência de aplicação de água (E_a) e o coeficiente de variação da vazão do emissor (cv).

O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi o apresentado por Keller e Carmelli (1975), tendo sua definição baseada na razão entre as vazões mínimas e médias dos emissores, conforme a equação 1.

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (1)$$

em que,

q_n = a média das 25% menores vazões dos emissores, em L/h;

q_a = média das vazões de todos os emissores, em L/h;

A variação em razão do processo de fabricação é medida pelo coeficiente de variação da vazão (cv), encontrado através da equação 2.

$$Cv = \frac{\left[\left(\sum q_i^2 - n q_a^2 \right) (n-1) \right]}{q_a^2} \quad (2)$$

em que,

Cv = coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal;

q_i = vazão do emissor, em L/h;

n = numero de emissores avaliados.

Para o calculo de eficiência de aplicação, utilizou-se a seguinte equação abaixo;

$$Ea = Ks \times CUD \quad (3)$$

em que,

Ks = coeficiente de transmissividade.

Ks desejável está em torno de 85 a 90% segundo Vermeiren & Jobling (1997), par este trabalho foi utilizado o valor de 90%.

Foram realizadas três avaliações sendo que a primeira foi feita sem nenhum reparo no sistema, ou seja, da maneira que se encontrava instalado, em seguida foi feito desentupimento nos microaspersores e então se realizou uma nova avaliação a terceira avaliação foi realizada depois do sistema ter passado por uma manutenção básica como, reparos em vazamentos nas tubulações, desentupimento e substituição de emissores e um maior controle de pressão no sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados coletados em campo encontramos a média das vazões em L h⁻¹ sendo observada uma melhora significativa entre a primeira, segunda e terceira avaliação, cujos valores foram 52,5, 58,1 e 87,4 L h⁻¹, respectivamente (Tabela 1).

Os valores encontrados de CUD foram de 72%, para a primeira avaliação, a segunda avaliação obteve um valor de apenas 74% depois de terem sido desentupidos todos os emissores, Já a terceira avaliação houve um aumento de 11 pontos percentuais em relação à primeira tendo seu valor de CUD de 83%, sendo classificado como bom de acordo por Bralts (1986).



Tabela 1. Resultado das avaliações e comparações entre as mesmas.

Parâmetros avaliados	Primeira avaliação	Segunda avaliação	Terceira Avaliação
q _a (l/h)	52,5	58,5	87,4
CUD (%)	72	74	83
Ea (%)	68,4	70,6	79,1
Cv (%)	23,5	25	13,8

Depois de ter sido realizada a manutenção em todo o sistema da fazenda o mesmo apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 74,9%, onde o ideal seria entre 90 a 95%, valores recomendados pela FAO 36 citado por Sousa (2003), e baixa eficiência do sistema se dar em virtude da constante obstrução dos emissores, causado por elevado teor de sólidos suspensos e não se ter um sistema de filtragem para o sistema, além da falta de manutenção periódica do mesmo. Os demais valores de coeficiente de variação observamos (Ea) e (Cv) na tabela 1 para visualizamos melhor a comparação entre as avaliações realizadas em campo.

Ressaltando que o melhor valor de (cv) também foi obtido na terceira avaliação.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que o sistema de irrigação da fazenda não apresenta boa eficiência em virtude da precariedade e da degradação do sistema, causado por falta de manutenções periódicas no mesmo.

Podemos concluir também que a avaliação em sistemas de irrigação é de total importância para sabermos desempenho de funcionamento do mesmo, ficando claro que, por mínimo que seja a manutenção realizada resultará em bons resultados de funcionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCK, D.A. (ed) **Trickle irrigation for crop production**, Amsterdam: Elsevier, 1986. p. 216 – 240.
- KELLER, J; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.
- RODRIGO, J. L.; HERNANDEZ, J. M. A.; PEREZ, A. R.; GONZALEZ, J. F. H. **Riego localizado** Madri. 405 p. 1992.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

FISIOLOGIA DO MARACUJAZEIRO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA

MELO, A. S. DE¹; LIMA, A. B. DE²; BRITO, M. E. B.³;
FERNANDES, P. D.⁴; FRANÇA, F. C. DA S.⁵ & SUASSUNA, J. F.²

¹Prof. MSc. Centro de Ciências Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha - PB

²Graduando (a) em Ciência Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha - PB

³Eng. Agrônomo, Doutorando Engenharia Agrícola, UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, CEP: 58100-000

⁴Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola- UFCG, Campina Grande - PB

⁵Técnico em Agropecuária da UEPB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fisiológico do maracujazeiro amarelo sob lâminas de água para melhoria na eficiência do uso da água. O experimento foi realizado no Setor de Fruticultura da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV – Catolé do Rocha-PB. O delineamento foi o de blocos ao acaso, em fileiras subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos foram 4 níveis de irrigação (40; 70; 100; e 130% da ETo mm dia⁻¹) com base na evaporação do tanque Classe A. Analisou-se a fluorescência inicial (Fo), máxima (Fm) variável (Fv) e a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) bem como a resistência estomática (Rs). O aumento da disponibilidade de água ocasionou a menor resistência estomática. Pode-se utilizar até 100% da ETo para melhoria na eficiência do fotossistema II.

Palavras chave: Estresse hídrico, *Passiflora edulis*, fotossíntese

PHYSIOLOGY PASSION FRUIT UNDER DIFFERENT WATER LEVELS

ABSTRACT: The present work has objective was evaluate the physiologic behavior of the yellow passion fruit under water levels facilitating the improvement in the use water efficiency. The experiment was accomplished in the Section of Horticulture of the UEPB - PB. The experimental plan was randomized blocks, in lines subdivided with four repetitions. The treatments were 4 irrigation levels (40; 70; 100; e 130% da ETo mm dia⁻¹). The analyzed variables was initial fluorescence (Fo), maxim (Fm), variable (Fv), quantum efficiency (Fv/Fm) and stomatal resistance (Rs). ETo increase of the readiness of water caused the smallest stomatal resistance. It can be used it ties 100% of ETo goes improvement in the efficiency of the fotossistema II.

Key-words: Drought Stress, *Passiflora edulis*, photosynthesis



INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) tem o Brasil como maior produtor mundial e as regiões Nordeste e Sudeste destacam-se com a maior parcela de produção com 43,32% e 40,96% respectivamente. Em 2002 o principal estado produtor foi a Bahia com 125.741t. (Martins et al. 2007).

Para o bom desenvolvimento de um pomar e manutenção da produção durante um maior período do ano faz necessário o uso de tecnologias como a irrigação, notadamente no Nordeste Brasileiro, onde alguns autores como Raij (1991) e Malavolta et al. (1989), indicam que a planta depende muito da disponibilidade de água adequada para o bom aproveitamento dos fertilizantes. Verifica-se, também, que a água é o fator que exerce maior influência sobre o a respiração e todas as outras atividades metabólicas, culminando com o fornecimento de energia e nutrientes necessários aos processos de crescimento e de desenvolvimento do vegetal (Carvalho & Nakagawa, 1988).

A água, contudo, é um recurso limitado no semi-árido nordestino, sendo que para sua utilização para fins de irrigação deve-se ater para a melhoria na eficiência do seu uso, aliando-se uso racional da água e produção de culturas. Sabe-se que o conhecimento do comportamento fisiológico da cultura pode trazer um indicativo do estado do vegetal e ajudar na tomada de decisão proporcionando uma melhoria no uso dos recursos naturais.

Com isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fisiológico do maracujazeiro amarelo sob lâminas de água possibilitando a melhoria na eficiência do uso da água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Ciências Agrárias, Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, município de Catolé do Rocha-PB. A cidade está situada a 6°21' de latitude S e 37°48' de longitude O Gr., a uma altitude de 250m. A região apresenta clima segundo classificação de Köppen, do tipo BSw`h`, com precipitação média anual de 27°C e período chuvoso concentrado entre os meses de fevereiro à abril. Ressalte-se que o solo local é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico com textura arenosa.

Foram colocadas para germinar 100 sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa* Deg.), separadamente, em sacos plásticos contendo 1L de uma mistura de terra, adubo químico simples (N, P, K) e esterco bovino curtido. No mês de março após 45 dias da emergência foi feito transplante no local definitivo em covas de 40x40x40cm, com uma adubação de fundação esterco caprino (20L) e superfosfato simples (200g). Adotou-se o espaçamento na cultura de 3m entre plantas e 3m entre fileiras, totalizando 1.111 plantas ha⁻¹ as quais foram orientadas no sentido leste-oeste. O processo de condução foi feito em espaldeira, com um único fio de arame liso, fixo em mourões de alvenaria de 2,0m acima do nível do solo, espaçados 8m. O delineamento foi o de bloco

feito completamente ao acaso, em fileiras subdivididas em quatro repetições. As repetições correspondiam a 4 níveis de irrigação (40; 70; 100; e 130% da ETo mm dia⁻¹).

Adotou-se o método de irrigação por gotejamento trabalhando com 3 gotejadores por planta apresentando uma vazão total de 12L h⁻¹. Sendo que as lâminas aplicadas foram determinadas diariamente de acordo com a evapotranspiração do tanque classe A próximo a área.

As medidas da fluorescência da clorofila 'a' foram determinadas na folhas do ramo secundário por meio de fluorômetro portátil (PEA- Plant Efficiency Analyser, Hansatech, King's Lynn, Norfolk, UK), registrando-se os valores das fluorescências inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) e capacidade fotoquímica do fotossistema II ou eficiência quântica (Fv/Fm). As medidas foram realizadas adotando-se o método do pulso de saturação (SCHEIBER et al., 1994), em folhas pré-adaptadas ao escuro após um período de 30 minutos. A medida da fluorescência lenta da clorofila foi acompanhada, fazendo parte de um fluorômetro portátil da marca (LI-1600, USA), como fonte saturante CO₂. Com isso, foi possível a caracterização dos pontos de fluorescência da clorofila a.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo (teste F) e a comparação das médias pelo programa SAEG 9.0 (Sistemas para Análise Estatísticas e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (Euclides, 1983) e os modelos de regressão ajustados pelo programa Table curve 2D.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas variáveis de fluorescência, disposta na figura 1, verifica-se incremento com o aumento da disponibilidade de água no solo da fluorescência inicial (Fo) (Figura 1A), máxima (Fm) (Figura 1B) e da fluorescência variável (Fv) (Figura 1C), contatando-se ao mesmo tempo, até o nível de 100% da ETo, relação entre Fv e Fm semelhante, havendo um aumento abrupto em Fm entre o nível de 100 e 130% da ETo, proporcionando neste nível o menor valor para a eficiência quântica do fotossistema II medido pela razão entre Fv e Fm. A relação Fv/Fm estudada tem sido freqüentemente utilizada para detectar perturbações no sistema fotossintético causado por estresses ambientais e abióticos, visto que a diminuição indica inibição da atividade fotoquímica (KONRAD, 2005), assim como evidenciado neste trabalho, sendo que o aumento excessivo da disponibilidade de água pode ter ocasionado distúrbio no sistema fotossintético, notadamente, elevando a fluorescência máxima.

Verifica-se na Figura 2 o comportamento da resistência estomática (Rs) em resposta às lâminas de irrigação, observando-se decréscimo da Rs com aumento da disponibilidade de água à cultura do maracujazeiro. No nível de 40% da ETo a resistência estomática (Rs), foi de 3,82s cm⁻¹, enquanto que na lâmina correspondente a 130% da ETo os valores de Rs obtidos foram de 3,16s cm⁻¹ com uma redução total de 17,27%. Segundo Taiz e Zeiger (2004), a resistência estomática é reduzida com o aumento da disponibilidade de água no solo, assim como evidenciado neste trabalho. Denote-se que a Rs é considerada a resistência ao vapor de água no poro estomático e nos espaços intercelulares (Marenco & Lopes, 2005). Cavalcante et al.,



(1999) estudando respostas fisiológicas em maracujazeiro inoculado com fungos micorrízicos arbusculados a estresse hídrico verificaram que a resistência estomática sem inoculação com estresse foi de $3,0\text{ s cm}^{-1}$ e sem estresse de $2,3\text{ s cm}^{-1}$ demonstrando que não houve efeito significativo na variável.

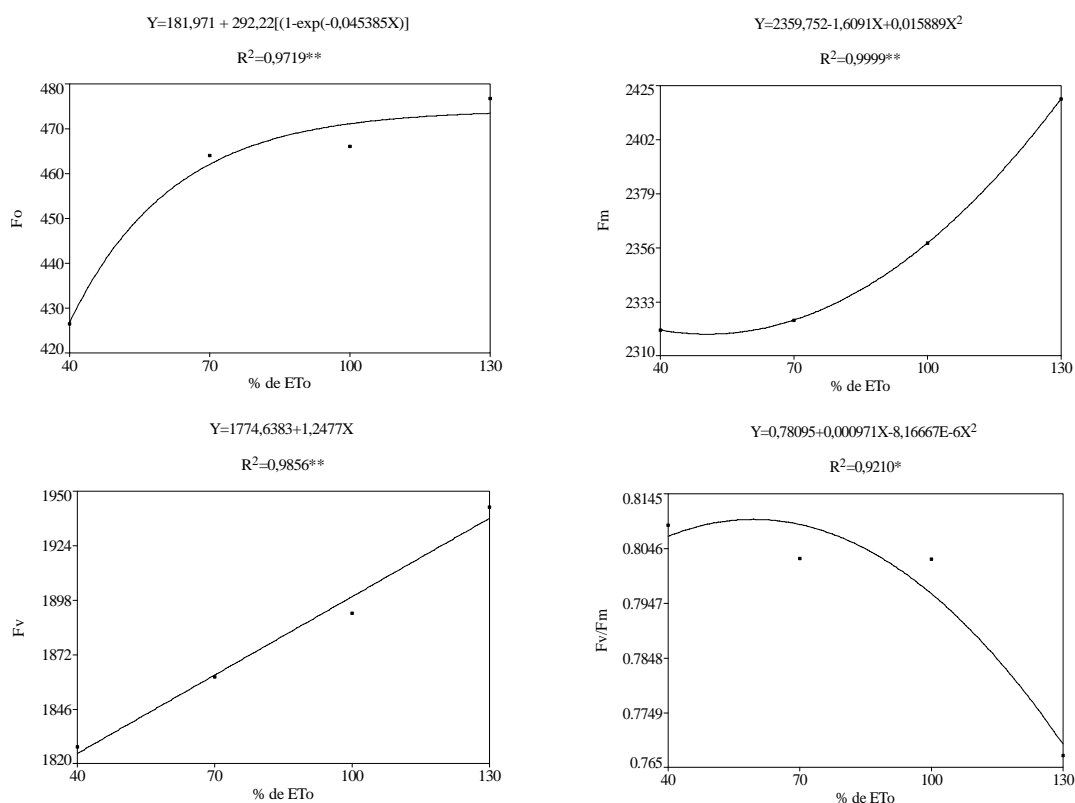


Figura 1: variáveis fisiológicas do maracujazeiro amarelo (A) fluorescência inicial (F₀), (B) máxima (F_m), (C) variável (F_v) e (D) eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) em função das lâminas de irrigação aplicadas. Catolé do Rocha, 2007

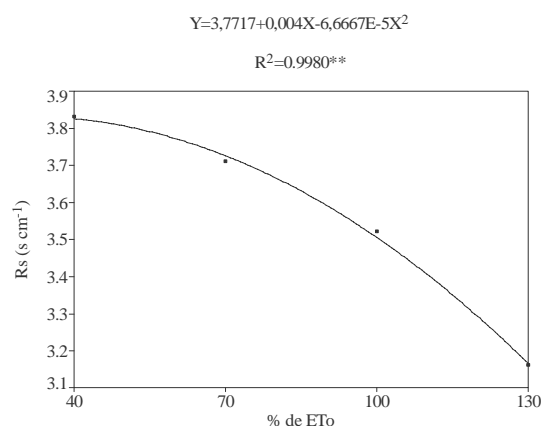


Figura 2: Resistência estomática (R_s) em função das lâminas de irrigação aplicadas. Catolé do Rocha, 2007

CONCLUSÕES

1. O aumento da disponibilidade de água ocasionou a menor resistência estomática.
2. Pode-se utilizar até 100% da ETo para melhoria na eficiência do fotossistema II.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.
- CAVALCANTE, U.M. T. **Efeitos da associação de fungos micorrízicos arbusculares com o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.)**. Recife: UFPE, 1999. 139p. Tese de Doutorado.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema para análise estatísticas e genéticas (SAEG)-manual prático**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 77p.
- KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.da.; FURLANT,P.R.; MACHADO,E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de feijoeiro sob estresse de alumínio. **Revista Bragantia**, Campinas,. V.64, N.3, p. 339-347. 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Aplicação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F.; Fisiologia vegetal; fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, p.451, ed.22, 2005.
- MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; CANUTO, R. S.; SILVA, J. C. Maracujá (*Passiflora* spp), PAULA JÚNIOR, J.; VENZOM, M. **101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 503-507, 2007.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/ POTAFOS, 1991. 343 p.
- SCHEIBER, V.; BILGER, W.; NEUBAUER, C. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. In: SCHULZE, E.D.; CALDWELL, M.M. (Ed.). **Ecophysiology of Photosynthesis**. Berlim: Springer. 1994. p.49-70. (Ecological Studies, 100).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DO ENCROSTAMENTO SUPERFICIAL NAS PROPRIEDADES HÍDRICAS EM SOLO CULTIVADO

SOUZA, E. S.¹; SILVA, J. M.²; GOUVEIA NETO G. C.²;
SOUZA, C.³; LIMA, J. R. S.¹ & SILVA, I. F.⁴

¹Pesquisador Bolsista DCR/CNPq da UFPB/CCA/ DSER. CEP 58397-000, Areia, PB. E-mail: edu_souza_pe@yahoo.com.br, romualdo_solo@yahoo.com.br;

²Bolsista PIBIC/CNPq da UFPB/CCA/ DSER. CEP 58397-000, Areia, PB. E-mail: jose_madson@yahoo.com.br, neto_gouveia@hotmail.com;

³Doutorando PPGA/CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB.

⁴Professor da UFPB/CCA/DSER. E-mail: ivandro@cca.ufpb.br.

RESUMO - A infiltração da água no solo pode ser diminuída pelo encrostamento, aumentando desta forma o escoamento superficial das águas chuvas e da irrigação. Foram estimados, a partir de experimentos com infiltrômetros de anel simples, as propriedades hidráulicas de um solo com e sem crosta, cultivado com mamona. O experimento foi realizado com dois tratamentos (com e sem crosta) e sete repetições. Os solos sem crosta foram, em média, quase três vezes mais condutores que os com crosta. O valor médio do raio característico de poros hidraulicamente ativos (λ_m) foi de 0,16 mm para o solo sem crosta e de 0,19 mm para o com crosta. Apesar de apresentar valor menor de λ_m , os solos sem crosta são mais condutores devido à densidade de poros. Embora o valor de λ_m tenha aumentado nas superfícies com crostas, a quantidade de poros hidraulicamente ativos foi aproximadamente seis vezes menor que a das superfícies sem crosta.

Palavras chave: condutividade hidráulica, infiltração da água no solo, raio característico de poros

EVALUATION OF SUPERFICIAL ENCROSTAMENTO IN THE PROPRIEDADES HÍDRICAS IN CULTIVATED SOIL

ABSTRACT - The crusts are responsible for the reduction of water infiltration into the soil and the increase in runoff process from rains and irrigation. From infiltration test using the simple ring infiltrometer, the soil hydraulic properties of a soil, with and without crust, cultivated with castor were estimated and compared. The soils without crust were on average almost three times more conductive than the ones with crust. The mean value of the characteristic mean pore radius (λ_m) was of 0.16 mm for soils without crust and 0.19 mm with crust. Despite presenting a lesser λ_m value, the surfaces without crust were more conductive due to the density of the pores. Although the λ_m value had increased in the surfaces with crusts, the amount of hydraulically active pores was approximately six times less than in the surfaces without crust.

Key-words: hydraulic conductivity, soil water infiltration, characteristic mean pore radius.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de crostas na superfície do solo é uma característica importante de solos em muitas regiões tropicais e subtropicais, visto que este encrostamento pode diminuir a taxa de infiltração de água no solo e aumentar a taxa de escoamento superficial (Valentin & Bresson, 1992).

Como os encrostamentos são tipicamente muito finos, poucos métodos de campo conseguem estimar suas propriedades hidráulicas (Vandervaere et al., 1997); no entanto, alguns métodos baseados no infiltrômetro a disco com pressão controlada (Ankeny et al., 1996; entre outros) ou no infiltrômetro de anel simples permitem realizar medidas no campo para caracterizar os parâmetros fenomenológicos da infiltrabilidade, tais como a condutividade hidráulica e a sorvidade.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do encrostamento superficial nas propriedades hidráulicas de um solo cultivado com mamona.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB, no município de Areia (6°58'12" S e 35°42'15" O), estado da Paraíba. O solo é caracterizado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2006). Os dados da análise granulométrica e da densidade do solo da área experimental, são apresentados na Tabela 1. A precipitação média anual no município de Areia é de 1400 mm, a temperatura média anual é de 24,5 °C e a umidade relativa média é 80 %. O período mais chuvoso é de abril a julho o qual representa 62% do total médio anual.

Os ensaios de infiltração consistiram em se anotar o tempo que volumes constantes de água (100 mL), adicionados continuamente no anel (20 vezes), levaram para serem infiltrados.

Esses ensaios fornecem a infiltração tridimensional em função do tempo $I_3(t)$. Durante cada ensaio também foram coletadas amostras indeformadas para determinação da densidade do solo e das umidades inicial θ_0 e final θ_s . O cilindro foi posicionado na superfície do solo e inserido a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, para prevenir perdas laterais de água durante o processo de infiltração de água na superfície do solo. Nos ensaios foi utilizado um infiltrômetro com 150 mm de diâmetro.

Os experimentos de infiltração foram realizados entre plantas, em 14 pontos escolhidos aleatoriamente na parcela: sete pontos com a ausência de crosta na superfície e sete com sua presença, próximo a colheita da cultura.

Método de Haverkamp et al. (1994)

Uma equação analítica para a infiltração transitória tridimensional é usada para obter a condutividade hidráulica saturada, K_s [LT^{-1}], e a sorvidade, S [$LT^{-1/2}$], de um solo não saturado (Haverkamp et al., 1994) equação 1 e o fluxo de infiltração estacionário equação 2.



$$I(t) = \left[K_s + \frac{\gamma S^2}{r_d(\theta_s - \theta_0)} \right] t + \frac{S^2}{2(K_s - K_0)(1 - \beta)} \ln \left[\frac{1}{\beta} \right] \quad (1)$$

$$q_\infty = K_s + \frac{\gamma S^2}{r_d(\theta_s - \theta_0)} t \quad (2)$$

sendo r_d o raio do disco (L), K_0 a condutividade hidráulica correspondente a umidade volumétrica inicial $[L \ T^{-1}]$ θ_0 $[L^3 \ L^{-3}]$, θ_s a umidade volumétrica final $[L^3 \ L^{-3}]$, β uma constante no intervalo ($0 < \beta < 1$), cujo valor é 0,6 (Haverkamp et al., 1994), e γ é uma constante teórica, cujo valor é igual a 0,75 (Smettem et al., 1994).

Escalas características

A escala de comprimento capilar, λ_c [L] (White & Sully, 1987) equação 3, e o raio característico de poros hidraulicamente ativos, λ_m [L] (Philip, 1987) equação 4.

$$\lambda_c = \frac{bS^2}{(\theta_{fin} - \theta_{inic})K_s} \quad (3)$$

$$\lambda_m = \frac{\sigma}{\rho_a g \lambda_c} \quad (4)$$

nas quais, σ é a tensão superficial da água ($0,0719 \ N \ m^{-1}$, para $T \approx 20^\circ C$), ρ_a é a massa específica da água ($10^3 \ kg \ m^{-3}$), g é a aceleração da gravidade ($9,81 \ m \ s^{-2}$).

O raio característico de poros (Eq.4) define a dimensão média dos poros que participam do processo de infiltração.

A concentração de raio característico de poros, C_{λ_m} (número de poros m^{-2}), é estimada usando-se a lei de Poiseuille para fluxo em um tubo capilar, a partir da seguinte expressão:

$$C_{\lambda_m} = \frac{8\mu K_s}{\rho_a g \pi \lambda_m^4} \quad (5)$$

sendo μ a viscosidade dinâmica da água ($0,00089 \ kg \ m^{-1} \ s^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de infiltração (Figura 1) estão agrupados de acordo com os tratamentos. As comparações das lâminas de água medidas nas duas situações, demonstram diferenças qualitativas dos efeitos estruturais no fluxo de água.

A duração das infiltrações nas superfícies sem a presença de crosta variou de 470 a 720 s para aproximadamente 11,3 cm de lâmina total de água infiltrada (Figura 1A). Enquanto que, para a mesma lâmina de água infiltrada, nas superfícies com a presença de crosta, a duração variou de 1250 a 2900 s (Figura 1B). Dessa forma, para as superfícies com crosta, constata-se que a infiltração é lenta e que é possível observar uma variabilidade mais significativa dos fluxos de infiltração.

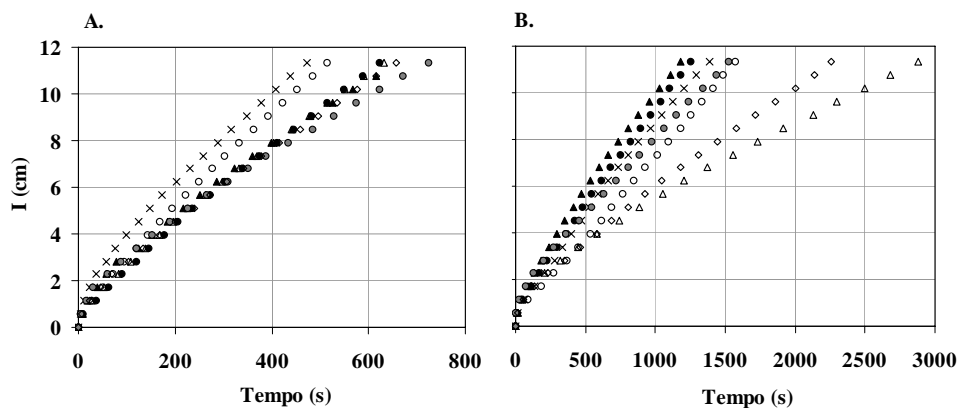


Figura 1. Curvas de infiltração acumulada I (mm) para as superfícies sem crosta (A) e com crosta (B).

Os intervalos de tempo de aplicação da equação ao longo do tempo foram estabelecidos de tal forma que os intervalos de tempo de ajustamento das equações fossem o maior possível. Os parâmetros hidrodinâmicos foram então obtidos pelo ajuste da equação (1) aos dados de infiltração, apresentando coeficientes de determinação superiores a 0,999. O intervalo de tempo de validade foi definido a partir das diferentes escalas de tempos característicos representativas do processo de infiltração (Souza et al., 2006).

Na Figura 2 são apresentados os valores médios de K_s , θ_0 e θ_s . Os valores da condutividade hidráulica foram maiores para as superfícies sem crostas que para as superfícies com crosta, estando em acordo com as diferenças observadas nas lâminas infiltradas (Figura 2C) enquanto os valores de θ_0 e de θ_s foram menores para as superfícies sem crostas que para as superfícies com crostas (Figuras 2A e B).

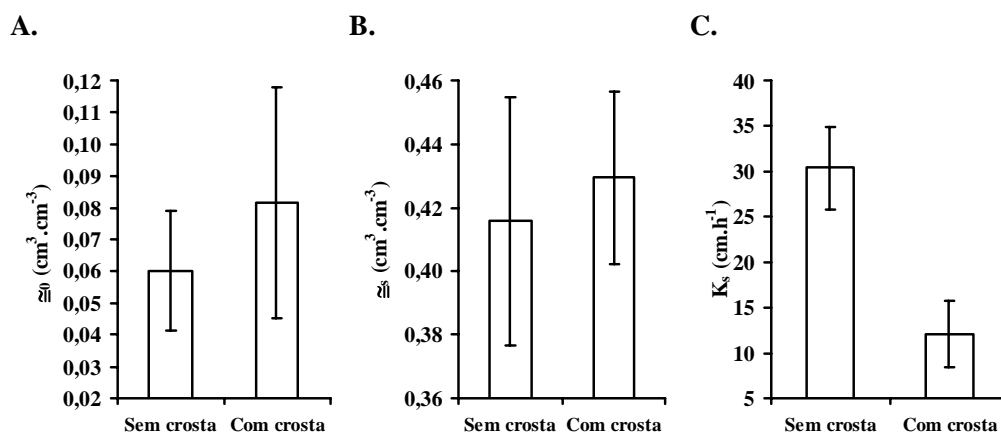


Figura 2. Valores médios de θ_0 (A), θ_s (B) e K_s (C).



Os valores de λ_m e $C\lambda_m$ foram calculados a partir das médias de S , K_s , θ_{mic} e θ_{fin} . O raio característico de poros hidraulicamente funcionais (Eq. 4) aumentou ligeiramente com o encrostamento. O valor médio de λ_m foi de 0,16 mm para a superfície sem crosta e 0,19 mm para a superfície com crosta. Estes valores estão de acordo com os valores reportados em outros trabalhos (Souza et al., 2006). Apesar de apresentar um menor valor de λ_m , as superfícies sem crosta são mais condutoras devido a densidade de poros, $C\lambda_m$ (quantidade de poros hidraulicamente ativos por unidade de área) ($3,06 \times 10^4$ N° de poros m^{-2}). Assim, embora o valor de λ_m tenha aumentado nas superfícies com crostas, a quantidade de poros hidraulicamente ativos ($0,54 \times 10^4$ N° de poros m^{-2}) foi aproximadamente 6 vezes menor que a das superfícies sem crosta.

CONCLUSÕES

Os solos sem crosta foram em média quase 3 vezes mais condutores que os com crosta.

Apesar de apresentar um menor valor de λ_m , os solos sem crosta são mais condutores em virtude da densidade de poros. Nos solos com crostas, a quantidade de poros hidraulicamente ativos foi aproximadamente 6 vezes menor que a dos solos sem crosta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ankeny, M.D.; Ahmed, M.; Kaspar, T.C.; Horton, R. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. **Soil Sc. Soc. of Am. Jour.**, Madison, v.55, p.467-470, 1996.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 2006. 306p.
- Haverkamp, R.; Ross, P.J.; Smettem, K.R.J.; Parlange, J.Y. Three dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer. 2. Physically based infiltration equation. **Wat. Res. Res.**, Washington, v.30, p.2931-2935, 1994.
- Philip, J.R. The quasi-linear analysis, the scattering analog, and other aspects of infiltration and seepage. In: Fok, Y.S. (ed.). **Infiltration development and application**. Honolulu: **Wat. Res. Res. Center**, 1987, p.1-27.
- Smettem, K.R.J.; Parlange, J.Y.; Ross, P.J.; Haverkamp, R. Three-dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer. 1. A capillary-based theory. *Water Resources Research*, Washington, v.30, p.2925-2929, 1994.
- Souza, E.S.; Antonino, A.C.D.; Netto, A.M.; Cabral, J.J.S.P.; Angulo-Jaramillo, R.; Roulier, S. Análise do Regime transitório da infiltração tridimensional sob sucção controlada. **Rev. Bras. Rec. Híd.**, Porto Alegre, v.11, n.1, p.5-13, 2006.
- Valentin, C., Bresson, L.M. Morphology, genesis and classification of surface crusts in loamy and sandy soils. **Geoderma**, Amsterdam, v.55, p.225-245, 1992.
- Vandervaere, J.-P.; Peugeot, C.; Vauclin, M.; Angulo-Jaramillo, R.; Lebel, T. Estimating hydraulic conductivity of crusted soils using disc infiltrometers and minitensiometers. **Jour. Hyd.**, Amsterdam, v.188-189, p.203-223, 1997.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DO SISTEMA DE MICROIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA GOIABA

BENÍCIO, F. R.¹; CARVALHO, C. M. DE²; ELOI, W. M.³; SILVA, R. A. DA ¹;
SANTOS, W. D. DOS ¹ & FERNANDES, R. Q.⁴

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri, Juazeiro do Norte - CE

²MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

³Doutoranda em Irrigação e Drenagem, ESALQ, Prof. da FATEC Cariri, Juazeiro do Norte – CE

⁴Graduanda em Tecnologia de Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri.

RESUMO: O experimento foi desenvolvido no Campo Experimental do Instituto CENTEC no município de Barbalha – CE, sendo conduzido em uma área de 0,507 ha cultivado com a cultura da goiaba com as seguintes variedades: Rica, Paluma, IPA, com espaçamento de 6,00 m x 5,00 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 39 m de comprimento e 16 mm de diâmetro, contendo 01 (um) emissor por planta com vazão nominal de 42 L h⁻¹ no espaçamento de 6,00 m entre emissores. O valor encontrado do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e do coeficiente de uniformidade absoluta (CUA) foi de 85,6 e 86,24%, respectivamente, o sistema apresentou, respectivamente, uma Eficiência de aplicação (Ea), uma uniformidade de emissão (UE) e uma uniformidade estatística (Us) de 83,62, 51,23 e 68,2%. Com os resultados obtidos pode-se concluir que o sistema avaliado apresentou uma eficiência aceitável quando em relação ao CUD, enquanto que para os outros coeficientes obteve-se resultados bem inferiores do recomendado por alguns autores. Por ser o mais confiável dos coeficientes de uniformidade o CUD, pode-se concluir que, o sistema avaliado apresentou uma eficiência dentro dos padrões recomendados por alguns autores.

Palavras chave: *Psidium myrtaceae*, microaspersor, vazão.

EVALUATION OF THE UNIFORMITY OF THE SYSTEM OF MICROIRRIGATION IN THE CULTURE OF THE *Psidium myrtaceae*

ABSTRACT: The experiment was developed in the Experimental Field of Institute CENTEC in the city of Barbalha - CE, being lead in an area of 0,507 ha cultivated with the culture of *Psidium myrtaceae* with the following varieties: Rich, Paluma, IPA, with spacing of 6,00 m x 5,00 m, where each row of plant possess a lateral polyethylene line with 39 m of length and 16 mm of diameter, I contend 01 (one) emitting for plant with 42 L h⁻¹ outflow in the 6,00 spacing of m between senders. The joined value of the coefficient of distribution uniformity (CUD) and of the coefficient of absolute uniformity (CUA) was of 85,6 and 86,24%, respectively, the system presented, respectively, an Efficiency of application (Ea), a uniformity of emission (UE) and a uniformity statistics (US) of 83,62, 51,23 and 68.2%. With the gotten



results it can be concluded that the evaluated system presented an acceptable efficiency when in relation to the CUD, whereas for the other coefficients it was gotten resulted well inferior of the recommended one for some authors. For being the most trustworthy of the uniformity coefficients CUD, it can be concluded that, the evaluated system inside presented an efficiency of the standards recommended for some authors.

Key-words: *Psidium myrtaceae*, micro irrigation, outflow.

INTRODUÇÃO

A fruticultura cada vez mais, ocupa lugares de maior destaque no complexo agroindustrial, seja pelo aumento do consumo interno e das exportações, seja por sua importância social na geração de empregos, ou ainda na crescente rentabilidade de pequenos e médios produtores. Dentre as frutíferas a goiaba do gênero *psidium*, da família da *myrtaceae*, tem amplas possibilidades de consumo nos mercados internos e externos e, por essa razão, sua cultura integra importantes projetos comerciais de fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro.

Dentre os sistemas de irrigação, a localizada e a aspersão são os mais difundidos, devido à economia de água e mão-de-obra proporcionada por estes em relação aos demais métodos de irrigação por superfície.

Entre os cuidados necessários para um bom manejo pode-se citar a avaliação do sistema de irrigação que deve ser realizada pelo menos uma vez por ano, pois é de suma importância determinar a uniformidade de distribuição da água em qualquer método de irrigação. Na irrigação por microaspersão, apesar de ser um método de irrigação no qual se tem um bom controle da lâmina aplicada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento determinar a uniformidade de irrigação do sistema (Bernardo, 1995).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em nível de campo avaliando-se a variação de pressão, coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Instituto CENTEC no município de Barbalha – CE, geograficamente localizado na microrregião do Cariri Cearense, cujas coordenadas geográficas são 7°19' S de latitude, 39°18' W de longitude e uma altitude de 409,03 m. A temperatura média anual é de 30°C, com precipitação média anual de 1.160 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio.

O experimento foi realizado em uma área de 0,507 ha cultivado com a cultura da goiaba com as seguintes variedades: Rica, Paluma, IPA, com espaçamento de 6,00 m x 5,00 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 39 m de comprimento e 16 mm de diâmetro, contendo 01 (um) emissor por planta com vazão nominal de 42 L h⁻¹ no espaçamento de 6,00 m entre emissores.

Através dos dados coletados em campo, seguindo a metodologia de Keller & Karmeli (1974), esquema 4 x 4, avaliou-se o sistema de irrigação e se determinou o coeficiente de

uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), uniformidade de emissão do sistema (UE), uniformidade estatística (Us), eficiência de aplicação do projeto (Ea) e o coeficiente de variação da vazão do emissor (cv).

A definição do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) apresentado por Keller & Karmeli (1974) é baseada na razão entre as vazões mínima e média dos emissores.

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (1)$$

em que,

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em $L\ h^{-1}$;

q_a - é média das descargas de todos os emissores, em $L\ h^{-1}$.

O coeficiente de uniformidade de emissão absoluta (CUa) é uma forma modificada da equação de CUD proposta por Keller & Karmeli (1974), que inclui as razões das vazões máxima e mínima dos emissores com a média.

$$CUa = \left[\frac{\frac{q_n + q_a}{q_a} - \frac{q_x}{q_a}}{2} \right] \times 100 \quad (2)$$

em que,

q_x - é a média das 12,5% maiores vazões observadas, em $L\ h^{-1}$.

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em $L\ h^{-1}$;

q_a - é média das descargas de todos os emissores, em $L\ h^{-1}$.

Conforme Bralts (1986), para efeito de dimensionamento, a equação 1 foi posteriormente modificada e redefinida, de forma a incluir o coeficiente de variação de fabricação e o número de emissores por planta, resultando na equação 3. Para efeito de avaliação de campo prevalece a equação 1.

$$UE = 100 \cdot (1 - 1,27 \cdot e^{-0,5 \cdot cv}) \cdot \left(\frac{q_n}{q_a} \right) \quad (3)$$

em que,

UE - é a uniformidade de emissão;

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em $L\ h^{-1}$;

q_a - é a vazão média dos emissores na subunidade, $L\ h^{-1}$;

cv - é o coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal;

e - número de emissores por planta;

De acordo com Pereira (2004) o conceito de uniformidade estatística (Us) é baseado no coeficiente de variação (cv) das vazões dos emissores, que por sua vez é obtido a partir das estimativas da média e do desvio padrão. Uma vez obtido o coeficiente de variação, foi



calculado o valor de U_s . Essa metodologia permite a avaliação da uniformidade de distribuição tanto de sistemas implantados como também para efeito de dimensionamento.

$$U_s = 100(1 - cv) = 100 \left(1 - \frac{S_q}{q_a} \right) \quad (4)$$

em que,

U_s - é a uniformidade estatística;

S_q - é o desvio padrão da vazão do emissor;

q_a - é a vazão média dos emissores na subunidade, $L h^{-1}$;

cv - é o coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal;

Para efeito do cálculo da eficiência de aplicação, foi utilizado a expressão:

$$Ea = Ks \times CUD \quad (5)$$

em que,

Ks - é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho foi utilizado o valor de 90%, (onde o Ks desejável está em torno de 85 a 90% segundo Vermeiren, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)

O valor encontrado do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi igual a 85,6% classificado de acordo com Bralts (1986) como bom. Confirmando esta mesma classificação quando comparado para verificação do grau de aceitabilidade recomendado pela ASAE (1996), onde o mesmo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) classificou-se como bom.

Dentre os valores dos coeficientes avaliados o CUD apresentou o menor valor, entretanto em sistemas de irrigação localizada, segundo López et al (1992), ele é o mais utilizado na avaliação, pois este possibilita uma medida mais restrita, dando maior peso às plantas que recebem menos água.

Coeficiente de Uniformidade Absoluta (Cua)

O valor encontrado do coeficiente de uniformidade absoluta (Cua) foi de 86,24% sendo classificado segundo Bralts (1986) como bom.

Eficiência de Aplicação (Ea)

O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 83,62% que segundo Bernardo (1995), para sistemas de irrigação localizada do tipo microaspersão encontra-se dentro do aceitável que é de $\geq 80\%$. Confirmando uma boa eficiência de aplicação do sistema.

Uniformidade de Emissão (UE)

Obteve-se uma uniformidade de emissão (UE) igual a 51,23%, valor bastante inferior ao recomendado por Pizarro (1990) que deve estar entre 90 a 95%, considerando a topografia do terreno, espaçamento da cultura e o clima árido.

Dentre outros fatores pode-se atribuir a baixa uniformidade de emissão ao elevado valor do coeficiente de vazão dos emissores (cv).

Uniformidade Estatística (Us)

O valor encontrado da uniformidade estatística (Us) foi de 68,38% sendo classificado de acordo com Favetta e Brotel (2001) como péssimo, dentre alguns fatores que causou este baixo valor podemos citar o elevado valor do coeficiente de vazão (cv).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos conclui-se que o sistema avaliado apresentou uma eficiência aceitável quando em relação ao Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, enquanto que para os outros coeficientes obteve-se resultados bem inferiores do recomendado por alguns autores. Por ser o mais confiável dos coeficientes de uniformidade, o CUD, concluiu-se que, o sistema avaliado apresentou uma eficiência dentro dos padrões recomendados por alguns autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, p.792-797. 1996.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª ed. Viçosa/MG: UFV, p. 657, 1995.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- FAVETTA, G.M. & BOTREL, T.A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientific agricultural**, vol.58, n.2, Piracicaba, Apr./June 2001.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.
- LÓPEZ, J.R., ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNÁNDEZ, J.F.G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.
- PEREIRA, J.M.G. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba, instalado no município do Crato – CE**. Juazeiro do Norte: CENTEC, 2004. 62p. (monografia)
- PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1990.
- VERMEIREN, L. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB– Universidade Federal da Paraíba (Estudos da FAO 36), 1997.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NO CULTIVO DE ROSAS EM VASOS

ALCÂNTARA, A. E. A.¹; SOUSA, A. E. C.²; CARVALHO, C. M. DE²;
ALVES, A. DA C.³; NASCIMENTO, A. K. S.¹ & OLIVEIRA, J. E. DE¹

¹Tecnólogo em recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

²MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Sobral

³Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido na empresa Reijers Produções de Rosas Ltda., localizada no município de São Benedito - CE onde se avaliou o desempenho de um sistema de irrigação numa área de 1,36 ha implantada com rosas em vasos. Os parâmetros avaliados foram: Coeficiente de Uniformidade (CU), Coeficiente de variação global de Vazão (CVQ), Coeficiente de variação de Pressão (CVH), Coeficiente de variação devido a baixa uniformidade de emissão (CVE) e Uniformidade de Emissão do Sistema (UEs). Com a realização dos testes observou-se que os valores de CU, CVQ, CVH e CVE, foram respectivamente, de 74,32%, 19,52%, 13,60% e 14,90%.

Palavras chave: coeficientes de uniformidade, gotejador, vazão e pressão.

PERFORMANCE OF A SYSTEM OF IRRIGATION LOCATED IN THE CULTURE OF ROSES IN VASES

ABSTRACT: This work was developed in the Reijers company Productions of Ltda Roses., located in the city of Is Benedict - CE where if ha implanted with roses in vases evaluated the performance of a system of irrigation in a 1,36 area. The evaluated parameters had been: Coefficient of Uniformidade (CU), Coefficient of global variation of Vazão (CVQ), Coefficient of variation of Pressão (CVH), Coefficient of variation due low the uniformity of emission (CVE) and Uniformity of Emission of the System (UEs). With the accomplishment of the tests it was observed that the values of CU, CVQ, CVH and CVE, had been respectively, of 74,32%, 19,52%, 13,60% and 14,90%.

Key-words: coefficients of uniformity, gotejador, outflow and pressure

INTRODUÇÃO

A irrigação localizada desponta como um dos inputs mais promissores para o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Brasil, e mais especificamente no Nordeste, onde a competição futura por água e energia elétrica, principalmente no vale do São Francisco, tenderá

a priorizar o emprego de sistemas de irrigação mais eficientes, criando, assim, possibilidades de aumento das áreas irrigadas nessa região (Nascimento et al., 1999).

Entre os cuidados necessários para um bom manejo pode-se citar a avaliação do sistema de irrigação que deve ser realizada pelo menos uma vez por ano, pois é de suma importância determinar a uniformidade de distribuição da água em qualquer método de irrigação (Bernardo, 1995).

A uniformidade é um indicador da igualdade (ou desigualdade) das taxas de aplicação dentro do diâmetro padrão de um emissor. Para se conhecer o nível de eficiência de um sistema de irrigação é necessário que se façam avaliações sistemáticas. Uma avaliação completa requer a análise de fatores como superfície molhada e a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas. E com o resultado, caso seja necessário, que se façam ajustes na operação e principalmente no manejo de irrigação (Sousa, 2003).

Para que um sistema de irrigação obtenha o seu máximo desempenho possível, é necessário que ele apresente, entre outros fatores, uma boa uniformidade de distribuição, uma eficiência de aplicação e um bom grau de adequação. É notável que com o avanço tecnológico nos processos de fabricação dos equipamentos de irrigação, tem gerado muitos benefícios a usuários destes equipamentos. No entanto, não basta apenas ter o mais avançado sistema de irrigação, se este não está dimensionado e operando adequadamente. Por isso é necessário que se faça, periodicamente, a avaliação do desempenho do sistema para assegurar que este não venha a comprometer a produtividade da cultura. Este trabalho foi desenvolvido na empresa Reijers Produções de Rosas Ltda., localizada no município de São Benedito - CE onde se avaliou o desempenho de um sistema de irrigação numa área de 1,36 ha implantada com rosas em vasos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação foi realizada na maior estufa da empresa Reijers Produções de Rosas Ltda. (estufa 3), a qual abrange uma área de 1,36ha com a cultura de rosas. Esta estufa é dividida em 4 unidades operacionais. Para efeito de avaliação as unidades foram denominadas de Setor 1, Setor 2, Setor 3 e Setor 4. Estes por sua vez foram divididas em subunidades ou parcelas sendo que cada setor conteve duas da seguinte forma: Setor 1 (Parcelas A e B), Setor 2 (Parcelas C e D), Setor 3 (Parcelas E e F) e Setor 4 (Parcelas G e H). A seleção dos emissores a serem testados foi feita de acordo com metodologia de Merriam & Keller (1978) os quais recomendam 16 emissores em cada parcela.

A coleta dos dados de pressão foi feita com o auxílio de um manômetro de agulha glicerinado graduado de 0 a 7 kgf cm⁻³. Os valores obtidos de pressão foram transformados para a unidade (m.c.a.). A vazão foi calculada com o auxílio de uma proveta graduado de 200 ml, um cronômetro e vasilhames. Os valores de vazão e pressão só foram medidos no gotejadores. O equipamento de irrigação era composto de gotejadores PCJ Netafim com vazões de 4 L h⁻¹ e pressão de serviço de 25 m.c.a. cujo espaçamento entre emissores era de 0,65 m e entre linhas de gotejadores de 2,13 m.



Os parâmetros avaliados foram: Coeficiente de Uniformidade (CU), Coeficiente de variação global de Vazão (CVQ), Coeficiente de variação de Pressão (CVH) e Coeficiente de variação devido a baixa uniformidade de emissão (CVE).

Um parâmetro bastante utilizado para avaliar sistemas de irrigação localizada é o Coeficiente de Uniformidade proposto por Keller & Karmeli (1974), sendo expresso por:

$$CU = \frac{q_{25}}{\bar{q}} \times 100 \quad (1)$$

em que:

CU – coeficiente de uniformidade, em porcentagem;

q_{25} - vazão média dos 25% menores valores de vazão, em $L h^{-1}$;

\bar{q} - média das vazões observadas, em $L h^{-1}$.

O Coeficiente de variação global da vazão (CVQ) incorpora os efeitos hidráulicos, construtivos e decorrentes da obstrução dos emissores e é calculado pela seguinte equação:

$$CVQ = \frac{S_q}{\bar{q}} \times 100 \quad (2)$$

em que:

CVQ= coeficiente de vazão global

S_q = desvio padrão da vazão dos emissores

O Coeficiente de variação de pressão (CVH) incorpora apenas efeitos hidráulicos e é calculado pela equação 3.

$$CVH = \frac{S_h}{H} \times 100 \quad (3)$$

em que:

CVH= coeficiente de variação de pressão

S_h = desvio padrão da pressão

H= pressão média

O Coeficiente de variação devido à baixa uniformidade dos emissores (CVE) incorpora efeitos construtivos e da obstrução dos emissores, e calculado pela equação 4.

$$CVE = \sqrt{CVQ^2 + x^2 CVH^2} \quad (4)$$

em que:

x^2 = expoente do emissor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores obtidos no experimento referentes às vazões do sistema, obteve-se uma média geral da vazão de $3,73 \text{ L h}^{-1}$, o que está próximo ao projetado. No entanto vale salientar que somente a parcela B e D, mantiveram-se com coeficientes de variação de vazão excelente. As demais, apresentaram CVQ bom e até baixo como foi o caso da parcela A. Isso pode ser observado na Figura 1.

Os valores de vazão, pressão, coeficiente de uniformidade, desvio padrão, CVQ e CVH, provenientes das transformações dos valores obtidos no experimento, estão inseridos nas Tabelas 1 e 2.

De um modo geral, os valores de CVQ e CVH estão dentro dos limites aceitáveis, pois os mesmos apresentaram uma média de 19,52% e 9,98% respectivamente. No entanto, é importante observar que, em algumas parcelas, os valores se demonstraram altos provocando uma baixa uniformidade nas mesmas. Isso pode ser verificado nas Figuras 2.

Com os valores de CVQ e CVH pode-se calcular o Coeficiente de Variação de Emissão (CVE). Os resultados estão expressos na Tabela 3.

O valor de CVE no sistema avaliado manteve-se abaixo do limite, apresentando uma média de 14,9%. Porém, em algumas parcelas o CVE apresentou-se alto, o que nos mostra que os emissores possuem um elevado CVF ou estão obstruídos. Pode-se também perceber na tabela 2, que quanto mais afastado estavam os setores da casa de bombeamento, maior foram as variações de pressão. Isso pode ser atribuído às perdas de cargas existentes ao longo das tubulações.

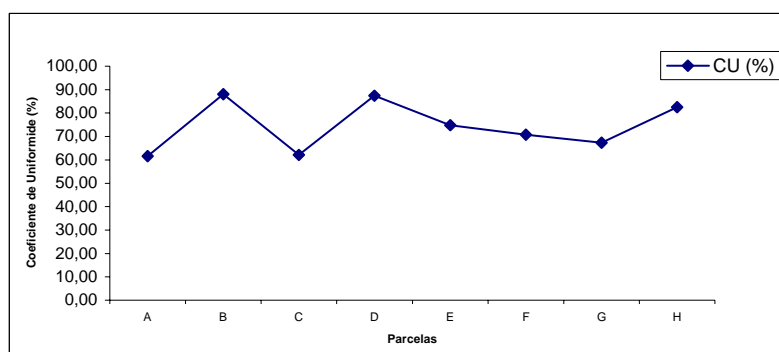


Figura 1. Coeficiente de uniformidade (%)

Tabela 1. Parâmetros inerentes às vazões

Setor	Parcela	\bar{q}	q_{25}	CU (%)	Desvio Padrão	CVQ (%)
1	A	3,57	2,20	61,62	1,09	30,53
	B	3,93	3,46	88,04	0,36	9,16
	C	3,59	2,39	66,57	0,90	25,06
2	D	3,89	3,40	87,40	0,37	9,51
	E	3,58	2,68	74,86	0,74	20,67
3	F	3,79	2,68	70,71	0,79	20,84
	G	3,81	2,56	67,19	1,13	29,65
4	H	3,71	3,06	82,47	0,40	10,78
Média		3,73	2,78	74,32	5,78	19,52



Tabela 2. Parâmetros inerentes às pressões

Setor	Parcela	\bar{h}	h_{25}	CU (%)	Desvio Padrão	CVH (%)
1	A	22,17	20,60	92,91	0,93	4,19
	B	21,65	20,10	92,84	1,41	6,51
2	C	21,70	20,07	92,48	1,18	5,43
	D	19,19	13,37	69,67	3,64	18,96
3	E	15,10	12,85	85,09	1,45	9,60
	F	15,88	12,57	79,15	2,96	18,63
4	G	14,68	10,80	73,56	4,07	27,71
	H	16,85	13,90	82,49	3,00	17,81
Média		18,40	15,53	83,52	2,33	13,60

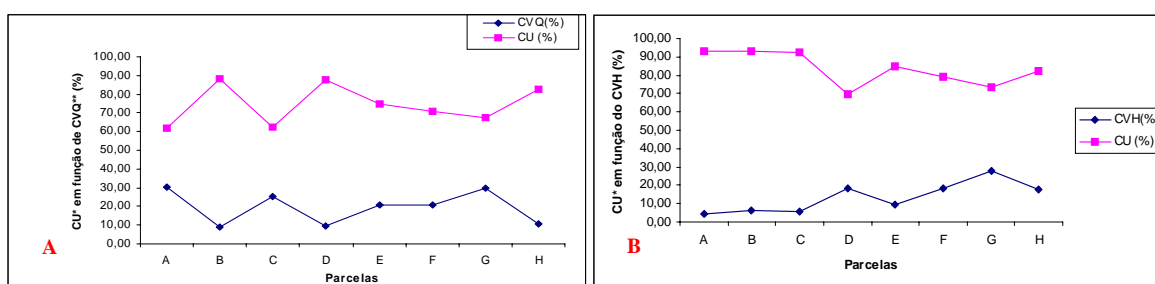


Figura 2. A- Uniformidade em função do CVQ (%) e B- Uniformidade em função do CVH(%)

Tabela 3. Coeficiente de variação de vazão devido a baixa uniformidade de emissão

Setor	Parcela	CVE (%)
1	A	30,60
	B	8,56
2	C	6,20
	D	2,82
3	E	20,10
	F	18,64
4	G	26,21
	H	6,07
Média		14,9

CONCLUSÃO

Pode-se perceber que o sistema de irrigação possui tecnologia em moldes compatíveis e avançados para o regime competitivo no mercado globalizado. No entanto, verificou-se também que, apesar disto, o projeto avaliado apresenta alguns problemas que podem comprometer a eficiência e o desempenho do sistema. Diante disto conclui-se que é necessário uma maior atenção no que diz respeito a manutenção do sistema orientando os funcionários sobre os cuidados com o sistema ao se realizarem os tratos culturais. É necessário também a avaliação periódica por profissionais qualificados, a fim de diagnosticar as possíveis causas de baixa uniformidade, principalmente em sistemas de irrigação localizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6^a. Ed. Viçosa: UFV-MG, 1995.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.

MERRIAN, J. L., KELLER, J. **Form irrigation system evolution: A guide for management**. Logan: Agricultural and irrigation Engeniering Departament, Utah State University, 1978. 271p.

NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; AZEVEDO, C.A.V. de. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 30-33, Jan/Abr. 1999.

SOUSA, A. E. C. **Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da manga (mangifera indica L.)**. Sobral: CENTEC/CE, 2003. 21p. (Monografia).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA DO MELOEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS D'ÁGUA E FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO

VALNIR JÚNIOR, M.¹; LIMA, V. L. A. DE²; GOMES FILHO, R. R.¹;
LIMA, S. C. R. V.³; CARVALHO, C. M. DE³ & OLIVEIRA, J. E. DE⁴

¹Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, e-mail: valnir@centec.org.br

²Dra. em Irrigação e Drenagem, Profa. da UFCG.

³MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral.

⁴Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

RESUMO: O experimento foi desenvolvido em uma área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú, utilizando-se sementes de melão, var. inodorus, cv. F1 10/00 do tipo “amarelo”, irrigadas com diferentes lâminas de irrigação e frequência de aplicação d’água. As sementes foram plantadas em fileiras equidistantes em 2 m colocando-se duas sementes por emissor distanciadas entre si de aproximadamente 12 cm, totalizando 24 plantas por fileira. As plantas foram irrigadas com um sistema localizado tipo gotejamento, com emissores de vazão de 2,3 L h⁻¹, espaçados de 0,5 m, resultando em um emissor para cada duas plantas. A quantidade de água aplicada foi determinada mediante a necessidade de reposição das perdas decorrentes da evapotranspiração da cultura (ETc). Avaliou-se a matéria seca da parte aérea da plantas. De posse dos resultados verificou-se que o maior e menor incrementos de matéria seca, durante a fase de crescimento foram obtidos com as lâminas de 266,19 e 159,41 mm, respectivos a 94,36 e 83,20%; o aumento diário de matéria seca aumentou proporcionalmente à lâmina de irrigação aplicada até os 41 DAS, invertendo após esta data.

Palavras chave: *Cucumis melo*, evapotranspiração, produção, meloeiro, crescimento.

CHARACTERISTICS OF GROWTH OF THE AERIAL PART OF MELON PLANT SUBMITTED THE DIFFERENT BLADES OF WATER AND FREQUENCY OF IRRIGATION

ABSTRACT: The experiment was developed in a private area in the District of Irrigation of the Baixo Acaraú, utilizing itself seeds of cantaloup, var. inodorus, cv. F1 10/00 of the kind "yellow", irrigated with different sheets of irrigation and frequency of application of water. The seeds were planted in equidistant rows in 2 m putting itself two seeds by distant transmitter among themselves of approximately 12 cm, totalling up 24 plants by row. The plants were irrigated with a system located kind drip irrigation, with transmitters of outflow of 2,3 L h⁻¹, spaced out of 0,5 m, resulting in a transmitter for each two plants. The quantity of water applied was determined by means of the need of replacement of the resulting losses

of the evapotranspiration of the culture (ETc). It was evaluated dry substance of the aerial part of the plants. Of ownership of the results it was verified that the greater and minor increments of dry substance, during the growth phase had been gotten with the blades of 266,19 and 159,41 mm, respective 94,36 and 83.20%; the daily increase of dry substance increased proportionally to the blade of irrigation applied until the 41 OF, inverting this date after.

Key-words: Cucumis melon, evapotranspiration, production, melon plant, growth.

INTRODUÇÃO

Segundo Sousa et al. (1999) desde sua introdução no Brasil pelos imigrantes europeus, por volta do ano de 1960, no Rio Grande do Sul, a exploração dessa cultura tomou grande impulso, inicialmente no estado de São Paulo e Pará e, posteriormente, na década de oitenta, nas regiões Norte e Nordeste, tornando-se uma cultura de grande importância socioeconômica para o Brasil, principalmente no Nordeste, região onde se adaptou bem às condições climáticas, como temperatura entre 25 °C e 35 °C, luz solar e baixa umidade relativa do ar, propícias ao desenvolvimento e a produção do meloeiro.

Qualquer cultura durante seu ciclo de desenvolvimento, consome um enorme volume de água, sendo que cerca de 98% deste volume apenas passa pela planta, perdendo-se posteriormente na atmosfera pelo processo de transpiração. Este fluxo de água é, porém, necessário para o desenvolvimento vegetal e por este motivo sua taxa deve ser mantida dentro de limites ótimos para cada cultura (Reichardt & Timm, 2004).

De acordo com Veihmeyer & Hendrikson (1975), a determinação do tempo certo de aplicação de água no solo, é imprescindível para aumentar o rendimento das culturas. A água do solo é um fator essencialmente importante para suprir as necessidades hídricas durante as diversas fases fenológicas da planta e seu consumo varia em função do desenvolvimento vegetal, atingindo valores máximos nas fases de floração e frutificação. O fornecimento artificial de água às culturas requer controle e manejo adequados, pois, embora sendo a água crucial para incrementos positivos na produção seu excesso ou escassez contribuem para baixos rendimentos dos cultivos.

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de correlacionar os diferentes níveis de água e a forma de aplicação destes na produção de matéria seca da parte aérea do meloeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a novembro de 2004, em área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú e situado no Norte do Ceará, a 03°05'20" de latitude Sul e 40°03'37" de longitude Oeste a 56,08 m de altitude. Utilizaram-se sementes de melão (*Cucumis melo* L), var. *inodorus*, cv. F1 10/00 do tipo "amarelo", sendo à época a mais cultivada e exportada pelos produtores locais.

O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso com vinte tratamentos e três repetições em esquema fatorial 5x4. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de irrigação 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 e 1,4 da Evapotranspiração da Cultura nos sistemas localizados (ET_{CL}) respectivos a L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ e quatro frequências de aplicação d'água, F₁ (Lâmina de irrigação total



parcelada em três vezes ao dia; F₂ (em duas vezes ao dia); F₃ (de uma única vez ao dia); e, F₄ (de uma única vez em dias alternados). As parcelas experimentais eram de 60 m² (10 x 6 m), com cinco fileiras de plantas espaçadas em 2 m e 0,25 m entre estas, somando 24 plantas por fileira e 20.000 plantas ha⁻¹.

A análise da matéria seca da parte aérea (MSPA) foi avaliada através da retirada de uma planta de cada parcela, em competição plena, aos 27º, 41º e 55º dias após a semeadura (DAS), a partir de plantas localizadas nas duas fileiras adjacentes à fileira central. Onde cada planta amostrada foi subdividida em hastes (caules), folhas, pecíolo e flores e, em seguida, estes órgãos foram devidamente acondicionados em sacos de papel e posteriormente levados à estufa de circulação forçada de ar a 65⁰C, onde foram secos até atingirem massa constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se pela análise de variância (Tabela 1), não ter havido efeito significativo ($p < 0,01$) tanto de lâminas, quanto de frequência de aplicação da água sobre o acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA) nas diferentes épocas de avaliação, assim como, sem efeito interativo dos fatores.

De acordo com as médias (Tabela 1), a matéria seca da parte aérea aumentou de 12,20 para 22,35 g planta⁻¹, na menor lâmina (159,41 mm) dos 27 aos 55 DAS, resultando num incremento de 83,20%; analogamente, verificamos ganhos na MSPA da ordem de 90,84%, 94,36%, 92,17% e 100,57% quando foram aplicados os volumes totais de 211,92, 266,19, 319,10 e 372,38 mm, respectivamente. Nota-se desta forma que o déficit hídrico não prejudicou a acumulação de matéria seca da parte aérea da planta. Por outro lado, o excesso de água aplicada representado aqui pelas lâminas L₄ e L₅ interferiu negativamente na MSPA dos 42 aos 55 DAS apresentando respectivamente decréscimos de 8,56 e 28,68%.

Nota-se que a lâmina considerada ideal 266,19 mm ou 1,0 ET_{CL} foi a que apresentou melhor inversão no que concerne a produção de matéria seca da parte aérea, superando as demais lâminas nas avaliações de 27 e 55 DAS com os valores respectivos de 13,80 e 26,82 g planta⁻¹, chegando a produzir no intervalo entre a 1ª e 2ª medições um total acumulado de 12,20 g planta⁻¹ nos 14 dias do intervalo, correspondendo a um ganho real de 0,87 g planta⁻¹dia⁻¹. Contudo, experimenta no período subsequente, 41 a 55 DAS, queda neste ganho passando para 0,06 g planta⁻¹.

A lâmina de maior déficit hídrico 159,41 mm apresentou o menor incremento de matéria seca na amplitude total de avaliação sendo de 83,20%. Já a lâmina de 211,92 mm, a exemplo da lâmina 266,19 mm, teve aumento na matéria seca da parte aérea nos dois intervalos de tempo, sendo de 9,16 e 2,55 g planta⁻¹ para o período de 27 aos 41 DAS e de 42 aos 55 DAS, respectivamente, o que equivale a 0,65 e 0,18 g planta⁻¹dia⁻¹. Já dos 42 aos 55 DAS as plantas irrigadas com L₄ e L₅ (319,10 e 372,38 mm) deixaram de acumular matéria seca, fato justificado por estas plantas terem começado o florescimento e frutificação primeiro que as demais e muito provavelmente translocaram o incremento destinado à matéria seca para os frutos.

Tabela 1. Resumo das análises de variância da variável matéria seca da parte aérea do meloeiro var. *inodoro* do tipo “amarelo” cultivar híbrida F1 10/00, com diferentes lâminas de irrigação e frequência de aplicação da água em função de dias após semeadura

Causa de variação	GL	QuadradoS médio		
		27 DAS ¹	41 DAS ¹	55 DAS ¹
Lâmina de irrigação (L)	4	0,14 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,04 ^{NS}
Frequência de aplicação (F)	3	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,06 ^{NS}
Interação L X F	12	0,08 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,04 ^{NS}
Bloco	2	0,28**	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Resíduo	38	0,07	0,04	0,07
CV	%	25,34	16,07	20,53
Médias observadas ²				
Lâmina de irrigação			g planta ⁻¹	
L ₁ (159,41 mm)		12,20	16,53	22,35
L ₂ (211,92 mm)		12,89	22,05	24,60
L ₃ (266,19 mm)		13,80	25,99	26,82
L ₄ (319,10 mm)		12,99	27,31	24,97
L ₅ (372,38 mm)		8,97	25,24	18,00
dms		6,97	11,62	18,72
Frequência de aplicação			g planta ⁻¹	
F ₁ (3 vezes ao dia)		12,01	23,81	17,54
F ₂ (2 vezes ao dia)		12,05	21,93	28,34
F ₃ (1 vez ao dia)		12,38	22,67	23,66
F ₄ (dias alternados)		12,25	25,29	23,85
dms		5,86	9,76	15,71

ns= não significativo; *=significativo a 5% de probabilidade e **=significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; ¹ dados transformados em log (PA); ² médias originais

A aplicação da lâmina de irrigação total parcelada em duas vezes ao dia foi a que apresentou maior acúmulo de matéria seca da parte aérea (Tabela 1) aos 55 DAS, produzindo 28,34 g planta⁻¹, enquanto que a aplicação d'água fracionada em três vezes ao dia (F₁) alcançou o menor rendimento com 17,54 g planta⁻¹. Concordando com Ferreira e Pedrosa (1982) ao relatarem que o meloeiro exige água de forma moderada no solo no período da germinação ao crescimento inicial. Após esse período, durante o crescimento dos frutos, diminui-se gradativamente a frequência das irrigações e, ao iniciar-se a maturação dos frutos, mantém-se o solo com baixa umidade antes da colheita, garantindo, desta maneira, a qualidade dos frutos. Os dados de matéria seca da parte aérea obtida neste experimento foram maiores que os de Farias et al (2003), em todas as lâminas utilizadas por eles.

CONCLUSÕES

O maior e menor incrementos de matéria seca, durante a fase de crescimento foram obtidos com as lâminas de 266,19 e 159,41 mm, respectivos a 94,36 e 83,20%; o aumento diário de matéria seca aumentou proporcionalmente à lâmina de irrigação aplicada até os 41 DAS, invertendo após esta data.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FARIAS, C. D. DE A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J F DE.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, I. B. DO.; SILVA, M. C. DE C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.445-450, 2003.
- FERREIRA, F.A.; PEDROSA, J.F. Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, v.8, n.85, p.26-28, 1982.
- REICHARDT, K; TIMM, L.C. **Solo, Planta, e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2.ed. Baruei: Manole, 2004. 477p.
- SOUSA, V. F., COELHO, E. F., BASTOS, E. A., FOLEGATTI, M. V., SOUSA, V. A B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p. 659-664, 1999.
- VEIHMEYER, F. J., HENDRIKSON, A. H. **Does transpiration decrease as the soil moisture decreases**. *Tran. Amer. Geophys. Union*. 36: 425-428. 1975.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-SANTO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÕES¹

CARVALHO, C. M. DE²; COSTA, C. P. M.³; SOUSA, J. S.⁴;
SILVA, R. H. D. DA²; ELOI, W. M.² & BORGES, F. R. M.⁵

¹Trabalho financiado pelo BITEC, uma parceria IEL, CNPQ e SEBRAE.

²M.Sc., Prof. Instituto CENTEC, Rua José Cavalcante 27, Parangaba, CEP 60720-670, Fortaleza, CE, Fone (85)3497.4847, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

³Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, bolsista do BITEC, Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

⁴Tecnólogo de Alimentos, Prof. Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

⁵Estudante do Curso de Recursos Hídricos/Irrigação, Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo e sua produtividade submetida a diferentes tipos de adubação. Trabalho foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamentos os tipos de adubação: orgânica e convencional, com três repetições. Após análise estatística dos dados levantados, constatou-se que não houve influência significativa dos fatores adubação orgânica e adubação convencional sobre o rendimento do óleo essencial, porém sobre a produtividade, houve influência significativa ao nível de 5% de probabilidade. O valor médio do rendimento de óleo essencial obtido no experimento foi de 2,135 L ton⁻¹ de matéria verde, o menor de 2,08 L ton⁻¹ de matéria verde no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,19 L ton⁻¹ de matéria verde no tratamento com adubação orgânica. O valor médio da produtividade obtido no experimento foi de 2,033 ton ha⁻¹, o menor de 1,548 ton ha⁻¹ no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,596 ton ha⁻¹ no tratamento com adubação orgânica. No que se refere ao custo, a adubação orgânica apresenta-se como opção mais economicamente viável.

Palavras chave: *Cymbopogon citratus*, fertilizante convencional, fertilizante orgânico.

PRODUCTION OF THE ESSENTIAL OIL OF LEMON GRASS IN FUNCTION OF DIFFERENT TYPES OF FERTILIZATIONS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the income of the essential oil production of capim-santo and the productivity of submitted the different types of fertilization. The used statistical delineation entirely was casualizado, having as treatments the following types of fertilization: organic and conventional, with three repetitions. After it analyzes statistics of the raised data, was evidenced that it did not have influences significant of the factors organic fertilization and conventional fertilization on the income of the essential oil, already on the productivity, had significant influence the level of 5% of probability. The average value of the gotten essential oil income in the experiment was of 2,135 L ton⁻¹ of green substance, the minor of 2,08 L ton⁻¹ of green substance in the treatment with conventional fertilization and 2,19 gotten maximum L ton⁻¹ of green substance in the treatment with organic



fertilization. The average value of the productivity gotten in the experiment was of 2,033 ton ha⁻¹, the minor of 1,548 ton ha⁻¹ in the treatment with conventional fertilization and 2,596 gotten maximum ton ha⁻¹ in the treatment with organic fertilization. As for the cost, the organic fertilization is presented as option more economically viable.

Key-words: *Cymbopogon citratus*, conventional fertilization, organic fertilization.

INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável ou alternativa, que pode ser definida como aquela agricultura que utiliza recursos naturais racionalmente, visando a suprir as necessidades das gerações presentes e futuras, abrange a utilização de compostos químicos presentes nas plantas e que são resultantes do metabolismo primário e secundário. O primeiro grupo comporta substâncias indispensáveis à planta e que se formam graças ao processo fotossintético. O segundo grupo, oriundo do metabolismo, aparentemente sem atividade na planta, possui efeitos terapêuticos notáveis. Tais substâncias, denominadas, princípios ativos ou compostos secundários, são os: óleos essenciais (ou essências naturais), resinas, alcalóides, flavonóides, taninos, princípios amargos, entre outros (Cruz, 2000).

O Capim-santo (*Cymbopogon citratus*) pertence a família das Poaceae, é uma erva perene originária da Ásia e sub-espontânea nos países tropicais, suas folhas são aromáticas, ásperas, estreitas e com mais de 50cm de comprimento. Diversos clones desta espécie são cultivados para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de LEMON GRASS. Esta essência é largamente empregada como agente aromatizante em perfumaria e cosmética por seu forte odor de limão, bem como para obtenção do Citral, seu principal constituinte, atualmente vem sendo utilizado também como feromônio artificial para a captura de enxames, pois proporciona um aumento real na captura e povoamento de colméias, o qual torna-se de suma importância visto que a aquisição de novos enxames possui altos valores comerciais.

Segundo Nascimento et al. (2003), o componente mais importante do óleo essencial do capim-santo é o citral, sendo uma mistura de isômeros, geranial (a-citral) e neral (b-citral) que é utilizada pela indústria farmacêutica para síntese de ianonas e vitamina A, acompanhado de um pouco de mirceno. Tem ação calmante e espasmolítica comprovada, que é atribuída a presença do citral, considerando-se a atividade analgésica devida ao mirceno (Matos, 2000).

Segundo Leal et al. (2001) a composição química do óleo essencial de capim-santo pode ser bastante variável, conforme a diversidade genética, o habitat e os tratos culturais. Os estudos na área fitoquímica têm avançado consideravelmente sem a devida contrapartida agrônômica, de tal forma, que pesquisas abordando os aspectos fitotécnicos tornaram-se uma necessidade imperativa (Innecco et al., 2003).

Há milhares de anos o homem vem desenvolvendo a agricultura orgânica, utilizando até hoje adubos e fertilizantes de origem vegetal e/ou animal, como é o caso do: húmus de minhoca, compostos orgânicos e esterco animal para fertilizar os solos, estes são sustentados pela teoria humista, porém, na metade do século XVIII, Liebig lançou a teoria mineralista, assim surgindo os adubos químicos e minerais, como é o caso do NPK (Kiehl, 1993).

O presente trabalho buscou através da pesquisa de campo avaliar a resposta do rendimento do óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação: orgânica (esterco de curral) e convencional (NPK 10-10-10).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em canteiros construídos em uma área pertencente ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC, Juazeiro do Norte-CE, com localização geográfica de latitude 7°13'36" S e longitude 39°19'29" W.

As mudas foram produzidas através de plantas adultas e colocadas em canteiro provisório protegido em área sombreada e foram mantidas nestas condições por um período de 20 dias até serem transplantadas para o local definitivo que foram canteiros com 13,5 m² tendo como substrato o próprio solo da região. Os tratamentos constaram de 2 tipos de adubação: orgânica (10 kg m⁻² de esterco de curral bovino) e convencional (2 kg m⁻² de N-P-K (10 – 10 – 10)). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 3 repetições.

Analisou-se a produtividade de capim-santo (transformado em t ha⁻¹) e a produção de óleo essencial (transformado para L ha⁻¹). Para cada tipo de adubação foram coletadas, entre o horário de 9:00 e 11:00 horas recomendado por Nascimento et al. (2003), o peso da matéria verde de cada canteiro e após pesagem em balança analítica de precisão foram separadas três amostras de 1 kg de matéria fresca para extração do óleo essencial.

A extração de óleo essencial foi feita por arraste a vapor, conforme metodologia descrita por Alencar et al. (1984). A produtividade do capim-santo foi determinada pela transformação do quilo de matéria verde por metro quadrado em toneladas por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento do Óleo Essencial de Capim-santo

Na Tabela 1 a seguir são apresentados os resultados da análise de variância do rendimento do óleo essencial de capim-santo em relação aos tipos de adubação orgânica e convencional.

O teste F demonstrou que não houve efeito significativo entre os fatores estudados, isto é, as variações no rendimento do rendimento de óleo essencial foram devido ao acaso, porem o tratamento com adubação orgânica apresentou média superior ao tratamento com adubação convencional. O valor médio do rendimento de óleo essencial (Tabela 2) obtido no experimento Tabela 1. Análise de variância do rendimento do óleo essencial e de produtividade de capim-santo.

FV	GL	Quadrados Médio	
		Produtividade Capim-santo	Óleo Essencial
Tratamentos	1	0,747*	0,0182ns
Resíduo	4	0,057	0,035
Total	5		
CV		11,684	8,725

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade



Tabela 2. Médias do rendimento do óleo essencial e de produtividade de capim-santo, submetido a diferentes tipos de adubação

TRATAMENTOS	Óleo Essencial (ton ha ⁻¹)	Produtividade (ton ha ⁻¹)
Adubação Convencional	2,080a	1,68067 a
Adubação Orgânica	2,190a	2,38633b
DMS	0,423	0,53908
MG	2,135	2,03350

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

foi de 2,135 L ton⁻¹ de matéria verde, o menor de 2,08 L ton⁻¹ de matéria verde no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,19 L ton⁻¹ de matéria verde no tratamento com adubação orgânica (Tabela 2).

Produtividade de Capim-santo

Pelos dados apresentados na tabela 2 (teste F) verifica-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ao aplicar o teste de Tukey nos fatores estudados. A produtividade média do capim-santo foi de 2,034 ton ha⁻¹, com o menor valor de produtividade 1,548 ton ha⁻¹ em relação ao tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,596 ton ha⁻¹ no tratamento com adubação orgânica (Tabela 2). Tal resultado ressalta a importância do uso de adubação orgânica, pois mesmo.

O experimento apresentou um coeficiente de variação para a produtividade do capim-santo igual a 11,684, classificado como médio, por Gomes (1990) indicando que o delineamento estatístico exerceu bom controle sobre as variações do meio (Tabela 1). Sousa et al. (2003) trabalhando com a produtividade de erva cidreira com diferentes tipos de adubação (esterco bovino, húmus, composto orgânico e NPK) em casa de vegetação obtiveram resultados semelhantes, ou seja, com o esterco de curral obteve-se melhores resultados no que diz respeito à produtividade da parte aérea da planta de erva cidreira.

Custos com Adubação

Retirando o fator produtividade do capim-santo e tendo como base o fato de que as variações no rendimento do óleo essencial de capim-santo foram devido ao acaso, o fator fundamental a escolha do tipo de adubação passa a ser o custo: adubação orgânica (R\$ 0,15 por quilo) e adubação convencional (R\$ 2,00 por quilo), sendo estes os valores comerciais na região do experimento.

Considerando a quantidade total de adubos por metro quadrado utilizado no experimento e o valor do quilo de cada tipo de adubo, observa-se que mesmo aplicado em maiores quantidades por metro quadrado a adubação orgânica se destaca em relação à adubação convencional, pois com a mesma, se obteve praticamente o mesmo efeito no rendimento do óleo essencial de capim-santo com um custo bem inferior, ou seja, R\$ 1,50 por metro quadrado enquanto a adubação convencional necessitará de um montante de R\$ 4,00 por metro quadrado.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que os tipos de adubação utilizados neste experimento não influenciaram significativamente no rendimento do óleo essencial de capim-santo e nem na produtividade do mesmo. No que se refere à produtividade do capim-santo em toneladas por hectare, o tratamento com adubação orgânica (esterco de curral) obteve melhores resultados do que o tratamento com adubação convencional. O capim-santo no que se refere ao custo e rendimento de óleo essencial no tratamento de adubação orgânica (esterco de curral) obteve melhores rendimentos econômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.W.; CRAVEIRO, A.A.; MATOS, F.J.A. Kovats index as a preselection routine in mass spectra searches of volatiles. **Journal of Natural Products**, n.47, p.890-892, 1984.
- CRUZ, M. E. da S. Plantas medicinais. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, ano III, nº15, p. 28-29, julho/agosto de 2000.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 486p.
- INNECCO, R.; CRUZ, G. F.; VIEIRA, A. V.; MATTOS, S. H.; CHAVES, F. C. M. Espaçamento, época e número de colheitas em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 247-251, 2003.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**/Edmar José Kiehl. Piracicaba: Edição do autor, 1993. 189p.: il. 2ª tiragem.
- LEAL, T.C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J.F. da.; CARVALHO, A.J.C. de. Avaliação do efeito da variação estacional e horário de colheita sobre o teor foliar de óleo essencial de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). **Revista Ceres**, v.48, n.278, p.445-453, 2001.
- MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2000.
- NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.
- SOUSA, A. H. de; MARACAJÁ, P. B.; SOUZA JUNIOR, J. C.; VASCONCELOS, W. E. de; MAIA, C. E. Produção de biomassa na parte aérea da erva cidreira (*Melissa ssp.*) em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, 2003.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM CULTIVO DE TOMATEIRO SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO¹

ELOI W. M.²; DUARTE, S. N.³; SOARES, T. M.⁴; & RIBEIRO, R. A.⁵

¹Extraído da Tese do primeiro autor. Pesquisa financiada pelo CNPq

²Engenheiro Agrônomo, Prof. FATEC - Cariri, CE, Pós-graduanda ESALQ/USP, Fone: (0XX19) 3434.5776, e-mail: waleskaeloi@msn.com;

³Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, , ESALQ/Piracicaba – SP;

⁴Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pós-Graduando, Departamento de Engenharia Rural, , ESALQ/Piracicaba – SP;

⁵Graduanda em Irrigação, CEFET/URUTAI - GO.

RESUMO: Estimou-se a área foliar do tomateiro avaliando o efeito da aplicação de diferentes níveis de salinidade no solo provocada pelo uso da fertirrigação. O experimento foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira desenvolvida no Laboratório de Solos e a segunda realizada em estufa plástica, ambos localizados no Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, em Piracicaba. A primeira etapa consistiu de testes preliminares que possibilitaram a construção de curvas artificiais de salinização, visando realização do processo de salinização artificial do solo. Na segunda etapa conduziu-se a cultura utilizando-se dois tipos de manejos e realizou-se a medição das folhas mensalmente até atingir o crescimento total, uma amostra com 30 folhas de diversos tamanhos foi coletada para se correlacionar a área obtida pelo produto do comprimento e largura medidos com uma régua graduada com a do medidor eletrônico de área foliar. Observou-se que níveis de condutividade elétrica até 4,5 dS m⁻¹ proporcionam aumento da área foliar da cultura do tomate.

Palavras chave: crescimento, salinidade, *Lycopersicum esculentum* Mill

INDEX OF TOMATO AREA LEAF SUBMITTED TO THE SALINE STRESS

ABSTRACT: The leaf of tomato effect evaluates of the application of different levels salinity in the soil provoked by the use of the fertigation. The experiment was led in two stages, being the first developed in the Laboratory of Soils and second accomplished in plastic greenhouse, both located in Department of Rural Engineering of ESALQ/USP, in Piracicaba. The first stage consisted of preliminary tests that made possible the construction of artificial curves of salinization, seeking accomplishment of the process salinization of the soil artificial. In the second stage behaved culture being used two types of handlings took place the measurement of the leaves monthly to reach the total growth, a sample with 30 leaves of several sizes it was collected to correlate the area obtained by the product of the length and width measured with a graduate measure with the one of the electronic meter of area to foliate. It was observed that levels of electric conductivity up to 4,5 dS m⁻¹ provide increase of the area to foliate of the culture of the tomato.

Key-words: growth, salinity, *Lycopersicum esculentum* Mill

INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido é uma das alternativas fundamentais para garantir o aumento da produtividade das olerícolas, se distinguem dos sistemas de produção a céu aberto pelo uso intensivo do solo e controle parcial de fatores ambientais (Carrijo et al., 1999). Entretanto, o manejo inadequado da irrigação, a adição de fertilizantes em altas dosagens e a inexistência de chuvas promotoras de lixiviação, para o excesso de sais aplicados via água de irrigação, podem trazer como consequência a salinização dos solos nesse ambiente, prejudicando o desenvolvimento das culturas.

Lopes & Stripari (1998) comentam que o grande crescimento do cultivo de tomate em casa de vegetação e o nível elevado de adubos utilizados no seu cultivo têm provocado problemas de desequilíbrios e distúrbios fisiológicos.

A área foliar depende do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência na planta, sendo uma importante medida para avaliar a eficiência quanto à fotossíntese e, conseqüentemente, na produção final, além de servir para estimar a necessidade hídrica da cultura (Costa, 1999; Allen, et al., 1998). De acordo com Teruel (1995), a avaliação da área foliar durante o desenvolvimento da cultura é importante para que se possa modelar o desenvolvimento da planta e a produtividade total da cultura.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade e manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em ambiente protegido no desenvolvimento da área foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em duas etapas, sendo a primeira desenvolvida no Laboratório de Solos e a segunda realizada em duas estufas plásticas, ambas localizados no Departamento de Engenharia Rural da USP/ESALQ, em Piracicaba. A primeira etapa consistiu de testes preliminares que possibilitaram a construção de curvas artificiais de salinização, visando a realização do processo de salinização artificial do solo.

Posteriormente, foram coletadas amostras de solo, as quais foram peneiradas, secas ao ar e acondicionadas em vasos de 20 L, tendo em sua base perfurada uma camada de envelope de 2 cm (brita + manta geotêxtil). O material de solo utilizado foi de um perfil classificado como Latossolo Vermelho fase arenosa, proveniente do campus da ESALQ e denominado Série “Sertãozinho”.

Na segunda etapa efetuou-se a salinização do solo, elevando a condutividade elétrica do solo para: $S_1 = 1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $S_2 = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $S_3 = 3,5 \text{ dS m}^{-1}$; $S_4 = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$; $S_5 = 5,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_6 = 6,5 \text{ dS m}^{-1}$. A umidade do solo foi elevada até a máxima capacidade de retenção e, concomitantemente, foram adicionados os sais diluídos na água com o objetivo de se obter os seis níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação, baseado na curva de salinização construída na primeira etapa. Realizaram-se dois tipos de manejo (M_1 - de acordo com a marcha de absorção da cultura e M_2 - com controle da condutividade elétrica da solução do solo). Os



níveis de salinidade no solo ao longo do ciclo foram monitorados semanalmente através da extração da solução do solo. Os diferentes níveis de salinidade inicial do solo visaram simular diversos estágios de salinização em ambiente protegidos, possivelmente encontrados quando detectado o problema pelos agricultores.

Foram medidos o comprimento (C) e a largura (L) de cada folha da planta, mensalmente ao longo do ciclo de cultivo, para determinação da área foliar. Coletou-se também 30 folhas ao acaso, para medir a área foliar, através de um integrador de área foliar, para verificar a relação entre o aparelho e a área medida com uma régua graduada ($C \times L$). Com as medidas de área foliar total de cada planta, foi realizada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre a área foliar medida através do integrador de área foliar e o produto comprimento (C) e largura (L) das folhas do tomateiro foram ajustadas a uma função linear, a qual apresentou r^2 de 0,9873 (Figura 1).

A área foliar por planta cresceu continuamente para os dois tipos de manejo até ao nível de condutividade elétrica de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2), a partir do qual inicia-se um leve declínio. O aumento do índice de área foliar até certo nível de salinidade pode ser consequência da elevação dos níveis de nutrientes aplicados ao solo. O manejo um, apresentou superioridade no índice de área foliar quando comparado ao manejo dois, porém vale ressaltar que apresentaram comportamento semelhante, ou seja, foram afetados igualmente pelos níveis de salinidade. O incremento da concentração salina no solo acima do limite tolerado pela cultura pode diminuir progressivamente o seu percentual de crescimento (Mass & Hoffman, 1977). Rocha et al. (2000) avaliando o comportamento do melão submetido a condições de salinidade, observaram que a área foliar apresentou um decréscimo progressivo com o aumento da salinidade na água de irrigação.

O fator de redução de área foliar também pode estar associado à redução no consumo hídrico pela cultura com o aumento dos níveis de salinidade. De acordo com Binzel et al. (1985) a

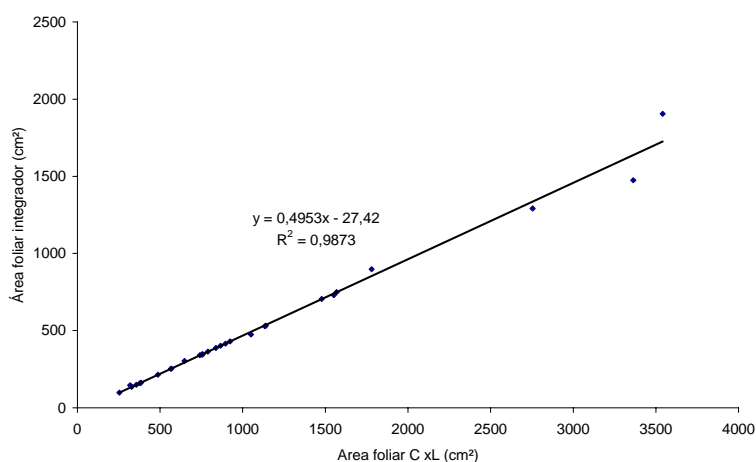


Figura 1. Relação entre a área foliar medida pelo integrador de área foliar e o produto do comprimento pela largura de trinta folhas do tomateiro

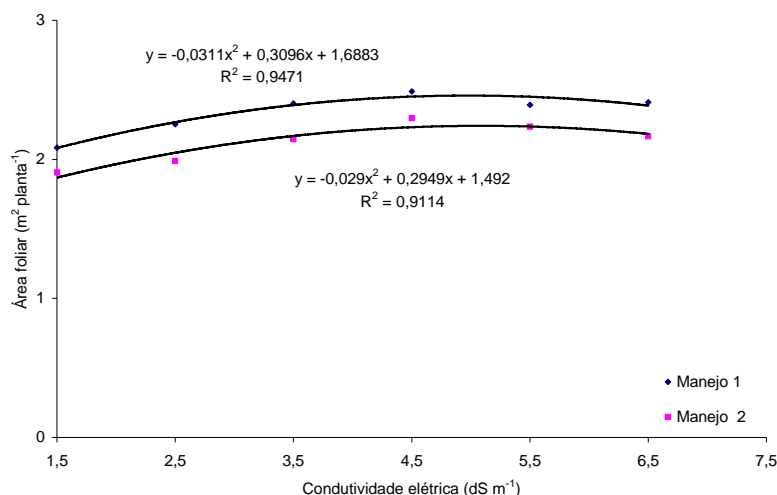


Figura 2 - Área foliar do tomateiro em função da condutividade elétrica do solo

queda no índice de área foliar pode representar a inabilidade das plantas para discriminar entre o estresse salino e hídrico, não utilizando um mecanismo de adaptação (Greenway & Munns, 1980).

Fageria (1989) comenta que as adaptações morfológicas mais comuns as plantas em condições de estresse salino e hídrico são o decréscimo no número de folhas e tamanho, como forma de diminuir a perda de água por transpiração (Mass & Nieman, 1978). De acordo com Hernandez (1995) a lâmina de irrigação inferior à necessidade hídrica da cultura ocasiona estresse hídrico à planta afetando o número e tamanho das folhas e área foliar total.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que os níveis de condutividade elétrica até 4,5 dS m⁻¹ proporcionam aumento da área foliar para a cultura do tomate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; PRUIT, W.O. Proposed revision to the FAO: procedure for estimating crop water requeriments. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION OF HORTICULTURAL, 2, 1996, Chania. **Proceeding...**, Leven, ISHS, 1996. p. 17-49.
- BINZEL, M.L.; HASEGAWA, P.M.; HANDA, A.K.; BRESSAN, R.A. Adaptation of tobacco cells to NaCl. **Plant Physiology**, Rockville, v.79, p.118-125, 1985.
- CARRIJO, O.A.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. Manejo da água na produção de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.45-51, 1999.
- COSTA, M.C. **Efeitos de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. Botucatu, UNESP, 1999, 115 p. (Tese doutorado).



- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiologicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA, DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA. CNPAF. Documento, 18).
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palto Alto, v.31, p.149-190, 1980.
- HERNANDEZ, F. B. T. **Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivos e qualitativos da cultura do melão**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1995 (Tese Doutorado).
- LOPES, M.C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: Gotp, R.; Tivelli, S.W. (Ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. São Paulo : UNESP, 1998. 319p
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**. 1977. ASCE . v.103, n IR2, p.115-34.
- MASS, E. V.; NIEEMAN, R.H. Physiology of plant tolerant to salinity. In: JUNG, G. A. (Ed.). **Crop tolerance to sub-optional land conditions**. Madison: American Society Agronomy. 1978. cap.1. p.277-279. (Special Publication, 32).
- OLIVEIRA, B. C.; CARDOSO, M. A. A.; OLIVEIRA, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.11-16, 2007.
- RICHARDS, L.A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos**. DAEUA. Mexico. Editorial Limusa, 1974, 172p.
- ROCHA, D. G. F.; HOLANDA, J. S.; MEDEIROS, J.F.; ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; ROCHA, A. A. Comportamento de cultivares de melão pele de sapo submetidas as condições de salinidade. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 10, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, SBF, 2000, CD-Rom.
- TERUEL, D.A. **Modelagem do índice de área foliar de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos**. Piracicaba, ESALQ, 1995, 93 p (Tese mestrado).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS DO CAJUEIRO ANÃO PRECOCE SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS NA FLORAÇÃO¹

CARNEIRO, P. T.²; BRITO, M. E. B.²; OLIVEIRA, A. R. R. DE³;
GOMES, A. H. S.⁴; FERNANDES, P. D.⁵ & GHEYI, H. R.⁵

¹Extraído do Trabalho de Tese de Doutorado do primeiro autor a ser apresentado à UFCG, financiado pelo CNPq

²Doutorando em Irrigação e Drenagem, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: ptcarneiro@yahoo.com.br; mebbrito@yahoo.com.br

³Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: ricardo75jp@hotmail.com

⁴Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: abel_henrique@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG

RESUMO: O excesso de sais solúveis e sódio trocável na zona radicular podem ocasionar redução no crescimento e desenvolvimento da maioria das culturas, agravando-se os efeitos com a prática de irrigação inadequada em áreas semi-áridas. Estudaram-se os efeitos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m⁻¹, à 25 °C) sobre índices morfofisiológicos do clone CCP76 de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) sob irrigação com águas salinas na floração, num experimento em blocos inteiramente casualizados, com três repetições. A partir dos dados de altura de planta e diâmetro de caule, avaliaram-se as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro. Águas salinas acima de 0,8 dS m⁻¹ de condutividade elétrica promoveram redução no crescimento das plantas de cajueiro e na sua eficiência de produzir tecidos novos a partir dos pré-existentes.

Palavras chave: *Anacardium occidentale*, salinidade, taxas de crescimento

MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICES OF PRECOCIOUS DWARF CASHEW UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATERS DURING FLOWERING

ABSTRACT: The excess of soluble salts and exchangeable sodium in the root zone can cause reduction in the growth and development of most of the crops, resulting in drastic effects with practice of inadequate irrigation in semi-arid areas. The effects of five levels of electrical conductivity of the irrigation water were studied (ECw: 0.8; 1.6; 2.4; 3.2 and 4.0 dS m⁻¹, at 25 °C) on morphophysiological



índices of precocious dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) under irrigation with saline waters during flowering, in an experiment in completely randomized blocks design, with three replications. The data of plant height and stem diameter, the absolute and relative growth rates were evaluated for height and diameter. Saline water above electrical conductivity of 0.8 dS m^{-1} promoted reduction in the growth of the cashew plants and in its efficiency of producing new growth, in relation to the pre-existing.

Key-words: *Anacardium occidentale*, salinity, growth rates

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de caju se concentra na região Nordeste, sendo o Ceará, o Piauí e o Rio Grande do Norte responsáveis por mais de 97% da produção nacional de castanha de caju (AGRIANUAL, 2001), tornando-se uma atividade de maior importância econômica e social para a região, por empregar grande contingente de pessoas e gerar divisas externas.

Após a obtenção de clones de cajueiro anão precoce cresceram as perspectivas de utilização da irrigação para aumento da produtividade, ampliação do período de colheita e melhoria da qualidade da castanha e do pedúnculo. Vale a pena salientar, entretanto, que o uso inadequado da irrigação em áreas semi-áridas, predominantes no Nordeste brasileiro, tem ocasionado salinização de solos (Audry & Suassuna, 1995) e conseqüentes problemas para a agricultura irrigada em diversas partes do mundo.

A salinidade, segundo Shannon (1997), reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas por efeito osmótico, ocasionando estresse hídrico, e também por problemas de íons específicos, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores.

No Nordeste, apesar da relevância socioeconômica da cajucultura e da susceptibilidade de ocorrência dos problemas de salinidade na região, poucos trabalhos de pesquisa foram realizados com esta frutífera envolvendo estresse salino (Meireles, 1999; Ferreira et al., 2000; Bezerra, 2001; Carneiro et al., 2004), todos eles restringindo-se os efeitos da salinidade na formação de porta-enxertos e na produção de mudas enxertadas.

Diante da carência de resultados de pesquisa com estresse salino em cajueiro, sobretudo a partir de mudas enxertadas, objetivou-se, neste trabalho, avaliar índices morfofisiológicos do clone CCP76 de cajueiro anão precoce sob irrigação com águas salinas na floração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus I, em Campina Grande, PB ($7^{\circ}15'18'' \text{ S}$, $35^{\circ}52'28'' \text{ W}$, 550 m).

Montou-se o ensaio em vasos plásticos com capacidade para 150 L, perfurados na base para permitir lixiviação. Os vasos foram preenchidos com um material de solo 'franco arenoso', não salino e não sódico.

Utilizou-se o clone CCP76, fornecido pela Embrapa Agroindústria Tropical, produzido sem estresse salino no Campo Experimental localizado em Pacajus-CE, por ser um dos tipos genéticos mais utilizados nos novos plantios pela qualidade das castanhas e do pedúnculo.

Os tratamentos consistiram de cinco níveis de salinidade, denominados S_1 , S_2 , S_3 , S_4 e S_5 , correspondendo, respectivamente, às condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) de 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m^{-1} , à 25 °C, preparadas mediante adição de NaCl comercial (sem iodo) em água de abastecimento local. O ensaio foi conduzido em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e três repetições, constituindo-se a parcela de duas plantas.

As irrigações, por gotejamento, foram efetuadas a cada três dias no início da manhã, com base no consumo de água das plantas na irrigação anterior, dividindo-se o volume estimado pelo fator 0,8, restabelecendo-se, assim, a umidade do solo à capacidade de campo e obtendo-se uma fração de lixiviação (FL) de aproximadamente 0,2, conforme Eq. 1:

$$VI = \frac{VA - VD}{1 - FL} \quad (mL) \quad (1)$$

em que: VI, VA, VD - volume de água a ser aplicado na irrigação, volume de água aplicado e drenado na irrigação anterior, respectivamente (mL).

Aplicaram-se os tratamentos salinos isoladamente na floração (da emissão de botões florais ao início da formação dos frutos) após 240 dias do transplante das mudas. A partir do início da aplicação dos tratamentos, foram avaliados a altura e o diâmetro da planta, obtendo-se, a partir desses dados, as taxas de crescimento absoluto e relativo, determinadas através da Eq. 2 e 3, conforme procedimento contido em Benincasa (2003):

$$TCA = \frac{A_2 - A_1}{t_2 - t_1} \quad (cm \text{ dia}^{-1} \text{ e/ou } mm \text{ dia}^{-1}) \quad (2)$$

e/ou:

$$TCR = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} \quad (cm \text{ cm}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ e/ou } mm \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad (3)$$

sendo: A_2 e A_1 - altura de planta (cm) e/ou diâmetro de caule (mm) obtidos no final e no início do período em estudo, respectivamente; e t_2 e t_1 - diferença de tempo entre as amostragens.

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância com teste 'F' (Ferreira, 2000). Por ser salinidade um fator de natureza quantitativa, realizou-se análise de regressão polinomial. Os dados das taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro foram transformados em $\sqrt{x+1}$, mas a discussão se baseou nos dados originais, visando melhor compreensão do efeito dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito linear e decrescente dos tratamentos salinos sobre a altura de planta ($p < 0,01$) (Figura 1A), ocorrendo decréscimo, comparado a S_1 , de 4,86% por aumento unitário de salinidade. Carneiro et al. (2004) ao estudarem os efeitos da salinidade (CEa: 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8

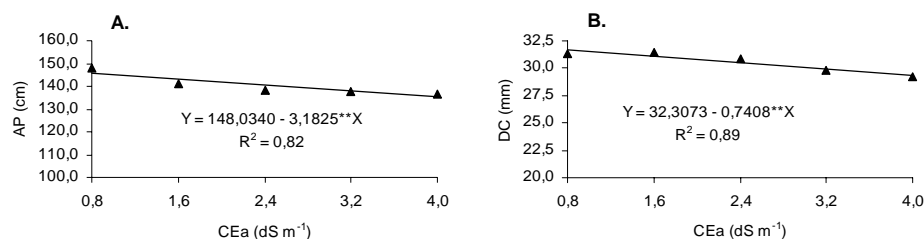


Figura 1. Altura de planta - AP (A) e diâmetro de caule - DC (B) do clone CCP 76 de cajueiro anão precoce em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 90 dias após aplicação do estresse salino na floração

dS m⁻¹, à 25 °C) sobre índices fisiológicos e de crescimento de cinco clones de cajueiro anão precoce, constataram, igualmente, redução de altura de planta com o aumento da CEa acima de 0,7 dS m⁻¹.

O diâmetro de caule foi reduzido de forma linear na medida em que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação ($p < 0,01$) (Figura 1B), com decréscimo, comparado a S₁, de 5,23% por incremento unitário de salinidade, em concordância com Bezerra (2001) ao avaliar a influência de diferentes níveis de CEa sobre o crescimento de dois clones de cajueiro, em que o aumento da salinidade da água produziu decréscimo significativo no diâmetro caulinar.

Ocorreu redução linear da taxa de crescimento absoluto em altura ($p < 0,01$) e diâmetro ($p < 0,01$) das plantas com o aumento da salinidade (Figura 2A e B), com decréscimos, relativos a S₁, de 21,29 e 30,20%, respectivamente, por incremento unitário de salinidade. Carneiro et al. (2004) observaram, também, diminuição significativa no crescimento absoluto das plantas a partir da condutividade elétrica da água de 0,7 dS m⁻¹.

Igualmente ao crescimento absoluto, o crescimento relativo das plantas em altura e diâmetro foi reduzido linearmente ($p < 0,01$) com o aumento da CEa (Figura 2C e D), havendo decréscimos, respectivamente, nas proporções de 18,75 e 30,00% para cada unidade de salinidade excedente à água utilizada com menor concentração de sais. O crescimento relativo se relaciona com a eficiência

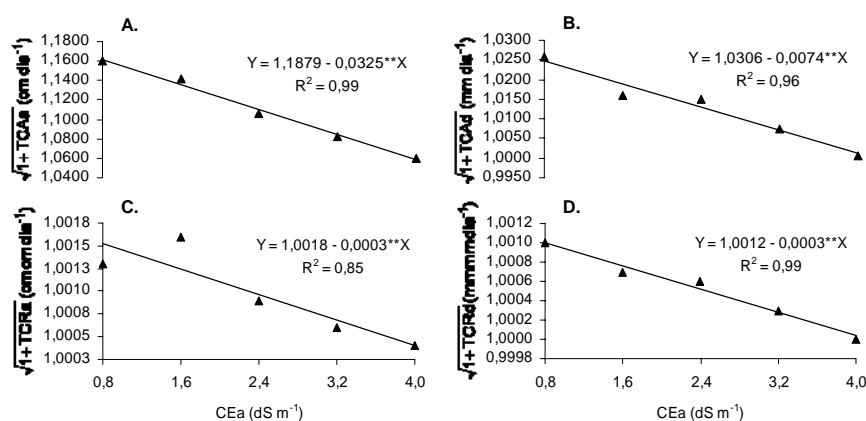


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto em altura - TCAa (A) e diâmetro - TCAd (B) e taxa de crescimento relativo em altura - TCRa (C) e diâmetro - TCRd (D) do clone CCP76 de cajueiro anão precoce em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), no período de 0-90 dias após aplicação do estresse salino na floração

da planta em formar tecidos novos a partir dos pré-existentes, sendo um indicativo de grande importância na avaliação de materiais genéticos submetidos a estresse, como identificado por Peixoto et al (2006) ao estudarem o efeito do estresse hídrico em porta-enxertos de citros.

CONCLUSÕES

A altura e o diâmetro de caule das plantas de cajueiro anão precoce decrescem linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação a partir de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$.

A velocidade média de crescimento do cajueiro anão precoce e sua eficiência em produzir tecidos novos, a partir dos pré-existentes, decrescem de forma linear com água acima de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ de condutividade elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2001: anuário de agricultura brasileira. **Caju: comercialização**. São Paulo: FNP: M&S: Argos, 2002. p.245-248.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J.A. A qualidade da água na irrigação do tropico semi-árido - um estudo de caso. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife, **Anais Recife:CNPq, SUDENE**, 1995, p 147-153.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003. 41p.
- BEZERRA, I.L. **Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades**. Campina Grande: UFPB, 2001. 85p. Dissertação de Mestrado
- CARNEIRO, P.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; VIANA, S.B.A. Salt tolerance of precocious dwarf cashew rootstocks - physiological and growth indexes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.1, p.9-16, 2004.
- FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, SP, p. 255-258.
- FERREIRA, O.S.; MATOS, N.N.; MENESSES JÚNIOR, J.; BARROS, L. de M.; LIMA JÚNIOR, A.; SILVEIRA, J.A.G. da. Avaliação inicial da tolerância ao estresse salino em materiais de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) através de índices de crescimento. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 16, 2000, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. CD-Rom.
- MEIRELES, A.C.M. **Salinidade da água de irrigação e desenvolvimento de mudas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza: UFC, 1999. 60p. Dissertação Mestrado.
- PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T. de; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.A.; OLIVEIRA, J.G. de. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.28, n.3, p.439-443, 2006.
- SHANNON, M.C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy**. v.60, p.75-120, 1997.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DETERMINAÇÃO DO EXPOENTE DE DESCARGA DE GOTEJADORES AUTOCOMPENSANTE E NÃO COMPENSANTE

OLIVEIRA, J. E. DE¹; NETO, A. M. S.¹; NASCIMENTO, A. K. S.¹;
VASCONCELOS, P. I. F.¹; SOUSA, A. E. C.² & VALNIR JUNIOR, M.³

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos/ Irrigação, Av. Dr Guarany, 317, cep: 62040-730 Sobral – CE. Fone (88) 36772518 e-mail eliesio.cnpq@centec.org.br, eliesio-oliveira@hotmail.com,

²MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

³Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ensaios em Equipamentos de Irrigação (LEEI), situado no município de Sobral – CE, onde dois gotejadores tipo botão foram submetidos a ensaio de determinação de expoente de descarga, sendo um emissor não compensante e outro compensante, cujas vazões são de 2 L h⁻¹ e 4 L h⁻¹, respectivamente. O primeiro gotejador apresentou um expoente de descarga de 0,5 caracterizando um fluxo de água turbulento na entrada do gotejador e coeficiente de variação da vazão (Cv) de 3,33%, sendo assim aceito pela norma. O segundo emissor apresentou uma vazão média de 3,94 L h⁻¹ sendo coletadas as pressões de ensaios 50, 100, 150, 200 e 250 kPa. Quando submetidos às pressões de 100 e 200 kPa, para encontrar o expoente de descarga, foi obtido um valor de $x = 0,0$, sendo confirmado sua compensação de vazão perante a uma variação de pressão, porém apresentou um Cv de 10% ficando acima de 7%, que é o aceitável pela norma.

Palavra chave: emissor; vazão; pressão.

DETERMINAÇÃO OF THE EXPONENT OF DISCHARGE OF GOTEJADORES AUTOCOMPENSANTE AND NOT COMPENSANTE

ABSTRACT: The work was developed in the period of 10 19 of January of 2007, in the Laboratory of Assays in Equipment of Irrigação (LEEI), situated in the city of Sobral - CE, where two gotejadores type button had been submitted the assay of determination of discharge exponent, being a nãocompesante sender and another compensante, whose outflows they are of 2 L h⁻¹ and 4 L h⁻¹ respectively, the first gotejador presented an exponent of discharge of 0,5 characterizing a turbulent water flow in the entrance of gotejador and CVF of 3,33%, being thus accepted for the norm. As the emitting one presented an average outflow of 3,94 L h⁻¹ being that the pressures of assays 50, 100, 150, 200 and 250kPa had been collected in all, and when submitted to pressures of the 100 and 200kPa to find the discharge exponent, x was found a value of $= 0,0$, being confirmed its compensation of outflow before the one pressure variation, but it presented a coefficient of variation of the 10% manufacturer being above of 7% that it is the acceptable one for the norm.

Word key: sender; outflow; pressure.

INTRODUÇÃO

A irrigação localizada por gotejamento se caracteriza pela aplicação de água em altas frequências, e em pequenas vazões, sendo alcançado graças ao gotejador que é a peça principal deste tipo de irrigação. O mesmo deve preencher alguns requisitos tais como: o fornecimento de vazões baixas, constantes e uniformes e apresentar orifícios de saída do fluxo relativamente grande (Olitta, 1976). Para atender essas necessidades o mesmo é constituído de uma estrutura mecânica idealizada para dissipar a pressão da água ao longo das tubulações.

Para um projetista ter a convicção de um bom desempenho do emissor, é de total importância o conhecimento das características hidráulicas do mesmo, principalmente o expoente de descarga, que é o indicador do regime do fluxo dentro do emissor, o qual varia de 0 a 1. Portanto, quanto mais baixo for o valor do expoente de descarga menor será a flutuação de vazão perante a variação de pressão na entrada do gotejador. Quando um emissor possui esta característica chama-se de gotejador autocompensante. Neste tipo de emissor, em virtude de uma geometria variável, com baixas pressões a água circula livremente, já com o aumento da pressão uma pequena membrana de silicone diminui a abertura do orifício, proporcionando uma uniformidade na distribuição da vazão.

Necessitando dessas informações foi realizado o ensaio em dois gotejadores tipo botão, sendo um autocompensante e outro não, objetivando adquirir valores reais de expoente de descarga e a constante de proporcionalidade que caracteriza cada gotejador.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no período de 10 a 19, de janeiro de 2007, no Laboratório de Ensaio em Equipamentos de Irrigação, pertencente a FATEC Faculdade de Tecnologia CENTEC localizado no município de Sobral - CE.

Foram selecionados dois emissores para realização dos ensaios, sendo um autocompensante e outro não compensante os quais apresentam vazões de 4 L h^{-1} e 2 L h^{-1} respectivamente.

Para cada gotejador foram avaliadas 25 amostras, distribuídos ao longo da bancada de ensaio, conforme a Figura 1, com espaçamento de 0,5 m. Realizou-se um ensaio para determinar o expoente de descarga representado pela letra x cujo valor caracteriza o regime de fluxo e a relação vazão \times pressão do gotejador. Os ensaios foram realizados conforme a norma da ABNT.

Os gotejadores foram postos em operação por um tempo mínimo de uma hora antes de iniciar o ensaio. Os emissores não compensantes operam na pressão de serviço durante uma hora, antes do início do ensaio. No caso dos gotejadores autocompensante adotou-se o procedimento a seguir, conforme a norma ABNT: 3 min na pressão de 50 kPa, 3 min na pressão



Figura 1 – Bancada para ensaios em gotejadores

de 300 kPa, 3 min na pressão de 50 kPa, 3 min na pressão de 300 kPa, 3 min na pressão de 50 kPa, 3 min na pressão de 300 kPa e 42 min na pressão de 150 kPa.

Coletou-se água (de cada emissor) durante um tempo de 10 minutos. Cada amostra foi pesada em balança semi-analítica (precisão de 0,01g), fazendo 4 repetições de cada ponto e posteriormente convertidos em vazões ($L h^{-1}$), sendo considerado para transformação que massa = volume, admitindo a densidade de $1 g cm^{-3}$.

A partir dos dados de vazão obtidas na pressão de 100 kPa, foi calculada a vazão média, desvio padrão e o coeficiente de variação do fabricante (CVF) de acordo com a Equação 1:

$$CVF = \frac{\sigma}{Q_{média}} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

CVF – Coeficiente de Variação de Fabricação (%);

σ – Desvio padrão das vazões ($L h^{-1}$);

$Q_{média}$ – Vazão média ($L h^{-1}$);

A partir dos dados de vazão e sua respectiva pressão determinou-se a equação característica para cada gotejador a Figura 2 mostra a curva do emissor e a equação ajustada.

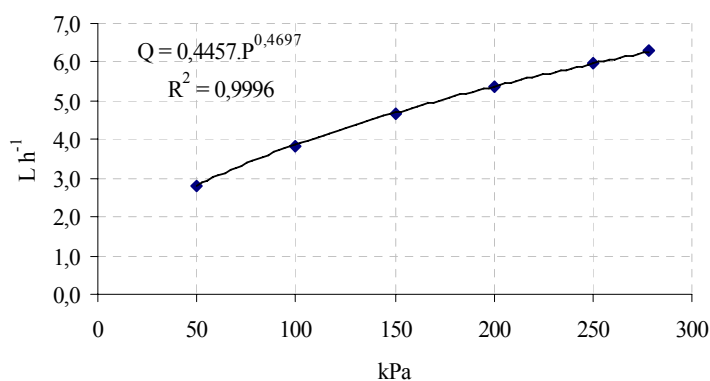


Figura 2 – Relação vazão x pressão do gotejador não autocompensante de $2 L h^{-1}$

Para determinar a equação que relacione a vazão versus pressão, os emissores foram submetidos às pressões de 50, 100, 150, 200 e 250 kPa de acordo com a equação 2. Sendo que para encontrar o expoente de descarga foram utilizados duas pressões 100 kPa para pressão 1 e 200 kPa para pressão 2, encontrado através da equação 3.

$$Q = K.H^x \quad (2)$$

em que: Q – vazão do emissor ($L h^{-1}$);

H – pressão ($L h^{-1}$);

K – constante de proporcionalidade que caracteriza cada gotejador;

X – expoente que é caracterizado pelo regime de fluxo;

$$x = \frac{\log\left(\frac{q_1}{q_2}\right)}{\log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)} \quad (3)$$

em que: X – expoente de descarga

q_1 ... Vazão correspondente à h_1 ($L h^{-1}$)

q_2 ... Vazão correspondente à h_2 ($L h^{-1}$)

h_1 ... Pressão menor (kPa)

h_2 ... Pressão maior (kPa)

Durante todo o período de realização dos ensaios foram realizadas medições de temperatura (ar e água) e umidade relativa onde às médias permaneceram em 30 °C, 28 °C e 70% respectivamente. A água utilizada no teste foi proveniente da cisterna do laboratório, a qual é abastecida pela Companhia de Abastecimento de Água da cidade de Sobral, sendo utilizado um filtro de tela de 130 micros, para a filtragem da mesma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emissor tipo botão de $2 L h^{-1}$ apresentou um expoente de descarga de 0,5 indicando um fluxo turbulento na entrada do gotejador. Segundo Olitta (1976), um emissor com valor de expoente de descarga terá uma vazão proporcional à raiz quadrada da pressão, ou seja, a pressão precisa aumentar quatro vezes para dobrar a vazão. O mesmo forneceu uma vazão média de $2,01 L h^{-1}$ apresentando desvio padrão de $0,07 L h^{-1}$ e coeficiente de variação do fabricante de 3,33%.

O segundo gotejador ensaiado apresentou uma vazão média de $3,94 L h^{-1}$ sendo calculado das médias de todas as pressões e confirmou ser realmente um autocompensante, isto é, $x = 0,0$, indicando não haver mudança de vazão. Quando houve uma variação de pressão, o mesmo apresentou um desvio padrão de $0,40 L h^{-1}$ e um coeficiente de variação de fabricação de 10%, ficando acima do aceitável pela a norma da ABNT que é de 7% portanto o emissor não é considerado aceito.

De acordo com a Figura 3 observa-se a curva característica desse gotejador. Observa-se também que quando submetido ao ensaio da pressão decrescente, e a mesma variou de 250 a 50 kPa, ocorreu uma variação da vazão de 14%.

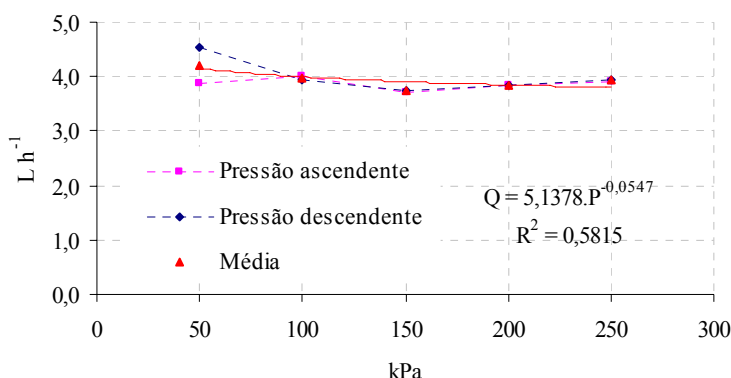


Figura 3 – Relação vazão x pressão gotejador autocompensante de 4 L h⁻¹

Quando comparamos os resultados dos dois emissores verificamos que o emissor não compensante confirma a especificação do fabricante quanto ao expoente de descarga e atende todos outros requisitos da norma, já o emissor autocompensante também confirma a especificação do fabricante quanto ao expoente de descarga, porém não atende outros requisitos da norma se tornando um gotejador não conforme.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados enfatizamos a importância de se avaliar as características hidráulicas dos emissores, antes de usá-los, quando na maioria das vezes os fabricantes não informam nos catálogos suas devidas características.

O primeiro gotejador ensaiado apresentou um CVF abaixo de 7% caracterizando que é o aceitável pela a norma da ABNT. Desta forma o mesmo foi considerado conforme atendendo todos os requisitos da norma para este ensaio.

O emissor autocompensante obteve valor de $x = 0,0$, confirmando assim sua compensação de vazão indicado pelo fabricante, porém não foi considerado um emissor aprovado, pois não atendeu o quesito da norma CVF, pois obteve um valor acima do aceitável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT 04:015.08-016 “**Irrigação Localizada – Gotejadores**”. 2004, 16p.
 OLITTA, A,F, L. **Métodos de irrigação**. 1976. São Paulo: Nobel, 1984.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

CARVALHO, C. M. DE¹; SILVA, C. T. S. DA²; AZEVEDO, H. M. DE³;
DANTAS NETO, J.⁴; AZEVEDO, C. A. V.⁴ & VASCONCELOS, R. S.⁵

¹MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

²MSc. em Irrigação e Drenagem, COGERH.

³Dr. em Recursos Naturais, Prof. da Universidade Federal de Campina Grande.

⁴Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Universidade Federal de Campina Grande

⁵Aluna do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar os parâmetros de produção da terceira folha da cana-de-açúcar, nos tabuleiros costeiros da Paraíba, submetida a diferentes níveis de irrigação sob dois regimes de adubação de cobertura, tomando como referencial a variedade SP 791011. As lâminas de água aplicadas com a irrigação foram de 152, 290 e 393 mm e os níveis de adubação de cobertura foram de 72 e 276 kg ha⁻¹. O arranjo experimental foi realizado através de uma análise fatorial do tipo 2 x 4 (dois níveis de adubação de cobertura e quatro níveis de irrigação), com três repetições. Os fatores adubação de cobertura e irrigação não alterou significativamente o número de colmos, diâmetro dos colmos e os números médios de internódios por colmos. Já o fator irrigação influenciou no comprimento dos colmos. Ambos os fatores influenciaram na produção de colmos, conseqüentemente na produção de álcool e açúcar também.

Palavras chave: Açúcar e álcool, pivô central, *Saccharum officinarum* L.

PRODUCTION OF THE SUGAR CANE UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION

ABSTRACT: The present work had as objective to study the parameters of production of the third leaf of the sugar cane, in coastal trays of the Paraíba, submitted the different levels of irrigation under two regimes of fertilization of covering, taking as referencial variety SP 791011. The applied water blades with the irrigation had been of 152, 290 and 393 mm and the levels of fertilization of 276 covering had been of 72 and kg ha⁻¹. The experimental arrangement was carried through through an factorial analysis of type 2 x 4 (two levels of fertilization of covering and four levels of irrigation), with three repetitions. The factors fertilization of covering and irrigation significantly did not modify the number of colmos, diameter of the colmos and the average numbers of internódios for colmos. Already the factor irrigation influenced in the length of the colmos. Both faotres had influenced in the production of colmos, consequently in the production of alcohol and sugar also.

Key-words: Sugar and alcohol, central pivot, *Saccharum officinarum* L.



INTRODUÇÃO

Estima-se que a cultura da cana-de-açúcar ocupa no Brasil uma área de aproximadamente 5 milhões de hectares, com produção em torno de 360 milhões de toneladas de colmos na safra de 2002. Os principais produtos gerados são o açúcar – estimando-se para a safra 2003 cerca de 23 milhões de toneladas – e o álcool – cerca de 12 bilhões de litros. Essa produção posiciona o Brasil no 1º lugar em produção mundial de açúcar, seguido da Índia (19 milhões de toneladas), União Européia (18) e China (9) (Vitti, 2003). O setor sucroalcooleiro é de grande relevância no contexto sócio-econômico do país visto que a cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes espécies agrícolas exploradas no Brasil. A baixa pluviosidade e o empobrecimento do solo apresentam-se como os principais fatores da baixa produtividade na Paraíba. Estes dois fatores apontam para uma política de pesquisa com irrigação e adubação das culturas visando resultados diretos como o aumento da produtividade e rendimento de açúcar e de álcool, e como efeito indireto, diminuição da área plantada minimizando custos de transporte, insumos, plantio e tratos culturais, além de liberar área para diversificação e/ou rotação e preservação de áreas. O presente trabalho buscou através da pesquisa de campo, estudar o rendimento da terceira folha de cana-de-açúcar, nos tabuleiros costeiros da Paraíba, submetida a diferentes níveis de irrigação sob dois regimes de adubação de cobertura, tomando como referencial a variedade SP 791011.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, do Grupo UNIAGRO, situado no município de Capim – PB, com a variedade de cana-de-açúcar SP 791011. Foi instalado na base 5 do pivô 2, e os tratamentos em setores do pivô. As parcelas eram constituídas de 5 fileiras espaçadas 1,2m, comprimento de 12 m e com uma área total de 72 m². Sendo que a área útil da parcela era de 36 m², compreendendo as três fileiras centrais com 10 m de comprimento cada uma, sendo a bordadura constituída de uma fileira de plantas de cada lado e de 1,0 m em cada extremidade da parcela útil. Os tratamentos constituíram-se da combinação de quatro lâminas de irrigação e dois níveis de adubação de cobertura. O arranjo experimental foi um fatorial do tipo 2 x 4 (2 níveis de adubação de cobertura e 4 lâminas de irrigação), com 8 diferentes combinações num delineamento inteiramente casualizado. Os níveis de irrigação, com o turno de rega de 12 dias, foram: W₀ (lâmina 0 = zero mm de água de irrigação); W₁ (lâmina 1 = 13,8 mm correspondendo a 50 % da lâmina de projeto utilizada na Fazenda Capim, DSF (1999)); W₂ (lâmina 2 = 27,5 mm equivalente à lâmina utilizada na Fazenda Capim), e W₃ (lâmina 3 = 41,3 mm referente à lâmina utilizada na Fazenda Capim, acrescida de 50 %). Os níveis de adubação de cobertura foram os seguintes: N₀ = 72 (28 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 44 kg ha⁻¹ de potássio) e N₁ = 276 (112 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 164 kg ha⁻¹ de potássio). Aplicou-se 90 kg de fósforo (P₂O₅) ha⁻¹ como nutriente de fundação. A área útil da parcela foi colhida, calculando o número de colmos, o número de internódios, comprimento dos

colmos, o peso dos colmos, diâmetro dos colmos, a produção de colmos em kg ha⁻¹. Os rendimentos brutos de açúcar e de álcool foram calculados de acordo com a metodologia apresentada por Caldas (1998) e utilizada na destilaria Miriri.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabelas 1 são apresentados os resultados da análise de variância dos parâmetros analisados na cana-de-açúcar.

Para todos os parâmetros avaliados o coeficiente de variação apresentado (Tabela 1), se classificam como médio (valores entre 10 e 20) ou baixo (valores menores do que 10) de acordo com Gomes (1990).

Parâmetros de Produção

Produção de Colmos: O teste F demonstrou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. A comparação das médias para o fator irrigação, mostrou que as produções foram crescentes e que o nível W₃ foi superior significativamente pelo teste de Tukey, ao nível W₀, não se diferenciando significativamente dos níveis W₂ e W₁. A produção média de colmos obtida no experimento foi de 82,66 t ha⁻¹, a menor foi de 68,44 t ha⁻¹ no tratamento N₁W₀ e a maior de 103,09 t ha⁻¹ no tratamento N₁W₃. O máximo valor obtido de 103 t ha⁻¹ foi pouco superior ao menor valor preconizado por Doorenbos & Kassan (1979) que é de 100 t ha⁻¹ para áreas irrigadas. Para as quantidades de adubo aplicadas, as produções obtidas no experimento foram consideradas pequenas. A quantidade de água abaixo da recomendada e com déficit em períodos críticos, explicou o fato do maior valor obtido no experimento de 103,09 t ha⁻¹ ter sido inferior às 142 t ha⁻¹, estimadas por Souza et al. (1999) trabalhando com a mesma variedade, durante o período de agosto de 1995 a outubro de 1996, para lâminas totais de água de 1.602 mm.

Rendimento bruto de açúcar: O teste F demonstrou que fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. A comparação das médias para o fator irrigação, mostrou que as produções foram crescentes e que os níveis W₃ e W₂ foram superiores significativamente ao nível W₀, não se diferenciando significativamente do nível W₁. Verificou-se, também, que os níveis W₁, W₂ e W₃ não foram diferentes significativamente pelo teste de Tukey. O rendimento médio de açúcar obtido no experimento foi de 12,29 t ha⁻¹, a menor foi de 9,68 t ha⁻¹ no tratamento N₀W₀ e a maior de 15,29 t ha⁻¹ no tratamento N₁W₃.

Tabela 1. Análise de variância das produções da cana e parâmetros organográficos.

Fonte de Variação	Teste F								
	GL	PDC	RBAÇ	RBA	NC	CC	DC	PC	NI
Adubação (F 1)	1	8,255*	8,867**	8,445*	1,987 ^{ns}	3,880 ^{ns}	0,234 ^{ns}	5,653*	0,799 ^{ns}
Irrigação (F 2)	3	8,213**	7,592**	7,180**	3,109 ^{ns}	9,817**	0,743 ^{ns}	3,624*	2,999 ^{ns}
Interação (F 1 x F 2)	3	1,703 ^{ns}	0,818 ^{ns}	0,904 ^{ns}	2,233 ^{ns}	0,989 ^{ns}	0,076 ^{ns}	1,065 ^{ns}	1,733 ^{ns}
QM (resíduo)	16	83,103	2,306	1,184	0,172	0,022	2,302	0,013	0,833
Média Geral		82,66	12,29	8,75	79,595	2,15	23,01	1,05	20,58
CV		11,03	12,36	12,43	4,66	7,04	6,59	10,92	4,43

PDC – Produção de Colmos (t ha⁻¹); RBAÇ – Rendimento Bruto de Açúcar (t ha⁻¹); RBA – Rendimento Bruto de Alcool (m³ ha⁻¹); NC – Número de Colmos (colmos ha⁻¹); CC – Comprimento dos Colmos (m); DC – Diâmetro dos Colmos (mm); PC – Peso dos Colmos (kg); NI – Número de Internódios; * - significativo a nível de 1% de probabilidade; ** - significativo a nível de 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação.



O maior valor obtido neste experimento, foi inferior ao de $19,3 \text{ t ha}^{-1}$, obtidos por Souza et al. (1999) em Campos dos Goytacazes, RJ, trabalhando com a mesma variedade, para lâminas totais de água de 1.602 mm. Houve uma elevação no rendimento bruto de açúcar, assim como a produtividade dos colmos, com o aumento do nível de irrigação, no regime com maior quantidade de adubação. O coeficiente de determinação (r^2) para o ajustamento da regressão no tratamento N_1 foi de 0,967 indicando, assim, uma excelente correlação do modelo polinomial entre o rendimento do açúcar e os níveis de irrigação.

Rendimento bruto de álcool: O teste F demonstrou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. A comparação das médias para o fator irrigação, mostrou que as produções foram crescentes e que os níveis W_3 e W_2 foram superiores significativamente ao nível W_0 , não se diferenciando significativamente do nível W_1 . Verificou-se, também, que os níveis W_1 , W_2 e W_3 não foram diferentes significativamente pelo teste de Tukey. O rendimento médio de álcool obtido no experimento foi de $8,74 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, a menor foi de $6,89 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no tratamento N_0W_0 e a maior de $10,88 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no tratamento N_1W_3 . Houve uma elevação no rendimento bruto de álcool, assim como a produtividade dos colmos e o rendimento bruto de açúcar, com o aumento do nível de irrigação, no regime com maior quantidade de adubação. O coeficiente de determinação (r^2) para o ajustamento da regressão no tratamento N_1 foi de 0,9635 indicando, assim, uma excelente correlação do modelo polinomial entre o rendimento do álcool e os níveis de irrigação.

Parâmetros Organográficos

Número de Colmos: O teste F demonstrou que os tratamentos não foram significativos, ou seja, as variações no número de colmos foram devido ao acaso. O número médio de colmos ha^{-1} obtido no experimento foi de 79.595, o menor de 72.315 no tratamento N_1W_0 e o máximo obtido foi de 94.630 no tratamento N_1W_3 . O máximo valor obtido é superior aos 90.000 colmos ha^{-1} que, segundo Taupier e Rodrigues (1999) são necessários para se atingir produtividades máximas.

Comprimento dos Colmos: O teste F demonstrou que houve significância no fator irrigação. A comparação das médias para o fator irrigação, mostrou que os comprimentos por colmo foram crescentes e que o nível W_2 não diferiu com os níveis W_1 e W_3 , e que foi superior significativamente ao nível W_0 , e ainda que o nível W_3 foi superior significativamente aos níveis W_1 e W_0 pelo teste de Tukey. O comprimento médio por colmo obtido no experimento foi de 2,15 m, o menor foi de 1,90 m nos tratamentos N_0W_0 e N_0W_1 , e o máximo de 2,39 m no tratamento N_1W_3 .

Diâmetro de Colmos: O teste F demonstrou que os tratamentos não foram significativos, isto é, as variações nos diâmetros dos colmos foram devidas ao acaso. O diâmetro médio por colmo obtido no experimento foi de 23,01 mm, o menor foi de 22,37 mm no tratamento N_0W_2 e o maior de 23,77 mm no tratamento N_1W_0 .

Peso do Colmo: O teste F demonstrou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. A comparação das médias para o fator irrigação, mostrou que os pesos dos colmos foram crescentes e que o nível W_3 foi superior significativamente ao nível W_0 e não

diferiu significativamente dos níveis W_1 e W_2 , pelo teste de Tukey. O peso médio por colmo obtido no experimento foi de 1,05 kg, o menor foi de 0,92 kg no tratamento N_0W_1 e o máximo de 1,22 kg no tratamento N_1W_3 .

Número de Internódios: O teste F demonstrou que não houve significância entre os fatores estudados, isto é, as variações no número de internódios foram devido ao acaso. O número médio de internódios por colmo obtido no experimento foi de 21; o menor foi de 20 nos tratamentos N_0W_1 e N_1W_0 e o maior de 22 no tratamento N_0W_2 .

CONCLUSÕES

Conclui-se que: a) Não se constatou efeito dos fatores adubação de cobertura e irrigação sobre o número de colmos, diâmetro dos colmos e os números médios de internódios por colmos; b) O comprimento médio dos colmos cresceu com o aumento dos níveis de irrigação, não tendo variado com a adubação de cobertura; c) Tanto o fator adubação de cobertura como o fator irrigação, influenciaram significativamente o peso dos colmos; d) A produção de colmos foi influenciada significativamente pelos fatores adubação de cobertura e irrigação e não significativamente pela interação irrigação x adubação de cobertura; e) Ocorreu acréscimo na produtividade de açúcar e de álcool com o aumento da lâmina d'água e com o regime de maior adubação de cobertura; f) No nível N_1W_3 foram alcançadas os maiores valores de: número de colmos, comprimento dos colmos, peso dos colmos, produção de colmos, rendimento bruto de açúcar e rendimento bruto de álcool.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria e do Alcool do Estado de Alagoas, 1998. 424p.
- DOORENBOS, J; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO, Boletim, 33).
- DSF. **Projeto de Irrigação: pivô central rebocável**. Rio Tinto-PB: União Agrícola Ltda, 1999. 73p.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 486p.
- SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades, em campo de Goytacazes, RJ. Engenharia Agrícola, **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 19, nº 1, Jaboticabal: SBEA, 1999.
- TAUPIER, L.O.G.; RODRÍGUES, G.G. A cana-de-açúcar. In: Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar (ICIDCA). **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília: ABIPTI, 1999. cap. 2.1, p.21-27p.
- VITTI, G. C. **Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2003. 28p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ÁREA FOLIAR DA MAMONEIRA BRS 188 – PARAGUAÇU SOB EFEITO DA MATERIA ORGÂNICA E DO DÉFICIT HÍDRICO DO SOLO

LACERDA, R. D. DE¹; GUERRA, H. O. C.²; BARROS JÚNIOR, G.³ & BARROS, A. D. DE⁴

¹Doutorando em Engenharia Agrícola pela (UFCG). 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285. E-mail: rogerio_dl@yahoo.com.br

²Prof. Doutor, Depto. de Engenharia agrícola, UFCG, Campina grande-PB;

³Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG);

⁴Doutor em Irrigação e Drenagem (UFCG)

RESUMO: A mamoneira vem se destacado devido a sua importância em razão das várias utilizações de seu óleo, constituinte das melhores matérias-primas para fabricação do biodiesel, também serve de base para os mais diversos produtos industriais. O objetivo da pesquisa foi estudar a sensibilidade da mamona (BRS 188 - Paraguaçu) a diferentes níveis de água disponível e matéria orgânica no solo, avaliando os efeitos em sua área foliar. O experimento foi desenvolvido no período de abril a agosto de 2006, sob condições de casa de vegetação, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 2 x 4, constituído de dois níveis de matéria orgânica (5,0 e 25,0 g kg⁻¹) e quatro de água disponível (100, 90, 80 e 70%), com 3 repetições. Utilizou-se vasos plásticos com capacidade para 75 kg de solo, nos quais se cultivou uma planta por vaso até os 120 dias após a semeadura (DAS); realizou-se a análise de variância e se aplicou o teste de Tukey para comparação de médias, além das regressões para o fator quantitativo água disponível. Conclui-se que a cultivar foi influenciada pelos fatores matéria orgânica e água disponível do solo, aumentando significativamente a área foliar.

Palavras chave: mamona, déficit hídrico, irrigação.

FOLIAR AREA OF CASTOR BEAN BRS 188 - PARAGUAÇU SUBMITTED AT EFFECTS OF ORGANIC MATTER AND DEFICIT HIDRIC IN SOIL

ABSTRACT: The culture of the castor bean is of great importance due to the several applications of its oil, constituting one of the best raw materials for biodiesel production, besides being the base for diverse other industrial products. The objective of the research was to study the sensibility of the castor oil plant (BRS 188 - Paraguaçu) to different levels of available water and organic matter in the soil, being evaluated the effects of those treatments on the foliar area of the plant. The experiment was conducted during the period of April to August of 2006, under green house conditions using a 2 x 4 randomized

complete-block design, constituted of two levels of organic matter (5,0 and 25,0 g kg⁻¹) and four available water content, 100, 90, 80 and 70%, with 3 repetitions. Seventy five kg plastic containers were used with a plant for container 120 days after the seedlings (DAS). The data was analyzed throughout variance tests, regression analyses for the quantitative treatments and mean comparisons using the Tukey test for the qualitative ones. The culture was influenced positively by the organic matter and for the soil available water.

Key words: castor bean, deficit hidric, irrigation

INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.), planta arbustiva, cujo óleo contém 90% de ácido graxo ricinoléico, de larga utilização na indústria, tem se tornado importante potencial econômico para o Brasil. A mamoneira apresenta características de produção satisfatória sob condições de baixa precipitação pluviométrica. A faixa ideal de precipitação para a produção da mamona varia entre 750 e 1500 mm, com um mínimo de 600 a 750 mm durante todo o ciclo da cultura, (Távora, 1982).

Em vários experimentos na Rússia, Beltrão (2004) confirma que a mamoneira responde bem a irrigação, com incrementos bastante consideráveis de até oito vezes a mais que o cultivo em regime de sequeiro.

Barros Junior et al. (2006) constataram que a capacidade de reverter a água consumida em produção de aminoácidos aumenta com o conteúdo de água do solo e indicam que, quando não submetida a estresse hídrico, a mamoneira é muito eficiente no consumo de água oferecendo, conseqüentemente, com elevadas produções.

Segundo Wright & Nageswara Rao (1994), o déficit de água no solo reduz o crescimento das folhas e ramos em virtude dos efeitos sobre o status de água na planta, fotossíntese e expansão foliar. Para Taiz & Zeiger (1998) os efeitos do déficit hídrico não só limitam o tamanho das folhas individuais (expansão celular), mas, também, o número de folhas, visto que diminuem a taxa de crescimento dos ramos. Rodrigues et al. (2006) observaram decréscimo da área foliar da mamoneira a partir dos 130 dias, quando submetida a diferentes lâminas de reposição.

Espécie naturalmente vigorosa e de fácil propagação, poucos são os cuidados dispensados ao manejo de água, desta forma, a ausência quase que total de resultados de pesquisa a respeito dos efeitos da matéria orgânica e de diferentes conteúdos de água existente no solo sobre a cultura, justificou o presente estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação localizada na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande(UFCG), Campina Grande, PB, durante o período compreendido entre abril e agosto de 2006. Utilizou-se um solo franco-argilo-arenoso de baixo teor de matéria orgânica, proveniente do município de Campina Grande, PB. O solo foi corrigido com hidróxido de cálcio (0,60 g kg⁻¹ de solo) ficando incubado durante 20 dias; após a



neutralização, o solo foi adubado com 0,90 g kg⁻¹ de solo de superfosfato simples e de 0,05 g kg⁻¹ de solo de cloreto de potássio, adubos esses homogeneizados no solo contido em cada recipiente, conforme Novais et al. (1991).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 2 x 4, constituído pelos dois níveis de matéria orgânica e pelos quatro de água disponível, com 3 repetições.

Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA), e do teste de Tukey; para comparação das médias dos tratamentos e análise de regressão para o fator quantitativo água disponível de acordo com Ferreira (2000).

Os fatores estudados foram compostos por dois níveis de matéria orgânica no solo (5,0 e 25,0 g kg⁻¹), submetidas a quatro níveis de água disponível no solo (70, 80, 90 e 100 % da água disponível), formando 08 tratamentos, constituindo vinte e quatro parcelas, cada uma composta por um vaso plástico contendo 75 Kg de solo, onde cultivou-se uma planta por vaso até os 120 DAS.

O tratamento de 5,0 g kg⁻¹ corresponde ao teor de matéria orgânica que o solo apresentava originalmente, classificado como baixo; já o tratamento de 25,0 g kg⁻¹ foi obtido adicionando-se a cada vaso 7,0 kg de húmus desidratado.

Realizaram-se as irrigações subsequentes quando o conteúdo de água do solo atingiu os níveis preestabelecidos pelos respectivos tratamentos (70, 80, 90 e 100 % da água disponível), monitorado através de medições diárias em % volumétrica, utilizando-se uma sonda de TDR HH2 segmentada de marca DELTA-T DEVICES, através de um tubo de acesso instalado em cada vaso, repondo-se a lâmina diariamente, sempre às 08 e às 16 horas, com água de abastecimento, medida em uma proveta graduada.

Aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 DAS foi avaliada a variável área foliar, de acordo com a equação (1), descrita por Wendt (1967).

$$\text{LOG}(Y) = -0,346 + [2,152 * \text{LOG}(X)] \quad (1)$$

em que,

(Y) - área foliar (cm²);

X - comprimento da nervura central da folha (cm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise de variância (ANOVA) para a área foliar; nota-se que a mamona não apresentou diferença em sua área foliar quando submetida a níveis de matéria orgânica do solo até os 100 DAS, fator este significativo ($p < 0,01$) apenas aos 120 DAS, quando a área foliar das plantas cultivadas no solo com 25,0 g kg⁻¹ de matéria orgânica se sobrepôs ao daquelas cultivadas no solo com 5,0 g kg⁻¹ de matéria orgânica, em 17,6%. Severino et al. (2006) constataram todos os parâmetros da mamoneira aumentaram significativamente quando a submeteram a diferentes doses de esterco de bovino.

Com relação ao fator água disponível o efeito sobre a cultura foi altamente significativo ($p < 0,01$); verifica-se que aos 60, 80, 100 e 120 DAS, os tratamentos mantidos a 100% água

Fonte de variação		Área foliar						
GL		Quadrados médio						
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS	
MO	1	2,98 ^{ns}	4,74 ^{ns}	112,18 ^{ns}	113,73 ^{ns}	344,46 ^{ns}	2078,42 ^{**}	
AD	3	7,03 ^{**}	677,22 ^{**}	2550,40 ^{**}	3561,46 ^{**}	3896,09 ^{**}	1447,90 ^{**}	
Interação	3	1,02 ^{ns}	11,41 ^{ns}	11,58 ^{ns}	19,99 ^{ns}	80,91 ^{ns}	47,52 ^{ns}	
Blocos	2	2,13 ^{ns}	41,47 ^{ns}	66,81 ^{ns}	62,44 ^{ns}	59,56 ^{ns}	457,27 ^{ns}	
Resíduo	14	0,83	31,48	32,38	32,68	84,69	125,09	
CV %		5,20	14,52	9,84	5,79	7,89	9,72	
Tratamentos		Área foliar (cm ²)						
0,5 % M.O		17,26 a	38,20 a	68,55 a	96,61 a	112,49 a	105,73 b	
2,5 % M.O		17,97 a	39,09 a	72,87 a	100,96 a	120,07 a	124,34 a	
DMS		0,80	4,91	4,98	5,00	8,05	9,79	
		Quadrado médio						
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80DAS	100 DAS	120 DAS	
Água disponível (AD)							5,0 g.kg ⁻¹	25,0 g.kg ⁻¹
Reg. Pol. Linear		18,81 ^{**}	1802,86 ^{**}	7132,88 ^{**}	10170,89 ^{**}	11475,58 ^{**}	1752,98 [*]	338,17 [*]
Reg. Pol.Quadrática		1,12 ^{ns}	176,38 ^{ns}	227,20 ^{ns}	494,43 ^{**}	210,64 ^{ns}	101,34 ^{ns}	829,23 ^{ns}
Reg. Pol. Cúbica		1,17 ^{ns}	52,39 ^{ns}	291,12 ^{ns}	19,07 ^{ns}	2,06 ⁿ	21,37 ^{ns}	1443,17 ^{ns}
Desvio		0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Resíduo		0,84	34,48	32,34	32,67	84,69	97,31	163,39

disponível (AD) se mantiveram superiores aos de 70% AD em 83,2, 81,2, 69,4 e 37,6% respectivamente; esta diferença diminuiu, porém é ainda elevada com relação ao tratamento de 80% AD, com valores de 45,3, 30,7, 30,6 e 8,08% superiores para os mesmos períodos já citados, evidenciando que a mamoneira responde de forma direta aos altos conteúdos de água no solo.

Ainda na Tabela 1, são apresentados os resultados da análise de regressão para o fator quantitativo água disponível, verificando-se que a mamona teve comportamento linear com relação à sua área foliar, com exceção para 80 DAS, que indicou tendência quadrática; este comportamento é melhor visualizado através da Figura 1, na qual se acha o comportamento de forma gráfica, juntamente com as respectivas equações de regressão para cada período analisado.

A incorporação de matéria orgânica juntamente com o aumento do conteúdo de água disponível no solo promoveu o crescimento significativo na área foliar da mamoneira.

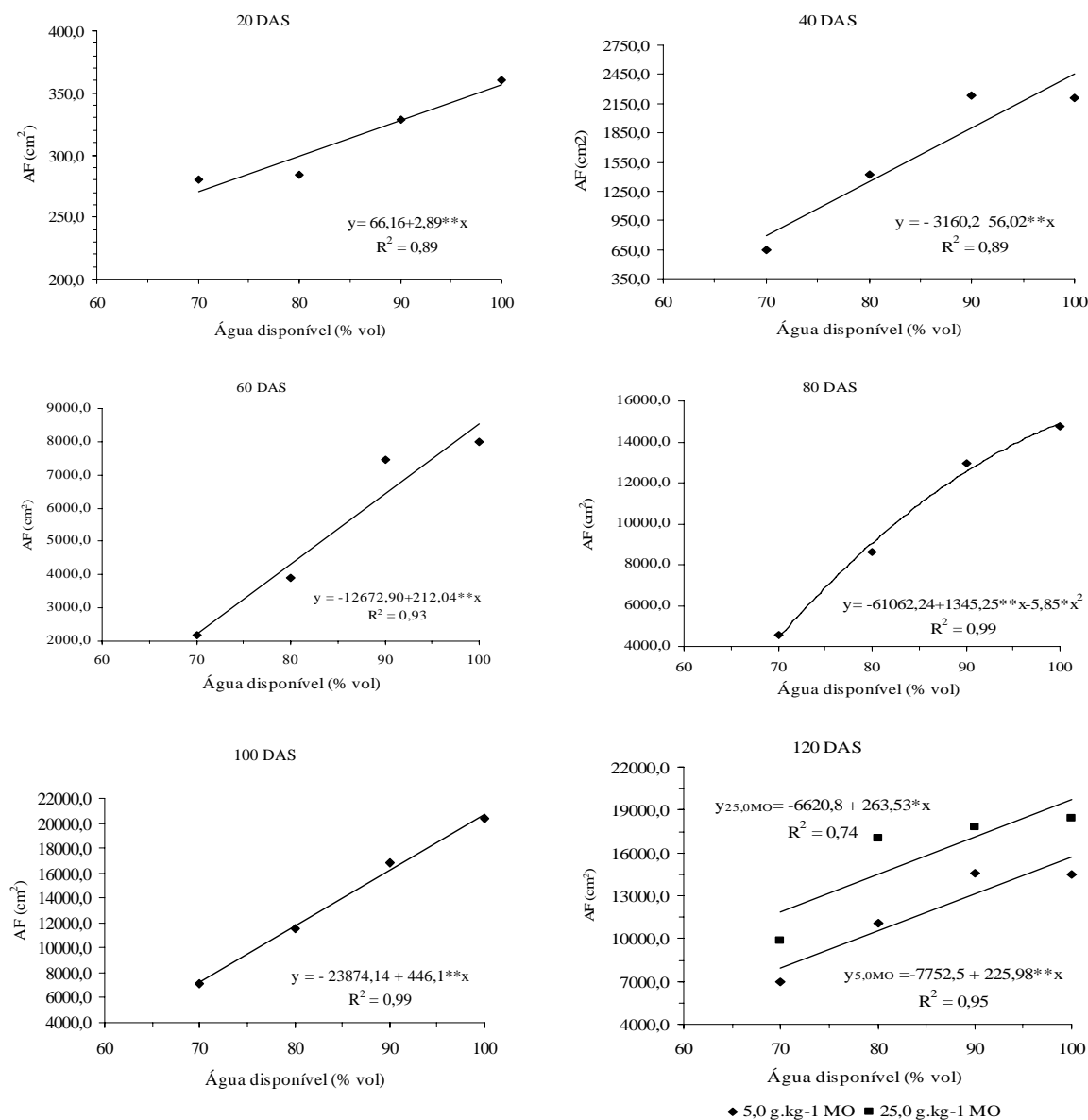


Figura 1. Área foliar da cultivar BRS 188 - Paraguaçu submetida a diferentes níveis de água disponível no solo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS JUNIOR, G.; Guerra, H. O. C.; Lacerda, R. D.; Cavalcanti, M. L. F. **Eficiência do uso de água de duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico**. In: VII Congresso Latino Americano y del Caribe de Ingenieria Agrícola. V Congresso Internacional de Ingenieria Agrícola. Chile. 2006.
- BELTRÃO, N. E. de M; MELO, F. de B; CARDOSO, G. D; SEVERINO, L. S. **Sistema de Produção de Mamona em Condições Irrigadas: Considerações Gerais**. Campina Grande, 2004. 14p. (Embrapa Algodão. Documentos, 132).

- FERREIRA, P. V. **Estatística aplicada a agronomia**. 3 ed. Maceio: EDUFAL, 2000. 422 p.: il.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**. Brasília: EMBRAPA. 1991. 392 p. RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**, Viçosa: UFV, 1966, 75p.
- RODRIGUES, L. N; NERY, A. R; CARVALHO, A.de P; FERNANDES, P. D; BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento foliar da mamoneira irrigada com esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração**. Aracaju, SE. In: II Congresso brasileiro de mamona. 2006.
- SEVERINO, L. S; FERREIRA, G. B; MORAIS, C. R. de A; GONDIM, T. M de S; CARDOSO, G. D. VIRIAT. J. R; BELTRAO, N. E. de M. **Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta a adubação orgânica e mineral**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v41, n.5, p.879-882, 2006.
- TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. The Benjamin/Cumming Publishing Company. California. 1998. 559 p.
- WENDT, C. W. **Use of a relationship between leaf length and leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castor (*Ricinus communis* L.), and Sorghum (*Sorghum vulgare* L.)**, Agronomy Journal, v. 59, p.485-487, 1967.
- WRIGHT, G. C., NAGESWARA RAO, R. C. Groundnut water relations. In. SMART, J. **The Groundnut Crop: Scientific Basis for Improvement**. London: Chapman & Hall, 1994.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CALENDÁRIO DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA BANANA NA CHAPADA DO APODI

SOUSA, R. M. DE¹; COSTA, G. M. DA²; CAVALCANTE, L. C.²;
GOMES, P. M. C.² & OLIVEIRA, C. W.³

¹Especialista em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte - CE, Rua Estevão Remigio, 1145. CEP 62.930-000 Fone:(88) 3423 6911

²Graduando em Tecnologia de Recursos Hídricos/Irrigação, Bolsista ICT/ FUNCAP, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte.

³Prof. Ph.D. em Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte.

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de elaborar um calendário de irrigação para a cultura da banana na chapada do Apodi em Limoeiro do Norte - Ce, visando economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. Por outro lado, através do planejamento adequado da irrigação e outras práticas culturais, pode-se programar a produção de algumas culturas e alcançar melhores preços na entressafra. O calendário foi elaborado prevendo o plantio para ser iniciado no mês de janeiro, utilizando as fases fenológicas da cultura segundo a FAO, desde a implantação da cultura até a colheita, para ser utilizado diariamente pelo produtor. As variedades cultivadas no perímetro irrigado são a Prata – Anã, Pacova, a maçã e a terra. Tendo como base o calendário desenvolvido nesta pesquisa, o consumo de água por plantas por dia será em média de 10,50 L na fase I (0 a 30 dias), de 16,32 L na fase II (31 a 90 dias), de 22,59 L na fase III (91 a 240 dias), de 26,23 na fase IV (241 a 330 dias), e de 21,62 na fase V (331 a 365 dias), valores esses que podem ser aumentados ou diminuídos, dependendo das condições climáticas diárias.

Palavras Chave: banana, irrigação, balanço hídrico

IRRIGATION SCHEDULING OF BANANA CROP FOR THE APODI PLATEAU

ABSTRACT: This work was developed with the following objective to elaborate an irrigation schedule for the banana in the Apodi Plateau in Limoeiro do Norte – Ce, aiming at to save water, energy, to increase the productivity of the crop and to improve the product quality. On the other hand through the adequate planning of the irrigation and others agricultural practices, it can be programmed the production in a way to reached better prices in the period between harvests. The calendar was elaborated foreseeing the plantation to be initiated in the month of January, using the crop growth stages according to FAO, since implantation of the culture until

the harvest. Based on the calendar developed in this research, the water consumption per plant per day will be on average 10.50 L in phase I (0 to 30 days), 16.32 L in phase II (31 to 90 days), 22.59 L in phase III (91 to 240 days), 26,23 L in phase IV (241 to 330 days) and of 21,62 L in the phase V (331 to 365 days), these values can be increased or decreased, depending on the daily climatic conditions.

Key-words: banana, irrigation, water balance.

INTRODUÇÃO

A bananicultura brasileira, apesar do grande volume de produção, e da ampla distribuição por todo o território nacional, deixa muito a desejar como cultura de exportação, pode-se caracterizá-la como uma cultura de baixa produtividade, baixo nível tecnológico e de elevadas perdas em pré e pós-colheita. Essa cultura ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas, situando-se próximo aos seis milhões de toneladas anuais, perdendo apenas para a laranja. O consumo *per capita* nacional é estimado em torno de 20 kg hab⁻¹ ano⁻¹.

O Brasil é o terceiro produtor mundial de banana, sendo superado pela Índia e pelo Equador. Embora sendo um grande produtor da fruta, sua participação no mercado internacional ainda é pequena.

Nos últimos anos o país tem exportado menos de 15 % do que consegue produzir. As exportações são basicamente destinadas para dois países: Argentina e Uruguai. Os estados de São Paulo e Santa Catarina são os maiores exportadores da fruta. Apesar disto, a maior parte da produção desses dois Estados é para o mercado doméstico. As melhores bananas do mundo são produzidas nas zonas mais quentes do globo, especialmente entre os trópicos de Câncer e Capricórnio.

De um modo geral, quanto mais próximo da linha do Equador, mais favoráveis são as condições climáticas para o cultivo da banana. Embora nas regiões Norte e Nordeste do Brasil existam vantagens do clima e da localização, existem vários problemas que afetam a bananicultura, tais como: baixo nível de tecnificação empregados nos cultivos, baixa produtividade e qualidade de fruto e problemas fitossanitários. Apesar de no Nordeste do Brasil existir pólos de frutificação irrigada apresentando uma boa produtividade devido a irrigação, ainda assim deixam muito a desejar em relação ao manejo de irrigação e dos tratamentos culturais dispensados à cultura e ao tratamento pós – colheita.

Com a implantação dos pólos de fruticultura no Nordeste, o estado do Ceará vem se destacando na produção de banana, mais precisamente no perímetro irrigado da Chapada do Apodi, onde se concentra uma grande área de produção dessa cultura com uma bom nível tecnológico de produção.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de elaborar um calendário de irrigação para a cultura da banana na Chapada do Apodi em Limoeiro do Norte – Ce, visando melhorar a produtividade da cultura, diminuir os custos com energia elétrica e água; fornecer aos produtores da Chapada do Apodi, subsídio para ajudar no manejo da irrigação e incentivar a prática de manejo de irrigação.



MATERIAL E MÉTODOS

O manejo de irrigação foi desenvolvido com base em dados gerados pela Estação Meteorológica Automatizada da UEPE/CENTEC, localizada na Chapada do Apodi – Limoeiro do Norte, nas coordenadas geográficas 05°10'53'' W e 145,95 m. O clima local é semi-árido, com estação chuvosa no verão e outono, sendo de 882,4 mm a precipitação média anual, e muito quente. O solo é um cambissolo háplico Tb eutrófico latossólico em textura franco-argilosa com horizontes bem definidos.

A cultura utilizada no manejo de irrigação simulado foi à banana por ser a mais explorada no perímetro irrigado da Chapada do Apodi, com espaçamento de 3,0 x 3,0 m fileira simples. E para o plantio, as variedades brasileiras – Prata-Anã, Pacova, Maçã e Terra. Utilizou-se mudas propagadas *in vitro*, visto que produz material de melhor qualidade, livres de problemas fitossanitário e são de fácil transporte. As mudas chegadas ao local de destino são transplantadas para sacos plásticos para que se desenvolvam até atingirem o tamanho ideal para plantio destino.

Projeto-se sistema de irrigação por o microaspersão, com cabeçal de controle, sendo a água captada do canal de irrigação, com condutividade elétrica de 0,21 dS m⁻¹, do Distrito de Irrigação Jaguaribe – Apodi, os emissores utilizados foram do tipo Netafim gironet distribuídos na linha a cada 6,0 m, sendo um microaspersor para cada quatro plantas, com vazão de 40,0 L h⁻¹, sob pressão de 15 mca. O sistema de bombeamento foi definido de acordo com a área implantada, recomendado a utilização de um cabeçal de controle composto de: filtro de tela, reguladores de pressão, registro e estrutura do tipo “venturi” para realização da fertirrigação.

A quantidade aplicada de fertilizantes foi baseada em dados da análise de solo. Para elaboração do calendário de irrigação da cultura da banana, a necessidade de água para cultura foi estimada a partir da evapotranspiração de referencia (ET_o) fornecida pela Estação Meteorológica Automatizada do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) localizada na unidade de ensino pesquisa e extensão (UEPE) na Chapada do Apodi, calculada pela formula de Penman – Monteith - FAO, levou-se em consideração o coeficiente de cultivo (K_c) da banana (Tabela 1), bem como o espaçamento da cultura. Todos esses dados foram utilizados nas equações abaixo e aplicados no calculo do manejo simulado da irrigação de acordo com o calendário.

O manejo da irrigação foi realizado utilizando-se os dados de evapotranspiração da estação automatizada do CENTEC, coletados diariamente durante o ano de 2003, podendo-se, assim, fazer um calendário diário e em tempo real para irrigação da cultura da banana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O calendário simulado foi elaborado de acordo com as fases desenvolvimento da cultura da banana, desde o plantio até a colheita, utilizando os dados já mencionados anteriormente, como podem ser vistos nas Tabelas 1 e 2.

Na fase I cada planta recebeu em media um volume de 10,50 L de água planta⁻¹ dia⁻¹, podendo esse valor ser maior ou menor dependendo das condições climáticas do dia, para a

Tabela 1 – Estádio de desenvolvimento da cultura da banana, segundo boletim FAO – 33 (Doorenbos & Kassam, 1994)

FASES	PERÍODO	Kc
I	0 a 30 Dias	0,45
II	31 a 90 Dias	0,80
III	91 a 240 Dias	1,00
IV	241 a 330 Dias	0,85
V	331 a 365 Dias	0,75

segunda fase o volume de água por planta aumentou 36 %, passando de 10,50 L para 16,32 L.

Na fase III o consumo de água pelas planta tende a aumentar visto que a planta já esta em fase de floração e frutificação. De acordo com o calendário simulado tem-se um aumento no volume de água por planta da fase II para a fase III em torno de 28 %, ou seja, passando de 16,32 L para 22,59 L planta⁻¹ dia⁻¹ em média. Comparando a fase III com a fase I, o consumo de água aumenta 54 %, visto que na fase III a planta esta em pleno desenvolvimento vegetativo e iniciando a frutificação. Já na fase IV, quando as plantas estão em plena produção esse volume de água passará para 26,23 L planta⁻¹ dia⁻¹, aumentando assim 14 % o consumo de água em relação à fase III.

A fase V, período final do ciclo, que corresponde a colheita, o volume de água tendeu a diminuir, ficando em media com 21,62 L planta⁻¹ dia⁻¹. observa-se que em um ano, o consumo previsto no manejo indicado no calendário foi de 1239,73 L planta⁻¹, levando-se em consideração que de janeiro a maio, ocorrem chuvas em na região em estudo, as quais podem vir a suspender a irrigação e que o consumo de água pela empresa FRUTACOR (Tabela 2) e suas parceiras, no mesmo período, observa-se uma redução de 40 %, quando o manejo é feito pelo calendário simulado.

Tabela 2. Quantidade de água de irrigação mensal por planta (FRUTACOR)

Mês	Dias Irrigados	Lâmina (mm)	Horas de Irrigação
Janeiro	10	70	30
Fevereiro	12	84	36
Março	18	126	54
Abril	21	147	63
Mai	24	168	72
Junho	25	175	75
Julho	31	217	93
Agosto	31	217	93
Setembro	30	210	90
Outubro	31	217	93
Novembro	30	210	90
Dezembro	31	217	93
Total Anual	294	2058	882



CONCLUSÃO

O consumo de água por plantas por dia será em média de 10,50 L na fase I (0 a 30 dias), de 16,32 L na fase II (31 a 90 dias), de 22,59 L na fase III (91 a 240 dias), de 26,23 na fase IV (241 a 330 dias), e de 21,62 na fase V (331 a 365 dias), valores esses que podem ser aumentados ou diminuídos, dependendo das condições climáticas diárias.

REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C.O. de; SOUZA, J da S; CORDEIRO, Z.J.M. **Frutas do Brasil – Banana Produção** – Ministério da agricultura a do abastecimento. 2000. p. 11-16.
- ALMEIDA, C.O. de; SOUZA, J da S; CORDEIRO, Z.J.M. INÁCIO E. dos S. B. **Frutas do Brasil – Banana pós** – colheita - Ministério da agricultura a do abastecimento. 2001.p. 9 – 14.
- ALVES, E.J.; ZEM, A. C.; MESQUITA, A. L. M.; CORDEIRO, Z.J.M.; OLIVEIRA, S. L. de, CINTRA, F. L. D.; BORGES, A. L.; MOTA, J. da S. **Instruções praticas para o cultivo**. 3ed. Cruz das Almas, Ba: EMBRAPA-CNPMPF, 1986. 44p (Circular técnica, 6).
- BELALCÁZAR, C. L. S.; TORO, M. J. C.; JARAMILLO, C. R.; **El Cultivo Del Plátano** (musa **AAB Simmonds**) **en el tropico**. Cali, Colômbia: ICA/IDRC/Comitê departamental de cafeiteiros Del Quíndio/INIBAP, 1991.376 p.
- BORGES, A. L.; COELHO, E. F. e OLIVEIRA, S. L.; **Frutas do Brasil – Banana Produção** – Ministério da agricultura a do abastecimento. 2000. 143p.
- CHAMPION, J. **El Plátano**. Barcelona: Blume, 1975. 247p.
- CORDEIRO, Z.J.M.; SOARES FILHO, W. dos S. Reação de cultivares e clones de banana ao mal-do-panamá. **Ver. Brás. Fruticultura**, v. 13p. 197-203,1991.
- DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. dos S.; **Frutas do Brasil – Banana Produção** – Ministério da agricultura a do abastecimento. 2000. 143p.
- GOMES, J. A Plantio e práticas culturais da bananeira cultivar Prata. In: SIMPÓSIO SOBRE A BANANEIRA PRATA, 1. 1983. Cariacica – ES. **Anais...** Cariacica, ES: EMCAPA/Embrapa1983. P 70-89.
- MOREIRA, R. S. **Banana**:teoria e prática de cultivo. Campinas:Fundação Cargill. 335p. 1987.
- SOUZA, A da S.; CORDEIRO, Z. J. M.; TRINTADE, A V. **Frutas do Brasil – Banana Produção** Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2000. .p.39-46.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA MELANCIEIRA POR UM MÉTODO NÃO DESTRUTIVO¹

NOGUEIRA, C. C. P.²; FOLEGATTI, M. V.³; VASCONCELOS, L. F. L.⁴;
PAULUS, D.⁵ & TEIXEIRA, M. M.⁵

¹Parte de projeto de pesquisa com apoio financeiro da FAPESP.

²Eng. Agrícola, Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ, Piracicaba-SP, Fone (19) 3435.2204, e-mail: ccpnogue@esalq.usp.br.

³Professor Dr. Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, LER, Piracicaba, SP.

⁴Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Doutorando em Fisiologia e Bioquímica de Planta, ESALQ,

⁵Estudante de Agronomia, ESALQ, Piracicaba-SP

RESUMO: A estimativa da área foliar é empregada para se avaliar o crescimento das plantas, sendo comumente utilizada em estudos agrônômicos e fisiológicos. Os métodos mais precisos são os que utilizam medidores eletrônicos e técnicas de planimetria, todavia esses métodos são destrutivos. O objetivo desse estudo foi estimar a área foliar da cultura da melancia por meio de método não destrutivo e de fácil execução. Os comprimentos da nervura principal e do pecíolo de 265 folhas foram relacionados com as respectivas áreas foliares real. Do ponto de vista prático, sugere-se a utilização da medida do comprimento da nervura central, cuja equação de regressão $y = 0,4221 x^{2,0902}$, com um coeficiente de determinação de 93,72%.

Palavras chave: *Citrullus lanatus*, área foliar, método de estimativa.

ESTIMATING WATERMELON LEAF AREA BY A NON-DESTRUCTIVE METHOD

ABSTRACT: Leaf area estimation is employed to evaluate the plants growth, being commonly used for agronomics and physiological studies. The most precise methods are those involving electronics and planimetrics measurements, however these methods are destructive. The objective of this study was estimate the watermelon leaf area by an easily and non-destructive method. The lengths of the lamina midrib and the petiole of 265 leaves were related with their respective leaf areas. From a practical point of view, it is suggested the utilization of the midrib length to estimate the leaf area of watermelon plants. The regression equation obtained was $y = 0,4221 x^{2,0902}$, with a determination coefficient equal to 93,72%.

Key-words: *Citrullus lanatus*, leaf area, indirect methods.



INTRODUÇÃO

A melancia é cultivada em quase todo o mundo tropical e subtropical, sendo a China o maior produtor e consumidor, e a Espanha o maior exportador. Em 2003, o Brasil produziu 1,9 milhões de toneladas, possuindo condições climáticas favoráveis desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul, cuja produção em 2003 foi de 427.000 toneladas (AGRIANUAL, 2006). Nessas regiões, o cultivo é tradicional, quase totalmente ao ar livre e conduzido no sistema rasteiro com irrigação.

Em condições de cultivo protegido e tutorado, praticamente não se tem referência no Brasil, prática que ocupa cerca de 6.000 ha anuais na Espanha. A determinação da área foliar é fundamental para aspectos fisiológicos que envolvem análise de crescimento e fotossíntese, transpiração, perda de água, quantificar os danos causados por pragas (Favarin et al., 2001), e produção final (Costa, 1999).

Existem vários métodos para avaliação da área foliar de culturas, os não destrutivos são mais indicados para a determinação da curva de crescimento, por permitir que se estime a área foliar de uma mesma planta nas diversas fases do ciclo. A melancieira tem folhas compostas, por sete dedos e profundamente lobadas, fato que torna o método planimétrico, que utiliza as medidas comprimento e largura da folha, não apropriado para utilização na cultura. A obtenção de uma equação que relacione um único parâmetro, como comprimento da nervura central ou comprimento do pecíolo, dispensaria muito trabalho.

A estimativa da área foliar de maneira simples e rápida, baseada em parâmetros vegetativos, em campo, possibilita uma maior repetibilidade das medidas e, por não ser destrutivo, permite o estudo temporal do crescimento da planta no campo (Vasconcelos et al. 2002).

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo estimar a área foliar da cultura da melancia por meio de método não destrutivo e de fácil execução.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em estufa, localizada nas coordenadas 22°43'33'' Sul, 47°38'0'' Oeste e altitude de 576 m, na área experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Rural ESALQ/USP.

Utilizou-se a cultivar "Smile", o transplantio, com uma planta por vaso de 20 L, se deu em 13/12/2006. Utilizou-se solo de textura arenosa, misturado com 25% de vermiculita. As plantas foram tutoradas em barbante com apenas um ramo principal e podadas no ápice a 1,8 m de altura. A coleta e análise ocorreram aos 49 dias após o transplantio, na fase de colheita dos frutos, com as plantas cortadas rente à superfície do solo e imediatamente levadas ao laboratório, observando-se os cuidados para evitar perda da turgescência. Foram colhidas 13 plantas, num total de 265 folhas. Todas as folhas das plantas foram utilizadas, inclusive os folíolos. Com o auxílio de uma régua foram medidos o comprimento da nervura central, definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha (modelo 1). E o comprimento do pecíolo, dado pela distância entre a bainha e o

ponto de inserção da folha (modelo 2). Em seguida, mediu-se a respectiva área foliar real, através do medidor de área foliar modelo Li-Cor 3000 (Li-Cor Corporation, USA). Com o uso de planilha eletrônica realizou-se uma análise de regressão nos dados coletados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 mostra o gráfico de dispersão dos pontos obtidos entre a área foliar e o comprimento da nervura central de cada folha (modelo 1), em que se obteve um bom ajuste (R^2 de 93,72%) para uma função potência.

O gráfico de dispersão entre a área estimada e a medida do comprimento do pecíolo da folha (modelo 2), encontra-se na Figura 02, em que se verifica o ajuste para uma função potência, com 86,56% de coeficiente de determinação, ajuste este inferior ao modelo 1. A aplicação do modelo 1 será mais fácil, considerando-se que é mais prático medir o comprimento da nervura central que o comprimento do pecíolo, e ainda, o número de folhas na planta, com média próxima de 20 folhas por planta para esse sistema de produção, não é tão elevado.

Recomenda-se a realização de outros trabalhos que comprovem a aplicabilidade dessas metodologias em plantas de melancia no sistema de produção em campo. Como a irrigação de precisão será uma prática inexorável e como para uma mesma demanda atmosférica a transpiração das plantas está diretamente relacionada à quantidade de área foliar (Coelho Filho, 2002), avaliamos que esta poderá ser uma ferramenta de grande utilidade para estudos de área foliar em plantios irrigados.

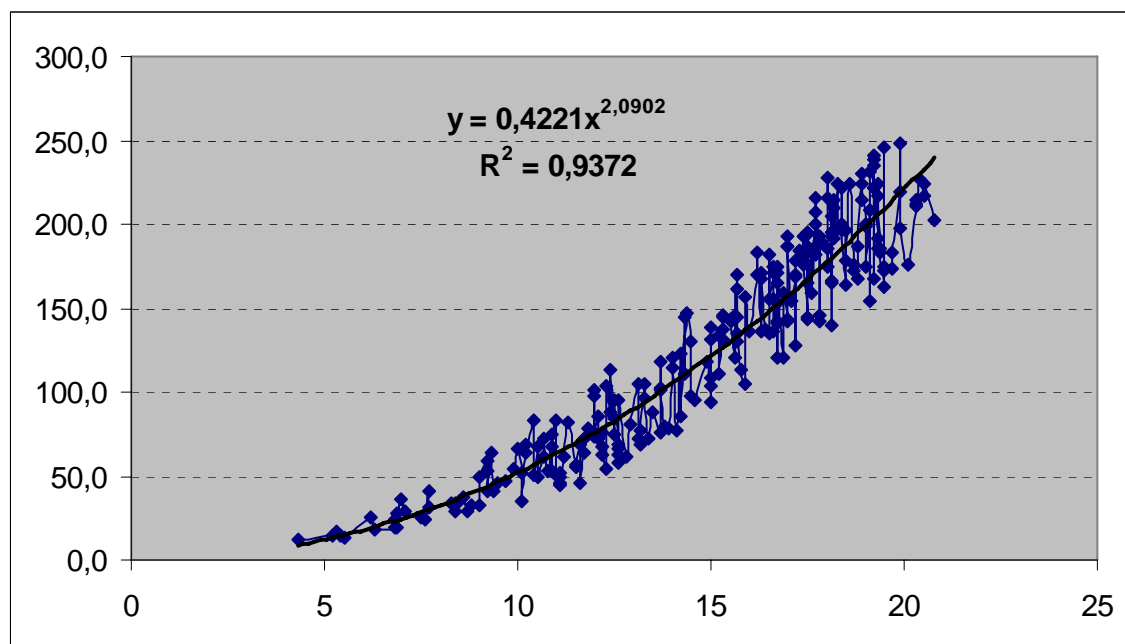


Figura 1. Área foliar da melanciaira (cm²) em função do comprimento da nervura central (cm)

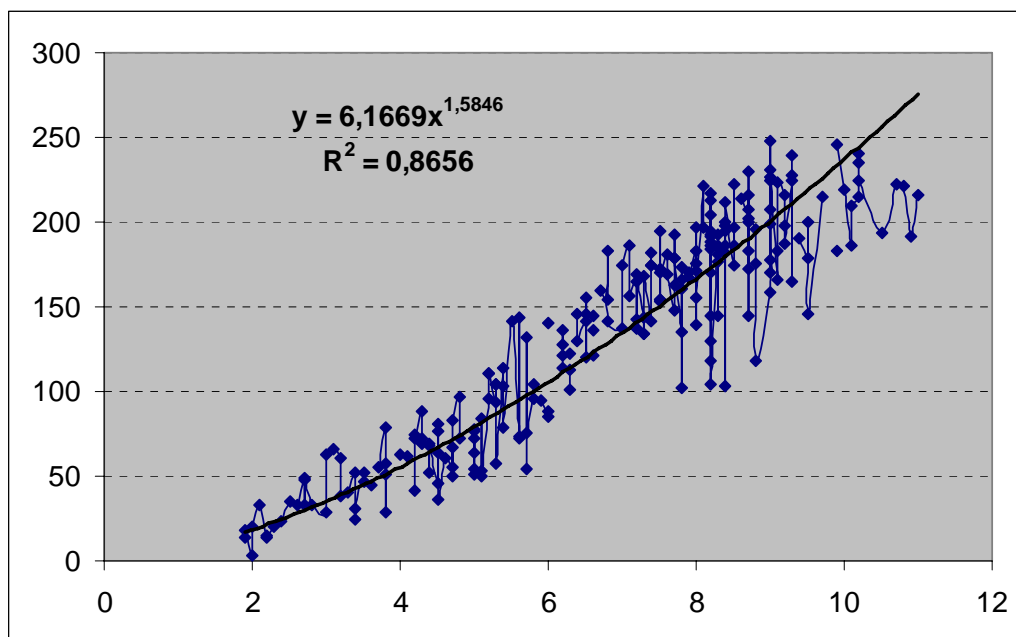


Figura 2. Área foliar da melanciaira (cm²) em função do comprimento do pecíolo (cm)

CONCLUSÕES

A estimativa da área foliar baseada no comprimento da nervura central, com função $y = 0,4221 x^{2,0902}$ e coeficiente de determinação de 93,72%, além de ser mais fácil de usar, produz melhor estimativa que o modelo baseado no comprimento do pecíolo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, (2006).
- COELHO FILHO, M.A. **Determinação da transpiração máxima em um pomar jovem de lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.) e sua relação com a evapotranspiração de referência**. 2002. 91p. Tese (Doutorado em Agronomia. Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba.
- COSTA, M.C. **Efeitos de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. Botucatu, UNESP, 1999, 115 p. (Tese doutorado).
- FAVARIN, J.L.; VILLA NOVA, N.A.; ANGELOCCI, L.R.; DOURADO-NETO, D.; BERNARDES, M.S. Estimativa do consumo hídrico do cafeeiro em função de parâmetros climatológicos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p.47-48.
- LI-COR. LAI-3000 **Plant canopy analyser**: Instruction manual. Nebraska-Li-Cor, Inc., 1996.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO UTILIZADAS EM COMUNIDADES RURAIS DE LAGOA SECA, PB

SOUSA, I.¹; MENDES, J. S.²; CHAVES, L. H. G.³, & CHAVES, I. B.⁴

¹Doutorando em Recursos Naturais do CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. e-mail: ivanildo_alan@ig.com.br

²Mestre EM Engenharia Agrícola, e-mail: jacqueline.mendes@gmail.com

³Profa. Titular da UAEA/CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. e-mail: lhgarofalo@hotmail.com

⁴Prof. Associado do DSER/CCA/UFPB. Campus II, Areia, PB, CEP 58397-000. e-mail: iedebchaves@hotmail.com

RESUMO: O estudo dos parâmetros físico-químicos da água é importante para definir sua qualidade para o consumo humano. Objetivou-se com o presente trabalho diagnosticar a qualidade de água utilizada para o consumo por várias comunidades rurais do município de Lagoa Seca – PB, analisando-se os parâmetros pH, CE, Ca, Mg, Na, K, Cl, Fe, alcalinidade e dureza total, em 44 amostras de água, seguindo a metodologia descrita em APHA (1998). Os resultados obtidos mostram que a qualidade da água da maioria das amostras analisadas encontra-se dentro dos padrões recomendados para o consumo humano, com exceção do ferro e condutividade elétrica. As águas de pior qualidade, em geral, foram provenientes de barragem.

Palavras chave: caracterização de águas, variáveis químicas, recursos hídricos

WATER QUALITY FOR HUMAN CONSUMPTION USED IN AGRICULTURAL COMMUNITIES OF LAGOA SECA, PB

ABSTRACT: The study of the water physical-chemical parameters is important to define its quality used for human consumption. This work aims to diagnosis the water quality used for human consumption for some agricultural communities from municipal district of Lagoa Seca, Paraíba State, Brazil, analyzing the parameters pH, electric conductivity, calcium, magnesium, sodium, potassium, chloride, alkalinity and total hardness in 44 water samples, following the described methodology in APHA. The results obtained showed that the quality of the water of most analyzed samples is inside of the patterns recommended for human consumption with exception of the iron and electric conductivity. The water of worse quality, in general, had been collected from dams.

Key-words: water characterization, chemical variables, water resources



INTRODUÇÃO

Os conceitos de qualidade da água e poluição estão comumente interligados. Porém, a qualidade da água reflete sua composição quando afetada por causas naturais e por atividades antropogênicas. A poluição, entretanto, decorre de uma mudança na qualidade física, química ou biológica do ar, água ou solo, causada pelo homem ou por outras atividades antropogênicas que podem ser prejudiciais ao uso presente, futuro e potencial do recurso (Branco, 1986).

A diversidade e o número de fontes existentes e o potencial de contaminação química dos corpos d'água são bem grandes. Holt (2000) aponta que se por um lado à industrialização e urbanização, juntamente com a intensificação das atividades agrícolas, têm resultado no aumento da demanda da água, por outro lado aumentam a contribuição de contaminantes nos corpos d'água.

O aumento de contaminantes é ainda mais alto no meio rural, principalmente pela possibilidade de contaminação das águas de poços velhos, inadequadamente vedados e próximos a fontes de poluição. O que agrava ainda mais este problema é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (Misra, 1975).

Baseado no exposto, o objetivo do presente artigo foi verificar a qualidade das fontes de água utilizadas pelas comunidades rurais do município de Lagoa Seca, PB.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Lagoa Seca está localizado na Microrregião Campina Grande e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba, situando-se entre as coordenadas 27°17'09" de Latitude Sul, e 48°55'17" de Longitude Oeste. A área total do município é de 110 km² (IBGE, 2000) sendo 2,13 km² de área urbana e 107,87 km² de área rural. O clima Tropical Quente e Úmido é predominante na região, com o período de maiores chuvas concentrado entre os meses de abril e julho, totalizando uma precipitação pluviométrica anual média de aproximadamente 901,0mm; as temperaturas variam entre 15 e 22°C.; e a umidade relativa do ar está em torno de 80%.

Para o levantamento dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos foram definidos 44 locais de coleta de água para a análise, correspondentes a 36 propriedades do referido município. As coletas de água feitas no mês de março de 2007, foram realizadas em poços, barragens, barreiros e cacimbas. Após o procedimento de coleta da água, as garrafas foram identificadas, acondicionadas em caixas térmicas com gelo e enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEAg/CTRN/UFCG.

Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água avaliados foram: pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cloreto (Cl), ferro (Fe), alcalinidade e dureza total.

As águas foram classificadas quanto à conveniência para o consumo humano conforme a Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 e a Portaria do Ministério da Saúde Nº 518 de 25 de março de 2004. Quando o parâmetro não era referenciado nesta resolução e/ou portaria, foram usadas as referências da Organização Mundial de Saúde (OMS) (1999)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH: Os valores de pH obtidos das amostras coletadas nas áreas estudadas variaram entre 3,9 e 8,4 (Tabela 1). Com exceção de 1 amostra, cuja fonte de água corresponde a uma barragem, todos os demais valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA, que fixa os valores de pH entre 6 e 9,5 como ideais para o consumo humano.

Condutividade elétrica (CE): Os valores encontrados de condutividade elétrica na água utilizada nas amostras coletadas, estão na faixa de 0,1 dS m⁻¹ e 8,4 dS m⁻¹ (Tabela 1). A Resolução CONAMA, a Portaria do MS e a OMS (1999), não fazem referência a este parâmetro, no entanto, segundo Molle & Cadier (1992) a concentração de sais numa água é perceptível ao paladar quando a CE atinge valores superiores a 0,8 dS m⁻¹. Levando em consideração este valor e os resultados de CE das amostras de água de Lagoa Seca, PB pode-se dizer que 57% das mesmas, em geral, provenientes de barragens, teriam sabor salgado e seriam desagradáveis para o ser humano.

Cloreto: As concentrações de cloretos estiveram variando de 7,1 mg L⁻¹ e 3831 mg L⁻¹ (Tabela 1); dentre as amostras de água analisadas 54% delas apresentaram valores acima de 250 mg L⁻¹, que segundo a resolução do CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde é o valor máximo permitido para o consumo humano. Assim como os demais parâmetros analisados, a maior parte das águas que tiveram seus valores acima do recomendado para consumo humano são águas provenientes de barragens.

Ferro: A concentração de ferro em águas para consumo humano recomendada pela Resolução CONAMA e pela Portaria do MS é de 0,3 mg L⁻¹. Dentre as amostras de água analisadas, cujos teores de ferro variaram de 0,2 mg L⁻¹ a 4,5 mg L⁻¹ (Tabela 1), mais de 97% delas apresentaram

Tabela 1. Valores máximo, mínimo, médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o pH, condutividade elétrica (CE), Alcalinidade Total (AT), Dureza Total (DT), Ferro (Fe) e cloreto correspondentes às amostras de água coletadas em diferentes fontes de água no município de Lagoa Seca - PB

Medidas	Parâmetros					
	pH	CE	Alcalinidade Total	Dureza Total	Ferro	Cloretos
		dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
Máximo	8,4	8,4	436,0	2599,4	4,5	3831,3
Mínimo	3,9	0,1	0,0	16,3	0,2	7,1
Média	7,2	1,4	129,0	345,8	0,9	452,5
Desvio Padrão	0,76	1,44	112,86	435,00	0,98	625,12
CV (%)	10,54	104,70	87,51	125,81	105,52	138,16



valores deste elemento acima dos normais. A única amostra de água que apresentou o valor de ferro dentro da faixa normal para utilização pelo ser humano foi coletada em um poço artesiano. Vale ressaltar, que esta foi a única amostra de água cujos valores de todos os parâmetros analisados estiveram dentro dos limites aceitáveis pelo CONAMA/MS/OMS.

Dureza Total: Os resultados com relação à dureza total observadas na Tabela 1 mostram que este parâmetro variou entre o mínimo de 16,3 mg L⁻¹ e 2599,4 mg L⁻¹. A resolução 357/05 do CONAMA não faz referência a este parâmetro, entretanto, a OMS (1999) indica valor máximo de 500 mg L⁻¹ para água utilizada para consumo humano. Com base nisto, verificou-se que mais de 77% das amostras de água analisadas estiveram dentro dos limites aceitáveis para águas destinadas ao consumo humano.

Alcalinidade Total: Considerando que o valor máximo permissível da alcalinidade total em águas para consumo humano recomendada pela OMS (1999) é de 400 mg L⁻¹, das amostras de água analisadas mais de 95% apresentaram valores de alcalinidade total dentro dos normais (Tabela 1). Apenas 2 amostras (águas de barragens) tiveram seus valores acima do recomendado para uso humano.

Cálcio, magnésio, sódio e potássio: Os valores de cálcio obtidos situaram-se entre 1,5 mg L⁻¹ e 476,5 mg L⁻¹ (Tabela 2). Apenas duas amostras de água, coletadas em barragens, apresentaram valores acima do recomendado, enquanto que todos os demais se enquadraram dentro dos valores normais em água para consumo humano segundo a OMS (1999).

As concentrações de magnésio estiveram entre o valor mínimo de 1,6 mg L⁻¹ e o valor máximo de 338 mg L⁻¹ (Tabela 2). Portanto, assim como ocorreu com o cálcio, apenas duas amostras de água, também provenientes das mesmas barragens, estiveram acima da faixa aceitável, as demais apresentaram valores bem abaixo do limite recomendado para águas de consumo que é de 150 mg L⁻¹.

A variação da concentração de sódio mostra que os valores encontrados deste elemento ficaram entre 1,9 e 1862 mg L⁻¹ (Tabela 2) estando 75% das amostras coletadas (33 amostras) dentro da normalidade em água para consumo, enquanto que 25% (11 amostras) apresentaram valores acima dos recomendados para uso humano. Destas 11 amostras, 7 delas são provenientes de águas de barragens, 2 de poços artesianos, 1 de barreiro e 1 amostra proveniente de cacimba.

Tabela 2. Valores máximo, mínimo, médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o cálcio, magnésio, sódio e potássio correspondentes às amostras de água coletadas em diferentes fontes de água no município de Lagoa Seca - PB

Medidas	Parâmetros			
	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio
	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
Máximo	476,5	338,0	1861,9	229,5
Mínimo	1,5	1,6	1,9	2,0
Média	48,0	54,2	200,0	38,3
Desvio Padrão	77,06	59,64	285,41	41,66
CV (%)	160,48	110,10	142,73	108,63

Os valores de potássio obtidos das águas amostradas ficaram entre 2 mg L⁻¹ e 229,5 mg L⁻¹ (Tabela 2); segundo a OMS (1999), 50% das amostras (22 amostras) encontram-se dentro do padrão permitido para consumo e os outros 50% fora da faixa aceitável. Dentre as 22 amostras de água com concentrações acima do aceitável, 16 delas são águas de barragens, 2 são águas de poços artesianos, 2 de poços amazonas, 1 amostra é água de barreiro e 1 corresponde a água de cacimba.

CONCLUSÕES

A maior parte das amostras de água com relação ao pH, cálcio, magnésio, sódio, alcalinidade e dureza total foram consideradas próprias para o consumo humano, de acordo com o que estabelece as Resoluções do CONAMA/MS/OMS, com exceção do ferro e condutividade elétrica;

Com relação às fontes de água analisadas, constatou-se que a maioria das águas que apresentou parâmetros de qualidade de água acima dos valores recomendados, foram provenientes de barragens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCO, S.M. **Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986, 640p.
- CONAMA. 2005. Resolução N°357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>>
- HOLT, M. S., 2000, "Sources of Chemical Contaminants and Routes into the Freshwater Environment", **Food and Chemical Toxicology**, v.38, pp. 21-27.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Portaria N° 1469, de 29 de dezembro de 2000. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/CT-SAM/Portaria_MS_1469-00.pdf>
- MISRA, K.K. **Safe water in rural áreas**. Int J Health Educ 1975;18:53-9.
- MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual do Pequeno Açude**. Recife: SUDENE-DPG-PRN-DPP-APR, 1992, 524p.
- OMS. **Organization Mundial de la Salud**. 1999. Guias para la calidad del agua potable. 2ed.v.1.Genebra.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE CEARÁ

CRUZ, J. D. F. DA¹; LOPES, C. R. M. ² & ROCHA, C. F. DA³

¹Graduando em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia-CENTEC, Cariri, Juazeiro do Norte-Ce. Fone: (88) 229220. e-mail: davilajoana@yahoo.com.br

²Prof. Mestre dos cursos de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia CENTEC, Cariri

³Graduando em Recursos Hídricos Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia-CENTEC, Cariri.

RESUMO: A região do Cariri é rica em recursos hídricos subterrâneos, porém verificou-se que o volume e a qualidade dessas águas têm sido alterados, drasticamente pela ação do homem através de suas atividades, com a tendência a causarem impactos sobre as águas subterrâneas. Este trabalho tem como objetivo o estudo hidrogeológico associado ao conhecimento das formas de uso e ocupação do meio físico, procurando caracterizar de forma quantitativa e qualitativa as águas subterrâneas, bem como utilizações e ofertas existentes visando ao atendimento da população do município de Juazeiro do Norte; o qual é totalmente abastecido por poços tubulares que captam água subterrânea de excelente qualidade físico-química. A metodologia utilizada será através de estudos no campo para a caracterização da situação atual dos poços cadastrados, seguidas de análises físico-químicas e de um reconhecimento geológico e hidrogeológico da área, objetivando ao nível de potabilidade e uso para irrigação.

Palavras chave: Águas subterrâneas, hidrogeológico.

HYDROGEOLOGICAL STUDY OF THE CITY OF JUAZEIRO DO NORTE - CEARÁ

ABSTRACT: The Cariri's Region is rich in groundwater resources, however it was verified drastically that the volume and the quality of these waters have been modified, for the action of the man through its activities, with the trend to cause impacts on underground waters. This work has as objective the hydrogeological study associate to the knowledge of the use forms and occupation of the environment, to characterize of quantitative and qualitative form groundwater, as well as existing uses and offers aiming at to the attendance of the population of the city of Juazeiro do Norte; which total is supplied by tubular wells that catch underground water of excellent quality physical-chemistry. The used methodology will be through studies in the field for the characterization of the current situation of the registered in cadastre wells, followed of analyses physical -chemistries and a geologic and hydrogeological recognition of the area, objectifying to potability level and use for irrigation.

Key-words: Groundwater, hydrogeological.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial á vida de cada ser no planeta, sua importância é ampla para as atividades humanas. O enfoque desse trabalho constatará de uma avaliação, onde terá como objetivo geral, o estudo hidrogeológico associado ao conhecimento das formas de uso e ocupação do meio físico, procurando caracterizar de forma quantitativa e qualitativa as águas subterrâneas, bem como utilizações e ofertas existentes visando ao atendimento da população do município de Juazeiro do Norte; usando uma metodologia apropriada nos dados relatados que envolveram aspectos relacionados diretamente a qualidade dessas águas subterrâneas para abastecimento público na região e a maneira de como as obras hidráulicas são construídas.

O consumo excessivo, poluição e crescimento da população mundial ameaçam esgotar reservas de água doce no planeta. Pois afetivamente, a ação do “homem” é a principal razão do grande desperdício e poluição dos nossos lençóis freáticos, grandes fontes produtoras para o abastecimento humano. Durante muitos séculos acreditava-se que uma das maiores riquezas de uma nação era o tamanho das reservas de petróleo em seu subsolo, mas, atualmente no mundo globalizado, em que economistas, políticos e empresas começam a levar em conta outro tipo de liquido para determinar a prosperidade futura de qualquer país: a água; á mais abundante que o petróleo; cerca de 70% da superfície do planeta é coberta por esse liquido fundamental para a existência de toda vida no planeta.

As águas subterrâneas que afloram, ou seja, brotam da terra naturalmente são conhecidas como fontes ou minas; essas águas do subsolo em geral são de boa qualidade e mais difíceis de serem contaminadas; que originam da contribuição da água das precipitações pluviométricas, que se infiltra no solo, podendo alcançar muitos metros de profundidade até encontrar as rochas impermeáveis, aonde a água vai se acumulando, que possivelmente irar ser usada por plantas com raízes compridas e podendo retornar á superfície, e esse retorno formar as nascentes ou fontes naturais que vão para os rios.

Nos lençóis mais profundos a contaminação é praticamente nula, podendo dispensar qualquer tratamento das águas minerais que fluam puras do interior do solo; mas atenção deve contrariar essa crença popular, a água da fonte ou de minas nem sempre é pura, pois está sujeita a contaminação e poluição porque se originam dos lençóis freáticos que ficam próximos da superfície da terra. Com isso, tornou-se necessário uma avaliação abrangente da situação hidrogeológica da área.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS

No Brasil, o desenvolvimento da Hidrogeologia na área de recursos hídricos subterrâneo, teve início na década de 60 na região Nordeste, através da atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e implantação de Estudos Hidrogeológicos no Polígono das Secas (Inventários Hidrogeológicos – SUDENE). A Hidrogeologia é uma ciência ambiental, ou seja, é a parte da geologia que estuda o comportamento e a distribuição das águas subterrâneas em



diferentes tipos de rochas e formações, assumindo por isso importância decisiva, principalmente porque trata desse bem vital, a água.

Segundo Cavalcante (1998) citado por Lopes (2004) constou que na literatura, o primeiro poço tubular a ser perfurado no Brasil remonta a 1846, quando por solicitação governamental, o Ceará contratou uma empresa Texas/USA para perfurar três (03) poços “artesianos” em seu território a fim de amenizar os impactos da falta de água causados pela seca. O contrato foi firmado com a *Ceará Water Company*, que trouxe máquina a vapor para a realização das obras, não conseguindo, porém, lograr sucesso no contrato, pois os poços perfurados não foram “artesianos” (jorrantes). A partir daí começou a perfuração de poços no Brasil.

RECURSOS HIDRÍCOS SUBTERRÂNEOS

Água subterrânea é um dos mais valiosos recursos naturais da nação. Ela é a fonte de cerca de 40% da água usada para qualquer propósito, inclusive consumo humano. Poucas pessoas detêm o conhecimento de que a maior reserva de água doce do mundo se encontram nos sub-solos, ou muitos imaginam que os corpos de água como: rios lagos e barreiras são os únicos recursos para abastecimento da necessidade do homem. Porém, 97% da água doce disponível na terra encontram-se armazenada no subsolo e, menos de 3% da água potável disponível no planeta provém das águas superficiais.

Águas subterrâneas são aquelas que fluem sob o nível do chão. Em geral são armazenadas ou em rochas sedimentares porosas e permeáveis, ou em rochas não-porosas, mas fraturadas. Está água apresenta algumas vantagens que torna seu uso mais lucrativo em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente por percolações, determinadas como excelentes para qualidade e podendo dispensar tratamentos prévios; não ocupam espaço na superfície, suportar menor influência nas variações climáticas, são passíveis de comercializações perto do ponto de uso, possuem temperatura estável, tem maior coleção de reservas, necessitam de despesas menores, como manancial de água, oferece grande proteção versus agentes poluidores e outras benefícios.

Segundo Lopes (2004), o Juazeiro do Norte-CE é totalmente abastecido por poços tubulares que captam água subterrânea de boa qualidade, onde encontrar-se situado sobre a mais importante bacia hidrogeológica do Ceará e suas águas subterrâneas constituem o principal patrimônio de desenvolvimento social, político e econômico, sendo referido como o primeiro município em relação aos poços tubulares cadastrados, dentre os de Crato e Barbalha.

CONCLUSÃO

Na cidade de Juazeiro do Norte as águas subterrâneas constituem um bem importante, em termos de desenvolvimento social, político e econômico. Por esta ocasião, almejamos que sejam feitas alertas para as autoridades competentes e responsáveis pela saúde pública, que possam solucionar estes problemas e evitarem situações futuras piores. Com a aplicação dos métodos sobreditos, espera-se ter um quadro geral das condições hidrogeológicas atuais onde nos ajudará a fazermos um planejamento sobre o uso futuro racional e em harmonia com o meio ambiente. Dessa nova forma de pensar e agir visaremos um crescimento econômico respeitando a capacidade dos recursos naturais, sobretudo a água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP pela concessão das bolsas de Iniciação Científica (ICT), e aos demais Graduandos dos cursos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia - CENTEC- Cariri, pela co-participação na publicação desse trabalho.

REFERENCIAS BIBLIAGRAFICAS

VLUGMAN. T. **A Água em Situações de Emergência**; Organização Pan – americana da saúde, Revista 1999.

Águas Subterrâneas. ABAS - Associação Brasileira Águas Subterrâneas. Disponível em: < [http:// www. abas. com.br / >](http://www.abas.com.br/). Acesso em: 17 agosto de 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 56-60p.

LOPES. C. R. M. **Qualidade das Águas Subterrâneas no vale de Cariri - Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha - Estado de Ceará** (Mestrado em Geologia) departamento de Geologia, UFC. Fortaleza, 2004.

RODRIGUES. A. M. **Avaliação da qualidade físico-químico e bacteriológico da água de abastecimento do município de Iguatu – CE**. Monografia (graduação em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental). CENTEC – Cariri, 2005



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

COMBATENDO A DESERTIFICAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

GOMES, G. B¹ ; OLIVEIRA, R. S. ¹; OLIVEIRA, M. I.¹ & MONTEIRO, L. C. C. ².

¹Graduando em Tecnologia de Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental – Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte -CE, Rua Estevão Remígio, 1145 CEP 62.930-000 Fone:(88) 3423 6900. Email: giselly_bgomes@yahoo.com.br

²Prof. Ms em Engenharia de Recursos Hídricos - Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Limoeiro do Norte.

RESUMO: O objetivo deste trabalho é identificar possíveis maneiras de combater a desertificação, ou obter de forma precisa, medidas que venham a amenizar esse processo que ocorre, sobretudo, mas não exclusivamente, nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas do nordeste brasileiro. Temos urgente necessidade de melhorar nossa maneira arcaica de fazer agropecuária com uso equivocado de máquinas pesadas, o manuseio abusivo do fogo, o descaso em relação ao desmatamento e ao manejo de matéria orgânica. Para isto foram adotadas algumas práticas conservacionistas de manejo do solo, água e vegetação, cuja adoção será em função das condições próprias de cada local.

Palavras chave: desertificação, práticas conservacionistas, semi-árido.

COMBAT THE DESERTIFICATION SEMI-ARID OF THE BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT: The objective of this work is to identify possible ways to combat the desertification, or to obtain reliable ways, actions to mitigate that process that have been happening mostly, but not exclusively, in the arid, semi-arid and sub-humid areas of the Brazilian Northeast. We have urgently need to improve our archaic way to do agricultural with mistaken use of heavy machines, the abusive use of the fire, the negligence in relation to the deforestation and to the management of organic matter. For that reason conservation practices were adopted for soil, water and vegetation management, whose adoption will be in function of the conditions of each place.

Key-words: desertification, conservation practices, semi-arid.

INTRODUÇÃO

A formação de desertos é uma das manifestações dos maus tratos que o homem vem impondo ao planeta por meio do desmatamento, da agropecuária predatória e de certas atividades mineradoras, bem como de alterações climáticas de origem não natural.

No Nordeste brasileiro a situação é das que mais preocupa, pelo fato de está em uma área de clima semi-árido de maior densidade populacional do mundo. Dos 900 mil quilômetros quadrados do semi-árido nordestino, 99 mil estão em estado muito grave de desertificação.

A seca é definida pela Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação como um fenômeno que ocorre naturalmente quando a precipitação registrada é significativamente inferior aos valores normais, provocando um sério desequilíbrio hídrico e afetando negativamente os sistemas de produção dependentes dos recursos da terra (SUDENE/INSTITUTO DESERT, 2000).

Dentre os fatores citados, o que mais dificulta a sobrevivência do povo nordestino, é o modelo pluviométrico da região. Em regra, os totais pluviométricos variam de 500 a 750 mm. Mas a irregularidade das chuvas, aliada as taxas de evaporação, justifica elevados déficits no balanço hídrico e configuram insuficiência de água para as atividades agropecuárias. Nas últimas décadas, os anos de escassa precipitação têm ocorrido de modo consecutivo, 3 a 4 anos seguidos, o que torna o regime mais perverso e desafiante.

Segundo Souza e Oliveira (2003) a seca exerce o mais forte impacto negativo sobre o contexto social, econômico e ambiental. Os impactos ambientais oriundos da desertificação se expõem na degradação da biodiversidade, na diminuição e disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, no assoreamento de vales e reservatórios, na perda física e de fertilidade dos solos.

Deve-se então adotar medidas necessárias para pelo menos amenizar os efeitos que a seca trás para nossas populações, especialmente as mais vulneráveis que retiram do solo o seu meio de sobrevivência e que, submetidas à pobreza, devido à intensificação do processo de desertificação, acabam migrando com suas famílias para centros urbanos, onde provavelmente engrossarão as filas de desempregados e famintos.

O principal objetivo deste trabalho é listar uma série de práticas conservacionistas de manejo do solo, água e vegetação, além de obras hidroambientais que ajudarão a estabelecer uma prática de convívio com a seca, de forma que possamos aprender a lidar com essa situação da melhor maneira possível. Esperamos que as técnicas sugeridas nesse trabalho possam vir a fazer parte dos programas que visam minorar os efeitos devastadores dos períodos de escassez, que de modo cíclico afetam nossas populações, em especial as rurais.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

Através de estudos e pesquisas na busca de suprir a deficiência de água nos períodos de seca, diferentes alternativas tecnológicas têm sido desenvolvidas ou adaptadas às condições semi-áridas brasileiras visando o armazenamento e uso das águas de chuva, atualmente implementadas da região, de forma a prevenir e combater o processo de desertificação já tão intenso no nordeste brasileiro. Entre elas, podemos citar a implementação de cisternas, que visa o armazenamento de água das chuvas nas casa dos moradores da região semi-árida, que muito ajudarão a aliviar a sede de pessoas e de animais nos períodos mais escassos.



A construção de barragens subterrâneas é uma alternativa tecnológica para o aproveitamento das águas de chuva, evitando-se que escoem na superfície do solo, onde podem causar erosão, além de não poderem ser utilizadas posteriormente, são construídas na seção transversal de rios ou riachos, onde a água será barrada por paredes subterrâneas impermeáveis, construídas com mantas de plástico, cujo enchimento é constituído pelo material de escavação da vala. A captação da água é feita em poço ou em pequeno cacimbão, construído a montante da barragem.

Com relação aos desmatamentos, sugerimos que se faça o manejo sustentado, para aperfeiçoar o potencial das matas nativas. As duas melhores formas de manejo no nosso estado é o de corte raso sem destoca e o corte seletivo. Na primeira forma de manejo, corte raso sem destoca, cortam-se todos os tocos, estes funcionarão como agentes de recuperação da fertilidade do solo, reciclando os elementos do subsolo, colocando-os à disposição das futuras culturas. Na segunda forma de manejo, corte seletivo, o corte é feito por diâmetro mínimo ou por espécie, no corte por diâmetro, cortam-se as árvores de calibre superiores à “garrafa” e conservam-se as outras; no caso do corte por espécie, este tratamento tem por objetivo a proteção de determinadas espécies ou o controle de espécies não desejadas.

No sistema de captação in situ, método este, tradicional de cultivo, que consiste da sementeira em covas, é capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva e é um sistema aparentemente pouco agressivo ao meio ambiente, mas sendo o solo não preparado antes, sua superfície apresenta-se ligeiramente compactada, dificultando a infiltração da água no solo, facilitando o escoamento superficial, que contribui para o processo erosivo. Portanto, técnicas de preparo do solo, como a captação in situ, são as mais recomendadas, visto que, essa técnica além de aumentar a disponibilidade de água, conserva o solo e os fertilizantes no próprio local de plantio. Dentre os vários métodos de captação in situ destacamos: a aração e plantio no plano, método este que forma pequenas ondulações no perfil do solo; e o de sulco barrado que consiste de uma aração e sulcamento do solo com 0,75 m de distância entre sulcos, seguido da operação de barramento, que são pequenas barreiras dentro do sulco que têm por finalidade impedir o escoamento superficial da água da chuva.

O método de Irrigação de salvação visa a necessidade da aplicação de lâminas de água para atender às necessidades básicas nas fases em que as culturas mais precisam de água, visto que, no semi-árido brasileiro o plantio ocorre após as primeiras precipitações e é muito comum a ocorrência de veranicos, isto é, períodos de 20 a 30 dias sem chuvas. O barreiro para uso da irrigação de salvação tem a finalidade de abastecer de água às culturas nesses veranicos. Constitui-se de uma pequena barragem de terra, formada por uma área de captação, um tanque de armazenamento e uma área de plantio.

O método de implantar cisternas proporciona aos moradores das regiões semi-áridas, um conforto com relação aos períodos de seca, pois aumenta a disponibilidade e melhora a qualidade das águas para o consumo humano.

Em pesquisas realizadas pela Embrapa Semi-Árido, juntamente com a companhia pernambucana de Saneamento, identificou-se a presença de coliformes nas águas de muitas cisternas. Diante disto há necessidade de capacitação dessas famílias com relação ao manejo adequado da água, visando reduzir os riscos de contaminação.

A construção de barragens subterrâneas trata-se de uma técnica eficaz de aproveitamento das águas de chuva que visa o acúmulo de água no subsolo proporcionando uma alternativa de consumo de água durante os períodos de deserto.

Na técnica de manejo sustentado da mata, método este, muito eficaz, pois fazendo-se o manejo você mantém na sua mata a biodiversidade florística, com diferentes espécies, tais como: catingueira, jurema, angico, pereira, imbuna e outras. Estas formas de manejo protegem o solo da erosão, porque deixam uma cobertura sobre o mesmo, além da sustentação mecânica dos tocos. Em ambas as técnicas e modalidades, toda a madeira cortada, dos mais diferentes diâmetros é aproveitada (varas, estacotes, lenha, morões, etc.), sendo os graveto e garranchos arrumados em coivaras e “cuidadosamente” reduzidos às cinzas, quando não puderem ser incorporados ao solo, o fogo deve servir como fonte de trabalho, não como elemento de destruição.

Com relação ao sistema de captação in situ, esta tecnologia mostrou-se bastante eficiente na redução do escoamento superficial da água de chuva, diminuindo a erosão hídrica e aumentando a disponibilidade de água para as culturas trabalhadas nesse sistema.

O barramento dos sulcos pode ser efetuado no pré-plantio (antes da semeadura) ou no pós-plantio (épocas das capinas). A captação de água de chuva in situ é uma técnica simples e apresenta baixos custos de implantação. Na irrigação de salvação, em anos normais de precipitações pluviométricas, essa tecnologia pode permitir a exploração de dois ciclos de cultura, sendo o primeiro de forma tradicional, isto é, com a cultura sendo explorada com água da chuva, e o segundo, utilizando-se a água que fica armazenada no reservatório para irrigação. A água é aplicada por gravidade na área irrigada, sendo os sulcos abertos com pequena declividade.

Outra tarefa importante é convencer os grandes proprietários de terra que a monocultura não é uma boa opção para a saúde do solo; que as técnicas de irrigação devem ser apropriadas, ao invés de simplesmente trazerem água em abundância e que retirar espécies nativas para plantio de outras, estranhas ao ecossistema em questão, pode não ser a melhor alternativa nem para o solo, nem para a planta.

CONCLUSÃO

Com base nas fontes de pesquisa, podemos inferir que, os métodos implementados na tentativa de suprir a deficiência de água nos períodos de seca, são consideravelmente eficientes e podem ser de grande utilidade no combate à desertificação no estado semi-árido nordestino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOLANDA, F.J.M. **Erosão do solo e práticas conservacionistas**. Fortaleza: SEBRAE, 199. 46 p.il.(Edição SEBRAE).
- HOLANDA, F.J.M. **Fertilidade do Solo e Fertilizantes**. Manual Técnico. Imprensa Universitária. Universidade Federal do Ceará, 1991, 161p



HOLANDA, Francisco J.M. **Manual de convivência com os efeitos das estiagens.** Combatendo a desertificação. Fortaleza, 2000.54p.

SILVA, J. B. da; DANTAS, CORREIA, E. W.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, Andrade, A. J. de (orgs). **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro** – José Borzacchiello da Silva et al. Fortaleza:Expressão Gráfica, 2006. 446p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

OTIMIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA E NITROGÊNIO NO CULTIVO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

VIANA, S. B. A.¹; BEZERRA, J. R. C.²; GHEYI, H. R.³;
FERNANDES, P. D.³; MARQUES, A.⁴ & S. NETO, M. N. DE⁴

¹Dr. Prof. Adjunto da Universidade do Estado da Bahia (UNEB, Campus IX). E-mail: sviana@uneb.br

²Dr. Pesquisador da EMBRAPA Algodão. E-mail: renato@cnpa.embrapa.br

³Dr. Prof. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)/DEAg/CCT

⁴Graduando da UNEB

RESUMO: A cotonicultura vem se expandindo no Oeste da Bahia, carecendo de base técnico-científica a partir de trabalhos de pesquisa para melhorar a orientação aos produtores. Visando contribuir com o desenvolvimento da região, este trabalho foi realizado na Fazenda Santa Cruz, localizada em Barreiras, BA, de coordenadas 12° 03' 09" de latitude Sul, 44° 57' 46,6" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, altitude de 660 m, durante os meses de março a setembro de 2004. Avaliaram-se o rendimento do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), cultivar Deltapine Acala 90, em função de lâminas de água e doses de nitrogênio, sob pivô central, num Latossolo Amarelo, classe areia franca. Os tratamentos de lâminas estudados foram 0,75, 0,90, 1,05 e 1,2 da evapotranspiração da cultura (ET_c) (L₁ a L₄) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha⁻¹ (N₁ a N₄). Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre o rendimento físico e econômico da produção, considerando-se: custo do N de R\$ 2,3.kg⁻¹ (C_N), da água de R\$ 0,36.mm⁻¹.ha⁻¹ (C_L) e preço de venda de algodão (caroço) de R\$ 1,2.kg⁻¹ (P_z). Concluiu-se que a combinação ótima econômica de água e N para as relações 'C_L/P_z = 0,3' e 'C_N/P_z = 1,92' e níveis de adubação P e K utilizados (177 e 209 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O) é de 631 mm de água e 287 kg.ha⁻¹ de N, com Z de 5.581,82 kg.ha⁻¹.

Palavras chave: evapotranspiração, fitomassa, lâmina, *Gossypium hirsutum*

OTIMIZATION OF THE USE OF WATER AND NITROGEN IN THE HERBACEOUS COTTON CROP IN THE WESTERN BAHIA

ABSTRACT: Cotton cultivation is expanding in the western part of Bahia and needs technical-scientific research base to improve the orientation to the producers. Seeking to contribute for the development in the area, this work was accomplished at Santa Cruz Farm, located in Barreiras-BA (coordinates 12°03'09" of latitude South, 44°57'46,6" of longitude West of the meridian of Greenwich, altitude of 660 m) during March to September of 2004. They were evaluated the productivity of the herbaceous cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), to cultivate Deltapine Acala 90, as function of water depth and doses of nitrogen, under central pivot, in a Yellow Latosol, loamy sand. The treatments of depths of water studied were 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20 of the evapotranspiration of the crop (ET_c) (L₁ to L₄) and the levels of N were 108, 168, 238 and 308 kg.ha⁻¹ (N₁ to N₄). The effects of the treatments on the physical (Z) and economical return of cotton were



evaluated, considering: cost of nitrogen of R\$ 2.3.kg⁻¹ (C_N), of the water of R\$ 0.36.mm⁻¹.ha⁻¹ (C_L) and cotton price of R\$ 1.2.kg⁻¹ (P_Z). The optimal economical combination of water and nitrogen was 631 mm of the water and 287 kg.ha⁻¹ of N, with Z of 5,581.82 kg.ha⁻¹, for the relationship C_L/P_Z=0.3 and C_N/P_Z=1.92 and fertilizer levels of P and K used (177 and 209 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O).

Key-words: evapotranspiration, phytomass, depth water, *Gossypium hirsutum*.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma dicotiledônea da família malvácea. O gênero *Gossypium*, ao qual pertence, é bastante variado. Com distribuição em quase todos os países produtores de algodão, a espécie *Gossypium hirsutum*, representa mais de 90 % da produção mundial (Fuzatto, 1999).

Nas últimas décadas o Brasil passou da posição de grande exportador para importador de pluma ocorrendo, entretanto, forte recuperação da produção nacional nos últimos anos, restabelecendo a condição de exportador (CONAB, 2005). O estado da Bahia é o segundo maior produtor nacional (CONAB, 2005). Dentro desse estado, a Região Oeste vem se destacando com uma área cultivada de 205 mil hectares e uma produção de 280 mil toneladas de pluma (88,6% da produção baiana); desta área, cerca de 10% foram cultivados sob irrigação (Facual, 2005). Nessa região, predomina um modelo produtivo de alta tecnologia; porém, o uso excessivo de insumos vem aumentando, afetando a rentabilidade da atividade. Neste contexto, é indispensável o desenvolvimento de tecnologias que possam otimizar o uso de insumos, proporcionando aumento da produtividade com redução de custos.

Dentre os fatores de produção, a água e o nitrogênio são os que mais frequentemente limitam o rendimento das culturas (Frizzzone, 1993). O nitrogênio é o nutriente que o algodoeiro retira do solo em maior proporção (Staut & Kurihara, 2001); entretanto, o potencial de resposta do algodoeiro à adubação nitrogenada é fortemente determinado pela lâmina de água (Halevy & Kramer, 1986). O conhecimento da função de resposta das culturas à água e ao nitrogênio permite a determinação dos limites, racionalizando o uso destes insumos.

Estudos sobre os efeitos de lâminas (Bezerra et al., 2004, etc), doses de nitrogênio (Pereira et al., 2003; etc) e efeito conjunto destes fatores (Guerra & Iora, 1999) sobre o rendimento do algodoeiro têm sido realizados. No Oeste baiano não se constatou qualquer registro de pesquisas envolvendo os efeitos conjuntos de água e de nitrogênio sobre o rendimento desta cultura.

Considerando o exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, determinar os níveis de aplicação de água e de nitrogênio adequados à cotonicultura irrigada na Região Oeste da Bahia, visando a otimização da rentabilidade econômica, contribuindo, assim, com a redução dos impactos ambientais da atividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no pivô 8 da Fazenda Santa Cruz (12°03'09" de latitude Sul e 44°57'46,6" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e 660 m de altitude), propriedade particular, no município de Barreiras, BA, durante o período compreendido entre

março e setembro de 2004. O clima da região é, conforme a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), do tipo C1d'A', que representa clima sub-úmido a seco, com pequeno excedente hídrico, megatérmico, chuvas de primavera/verão.

Foram avaliados os efeitos de lâminas de água e doses de nitrogênio sobre o rendimento físico e econômico da produção do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), cultivar Deltapine Acala 90. Os tratamentos de lâminas estudados foram 0,75, 0,90, 1,05 e 1,2 da evapotranspiração da cultura (ETc) (L₁ a L₄) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha⁻¹ (N₁ a N₄).

A área experimental constou de um quadrante de um pivô central Valmatic (120 ha), dividido em quatro “fatias”, denominadas L₁ a L₄, as quais receberam as lâminas de irrigação segundo o tratamento (0,75 a 1,2ETc). Em cada lâmina (L₁ a L₄) foi instalado um ensaio, com as parcelas de nitrogênio distribuídas no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela constou de oito linhas de plantio (útil as 6 centrais) com espaçamento de 0,76 m (7-10 plantas m⁻¹) e sete metros de comprimento (útil os 5m centrais).

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, classe textural areia franca, com densidade aparente de 1,52 g cm⁻³ (camada 0-40 cm) e pH de 5,80. A água de irrigação, derivada do Rio das Pedras, é do tipo C₁S₁.

Totalizando as adubações via solo e folhas foram aplicados 209,2 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl + KNO₃), 177 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo + superfosfato simples) e 108, 168, 238 e 308 kg ha⁻¹ de N (uréia + KNO₃), respectivamente para N₁ a N₄.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida pelo modelo de Hargreaves e Samani (1985). Os dados necessários foram obtidos de uma estação climatológica automática, instalada a 100 m do Pivô. A ET_o foi convertida em evapotranspiração da cultura (ETc), através de multiplicação pelo coeficiente de cultivo (kc) e pelo fator ks (BERNARDO, 1995). Os coeficientes de cultivo (kc) utilizados foram: kc_{inicial}=0,45 (Fase I), kc_{médio}=1,15 (Fase 3) e kc_{final}=0,75 (Yague e Roche, 1990), para as fases 2 e 4 foram utilizadas as seguintes equações para obtenção dos valores diários de kc (FASE II kc=0,0156x +0,1389; FASE IV kc=-0,0087x +2,1065).

A necessidade hídrica da cultura no turno de rega (ET_{cTR}) o somatório dos valores de ETc dos dias do turno. A necessidade de irrigação no turno de rega (NI) era obtida abatendo-se da ET_{cTR} o valor da precipitação efetiva (Pe). As lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento eram definidas pelo produto entre a NI e o fator do tratamento (0,75; 0,90; 1,05 e 1,20 respectivamente para L₁ a L₄).

Os dados de produção obtidos no Experimento II, com os tratamentos de água e nitrogênio, foram submetidos a análise de regressão múltipla, sendo selecionado o modelo de segundo grau com duas variáveis independentes, segundo Eq. 1, descrita por Frizzzone (1993, 1998).

$$Z(L, N) = a + b.L + c.L^2 + d.N + e.N^2 + f.L.N \quad (1)$$

Onde: Z(L,N) o rendimento de algodão em caroço (kg.ha⁻¹); L – lâmina de água em mm

N – dose de nitrogênio (kg.ha⁻¹); **a, b, c, d, e, f** - coeficientes do modelo

As quantidades de insumos e os custos de aplicação foram registrados durante o ciclo do algodoeiro para estabelecimento da curva de melhor resposta física e



econômica da cultura à aplicação de água e nitrogênio, conforme a metodologia contida em Frizzzone (1993), adaptada por Viana (2004), considerando-se: P_z – Preço unitário de venda de algodão em caroço (R\$ 1,2 kg⁻¹); C_L – Custo de uma unidade do insumo água (R\$ 0,36mm⁻¹ ha⁻¹); C_N – Custo de uma unidade do insumo nitrogênio (R\$ 2,3 kg⁻¹); C_0 – Custo parcial unitário da lavoura (R\$.ha⁻¹).

O valor de C_L foi calculado com base no preço de uma hora de funcionamento do pivô (horímetro) pago ao arrendatário, R\$ 12,00. O C_N foi composto pelos custos de aquisição do fertilizante + custos de aplicação. O C_0 compreendeu todos os custos de produção, excetuando-se os diretamente relacionados com os fatores estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a equação de regressão múltipla para rendimento de algodão em caroço em função dos dois fatores estudados, água e nitrogênio, e significâncias estatísticas de seus coeficientes pelo Teste F.

De acordo com o modelo matemático o ponto de máximo rendimento físico, cerca de 5.799 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço, ocorre com a combinação de 684,5 mm de água (L_m) e 491,1 kg.ha⁻¹ de N (N_m); no entanto a combinação de 630,9 mm de água e 287,2 kg.ha⁻¹ de N (L^* e N^* - Tabela 2), válida para as relações “ $C_L/P_z=0,3$ e $C_N/P_z=1,92$ ”, apesar de resultar em rendimento de algodão em caroço 3,74 % menor (5.581,82 kg.ha⁻¹), otimiza o lucro, viabilizando a máxima receita líquida registrada no estudo, cerca de R\$1.539,07.ha⁻¹, valor este 18,85% superior ao obtido com a combinação que resultou no ponto de máximo rendimento físico (R\$ 1.294,99.ha⁻¹, Tabela 2). Este diferencial de receita representa um acréscimo de renda líquida de R\$ 29.290,06/pivô central (120 ha). A adotando-se L^* , em substituição a L_m , além do benefício econômico discutido, deixar-se-iam de derivar do manancial hídrico, por ciclo do algodoeiro, um volume d'água de 64.238,4 m³ para um pivô de 120 ha (535,32 m³.ha⁻¹), otimizando o uso dos recursos naturais; ressalta-se, que na Fazenda onde o experimento foi realizado (Faz. Santa Cruz) são 14 pivôs de 120 ha.

Tabela 1. Função de produção água-nitrogênio para o algodoeiro herbáceo, cv. Acala 90, coeficiente de determinação, termos do modelo e seus respectivos valores F e probabilidades de significâncias pelo Teste F. Barreiras, BA, 2004.

Modelo: Z (X,Y)= a + b*X + c*X² + d*Y + e*Y² + f*XY					R ² =0,8445
Onde: Z=rendimento de algodão em caroço (kg.ha ⁻¹); X=Lâmina total (mm); Y= Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)					
Coeficientes			Valor F		Prob>Fc
A	Constante	-0,151607E+04	-		-
B	Lâmina	0,210280E+02	0,543745E+03		0,00001
C	Lâmina ²	-0,182324E-01	0,408778E-03		0,01823
D	Nitrogênio	0,483129E+00	0,287029E+00		0,39694
E	Nitrogênio ²	-0,606919E-02	0,452961E-04		0,00942
F	Lâmina* Nitrogênio	0,800367E-02	0,787731E-04		0,01078
Falta de ajuste		-	0,122970E+01		0,32197

Tabela 2. Análise econômica para as combinações de lâminas (L) e doses de nitrogênio (N) que resultam em máxima receita bruta (L_m e N_m), líquida (L^* e N^*) (para $C_L/P_Z=0,3$ e $C_N/P_Z=1,92$). Barreiras, BA, 2004.

Ident.	Insumo		Rendimento de algodão em caroço (Z)	Custo de produção ^a	Receita		Índice de lucratividade
	L	N			Bruta	Líquida	
	(mm)	(kg.ha ⁻¹)			(R\$.ha ⁻¹)		
L _m , N _m	684,46	491,11	5.798,98	5663,79	6958,78	1294,99	18,6
L*, N*	630,93	287,24	5.581,82	5159,11	6698,18	1539,07	23,0

^a=(custo com N=R\$2,30.kg⁻¹ x N) + (custo com água=R\$ 0,36.mm⁻¹.ha⁻¹ x (L - P_e^b)) + (custo de produção sem os custos com água e nitrogênio = R\$ 3.865,0.ha⁻¹ + $C_{colheita}^c$); ^b precipitação efetiva=49,7mm; ^ccusto de colheita = R\$ 0,076.kg⁻¹ x Z; C_L =R\$.mm⁻¹.ha⁻¹; C_N = R\$.kg⁻¹.ha⁻¹ de N; P_Z = R\$.kg⁻¹ de algodão em caroço.

Para Halevy e Kramer (1986) as produtividades de algodão são fortemente determinadas pela interação nitrogênio versus água; quanto maior o nível em que qualquer um desses fatores é mantido, maior também será o incremento de produtividade para um nível do outro fator, que se aproxima de valor constante.

CONCLUSÕES

A combinação ótima econômica de água e nitrogênio para o manejo cultural do utilizado (177 e 209 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O) e relações de custo do insumo/preço do produto (R\$.kg⁻¹) de 0,3 e 1,92, respectivamente para água (R\$.mm⁻¹.ha⁻¹) e nitrogênio (R\$.kg⁻¹), é de 631 mm e 287 kg.ha⁻¹ de N, com rendimento de 5.581,82 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço, e RL de R\$1.539,10.ha⁻¹;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VIANA, S.B.A. **Otimização do uso de água e nitrogênio no cultivo do algodoeiro herbáceo na região Oeste da Bahia**. Campina Grande: UFCG/CCT, 2005. 143p. (Tese Doutorado).
- FUZATTO, M.G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.15-34.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da agropecuária**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov>>. Acessado em 10 de Julho de 2005.
- FACUAL - Fundo de Apoio à Cultura do Algodão no Estado do Mato Grosso. **Notícias: Bahia implanta programa de combate ao bicudo**, 2005. Disponível em: <<http://www.facual.org.br/modules/news/article.php?storyid=70>>. Acessado em: 10 de julho de 2005.
- FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1993. 42p. (Série didática, 6).
- STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem e adubação. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, cap.5, p.103-123, 2001.



- HALEVY, J.; KRAMER, O. Nitrogen fertilizer management of cotton grown under drip irrigation in a grumusal. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.7, p.62-72, 1986.
- BEZERRA, J.R.C.; CORDÃO SOBRINHO, F.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. de M.; PEREIRA, J.R.; DIAS, J.M. Lâminas de irrigação x reguladores de crescimento no algodoeiro BRS 200 – Marrom. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14., Porto Alegre, RS, 2004. **Anais...** Porto Alegre: ABID, 2004. CD-ROM.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance., New Jersey: Drexel Ins. of Technology, 1955. 104p. (Publications in Climatology)
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. **Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature**. Chicago: Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting. (Paper 85-2517), 1985.
- YAGUE, J.L.F.; ROCHE, J.C. **Curso elemental de riego**. Serviço de Extensión Agrária del Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1990.
- FRIZZONE, J.A. Funções de produção. In: FARIAS, M.A., SILVA, E.L., VILELA, L.A.A., SILVA, A.M. (eds). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. cap.1, p.86-116.
- HALEVY, J.; KRAMER, O. Nitrogen fertilizer management of cotton grown under drip irrigation in a grumusal. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.7, p.62-72, 1986.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 656p. il.
- PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; BEZERRA, J.R.C.; OLIVEIRA, J.N. de; VALE, D.G. Adubação nitrogenada do algodoeiro herbáceo irrigado no cariri cearense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão/Fundação GO, 2003. CD-ROM (Embrapa Algodão. Documentos, 118).
- GUERRA, A.F.; IORA, C.J. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada em algodão herbáceo no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2, 1999, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 496-499.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIAGNÓSTICO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE FONTES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO ANGICO, CAMPINA GRANDE-PB¹

OLIVEIRA, F. M. DE²; SOUSA, R. F. DE³, SOUSA JÚNIOR, S. P. DE³,
SOARES, F. A. L.³, ARAÚJO, N. L.² & LIMA, A. N. DE⁴

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à COPEAG/UFCG/PB

²Doutorandos em Engenharia Agrícola UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, CEP.: 58109 – 090, Bodocongó, Campina Grande, PB. Email: magnolia_oliveira@hotmail.com

³Doutores em Engenharia Agrícola UFCG, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285. E-mail: severo-ita@bol.com.br; ridelsonfarias@yahoo.com.br; fredalsoares@hotmail.com

⁴Professor da EAF do Crato, CE, bolsista CNPQ – Brasil. nustenil@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho constituiu-se num diagnóstico das fontes de água superficial e subterrânea da microbacia do Riacho Angico, localizado na zona rural do município de Campina Grande, Paraíba-Brasil, objetivando avaliar o seu uso para consumo humano e irrigação. Na pesquisa foram colhidas amostras de água em 17 fontes, correspondentes a 5 poços tubulares com cata-vento, 8 poços amazonas (6 em barragens subterrâneas), 2 açudes e 2 rios. Os resultados mostraram que as águas para consumo humano tiveram como fontes mais adequadas os poços amazonas das barragens subterrâneas. Para irrigação, não se observou água de excelente qualidade na microbacia.

Palavras chave: consumo humano, irrigação, salinidade

DIAGNOSIS OF THE SUPERFICIAL AND UNDERGROUND WATER SOURCES OF THE RIACHO ANGICO MICROBASIN, CAMPINA GRANDE-PB

ABSTRACT: The present work consisted in a diagnosis of the superficial and underground water sources of the Riacho Angico microbasin, located in the agricultural zone of the Campina Grande city, Paraíba-Brazil, objectifying to evaluate its use for human consumption and irrigation. In the research water samples had been harvested in 17 sources, correspondents to 5 tubular wells with vane, 8 amazon wells (6 in underground barrages), 2 dams and 2 rivers. The results had shown that the waters for human consumption had as sources more adjusted the amazon wells of the underground barrages. For irrigation, excellent quality water in the microbasin was not observed.

Key-words: human consumption, irrigation, salinity



INTRODUÇÃO

A busca por fontes de água para fins de consumo humano e uso em irrigação no semi-árido do Nordeste brasileiro é uma constante, em decorrência de ser uma região que apresenta escassez na precipitação pluviométrica e alta taxa de evaporação em quase todos os seus Estados, essa situação, junto com a falta de conservação ambiental, acelera a poluição e contaminação das águas superficiais e subterrâneas e dificultam a preservação das fontes de água destinadas para consumo humano, em particular aquelas de uso de pequenas comunidades não beneficiadas com água tratada.

A necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura vem crescendo em todo o mundo, priorizando o uso intensivo das de boa qualidade para consumo humano e para outros fins mais restritivos; esta preocupação estará presente na expansão das áreas irrigadas, em geral (Ayers & Westcot, 1999).

Levando-se em consideração que a água é um fator fundamental na produção vegetal e que em regiões semi-áridas a concentração de sais nas águas de irrigação varia de acordo com a taxa de evaporação e com a composição química das rochas e/ou dos solos onde essas águas circulam, a falta de informação completa e sistemática a respeito de sua qualidade poderá conduzir ao uso de águas inapropriadas, com conseqüentes efeitos prejudiciais sobre as propriedades físicas e químicas do solo (Costa & Gheyi, 1984).

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, diagnosticar a evolução das características de qualidade de água, em termos de salinidade, de diversas fontes superficiais e subterrâneas da microbacia paus brancos pertencente à região do curso médio do Rio Paraíba, reconhecido pelo nome de Riacho Angico, bem como avaliar a possibilidade de uso de águas de qualidade inferior para a irrigação e consumo humano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constituiu-se em um diagnóstico da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, potencialmente utilizáveis para o consumo humano e para fins de irrigação, em uma microbacia pertencente à região do curso médio do Rio Paraíba, reconhecido, na localidade, pelo nome de Riacho Angico, que é um afluente do Rio São Pedro.

A microbacia do Riacho Angico (Paus Brancos) está localizada no sudoeste do município de Campina Grande (Figura 1), sua extensão territorial é de 2.309,70ha (BARACUHY, 2001), e está entre as coordenadas 07°25'00" e 07°20'00" de latitude Sul e 36°02'20" e 36°07'00" de longitude Oeste.

Foram colhidas, durante um período de 11 meses de pesquisa, amostras de água em 17 fontes, correspondentes a 5 poços tubulares com cata-vento; 8 poços amazonas, dentre os quais 6 estão inseridos em barragens subterrâneas; 2 açudes e 2 rios. As coletas das amostras de água foram realizadas no período de maio de 2003 a março de 2004. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, PB, onde foram submetidas à análise de salinidade seguindo recomendação da Embrapa (1997).

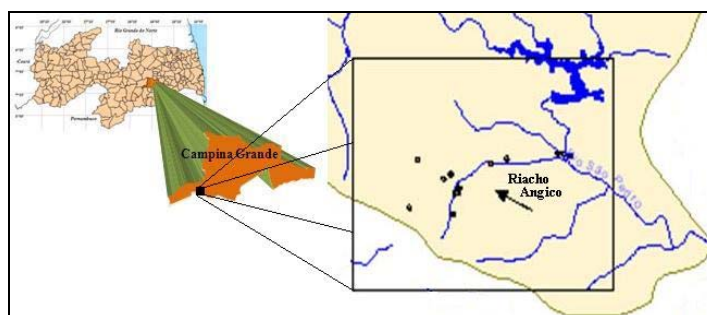


Figura 1. Localização do Riacho Angico dentro da sub-bacia do Rio São Pedro

As nomenclaturas foram convencionadas com base na sequência de coleta realizada no campo e suas siglas (em letras) baseadas na abreviação do tipo de fonte analisada: PR-Ponto Riacho; PA-Poço Amazonas; PT-Poço Tubular com acionamento de cata-vento; AÇ-Açude.

A determinação da condutividade elétrica da água de cada fonte foi realizada mensalmente, segundo University of Califórnia Committee of Consultants-UCCC (1974). Quanto ao risco potencial de salinidade por meio de irrigação, quando a água possui CE menor que $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ não apresenta restrição para uso, entre $0,7$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, o grau de restrição é baixo a moderado e acima de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, apresenta severa restrição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se a variação da condutividade elétrica da água (CEa) para todos os locais de amostragem. Verificaram-se acréscimos da CE, no período de agosto a dezembro, em todas as fontes estudadas, com exceção da fonte PR2 e as demais fontes secas que não dispunham de água para análise no mês de dezembro.

Tabela 1. Condutividade elétrica das águas superficiais e subterrâneas no período de maio de 2003 a março de 2004 da microbacia do riacho Angico, Campina Grande, PB

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (UNIDADE)																	
MÊS	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	AÇ1	AÇ2	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PR1	PR2
mai-03	4,12	0,55	0,14	0,28	0,25				0,12	0,19	2,54	2,31	3,40				
jun-03	3,66	0,79	0,17						0,15	0,20	2,39	2,29	3,40				
jul-03	4,40	0,92	0,24						0,26	0,27	2,55	1,96	3,10	3,70	4,80	8,50	
ago-03	3,43	3,66							0,54	0,27	2,31	1,89	2,89	3,41	4,46	9,99	4,26
set-03	4,13	2,36							0,37		2,46	2,21	3,22	3,65	4,90	24,19	4,42
out-03	4,18	3,23									2,74	2,10	3,26	3,74	4,99	22,56	4,08
nov-03	4,18	3,84									2,65	2,25		3,70	4,80	31,10	4,18
dez-03	3,96	3,96									2,56	2,30		3,58	4,81	37,72	4,05
fev-04	1,80	0,18				0,28	0,54	0,18	0,27		1,57	2,66	2,55	3,38	4,80	1,53	5,19
mar-04	3,65	0,30							0,36				2,02	3,12	4,75	7,68	5,95
Média	3,75	1,98	0,18	0,28	0,25	0,28	0,54	0,18	0,30	0,23	2,42	2,22	2,98	3,53	4,79	17,91	4,59
D. Padrão	0,75	1,58	0,05						0,14	0,04	0,34	0,22	0,48	0,22	0,15	12,83	0,71
Mediana	4,04	1,64	0,17	0,28	0,25	0,28	0,54	0,18	0,27	0,24	2,54	2,25	3,16	3,62	4,80	16,28	4,26
Máximo	4,40	3,96	0,24	0,28	0,25	0,28	0,54	0,18	0,54	0,27	2,74	2,66	3,40	3,74	4,99	37,72	5,95
Mínimo	1,80	0,18	0,14	0,28	0,25	0,28	0,54	0,18	0,12	0,19	1,57	1,89	2,02	3,12	4,46	1,53	4,05



Observou-se que a fonte PA2 (poço amazonas do riacho Angico) apresentou um forte crescimento na concentração de sais entre o mês de maio e dezembro, que pode ser explicado pela fonte se encontrar numa área de irrigação que utiliza a água de concentração de sais elevada, o que promoveu, por consequência, através da má drenagem natural, a elevação da salinidade da referida fonte (PA2). Já o PR1 (poço natural do rio) recebe contribuição de águas superficiais com elevadas taxas de sais e devido à proximidade do lençol freático do solo, conjuntamente com uma taxa elevada de evapotranspiração, promove uma maior concentração de sais no período seco.

Observou-se, também, nas águas dos poços amazonas do riacho PA1 e PA2 acréscimos nos teores de sais dissolvidos, constituindo-se em restrição severa, principalmente para o poço PA1 que no decorrer do ano, indicou a menor CE obtida, de $1,80 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2A), valor este que se deve à decorrência da estação chuvosa, que proporcionou um aumento nos níveis de água e, conseqüentemente, redução da concentração de sais totais na água; enquanto no PA2 esta restrição

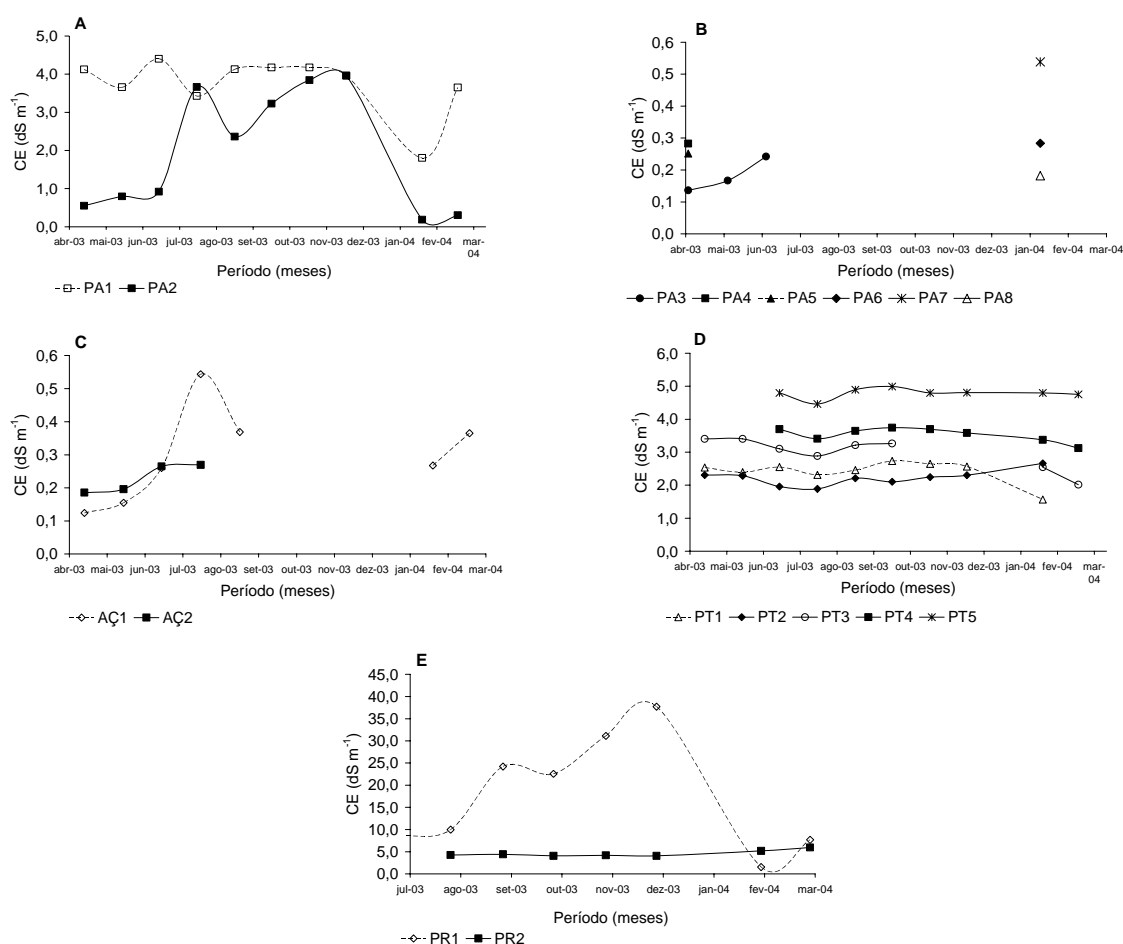


Figura 2. Condutividade elétrica das águas dos poços amazonas do riacho (A), dos poços amazonas nas barragens subterrâneas (B), dos açudes da microbacia (C), dos poços de cata-vento (D) e dos poços do riacho (E), no período de maio de 2003 a março de 2004 da microbacia do riacho Angico, Campina Grande

se deu no período de agosto a dezembro, quando a CE foi, em média, 3,85 vezes maior que a do mês de julho, fato justificado por ter ocorrido, nesses meses as menores médias pluviométricas e, ainda, por se encontrar dentro de uma área irrigada e receber contribuição de águas da fonte PR, que através das águas drenadas contribui para uma elevada presença de sais num período não chuvoso.

Baseado na classificação da UCCC (1974) nos poços com cata-vento (PT3, PT4 e PT5), houve um severo grau de restrição, já nos poços, PT1 e PT2, se classificaram com restrição ligeira a moderada, até mesmo nos meses subsequentes ao período chuvoso (Figura 2D).

Dos pontos observados, o poço do riacho (PR1), foi o que teve a maior CE, com alto grau de restrição, CE deste poço foi superior a 20 dS m^{-1} (Figura 2E), nos meses de setembro a dezembro, sendo em média 53,12 vezes maior que a maior CE obtida nas águas do açude da microbacia ($0,54 \text{ dS m}^{-1}$); outro fato interessante, é que nos poços PR2 ou PR1, a CE aumentou nos meses de maiores índices pluviométricos.

Como a variação na composição e qualidade das águas destinadas à irrigação depende da zona climática, fonte de água, época do ano e do manejo adotado na irrigação, apenas as águas dos açudes da microbacia (AÇ1 e AÇ2) podem ser utilizadas durante o período que apresenta água sem causar prejuízos ao meio ambiente, uma vez que apresentaram, respectivamente, uma CE média de $0,30$ e $0,23 \text{ dS m}^{-1}$, com valores máximos de $0,54 \text{ dS m}^{-1}$ e mínimo de $0,12 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2C).

CONCLUSÕES

Verificam-se acréscimos da CE, no período de agosto a dezembro, em todas as fontes estudadas, com exceção da fonte PR2.

O poço do riacho (PR1), nos meses de setembro a dezembro, apresentou a maior CE, com alto grau de restrição, em que a CE foi superior a 20 dS m^{-1} .

Para irrigação não existe água de excelente qualidade na microbacia, embora os poços amazonas das barragens subterrâneas e dos açudes apresentarem baixa salinidade. Já as outras fontes acusaram um elevado risco de salinização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água da agricultura**. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- COSTA, R. G. & GHEYI, H. R. **Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha – PB**. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 19(8):1021-1025 ago. 1984.
- BARACUHY, J. G. de V. **Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semi-árido nordestino: Estudo de um Caso**. Campina Grande: UFPB, 2001, 220p. (Tese de Doutorado).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS. Guidelines for interpretation of water quality for agriculture. Davis, University of California, 1974. 13p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUTIVIDADE DE MAMÃO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO

CÂMARA, M. J. T.¹; MEDEIROS, J. F. DE²; FERREIRA NETO, M.²;
FREIRE, J. DE O.³ SOUZA, P. A. DE⁴ GRANGEIRO, L. C.²

¹Eng. Agro., Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN, Km 47 da BR 110, Costa e Silva, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, e-mail: kekecamara@hotmail.com.

²Prof. Doutor, Depto de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró, RN

³Bolsista do CNPq, Eng Agro, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, Mossoró, RN

⁴Bolsista PRODOC/Capes, D. Sc. Em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de N e K para uma melhor produtividade de mamão Formosa no município de Baraúna (RN), um experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar Tainung nº 01. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 4 repetições, utilizando combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação, nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos de N:K (T1=10%:10%; T2=10%:60%; T3=60%:10%; T4=60:60; T5=60%:140%; T6=100%:100% (dose aplicada pela Fazenda WG); T7=140%:60%; T8=140%:140%; T9=140%:190%; T10=190%:140%). As características avaliadas: número de frutos comercializáveis (NFC), número total de frutos (NTF), massa média de frutos comercializáveis (MMFC), produtividade de frutos comercializáveis (PFC) e produtividade de frutos total (PFT). Os tratamentos T7 e T8, apresentaram-se superiores para todas as características analisadas.

Palavras chave: *Carica papaya* L., produção, adubação

PRODUCTIVITY OF PAPAYA IN FUNCTION OF DIFFERENT AMOUNTS OF NITROGEN AND POTASSIUM

SUMMARY: Aiming to evaluated the effect of different N and P doses for the better yield of Formosa papaya in Baraúna city (RN), Brazil, an experiment was carried out with papaya (*Carica papaya* L.), Formosa group, Tainung 01 cultivate. Was used a completely randomized design, with 4 replications, using two factors combination: nitrogen and potassium doses by fertirrigation, using urea and potassium chloride, respectively, getting 10 N:K treatments (T1=10%: 10%; T2=10%: 60%; T3=60%: 10%; T4=60: 60; T5=60%: 140%; T6=100%: 100% (dose applied for WG Farm); T7=140%: 60%; T8=140%: 140%; T9=140%: 190%; T10=190%: 140%). The evaluated characteristics: commercialized fruits number (NFC), total number fruits (NTF), commercialized fruits average mass (MMFC), commercialized fruits productivity (PFC) and total fruits productivity (PFT). The T7 and T8 treatments presented superior for all the analyzed characteristics.

Key-words: *Carica papaya* L., production, fertilization

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta de crescimento, florescimento e frutificação constantes e, por conseguinte, é constante a demanda por nutrientes, sendo o K e N os nutrientes requeridos em maior quantidade pelo mamoeiro respectivamente, exigidos de forma crescente e constante em todo o ciclo das plantas, apesar do K ser particularmente importante a partir do florescimento e o N nos seis primeiros meses de vida (Souza et al, 2000).

A relação entre nutrientes que mais afeta a produção e a qualidade do mamoeiro é a relação N/K (Vitti et al. 1988). Sob condições naturais poucos são os solos que podem suprir a demanda de nutrientes pelo mamoeiro sem a aplicação de fertilizantes. O correto fornecimento de nutrientes em combinação com adequadas condições climáticas, reflete no mamoeiro através de um bom desenvolvimento da planta e de uma produção precoce (Cruz, 1994).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma nutrição balanceada. Da mesma forma, sabe-se que uma planta nutrida adequadamente apresenta maior resistência às doenças e pode atingir seu potencial de produtividade. Porém, no Brasil, não se conhecem o comportamento e as exigências nutricionais das principais cultivares de mamoeiro (Oliveira & calda 2004).

O presente trabalho objetivou avaliar efeito de diferentes doses de N e K para uma melhor produtividade de mamão formosa no município de Baraúnas e adjacente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar Tainung nº 01, com espaçamento 4m x 2m na empresa WG Agrícola LTDA, localizada em Baraúna, RN, Brasil (lat. 5° 04' 44" S, long. 37° 37' 26" W), no período de agosto de 2006 a maio de 2007. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 4 repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação, nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos, que ajustada a realidade do experimento apresentou a seguinte composição mostrada na Tabela 1, com doze plantas úteis por parcela experimental e área útil total de 0,6 ha.

Foram aplicados 250 kg de MAP ha⁻¹ em fundação, o transplântio foi realizado no dia 17 de agosto de 2006 e duas semanas após teve início a fertirrigação com 4,0 kg de uréia ha⁻¹ e 5,0 kg de KCl ha⁻¹ diariamente 6 dias por semana. A aplicação dos tratamentos teve início na oitava semana após transplântio. Na 18ª semana a marcha de adubação foi alterada para 5,0 kg de uréia ha⁻¹ e 6,0 kg de KCl ha⁻¹. Foi realizada uma adubação de cobertura com 0,2 kg planta⁻¹ da formulação NPK 10;10;10 na 18ª semana, cuja a aplicação de N e K₂O foram proporcional aos tratamentos aplicados (Tabela 1). Foram realizadas nove colheitas, sendo a primeira no dia 30 de março de 2007 e a última, no dia 04 de junho de 2007.



Tabela 1. Tratamentos variando doses de N e K₂O de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984) e Quantidade total de adubos por tratamentos aplicados em fundação, cobertura e fertirrigação. Mossoró-RN UFRSA, 2007.

Tratamento	Níveis de fertirrigação(%)		Adubação total kg ha ⁻¹		
	N	K ₂ O	N	K ₂ O	P ₂ O ₅
T1	10% (29%*)	10% (30%)	95,7	156,8	155,0
T2	10% (29%*)	60% (69%)	95,7	362,1	155,0
T3	60% (68%)	10% (30%)	226,8	156,8	155,0
T4	60% (68%)	60% (69%)	226,8	362,1	155,0
T5	60% (68%)	140% (131%)	226,8	690,7	155,0
T6 (testemunha**)	100%	100%	331,6	526,4	155,0
T7	140% (132%)	60% (69%)	436,5	362,1	155,0
T8	140% (132%)	140% (131%)	436,5	690,7	155,0
T9	140% (132%)	190% (170%)	436,5	896,1	155,0
T10	190% (170%)	140% (131%)	567,6	690,7	155,0

* Percentual real aplicado

** Com base na marcha de adubação adotada pela Fazenda WG Agrícola LTDA.

As características de produção avaliadas foram: número de frutos comercializáveis (NFC), número total de frutos (NTF), massa média de frutos comercializáveis (MMFC), produtividade de frutos comercializáveis (PFC) e produtividade de frutos total (PFT).

As análises foram feitas através planilha eletrônica no Excel. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o número de frutos comercializáveis, verificou-se que o T10, que é a maior dose de N e K, apresentou maior valor aos outros tratamentos, mesmo não apresentando diferença significativa para os demais tratamentos, com exceção ao T1, que obteve menor valor (Tabela 2). Os tratamentos T7, T8 e T10 registraram valores iguais ao da testemunha, sendo superiores aos T3, T4, T5 e T9, mesmo não diferindo significativamente. T1 e T2 apresentaram menores número de frutos totais (Tabela 2). Marin et al., (1995) comentam que uma planta com boa capacidade produtiva é aquela que, após nove meses de plantio, produz número de frutos igual ou superior a 70. Dentre os fatores que podem ter influenciado a baixa produção de frutos

Para a massa média de frutos comercializáveis, os tratamentos T7 e T8, mesmo apresentando resultados superiores, observou-se que a massa média de frutos comercializáveis, não diferiu dos tratamentos T5, T6, T9 e T10. A menor massa foi obtida com a menor dose (Tabela 2).

Para produtividade dos frutos comercializáveis, os tratamentos T7, T 8 e T10 apresentaram valores superiores. Já para a produtividade de frutos totais, T7 e T8 foram os que apresentaram melhores valores. Mas só apresentaram diferença significativa para T1 e T2 que obtiveram menores produtividade, comercializáveis e totais (Tabela 2).

De acordo com os resultados, os tratamentos T7 e T8, apresentaram-se superiores para todas as características analisadas, mesmo não apresentando diferença significativa para os tratamentos T5, T6, T9 e T10. Para os tratamento; T7 e T8 houve um acréscimo de 7.269,06 Mg ha⁻¹ e 10.067,50 Mg.ha-1 respectivamente, da produtividade produzida pela testemunha.

Tabela 2. Valores médios para o número de frutos comercializável (NFC), número de frutos totais (NTF), massa média de frutos comercializável (MMFC), Produtividade de frutos comercializável (PFC), a produtividade frutos totais (PFT) e altura do primeiro fruto (A1F). Mossoró-RN UFRSA, 2007.

Tratamentos	NFC (Planta)	NTF (planta)	MMFC (kg)	PFC (Mg.ha ⁻¹)	PFT (Mg.ha ⁻¹)	N	K2O
T1	26 b*	39 bc	1,17 c	38098,13 c	56401,56 c	95,7	156,8
T2	27 ab	38 c	1,21 bc	41165,63 bc	56671,25 c	95,7	362,1
T3	39 ab	50 ab	1,26 bc	60470,31 abc	78385,94 abc	226,8	156,8
T4	32 ab	46 abc	1,23 bc	49156,25 abc	70448,44 bc	226,8	362,1
T5	33 ab	48 abc	1,29 abc	52704,38 abc	77891,88 abc	226,8	690,7
T6	35 ab	51 a	1,37 ab	59448,44 abc	87112,50 ab	331,6	526,4
T7	39 ab	52 a	1,46 a	70649,06 a	94381,56 a	436,5	362,1
T8	39 ab	54 a	1,43 a	69157,81 a	97180,00 a	436,5	690,7
T9	36 ab	48 abc	1,35 ab	61168,75 ab	81259,38 ab	436,5	896,1
T10	40 a	55 a	1,32 abc	66015,00 a	89768,13 ab	567,6	690,7

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P > 0,05) pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

Os tratamentos T7 e T8 apresentaram-se superiores para todas as características analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq/FAPERN pelo financiamento desta pesquisa, Fazenda WG Agrícola LTDA e aos seus funcionários pelo apoio na instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, L. A. de. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo**. Botucatu: ESALQ, 1994. 96 p. (Dissertação de Mestrado).
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4. ed. rev. ampl., Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).
- LEITE, R. de A. **Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo de equilíbrio fósforo-enxofre na cultura de soja em amostras de dois Latossolos de Minas Gerais**. Viçosa, UFV. 1984. 87p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.
- OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes e CALDAS, Ranulfo Correa. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Rev. Bras. Frutic**: Jaboticabal v.26 n.1 abr. 2004.
- SOUZA, L. F. da; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A.M. G. **Calagem, exigências nutricionais e adubação**. In: **Mamão, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. P. 26 –34.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; MARIN, S.L.D. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: **Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro**, 2, 1988, Jaboticabal, SP. **Anais**. Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, p. 121-159, 1989.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

RESPOSTA DA CULTIVAR DE ALGODÃO BRS – SAFIRA A ADUBAÇÃO FOSFATADA

BARROS JÚNIOR, G.¹; LACERDA, R. D. DE²; SILVA, L. A. DA³;
GUERRA, H. O. C.⁴; M. L. F. CAVALCANTI⁵; J. S. PEREIRA³

¹Eng. Agron. Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG), 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285.). e-mail: barrosjunior@yahoo.com.br

²Doutorando em Engenharia Agrícola pela (UFCG).

³Gaduanda em Engenharia Agrícola pela (UFCG).

⁴Prof. Doutor, Depto. de Engenharia agrícola, UFCG/DEAG, Campina grande-PB.

⁵Prof. Dr. Departamento de Letras e Ciências Agrárias, UEPB, Campus IV

RESUMO: A cultivar de algodão SAFIRA é adaptada às condições do semi-árido, com rendimento médio de sequeiro de 1.900 kg/ha de algodão em caroço. A cor da fibra, mesmo controlada geneticamente, possui um componente ambiental, ligado ao tipo de solo, conteúdo de nutrientes presentes no mesmo e luz solar, que determina a sua manifestação fenotípica. Na constituição química do solo, além da acidez presente no mesmo, a carência de fósforo nas áreas cultivadas têm levado a redução nos seu sistema radicular, podendo induzir a queda no consumo de água e de outros nutrientes. A ausência de informações para esta cultivar, principalmente na fase inicial, levou a condução deste trabalho em casa de vegetação na Unidade Agrícola da UFCG, entre FEV. e MAR. de 2006, cultivando até os 35 DAS em solos ácido e corrigido, com e sem adição de fósforo, num delineamento de blocos casualizados e esquema fatorial 2 x 2, com quatro repetições. Estudou-se as variáveis altura de planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (DC). Através da análise estatística permitiu-se concluir que a adição de fósforo ao solo apresenta-se como fator preponderante em relação a correção da acidez na fase inicial de crescimento da cultivar.

Palavras chave: calagem, fertilidade, algodão

RESPONSE OF THE CULTIVAR COTTON BRS -SAFIRA IN FERTILIZE OF PHOSPHORUS

ABSTRACT: Colored cotton Cultivar BRS- Safira besides being adapted to the semi-arid climate it is quite productive, with medium yields on dry conditions, about 1.900 kg/ha. Although the color of the fiber is genetically controlled it depends also on the soil type, mineral nutrients content and solar radiation. With respect to the chemical constitution of the soil, besides the acidity, the lack of phosphorus on the cultivated areas reduces the root system and therefore could reduce the water and nutrient uptake. The absence of information on this matter for this cultivar, mainly in the initial phase, induced to the conduction of this work on a green house of the Agricultural Engineering Unit of UFCG, between

February and March of 2006. The experiment was conducted on randomized blocks on a 2 x 2 factorial statistical design having as treatments the acidity of the soil and the phosphorus application, with four replicates, totalizing 16 plots. After the experimental period, it was measured the plant height, number of leaves and stem diameter. The data was submitted to analysis of variance comparing the means with the Tuckey test to the 5% probability. It was found that acidity affected negatively the initial growth of the plant, when compared with the corrected soil. The addition of phosphorus favored the growth on both pH conditions.

Key-words: acidity of the soil, fertility, cotton.

INTRODUÇÃO

A cultivar BRS - SAFIRA se adaptada ao clima semi-árido sendo bastante produtiva principalmente em condições de sequeiro, com rendimento médio de cerca de 1.900 kg/ha de algodão em caroço. É quase tão antigo quanto o branco, conforme escavações no Peru que remontam a 2.500 a.C. (Gulatti & Turner, 1928). O interesse pelo cultivo de algodão colorido tem crescido e, por conseguinte, trabalhos de melhoramento com o objetivo de produzir cultivares de fibra das mais variadas cores e de boa qualidade tecnológica estão sendo realizados. A cor da fibra, apesar de controlada geneticamente, possui um componente ambiental, como tipo de solo, conteúdo de nutrientes do solo e luz solar, que determina a sua manifestação fenotípica (Kohel, 1985), (Cavalho, 2003). Geneticamente, os algodões de fibra colorida, possuem qualidades inferiores em termos de fibra, em média 10% menor do que o branco (Natural, 1992). No que se refere a fertilidade do solo, o fósforo se destaca como elemento responsável pela nutrição, e de comprovada carência nos solos cultivados da região semi-árida e que muitas vezes não é fornecido nas adubações de fundação em quantidade adequada, provocando substanciais reduções no sistema radicular, especialmente nas raízes secundárias, com redução significativa na capacidade de absorção de água e nutrientes, o que poderá ser limitante ao desenvolvimento (Malavolta, 1976); na maioria dos casos, a eficiência da absorção do fósforo incorporado ao solo está atrelada a necessidade da correção da acidez presente, uma vez que pH muito baixo, torna o fósforo, mesmo incorporado, indisponível para as plantas.

Considerando-se os aspectos agronômicos e pela ausência de informações sobre a cultivar em estudo, principalmente em sua fase inicial, é que se desenvolveu o trabalho com objetivo de avaliar os efeitos da adubação fosfatada em solo ácido e corrigido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG, Campina Grande, PB, no período de fevereiro a março de 2006, utilizando-se sementes da variedade CNPA 01-55 (BRS SAFIRA), fornecida pela EMBRAPA – CNPA. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em um esquema fatorial 2 x 2 (Tabela 1), com quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais.



Tabela 1. Distribuição do pH e da dosagem de fósforo que compõem os tratamentos

	pH		Fósforo
Solo ácido (S1)	4,9	Sem adição (P ₀)	0
Solo corrigido (S2)	7,2	Com adição (P)	0,94 g de superfosfato triplo/kg de solo

Utilizaram-se tubos de PVC com 15 cm de diâmetro, com capacidade para 3 L, os quais receberam uma tela no fundo para propiciar a drenagem quando necessária. O substrato utilizado foi um material de solo de textura franca, não salina, com as seguintes características químicas e físico-hídricas, obtidas conforme a metodologia proposta pela Embrapa (1997), descritas no Tabela 2.

Com base nos dados de análise de solo, para o respectivo tratamento S2 procedeu-se à correção da acidez, adicionando-se 0,6 g de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) por kg de solo, ao material já peneirado, ficando incubado por um período de 20 dias, tempo necessário para que ocorresse a neutralização da acidez do solo. A quantidade de hidróxido de cálcio foi calculada através do método de neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , proposto por Ribeiro et al. (1999). No tratamento com adição de fósforo, o quantitativo de 0,94 g de superfosfato triplo por kg de solo ocorreu de acordo com as recomendações de Novais (1991) para ambiente protegido. Após o solo ser previamente irrigado (elevou-se a capacidade de campo), procedendo em seguida a realização do semeio colocando-se duas sementes por vaso, de forma equidistante, a uma profundidade de aproximadamente 2 cm. Após o plantio até a germinação das sementes, fez-se irrigação a cada dois dias, utilizando-se 100 mL de água de forma a manter o substrato a região próxima as sementes com umidade suficiente para garantir a efetivação do processo. Foi realizado desbaste aos 10 dias após a semeadura (DAS), deixando-se uma planta por vaso. A coleta final se deu aos 35 DAS, quando se fizeram estudos de altura de planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (DC).

A altura foi medida do colo à base da folha mais jovem, contando as que apresentavam comprimento mínimo de 3,0 cm. A medição do caule foi feita no colo, com uso de paquímetro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 2, constituído de um solo com dois pH's diferentes (ácido e corrigido) e adubação de fundação a base de fósforo (sem adição de fósforo e com adição de fósforo) com quatro repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a análise de variância (ANAVA), aplicando o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para a comparação das médias de acordo com Ferreira (2000).

Tabela 2. Características físico-químicas do solo utilizado como substrato.

Textura			Densidade		Conteúdo de água no solo		pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	M. O.
Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas	0,01 MPa	1,5 MPa						
g kg ⁻¹			Kg dm ⁻³		g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		g dm ⁻³	
702.2	95.7	202.1	1.48	2.64	147.3	39.4	4.90	0.076	0.038	0.2	5.34	0.568

M. O. - Matéria orgânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 são apresentados os resultados das análises de variância e os dados médios obtidos para as variáveis diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas (NF) aos 35 dias após semeadura. No que se refere ao diâmetro caulinar observa-se que o mesmo foi significativamente influenciado ($p < 0,01$), tanto no que diz respeito a condição de acidez do solo, quanto pela adição de fósforo, observando-se incremento do DC na ordem de 18 e 34 %, quando comparado com as plantas cultivadas no solo ácido e não adubado, respectivamente. Situação idêntica foi observada para a altura de planta (AP), cujo aumento provocada pela correção da acidez no solo chegou a 25,4 %, sendo ainda maior nos tratamentos onde se aplicou fósforo solo, o que provocou aumento na altura das plantas da ordem de 45 %. No tocante ao número de folhas, o efeito produzido pela adição de fósforo foi extremamente significativo ($p < 0,01$), gerando um incremento de 75 % nas folhas emitidas, quando comparadas às parcelas que não receberam adubação fosfatada; observa-se ainda, que o incremento provocado pela adição de fósforo é bem superior ao produzido pela correção da acidez do solo ($p < 0,05$), cuja elevação do número de folhas não passou dos 18 %; esta condição também é descrita por Carvalho et al. (1999), que afirmam ter o fósforo um importante papel no crescimento inicial das raízes e, conseqüentemente, sobre o vigor e crescimento das plantas.

Percebe-se que, com a neutralização da acidez do solo as plantas que não receberam adição de fósforo apresentaram uma altura média 75,2 % superior as plantas que permaneceram em solo ácido, indicando haver um melhor aproveitamento destas plantas com relação ao fósforo residual presente no solo, fato este corroborado por Santos et al. (1996), que afirmam

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias para altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) em função dos tratamentos aplicados ao algodoeiro BRS-SAFIRA, ao final do experimento. Campina Grande, 2006.

Causa de variância	Quadrado Médio		
	AP	DC	NF
Acidez do solo (S)	123,7656 **	1,5625 **	4,0000 *
Adubação fosfatada (P)	435,7656 **	12,2500 **	30,2500 **
Interação (S x P)	15,0156 ^{ns}	0,2500 ^{ns}	12,2500 ^{ns}
Resíduo	2,3385	0,07292	0,45833
CV (%)	8,00	8,47	13,54
Acidez do solo (S)	Médias		
	cm	mm	nº
S ₁ (pH 4,9)	16,3125 b	2,87 b	4,50 b
S ₂ (pH 7,2)	21,8750 a	3,50 a	5,50 a
Adubação fosfatada (P)			
P ₀ (sem adição)	13,8750 b	2,31 b	3,62 b
P (com adição)	24,3125 a	4,06 a	6,37 a
dms	1,66	0,29	0,73

(*) (**) Significativos a 0,05 e a 0,01 de probabilidade respectivamente; (ns) não significativo. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ($p < 0,05$)



haver liberação de ácidos orgânicos pelas raízes quando ocorrem mudanças no pH da rizosfera, estimulando o desenvolvimento de associações simbióticas entre a microfauna do solo e as raízes, com prováveis interferências positivas na absorção do fósforo presente neste solo.

CONCLUSÕES

A correção da acidez seguida da adubação fosfatada ao solo aumentou significativamente o diâmetro do caule, a altura da planta e o número de folhas. A adição de fósforo apresenta-se como fator preponderante em relação a correção da acidez do solo na fase inicial de crescimento da cultivar de algodão BRS - SAFIRA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, L.P.; SANTOS, J.W. dos. Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração de fibras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.79-83, 2003.
- CARVALHO, O.S.; SILVA, O.R.R.F da.; MEDEIROS, J. da C. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 1023 p. il.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FERREIRA, P. V. **Estatística aplicada a agronomia**. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.: il.
- GULATTI, A. M.; TURNER, A. J. **A note on the early history of cotton**. Bombaim: Indian Central Cotton Committee, 1928. (Technical Laboratory Bulletin, 17).
- KOHEL, R. J. Genetic analysis of fiber color variants in cotton. **Crop Science**, Madison v. 25, n. 5, p. 793-797, 1985.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola**. São Paulo: Editora Ceres, 1976. 528.
- NATURAL colors of cotton. **ICAC Recorder**, Washington, v. 10, n. 4, p. 3-5, Dec. 1992.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaios em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**. Brasília: EMBRAPA. 1991. 392 p. (EMBRAPA – SEA. Documentos, 3).
- RIBEIRO, A C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG. 1999. 359p.:il.
- SANTOS, J.C.P.; KAMINSKI, J.; ERNANI, P.R.; MAFRA, A.L. **Rendimento de massa seca e absorção de fósforo pelo milho afetado pela aplicação de fósforo, calcário e inoculação com fungos micorrízicos**. Ciência Rural, v.26,n.1,p.63-7,1996.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA FINS DE IRRIGAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE TERESINA, PI.

LEAL, C. M.¹; ANDRADE JÚNIOR, A. S.²; SOUSA, V. F.²
& SILVA³, E.F.F., BASTOS, E. A.²

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, UFPI. Bolsista IC-CNPq – Embrapa Meio Norte, Teresina PI, Fone (86) 3225-1141, clarice@cpamn.embrapa.br

² Eng. Agr. Doutor em Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI.

³ Eng. Agric. Doutor em Irrigação e Drenagem. Professor Adjunto da UFRPE, Recife, PE.

RESUMO: As características geológicas da bacia sedimentar do rio Parnaíba possibilitam a formação de grandes reservas de águas subterrâneas, favorecendo o desenvolvimento de atividades econômicas como a agricultura irrigada. Águas com altos teores de sais provocam perdas na produtividade das culturas e danos ao solo. Problemas de infiltração do solo podem ocorrer devido à utilização de águas com elevadas concentrações de sódio. Objetivou-se com este trabalho realizar um levantamento das características físico-químicas relevantes na determinação da qualidade da água para fins de irrigação, em 14 municípios da microrregião de Teresina, PI. Coletaram-se amostras de águas de 270 poços georreferenciados, em duas estações secas anuais. Os resultados foram interpolados em um sistema de informações geográficas. A análise da razão de adsorção de sódio (RAS) versus a condutividade elétrica (CE) revelou potenciais problemas de infiltração em mais da metade dos municípios, sendo o município de Palmeirais o mais afetado com severas restrições, com níveis de CE < 0, 1 dS m⁻¹. Torna-se necessária a aplicação de um manejo adequado, na tentativa de mitigar as consequências sobre o uso da água para irrigação nessas áreas.

Palavras chave: salinidade, infiltração, hidrogeologia

GROUNDWATER QUALITY TO IRRIGATION IN TERESINA REGION, PIAUI STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The geological characteristics of the sedimentary Parnaíba basin river make possible the formation of great reservations of underground waters, characterizing essentials aquifers for the area, make possible the economy development, as irrigated agriculture. Waters with high concentration of salts may cause damages to the cultures, losses in the productivity and damages to the soil. The use of waters with high concentrations of sodium can cause soil infiltration problems. The goal of this work was to analyze important physical-chemistries characteristics in the determination of the water quality for irrigation, in 14 municipal districts in Teresina region, Piauí State. Samples were collected in 270 wells in two annual drought stations. The results were interpolated in system of geographical information. The



analysis between sodium adsorption ratio (SAR) and electric conductivity (EC) showed infiltration problems in most of the municipal districts. The Palmeirais district was the most affected with severe restrictions, showed levels of $EC < 0.1 \text{ dS m}^{-1}$. It's necessary to use an appropriate technique to mitigate the consequences in these areas.

Key-words: salinity, infiltration, hydrogeology

INTRODUÇÃO

Os sistemas aquíferos da região de Teresina estão localizados na bacia sedimentar do rio Parnaíba, importante unidade hidrográfica do Nordeste, de elevado potencial explorável. Esta região é parte do domínio geoambiental denominado Meio Norte do Brasil, o qual, segundo Rebouças (1997) compreende uma área de transição amazônica, com distribuição de chuvas variando entre 1000 e 2500 mm/ano, rios perenes e grandes reservas de águas subterrâneas. Tais características favorecem o desenvolvimento de diversas atividades econômicas para a região, dentre estas, a agricultura irrigada. O crescimento da irrigação privada no Nordeste vem incitando a procura por fontes alternativas de abastecimento de água, e a pequena irrigação baseada em açudes e águas subterrâneas de aluviões surge como uma das alternativas mais promitentes (Rebouças, 1997). Sob este aspecto, ressalta-se que a fruticultura irrigada vem se destacando como principal atividade do agronegócio na microrregião de Teresina.

As águas subterrâneas utilizadas na irrigação representam um importante insumo na cadeia produtiva e como sua qualidade varia no tempo e no espaço, faz-se necessária a realização de um monitoramento, a fim de que sejam evitadas perdas de produtividade pelo uso de água de má qualidade e impactos ao meio ambiente (Silva Júnior et al, 1999).

A determinação da qualidade da água implica certo grau de complexidade, porquanto envolve, além da avaliação dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e a interação da água com o solo e com a rocha, a ação do homem sobre o sistema de fluxo exercendo um papel preponderante com a introdução de novas substâncias (Vidal, 2003).

Quanto à influência de elementos naturais, Yaron (1973) enfatiza que a qualidade da água subterrânea reflete as características geomorfológicas da rocha matriz que constitui o sistema aquífero. A geomorfologia da região estudada é determinada pelo predomínio de rochas sedimentares que perfazem a bacia do rio Parnaíba, sendo constituída principalmente pela formação Poti-Piauí, além de outras como Cabeças, Pimenteiras, Pedra do Fogo, Pastos Bons e Sardinha, caracterizadas pela presença de arenitos, siltitos, folhelhos e calcários. (CPRM, 2007).

Na prática da irrigação, os principais problemas quanto ao uso da água dizem respeito à salinização, infiltração do solo e à toxicidade de alguns íons. Nesse sentido, Oliveira & Maia (1998) ressaltam que o potencial risco de salinização do solo pode ser definido segundo a determinação da condutividade elétrica da água e do pH. Da mesma forma, a razão de adsorção de sódio (RAS) (Richards, 1954) é largamente utilizada na avaliação de problemas de infiltração do solo devido ao uso da água.

Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento das características físico-químicas relevantes na determinação da qualidade da água para fins de irrigação, em 14 municípios pertencentes à microrregião de Teresina, PI.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se entre as latitudes 04°20'00"S e 06°10'00"S e as longitudes 42°13'00"W e 43°06'00"W, abrangendo 14 municípios da microrregião de Teresina, Piauí. Utilizou-se a base de dados dos poços públicos e particulares cadastrados pelo Serviço Geológico do Brasil. A partir dessa base, os pontos de monitoramento foram escolhidos de forma a constituir uma amostra espacial regularmente distribuída por toda a área de estudo.

Foram realizadas duas amostragens anuais, uma no período seco de 2004 (E1) e outra no período seco de 2005 (E2), em 270 poços públicos e particulares georreferenciados na microrregião. As variáveis pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), condutividade elétrica (CE), razão de adsorção de sódio (RAS), sódio (Na) e cloretos (Cl) foram avaliadas no Laboratório de Água e Solo, da Embrapa Meio Norte, conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Os resultados das análises foram tabulados e a partir das coordenadas dos poços foram incorporados a um sistema de informações geográficas (Spring). Uma grade retangular foi gerada a partir dos pontos amostrais, onde se utilizou a média ponderada como interpolador. Para o refinamento das grades geradas, um segundo interpolador foi aplicado, o bicúbico. Os mapas temáticos foram constituídos através do fatiamento em classes de restrição de uso para irrigação, segundo as recomendações de Ayers & Wetscot (1991) (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de restrição de uso da água na irrigação.

Problema Potencial	Graus de restrição de uso			
	Nenhuma	Moderada	Severa	
Salinidade				
CE (dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0	
Infiltração (RAS x CE)		CE		
RAS ¹ (mmol _c L ⁻¹)	0 - 3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
	3 - 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
	6 - 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
	12 - 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
	20 - 40	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toxicidade (irrigação por aspersão)				
Na (mmol _c L ⁻¹)	< 3,0	> 3,0		
Cl (mmol _c L ⁻¹)	< 3,0	> 3,0		
pH	Faixa normal: 6,5 a 8,4			

Fonte: Ayers & Wetscot (1991).

¹ Razão de Adsorção de sódio, obtida através da equação: $Na/[(Ca+Mg)/2]^{1/2}$ (Richards, 1954);



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de CE revelaram a ocorrência de baixos níveis de salinidade na maioria dos municípios, ressaltando-se apenas que em parte dos municípios de União, nas épocas E1 e E2, e Teresina, na época E2, foram obtidos valores de CE acima do limite, o que restringe moderadamente a prática da irrigação nestas regiões. Por outro lado, de acordo com os mapas resultantes da análise conjunta da RAS com a CE (Figura 1), em ambas as épocas, foi diagnosticado o risco quanto a problemas de infiltração do solo em mais da metade da região de estudo, mais precisamente nas regiões em que foram registrados valores inferiores de CE, porção norte, central e sul. O município de Palmeirais foi o mais afetado com severas restrições de uso da água na irrigação, apresentando níveis ínfimos de CE ($< 0,1$ dS/m), fator este agravante ao risco de sodicidade (Ayers & Wetscot, 1991).

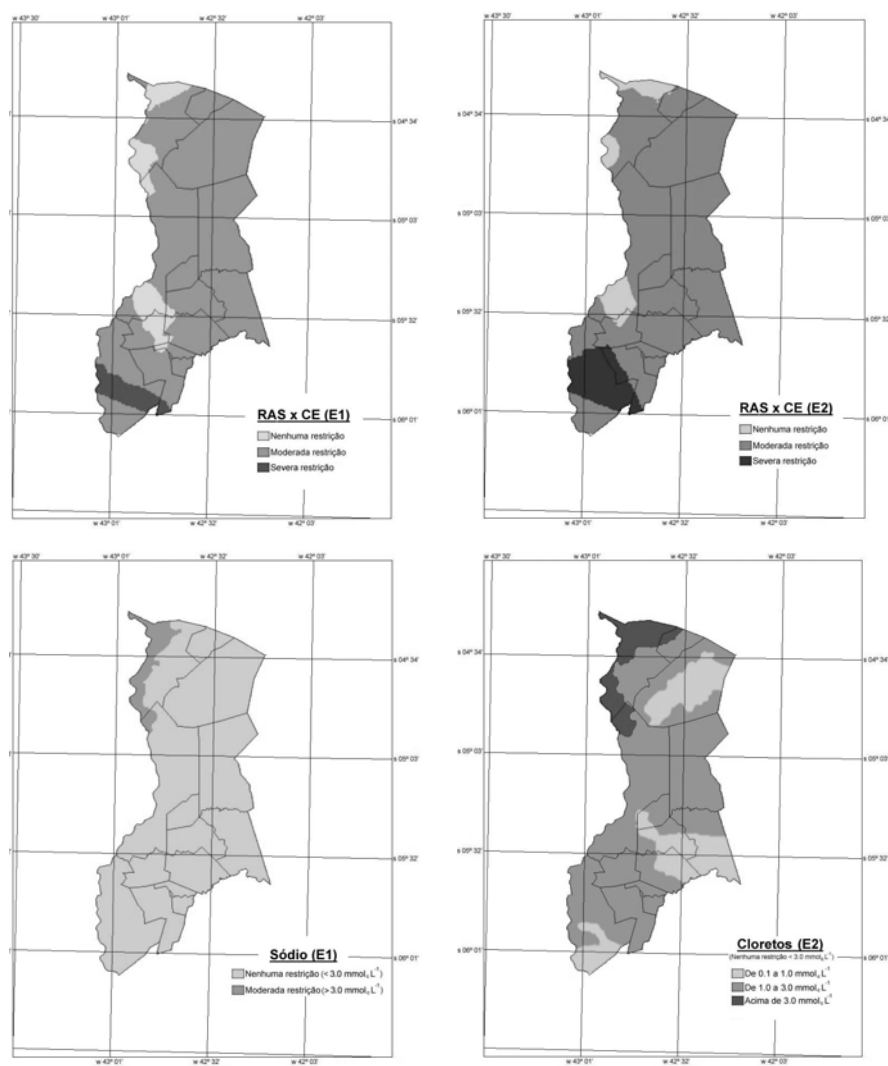


Figura 1. Mapas de RAS x CE, Na e Cl nas épocas de coleta (E1 e E2).

Quanto ao pH, houve predominância de águas neutras a alcalinas na porção centro-norte da região, com variações entre 6,5 e 8,0, na época E1, e de 6,5 a 8,4, na época E2. Menciona-se, porém que os municípios de Palmeirais, São Pedro e Curralinhos apresentaram valores ácidos de pH consideráveis, que variaram entre 3,0 e 6,5, na época E1, e de 3,8 a 6,5, na época E2, regiões em que, também, foram constatados baixos níveis de CE. Tal fato corrobora com as observações de Ayers & Wetscot (1991), quando citam que águas de baixa salinidade podem apresentar valores de pH fora do normal, podendo essa acidez provocar desequilíbrios nutricionais para as culturas e corrosão de equipamentos de irrigação.

Em ambas as épocas, moderadas restrições concomitantes para íons Na e Cl foram obtidas ao norte da região, principalmente nos municípios de União e Teresina, confirmando os elevados resultados de CE obtidos nestas regiões. Uma pequena porção do município de Lagoa Alegre, também, apresentou valores de Cl acima do limite permitido durante a época E2 (Figura 1).

De acordo com Ayers & Wetscot (1991), elevados teores de Cl e Na podem ser tóxicos para diversas culturas sensíveis a estes elementos, podendo a irrigação por aspersão ocasionar problemas de queimaduras das folhas e conseqüentes perdas na produtividade. É necessário, pois, analisar que tais problemas poderão ser agravados pelas elevadas temperaturas e baixa umidade do ar durante o período seco, quando a elevada taxa de evapotranspiração das plantas concentra mais rapidamente estes elementos nas superfícies foliares. A presença abundante do íon Na poderá acarretar, além dos citados problemas de toxicidade, a redução na permeabilidade do solo devido ao efeito dispersante deste elemento quando se encontram em maiores proporções em relação aos níveis de Ca e Mg.

CONCLUSÕES

As águas subterrâneas da microrregião de Teresina, Piauí, são de boa qualidade para a prática da irrigação, não apresentando maiores riscos de salinidade e toxicidade. Há a necessidade de aplicação de um manejo adequado nas áreas em que foi diagnosticado o risco de sodicidade, através de tratamentos químicos ou físicos, na tentativa de mitigar as conseqüências sobre o uso da água para irrigação nestas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S., WETSCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Piauí**. Disponível em < <http://www.cprm.gov.br> >. Acesso em 06/06/2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p.



- OLIVEIRA, M. DE O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p.17-21, 1998.
- REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Revista do Instituto Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, nº 29, p. 127-154, 1997.
- RICHARDS, L.A. (ed.) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. **Agriculture Handbook**, 60.
- SILVA JÚNIOR, L.G. DE A.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; Composição química de águas do cristalino do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.11-17, 1999.
- VIDAL, C. L. R. Disponibilidade e gerenciamento do aquífero Serra Grande no município de Picos, PI. São Paulo: USP, 2003. 194p. Tese Doutorado
- YARON, B. Water suitability for irrigation. In: Yaron, E.; Danfors, E.; Vaadid, Y. (eds.). **Arid zone irrigation**, Berlin: Springer-Verlag, 1973. p.71-85. Ecological Studies, 5.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DE ÁGUAS USADAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE CONGO-PB

MENDES, J. S.¹; CHAVES, L. H. G.² & CHAVES, I. B.³

¹Mestranda do PPG Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. Apoio financeiro: CAPES E-mail: jacmendes@hotmail.com

²Professora Titular da UAEEA/CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970.

³Professor Associado do DSER/CCA/UFPB. Campus II, Areia, PB, CEP 58397-000.

RESUMO - A pesquisa teve por objetivo avaliar a qualidade de águas usada para o consumo humano em áreas agrícolas de região de Congo, Estado de Paraíba, Brasil. As amostras de água foram coletadas no açude Cordeiro, em poços e em rio, em dois períodos do ano, chuvoso (maio/2006) e período seco (dezembro/2006). Os parâmetros medidos foram: pH, CE, Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, Fe, alcalinidade e dureza total, seguindo a metodologia descrita em APHA (1998). A CE e outras características químicas aumentaram no período seco, com exceção do pH cuja variação foi pequena. A composição química de todas as águas foi semelhante, sendo predominantemente cloretadas e sódicas, em ambos os períodos, exceto as águas de baixa salinidade, que tiveram concentrações superiores de bicarbonatos. Em termos médios, tanto no período chuvoso, quanto no período seco, as águas dos poços apresentaram-se mais salinas que as águas do açude e do rio. De acordo com os resultados do pH, cátions e ânions, mais de 60% das águas coletadas, em ambos os períodos deste estudo, foram consideradas próprias para o consumo humano.

Palavras chaves: caracterização da água, região Nordeste, aspectos químicos.

QUALITY OF WATERS USED FOR HUMAN CONSUMPTION IN RURAL COMMUNITIES OF THE MUNICIPAL DISTRICT OF CONGO-PARAÍBA

ABSTRACT. The research was carried out to evaluate the quality of waters used for the human consumption in agricultural areas of Congo region, Paraíba State, Brazil. The water samples had been collected in Cordeiro dam, in wells and in river, in two periods of the year, rainy (May/2006) and dry period (December/2006). The parameters that were measured are: pH, CE, Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, Fe, alkalinity and total hardness, following the described methodology in APHA (1998). The CE and other chemical characteristics increased in the dry period, except pH, whose variation was small. The chemical composition of all waters was similar being, predominantly, chloride and sodic, in both periods, except waters of low salinity, which had relatively high bicarbonate concentrations. In average terms, as much in the rainy period as in the dry period, the waters of the wells presented more salt



than the waters of the dam and river. In agreement with pH, cations and anions results, more than 60% of the collected waters, in both periods of this study, were considered adequate for the human consumption.

Key-words: characterization of the water, Northeast region, chemical aspects.

INTRODUÇÃO

Durante séculos a humanidade considerou a água como um recurso inesgotável e utilizou-a de forma predatória e insustentável. Na atualidade a água representa um recurso vital para o desenvolvimento, tanto em quantidade como em qualidade, tornando-se um dos principais fatores limitantes ao crescimento social e econômico, em regiões do mundo, onde já se faz sentir sua escassez.

O Semi-Árido Nordeste caracteriza-se por temperaturas elevadas, e chuvas relativamente escassas e irregulares distribuídas em 3 a 6 meses do ano, e um potencial de evaporação que supera em muito as alturas da precipitação. No ambiente semi-árido, os reservatórios estão submetidos a processos de evaporação elevada que causam concentrações de sais, deteriorando a qualidade da água, particularmente, para consumo humano. Além disto, a escassez de água de boa qualidade em áreas agrícolas, também está diretamente relacionada à forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de lavouras, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes e à falta de tratamento dos dejetos animais e humanos. Assim, a utilização de águas superficiais e subterrâneas para consumo humano nestas áreas, deve ser feita de maneira criteriosa, para evitar riscos à saúde dos consumidores. Devido a esses vários fatores, é importante a obtenção sistemática de informações quanto à qualidade das águas, uma vez que qualquer ação sobre os recursos hídricos não pode ser eficientemente planejada e implementada sem a disponibilidade de dados adequados e confiáveis.

No município de Congo, inserido na região semi-árida paraibana, cuja principal fonte de renda é a agricultura, há um contingente populacional, que, por viver na zona rural, onde não há abastecimento com água de boa qualidade, está à mercê da qualidade das águas de outras fontes utilizadas para o seu consumo. Neste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade destas águas para o consumo humano, em duas épocas do ano, fornecendo assim, um quadro diagnóstico da situação atual deste recurso no município.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Congo, no Estado da Paraíba, localiza-se na microrregião do Cariri Ocidental e sua sede municipal tem como coordenadas geográficas a latitude de 7°47'48" S e a longitude de 36°39'34" W. O clima, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Bsh: semi-árido quente, com precipitações médias anuais em torno de 400 mm.

Durante o período de estudo foram efetuadas duas coletas de amostras de água, sendo a primeira realizada no mês de maio de 2006 (período chuvoso), e a segunda no mês de dezembro do mesmo ano (período seco).

As coletas de água foram realizadas em poços amazonas e tubulares, açudes e em rios, totalizando 18 pontos de amostragem de água. Após o procedimento de coleta da água, as garrafas foram identificadas, acondicionadas em caixas térmicas com gelo e enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEAg/CTRN/UFCG onde foram determinadas as seguintes características: pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cloreto (Cl), carbonato (CO_3), bicarbonato (HCO_3), ferro (Fé), sulfato (SO_4), Alcalinidade e Dureza total. O comportamento das variáveis da água foi avaliado por meio das seguintes medidas descritivas: máximo, mínimo, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV).

As águas foram classificadas quanto à conveniência para o consumo humano conforme a Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 e a Portaria do Ministério da Saúde N° 518 de 25 de março de 2004. Quando o parâmetro não era referenciado nesta resolução e/ou portaria, foram usadas as referências da Organização Mundial de Saúde (OMS) (1999)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas amostras de água coletadas nos períodos chuvoso (maio/06) e seco (dezembro/06), o pH variou de neutro para alcalino (7,0 a 8,34; e de 7,0 a 8,54) com valores médios de 7,54 e 8,03 nos períodos chuvoso e de seca, respectivamente (Tabela 1). De acordo com a Resolução CONAMA que considera os valores de pH da água de 6 a 9,5 como sendo normais para o consumo humano, pode-se dizer que as águas coletadas em todas as fontes tiveram pH adequado.

Verifica-se que no período chuvoso os valores de CE das águas provenientes das diversas fontes foram menores (Tabela 1) devido, provavelmente, ao efeito de diluição pelas águas das chuvas. No período seco houve um aumento gradual da CE ocasionado pela concentração de sais decorrente da diminuição das precipitações pluviométricas e do aumento da evaporação de água na região, ocorrido durante uma amostragem e outra. Levando em consideração os tipos de fontes, verificou-se que, nos dois períodos de coleta, as águas dos poços tubulares são mais salinas do que aquelas dos poços amazonas, e estas por sua vez, mais do que as águas de açudes, corroborando com os resultados de Medeiros (1992).

Tabela 1. Medidas descritivas para o pH, condutividade elétrica (CE), Alcalinidade Total (AT), Dureza Total (DT) e Ferro (Fe) correspondentes às amostras de água coletadas em diferentes fontes de água e em dois períodos

Medidas	Período									
	Chuvoso					Seco				
	pH	CE	Alcalinidade Total	Dureza Total	Ferro	pH	CE	Alcalinidade Total	Dureza Total	Ferro
		dS m^{-1}	mg L^{-1}	mg L^{-1}	mg L^{-1}		dS m^{-1}	mg L^{-1}	mg L^{-1}	mg L^{-1}
Máximo	8,34	2,60	482,50	490,00	1,58	8,54	4,22	558,50	624,38	4,68
Mínimo	7,00	0,06	16,00	20,63	0,07	7,00	0,09	9,00	36,25	0,15
Média	7,54	0,95	183,22	206,32	0,31	8,03	1,20	215,66	234,69	0,84
Desvio										
Padrão	0,39	0,89	132,14	152,54	0,37	0,35	1,06	141,88	146,72	1,32
CV (%)	5,19	93,79	72,12	73,93	120,50	4,36	88,63	65,79	62,52	156,41



Considerando que o valor máximo permissível da alcalinidade total em águas para consumo humano recomendada pela OMS (1999) é de 400 mg L^{-1} , nos períodos deste estudo, mais de 80% das águas analisadas possuíram valores de alcalinidade total dentro dos normais (Tabela 1). Entre as duas épocas de amostragem, verificam-se maiores valores durante a estiagem, conferindo maior capacidade de tamponamento às águas durante este período.

De acordo com o que estabelece a Portaria do Ministério da Saúde em relação aos valores limites da dureza na água utilizada para consumo humano (500 mg L^{-1}), pode-se dizer que todas as amostras de água coletadas no período chuvoso e 93,75% das amostras coletadas no período seco são consideradas próprias para o consumo. Isto porque a dureza total das amostras de água variou de 20,63 a 490 mg L^{-1} , com média de $206,32 \text{ mg L}^{-1}$ (período de chuva) e de 36,25 a $624,38 \text{ mg L}^{-1}$, com média de $234,69 \text{ mg L}^{-1}$ (período de seca) (Tabela 1). O aumento no período de estiagem pode ter sido proporcionado pelo aumento do teor dos sais de carbonatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio como consequência da evaporação das águas. As águas duras têm sabor desagradável e podem causar efeitos laxativos no homem.

A concentração de ferro em águas para consumo humano recomendada pela Resolução CONAMA e pela Portaria do MS é de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$; no período chuvoso mais de 70% das águas analisadas possuíram valores deste elemento dentro dos normais. No entanto, no período seco, 62,5% destas águas apresentaram valores acima do padrão proposto pela resolução (Tabela 1).

O íon sódio predominou entre os cátions presentes nas águas, nos dois períodos de coleta (Figura 1). Em uma seqüência decrescente, os teores médios dos cátions nas águas foram de $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K}$, corroborando com Medeiros (1992) sobre a composição de águas da região semi-árida nordestina. Em relação às épocas de amostragem, tem-se que os teores de cátions aumentaram nas amostras das águas coletadas no período seco, sem, contudo, terem sido significativos (Figura 1), com exceção dos teores de K nas águas de açude. Também, com exceção do íon K, há maior concentração de cátions nas águas dos poços tubulares, tanto no período chuvoso quanto no período seco.

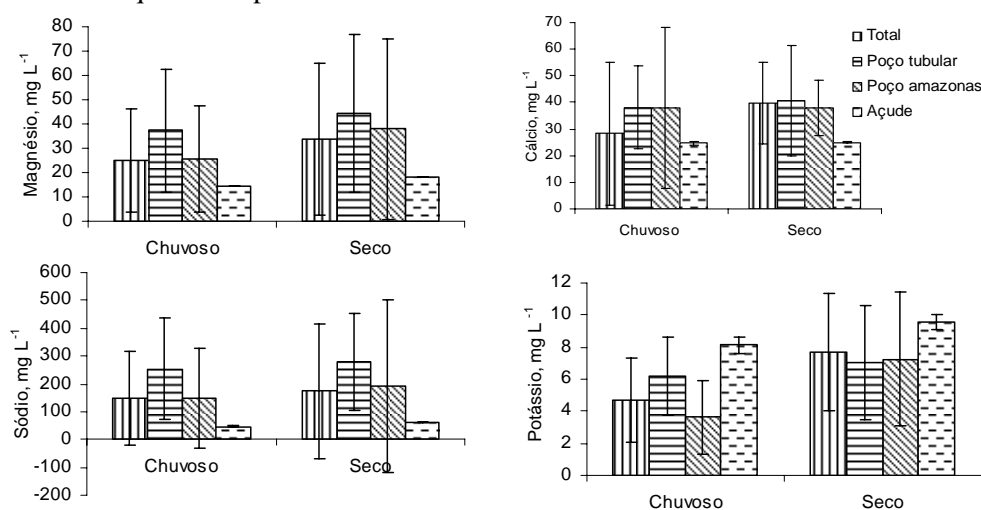


Figura 1. Concentrações médias de cátions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco

De acordo com o que é estabelecido pela OMS (1999) pode-se dizer que em relação aos cátions Ca, Mg e K, as águas coletadas nos dois períodos do ano, são consideradas próprias para o consumo humano. Com respeito ao íon Na^+ , a Portaria do Ministério da Saúde recomenda um valor máximo permissível de 200 mg L^{-1} , assim sendo, 77,7% (período chuvoso) e 81,3% (período seco) das águas apresentaram concentrações abaixo dos limites, sendo o seu uso recomendado para consumo humano.

Em relação aos ânions, o íon cloreto (Cl^-) é o que predomina entre os ânions presentes nas águas, tanto no período chuvoso como no período seco (Fig. 2). Em uma seqüência decrescente, considerando os teores médios dos ânions, tem-se $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$ nos dois períodos deste estudo, corroborando com Medeiros (1992) para a composição aniônica de águas da região semi-árida. Assim como ocorreu com os cátions, considerando as diferentes fontes de água, em geral, as maiores médias dos teores dos ânions, também foram encontradas nas águas dos poços tubulares para os dois períodos em estudo (Figura 2).

De acordo com o que estabelece a Resolução do CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde em relação aos valores limites dos ânions (Cl^- e SO_4^{2-}) presentes nas águas utilizadas para consumo humano e com base nos resultados das análises das águas coletadas nos dois períodos, pode-se dizer que em relação ao cloreto, 16,7% (período chuvoso) e 37,5% (período seco), apresentaram-se acima dos limites estabelecidos pela resolução. Vale salientar que os cloretos não são nocivos ao homem, apenas conferem gosto salgado à água quando em concentrações em torno de 250 mg L^{-1} , o que a faz ser rejeitada pelo consumidor.

As amostras de água coletadas no período chuvoso não apresentaram problemas em relação ao íon sulfato, no entanto, em uma delas, coletada no período seco, o teor deste íon esteve acima do valor permissível para consumo (250 mg L^{-1}), provavelmente, por receber contribuições de poluentes urbanos.

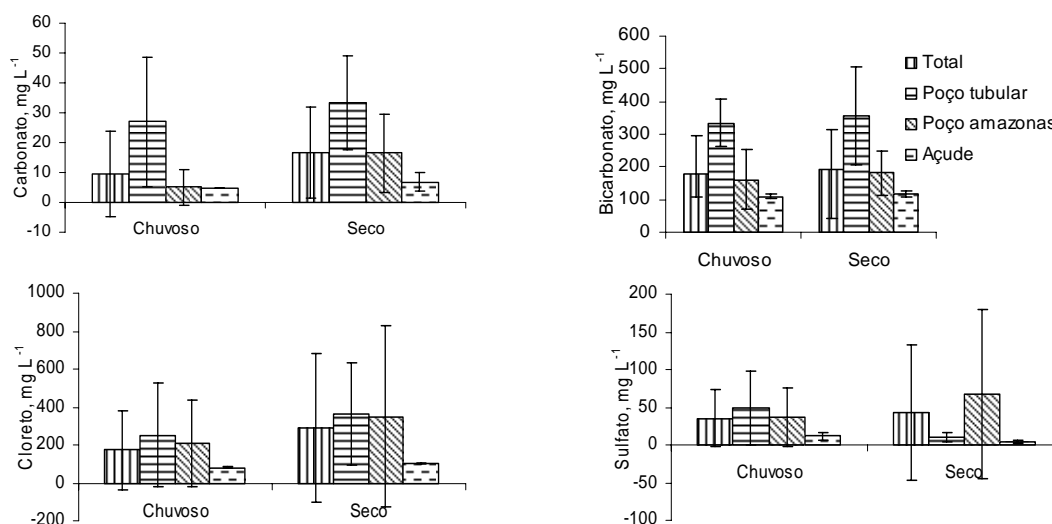


Figura 2. Concentrações médias de ânions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco



CONCLUSÕES

Os valores de pH, CE, cátions, ânions, dureza, alcalinidade e ferro total da água aumentaram no período seco. A composição química de todas as amostras de água foi predominantemente cloretadas e sódicas, nos dois períodos de coleta, sendo as águas dos poços mais salinas que as águas do rio e do açude. Mais de 60% das amostras de água coletadas, em ambos os períodos, foram consideradas próprias para o consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAMA. 2005. **Resolução N°357, de 17 de março de 2005**. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>>

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE**. Campina Grande, 1992.163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Portaria N° 1469, de 29 de dezembro de 2000**. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/CT-SAM/Portaria_MS_1469-00.pdf>

OMS. Organization Mundial de la Salud. 1999. **Guias para la calidad del agua potable**. 2ed.v.1.Genebra,.

SUDEMA- **Monitoramento dos reservatórios de consumo humano**. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br/servicos.monitoramento.shtml>>



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

RENDIMENTO DA PRODUÇÃO DA ALFACE SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA UTILIZANDO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROTUBOS

**GOMES FILHO, R. R.¹; GONÇALVES, F. B.²; CARVALHO, C. M. DE³,
SOUSA, A. E. C.³; COSTA, F. V. DA⁴ & OLIVEIRA, J. E. DE¹**

¹Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof., FATEC Limoeiro do Norte.

²Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

³MSc. em Irrigação Drenagem, Prof. FATEC Sobral

⁴Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral, e-amil:
vascoc21@yahoo.com.br

RESUMO: Este trabalho visa avaliar o desenvolvimento da alface cultivada em vasos, variando a adubação proveniente de fontes orgânicas (esterco bovino e adição de cinzas), utilizando irrigação localizada por microtubos. O experimento apresentou oito tratamentos variando de acordo com a quantidade de adubo bovino e cinzas dentro dos vasos e cinco repetições. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 5. A produtividade média oscilou em relação à adição de matéria orgânica de origem animal, proporcionando maior peso para as plantas que utilizaram a adubação sem cinzas. Os resultados relacionados ao desenvolvimento da alface mostraram melhor média no que se refere aos fatores de fitomassa para o tratamento T₇C₀. Entretanto as médias encontradas relacionadas à massa seca mostraram-se muito próximas, tanto entre tratamentos que utilizaram cinzas como os que não utilizaram. A adubação com a adição de cinzas mostrou-se desfavorável ao desenvolvimento da alface com relação à quantidade de cinzas utilizada no experimento, pois a adição de cinzas aumentou o pH, podendo ter dificultado a disponibilidade de nutrientes para a planta, causando redução no seu desenvolvimento.

Palavras chave: *Lactuca sativa* L., fitomassa, matéria orgânica.

INCOME OF THE PRODUCTION OF THE SUBMITTED LETTUCE THE DIFFERENT LEVELS OF ORGANIC FERTILIZATION USING SYSTEM OF IRRIGATION FOR MICROTUBOS

ABSTRACT: This work aims at to evaluate the development of the lettuce cultivated in vases, being varied the fertilization proceeding from organic sources (esterco bovine and leached ashes addition), using irrigation located for micropipes. The experiment in accordance with presented eight treatments



varying the amount of bovine seasoning and leached ashes inside of the vases and five repetitions. The adopted experimental delineation entirely was casualizado in factorial project 8 x 5. The average productivity oscillated in relation to the addition of organic substance of animal origin, providing bigger weight for the plants that had used the fertilization without leached ashes. The results related to the development of the lettuce had shown better average as for the factors of fitomassa for treatment T7C0. However the related joined averages to the dry mass had revealed very next, as much between treatments that had used leached ashes as the ones that they had not used. The fertilization with the leached ashes addition revealed favorable to the development of the lettuce with regard to the amount of leached ashes used in the experiment, therefore the leached ashes addition increased pH, being able to have made it difficult the availability of nutrients for the plant, causing reduction in its development.

Key words: *Sativa Lactuca* L., fitomassa, would materia organic.

INTRODUÇÃO

A alface é uma das hortaliças mais consumidas no mundo, a mesma é cultivada em pequenas áreas e é favorecida pela adubação orgânica por proporcionar boas condições para o desenvolvimento da cultura. Por ser uma hortaliça consumida crua existe a preocupação com a forma de cultivar a mesma, pois com a necessidade de se consumir produtos saldáveis a cada dia procura-se alimentos cultivados de forma orgânica, com ausência de produtos químicos. A produção orgânica encontra-se difundida nos mais variados agropolos: Ibiapaba, Cariri, região Metropolitana, Inhamuns, Litoral Leste e Oeste, onde se destaca entre outras as hortaliças (SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ, 2006).

Segundo Holanda (2003), a adubação orgânica traz benefícios como: melhoramento das condições físicas do solo; aumento da retenção de água no solo; diminuição das perdas de solos por erosão além de fornecer nutrientes as plantas.

A adubação orgânica, especialmente com esterco animal, é altamente benéfica à cultura de raízes delicadas e exigentes quanto ao aspecto físico do solo (FIGUEIRA, 2000), segundo o mesmo autor é recomendada a aplicação de 40 a 60 Mg ha⁻¹ de esterco de curral curtido ou a quarta parte dessa quantidade de esterco de galinha para o bom desenvolvimento da alface.

As cinzas de madeira é um material rico em potássio, que pode ser testado na mistura com outros produtos naturais, para controle de pragas e até algumas doenças.

Para o Nordeste, assim como para regiões que apresentam irregularidades pluviométricas, o cultivo de hortaliças se mostra inviável, tendo como solução a prática da irrigação, proporcionando a otimização no desenvolvimento de determinadas culturas. Diante do exposto acima, este trabalho visa avaliar a produção da alface (*Lactuca sativa* L.) tipo crespa cultivada em vasos, variando a adubação proveniente de fontes orgânicas, em diferentes proporções de esterco bovino e adição de cinzas, utilizando irrigação localizada do tipo gotejamento por microtubos, sendo os emissores dimensionados de acordo com a pressão no início dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, Campus CIDAO, localizada na zona norte do Estado do Ceará, sob

coordenadas geográficas de 3°41'03" de latitude sul, 40°20'24" de longitude oeste Greenwich e altitude aproximada de 70 m.

A área apresentava 30 m², sendo 6 m de comprimento e 5 m de largura, apresentando uma leve declividade, no entanto, para evitar maiores problemas de desuniformidade em relação à distribuição de água pelo sistema, foram feitos canteiros os quais foram nivelados. No experimento foram utilizados 40 vasos plásticos com capacidade para 15 L, os quais foram preenchidos com solo e adubo de origem orgânica. Após o preenchimento dos vasos, o solo foi molhado durante dois dias visando o transplante das mudas oriundas de sementes convencionais de alface (*Lactuca sativa* L.) variedade crespa. A irrigação utilizada foi do tipo localizado por microtubos, com um emissor por vaso, operando com uma pressão variando de acordo com a pressão no início do microtubo, localizado na linha lateral, com vazão nominal de 2,0 L h⁻¹. O sistema funcionava apenas utilizando a força da gravidade.

O experimento apresentou oito tratamentos (Tabela 1) variando de acordo com a quantidade de adubo bovino e cinzas dentro dos vasos e cinco repetições. Cada unidade experimental foi formada por um recipiente com uma planta. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 5.

Neste trabalho foi calculada a produção que foi levada ao laboratório de solos da Faculdade de Tecnologia CENTEC - Sobral e pesada utilizando uma balança de precisão digital e anotada a massa fresca comercial de cada planta submetida a seu respectivo tratamento, após obter a massa fresca as plantas foram levadas para uma estufa, onde as mesmas ficaram até desidratar, para a obtenção da massa seco. Com os dados obtidos em campo, foi realizada a análise de variância para cada variável através do software "SISVAR 4.6", sendo selecionado o modelo de melhor nível de significância.

Tabela 1: Tratamentos testados, resultantes da combinação entre esterco bovino e cinzas.

SIMBOLOGIA	TRATAMENTOS
T ₁ C ₀	1,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₂ C ₁	1,5 L de esterco bovino com cinzas
T ₃ C ₀	2,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₄ C ₁	2,5 L de esterco bovino com cinzas
T ₅ C ₀	1,0 L de esterco bovino sem cinzas
T ₆ C ₁	1,0 L de esterco bovino com cinzas
T ₇ C ₀	3,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₈ C ₁	3,5 L de esterco bovino com cinzas



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 a seguir são apresentados os dados obtidos em campo da produção da massa fresca e massa seca da alface nos diferentes tratamentos em estudo.

A produtividade média oscilou em relação à adição de matéria orgânica de origem animal, proporcionando maior peso para as plantas que utilizaram a adubação sem cinzas de acordo com a Figura 1.

Os resultados relacionados ao desenvolvimento da alface mostraram melhor média no que se refere aos fatores de fitomassa para o tratamento T₇C₀ (3,5 L de esterco sem cinzas). O aumento da produtividade da hortalíça em função do aumento da adubação orgânica é fato citado por Porto (1999), o qual encontrou o maior número de folhas por planta de alface de acordo com a maior quantidade de esterco aplicado dentro de seu experimento. Porém o tratamento T₅C₀ (1,0 L de esterco sem cinzas) mostrou melhor desempenho comparado aos tratamentos T₁C₀ (1,5 L de esterco sem cinzas) e T₃C₀ (2,5 L de esterco sem cinzas). Entretanto as médias encontradas relacionadas à massa seca mostraram-se muito próximas, tanto entre tratamentos que utilizaram cinzas como os que não utilizaram. A baixa produtividade obtida pelas plantas submetidas aos tratamentos que tinham em sua composição cinzas, pode ter sido ocasionada pelo valor muito alto de pH, proporcionando alta alcalinidade do solo, tornando baixa a disponibilidade de alguns nutrientes, fato citado por Melo *et al.* (1983).

Tabela 2: Dados obtidos no experimento.

Tratamentos	Peso Fresco (g planta ⁻¹)	Peso Seco (g planta ⁻¹)
T ₁ C ₀	130,112	9,272
T ₂ C ₁	51,058	3,618
T ₃ C ₀	125,988	9,008
T ₄ C ₁	79,888	7,580
T ₅ C ₀	126,624	9,124
T ₆ C ₁	79,838	4,760
T ₇ C ₀	163,204	12,320
T ₈ C ₁	101,376	5,380

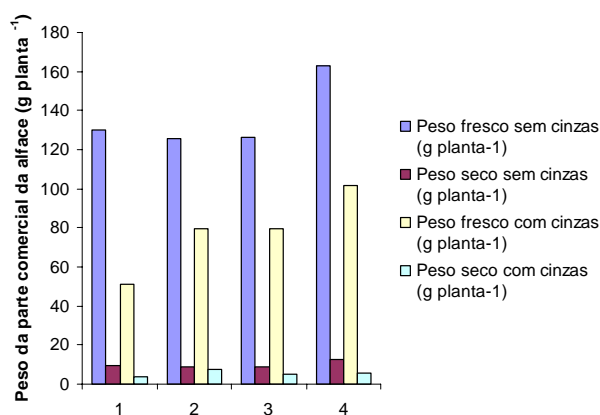


Figura 1. Relação entre as médias dos tratamentos (com e sem cinzas) observados, peso fresco e seco da alface.

CONCLUSÃO

Conclui-se que: Entre os tratamentos onde houve apenas a variação do esterco observou-se um melhor resultado no que se refere ao desenvolvimento da alface para a maior quantidade de esterco adicionada; A adubação com a adição de cinzas mostrou-se desfavorável ao desenvolvimento da alface com relação à quantidade de cinzas utilizada no experimento; A adição de cinzas aumentou o pH de forma significativa, podendo ter dificultado a disponibilidade de alguns nutrientes para a planta, causando redução no seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIGUEIRA, Fernando Antônio Reis. Novo Manual de Olericultura: **Agrotecnologia na produção e comercialização de hortaliças** – Viçosa: UFV, 2000.
- HOLANDA, F. J. N. **Uso e Manejo dos Recursos Naturais do Semi-Árido**. Fortaleza, 2003. 25p.
- MELO, F. de A. F. de, **Fertilidade do Solo**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983. p. 60.
- PORTO, V. C. N.; *et alii*. **Fontes e doses de matéria orgânica na Produção de alface**. Caatinga, Mossoró-RN, dez. 1999.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ-SEAGRI. **Agricultura orgânica**. Disponível em: <http://www.seagri.gov.br>. Acesso em: 10 de maio 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE ASPERSÃO FIXO EM PASTAGEM

GOMES, F. H. T.¹; REBOUÇAS, M. DE O.¹; PIÑERO, S. R.²;
LOPES, J. W. B.²; BEZERRA, F. M. L.³ & CÂNDIDO, M. J. D.⁴

¹Estudante de Graduação de Agronomia, Bolsista PET-Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977, Campus do Pici. 60.356-001, Fortaleza, Ceará, fhenriquetg@bol.com.br

²Estudante de Graduação de Agronomia, UFC, Fortaleza, Ceará

³Prof. Associado I, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará

⁴Prof. Adjunto, Departamento de Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará

RESUMO: A avaliação da irrigação permite verificar erros e falhas com vistas à melhoria da qualidade da irrigação. Então, este trabalho foi realizado na UFC e objetivou-se avaliar a uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação em sistema de irrigação por fixo em malha, através do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de aplicação (CUA) (sugerido pelo serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos), eficiência de irrigação (EI), perdas de distribuição de água (PDA) e eficiência de aplicação em potencial (EAP). Os resultados mostraram baixa uniformidade e eficiência, com CUC e CUA em torno de 69,25% e 49,18%, respectivamente; com EI igual a 35,43% e EAP a 29,70%. Esses resultados podem ser atribuídos principalmente à alta e desuniforme velocidade de rotação dos aspersores e às variações na vazão entre os aspersores. A velocidade do vento não teve significativa interferência na irrigação. Dessa forma, recomenda-se realizar o redimensionamento do sistema de irrigação.

Palavras chave: irrigação, uniformidade, distribuição superficial

PERFORMANCE OF PERMANENT SPRINKLE IRRIGATION SYSTEM IN PASTURE

ABSTRACT: The evaluation of irrigation allows to verify errors and imperfections for improve quality of irrigation. Then, this work was carried out in UFC and aimed at evaluating the water distribution uniformity and the application efficiency in system of permanent sprinkle irrigation system, through Christiansen Uniformity Coefficient (CUC), Application Uniformity Coefficient (AUC), Irrigation Efficiency (IE), Other losses and Potential Application Efficiency (PAE). Results showed low uniformity and efficiency, CUC and AUC was around 69,25% and 49,18%, respectively; EI equal 35,43% and EAP equal 29,70%. These results can be attribute mainly to the low uniformity and high rotation speed of sprinkler and flowrate variation between sprinkler. The wind speed has not affected in irrigation performance. Therefore the system needs to be redesigned to comply with irrigation standards.

Key-words: irrigation, uniformity, superficial distribution

INTRODUÇÃO

A irrigação por aspersão é um dos métodos mais usados nas últimas décadas no Brasil, necessitando ser avaliado após a implantação. O coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais parâmetros utilizados.

O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) adota o desvio médio absoluto como medida de dispersão. Segundo Rocha et al. (1999), esse coeficiente é um dos mais conhecidos e, pela sua simplicidade, um dos mais utilizados, com valor mínimo aceitável de 80%.

O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) é definido como a medida da distribuição da água que relaciona a quarta parte da área irrigada total, que recebe menos água, com a lâmina média aplicada. Sua origem é creditada ao SCSUSDA, por quem é denominada de eficiência padrão.

Vieira (1986) cita que a eficiência potencial de aplicação pode ser determinada pela razão entre a média das 25% menores precipitações e a lâmina bruta aplicada durante a irrigação. De acordo com Grassi (1984), a eficiência de aplicação de água varia entre valores tão baixos, como 35% e tão elevados como 75%.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a uniformidade de distribuição superficial da água e a eficiência de aplicação em sistema de irrigação por aspersão fixo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido numa área pertencente ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura (NEEF) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, onde tem implantado um sistema de pastejo em lotação rotativa com braquiária.

A área do piquete, de 50 m x 26,6 m, possui duas linhas laterais com 3 aspersores por linha, foi dividida em subáreas quadradas de 9 m² (3 x 3 m). Então, foram distribuídos suportes para coletores de precipitação no ponto em que correspondia ao centro de cada subárea (quadrícula), para receber a água aplicada, permitindo cálculo dos parâmetros estatísticos que caracterizam a distribuição da água na superfície do solo. O espaçamento entre aspersores equivaleu a 14,6 m e entre as linhas laterais foi de 12 m. O aspersor avaliado foi o topaz 435, cor verde, bocal 3,2 mm.

Antes de quantificar a distribuição de água na superfície, o sistema foi ligado para a medição da pressão de serviço do aspersor no bocal, com auxílio do tubo de pitot. Além disso, foi medido a vazão, com auxílio do sifão, pelo método volumétrico direto.

Posteriormente, o sistema foi desligado, os coletores, de diâmetro 7,8 cm, posicionados com a boca para cima para iniciar o teste, sendo novamente ligado o sistema por uma hora.

A velocidade do vento foi medida, utilizado um anemômetro portátil, sendo a leitura feita a cada 10 minutos, durante a realização do teste, por 10 segundos, tendo, dessa forma, os valores de velocidade média do vento.

Durante a realização do teste, foi medida a rotação de cada aspersor, estando quatro pessoas posicionadas, que marcavam o tempo em que o bocal passava em frente a cada uma delas.



Ao final de uma hora do teste, conforme previsto, o sistema foi desligado e foi medido o volume de água de cada coletor com auxílio de uma proveta graduada.

Os parâmetros estatísticos utilizados foram o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de aplicação (CUA) (sugerido pelo serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos), eficiência de irrigação (EI), perdas de distribuição de água (PDA) e eficiência de aplicação em potencial (EAP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para os coeficientes CUC e CUA foram 69,25% e 49,18%, respectivamente. Merriam et al. (1973) recomenda, para cultura de sistema radicular raso, CUC acima de 88% e CUA de 80%, indicando que o sistema funcionou com baixa uniformidade de distribuição.

O valor do parâmetro EI foi de 35,43%. Araújo (2003), avaliando aspersor fabrimar A232M, no caso de aspersores de um bocal, obteve eficiência de irrigação na faixa de 53,08 a 67,56%, com pressão de serviço de 245 kPa e uma velocidade do vento entre 1 e 2 m s⁻¹. Como observa-se o valor de eficiência de irrigação de 35,43% obtida é bem inferior às eficiências obtidas pelo autor citado, mostrando um sistema ineficiente.

Para a análise das perdas obteve-se PDA igual a 64,57%. Segundo Criddle et al. (1969), tais perdas não devem ser mais do que 10 a 15% da descarga através do sistema.

Quanto ao parâmetro EAP, o sistema avaliado apresenta valor de 29,70%. Merriam et al. (1973) considera como boa EAP valores superiores a 82%. Araújo (2003) obteve valores variando de 50,63 a 84,58%, considerando diferentes velocidade do vento variando de 1 a 2 m s⁻¹. O valor deste trabalho para a EAP é bem inferior aos valores citados, o que sugere uma baixa eficiência, estando relacionado com a uniformidade de distribuição, aplicando, assim, água em excesso.

A média da velocidade do vento observada foi de 1,5 m s⁻¹, oscilando de 0,1 a 5,2 m s⁻¹. Solomon (1979) verificou que velocidades do vento de 1,61 a 3,06 m s⁻¹ o CUC variou de 79,2 a 90,9%. A média da velocidade do vento do presente trabalho é bem semelhante à anteriormente citada, sendo que o CUC é bem inferior, mostrando que o vento não interferiu significativamente nesse coeficiente. Sena (1988), no horário de 6:32 às 10:07 horas, encontrou velocidade de 9,60 km h⁻¹, superior à média obtida neste trabalho, porém seu CUC foi de 85,64%, mostrando que a velocidade do vento, do autor citado, embora fosse maior que a deste trabalho, seu CUC foi pouco afetado. Segundo Bernardo (1984), a aspersão tende a ser limitada pelo vento quando este é maior que 14,4 km h⁻¹. Isso só ocorreu em uma das medições, mas a média foi bem inferior a esta. A Tabela 1 apresenta os valores das vazões e pressões obtidas para cada aspersor.

Outro fator técnico que pode ter influenciado a uniformidade de distribuição e a eficiência é a vazão. Houve variação das vazões entre os aspersores, com o aspersor 4 apresentando a maior diferença de vazão em relação aos outros aspersores. Tem-se que os coletores referentes à área que o mesmo molha tem valores de precipitação bem superiores aos outros, causando desuniformidade do sistema e diminuição da eficiência.

Tabela 1. Vazão e Pressão dos Aspersores

Aspersor	Pressão (mca)	Vazão média (m ³ /h)
1	23	0,53
2	20	0,48
3	20	0,43
4	20	0,85
5	22	0,40
6	22	0,46

Walker (1979) considera como um fator, que afeta a uniformidade de distribuição da água, a diferença nas vazões individuais dos aspersores ao longo da linha lateral e a precipitação desuniforme dentro da área efetiva de cada aspersor. A Tabela 2 apresenta o tempo e a velocidade de rotação dos aspersores.

Para a velocidade de rotação dos aspersores, foi verificado que o aspersor 3 está com uma velocidade bem abaixo dos outros aspersores, de 1,5 RPM, e gasta 40,18 s no círculo. Já o aspersor 4 apresentou velocidade de rotação bem superior aos demais, de 12,7 RPM em média e, conseqüentemente, menor tempo (Tabela 2). Além disso, foi verificada variação entre a rotação dos diferentes quadrantes do mesmo aspersor, a exemplo do aspersor 3, que passou cerca de 9,05 s em média no primeiro quadrante, gastando, no segundo quadrante, 12,34 s. O aspersor deve percorrer os 360° do seu giro completo de forma homogênea, gastando tempo de rotação igual nos 4 quadrantes.

A norma ISO 7749-1 (1990) define que a rotação do aspersor não deve ser superior a 3 RPM. Valores superiores a 3 RPM ocasionam maior pulverização e redução do alcance do jato e maior efeito do vento no perfil de distribuição de água (Marouelli, 1989). Observa-se que apenas a velocidade de rotação do aspersor 3 está de acordo com o recomendado, encontrando-se os outros aspersores acima do limite aceitável.

Segundo Solomon (1979), a velocidade de rotação é um dos fatores que interferem na distribuição de água. A alta velocidade de rotação acarreta redução na área coberta pelo aspersor, aumentando a taxa de aplicação real (Christiansen, 1942).

O baixo valor de CUC, que reflete um baixo padrão de distribuição da irrigação efetuada no presente trabalho, podendo ser atribuídos em parte à velocidade de rotação dos aspersores que em quase todos os testes foram acima do valor aceitável, bem como à variação na taxa de rotação dos aspersores, verificado também por Guerra (1988).

Tabela 2. Tempo de rotação e velocidade de rotação dos aspersores

Aspersor	Tempo de Rotação (s)					Vel. Rot. (RPM)
	1°Q	2°Q	3°Q	4°Q	Circ.	
1	2,97	1,80	2,13	1,61	8,51	7,0
2	2,78	2,34	2,88	2,57	10,57	5,7
3	9,05	12,34	9,77	9,02	40,18	1,5
4	1,43	1,02	1,00	1,28	4,73	12,7
5	2,79	3,6	3,29	2,94	12,62	4,7
6	2,93	2,13	2,08	2,62	9,76	6,2



CONCLUSÕES

- A velocidade do vento não interferiu significativamente nos parâmetros avaliados.
- As variações de vazões e a rotação dos aspersores afetaram negativamente o sistema.
- Recomenda-se realizar o redimensionamento do sistema de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J. R. M. de. Avaliação técnica do aspersor fabrimar modelo A232M em condição de campo no sertão dos Inhamuns-CE. Fortaleza, 1988. 111p. **Dissertação** (Mestrado em irrigação e drenagem), UFC.
- CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkley: University of California, 1942. 124p.
- CRIDDLE, W. D.; DAVIS, S.; PAIR, C. H. & SHOCKLEY, D. G. Methods for evaluating irrigation systems. Soil Conservation Service, Agriculture Handbook N° 82. 1969. 24p.
- GUERRA, J. A. T. Estudo comparativo de dois sistemas de irrigação por aspersão a partir de avaliações técnica e econômica. Fortaleza, 2003. 56p. **Dissertação** (Mestrado em irrigação e drenagem), UFC.
- GRASSI, C. J. **Métodos de riego**. Mérida, Venezuela: 1984. 265p.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **Irrigation equipment** - rotating sprinklers Part 2: uniformity of distribution and test methods. ISO 7749-1. Genève, Switzerland, 1995. 12p.
- MERRIAN, J. L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Logan: Utah State University, 1973. 167p.
- ROCHA, E. M. M. ; COSTA, R. N. T. ; MAPURUNGA, S. M. S. ; CASTRO, P. T. . Uniformidade de distribuição de água por aspersão convencional na superfície e no perfil do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 3, n. 2, p. 154-160, 1999.
- SENA, A. E. S. de. Avaliação técnica-econômica da irrigação por aspersão na cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L) Walp. Fortaleza, 1988. 102p. **Dissertação** (Mestrado em irrigação e drenagem), UFC.
- SOLOMON, K. **Variability of sprinkler coefficient of uniformity test results**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 22, n. 5, p. 1078-80, 1979.
- WALKER, W. R. Explicit sprinkler irrigation uniformity: efficiency model. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 104, p. 129-136. 1979.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIMENSIONAMENTO E AVALIAÇÃO EM CAMPO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA TIPO MICROTUBOS POR GRAVIDADE

**GONÇALVES, F. M.¹; GOMES FILHO, R. R.²; SOUSA, A. E. C.³;
CARVALHO, C. M. DE³; NASCIMENTO, A. K. S. DO¹ & ALVES, A. DA C.⁴**

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

²Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Limoeiro do Norte.

³MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Sobral.

⁴Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

RESUMO: O experimento foi realizado em uma área pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, localizada na zona norte do Estado do Ceará. A área apresentava 30 m² com a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) variedade crespa, sendo 6 m de comprimento e 5 m de largura, apresentando uma leve declividade, no entanto, para evitar maiores problemas de desuniformidade em relação à distribuição de água pelo sistema, foram feitos canteiros os quais foram nivelados. O sistema de irrigação era constituído de um reservatório com capacidade de 310 L, tubulação de PVC de 25 mm, registros de linha de 13 mm, registro geral de 1 polegada, tubulações de polietileno 13 mm, filtro de disco de (130 mesh) 1 polegada e emissores de longo percurso tipo microtubo. O turno de rega determinado foi de 1 dia, aplicando uma quantidade de água variando de acordo com a ECA. A uniformidade no sistema foi classificada como boa, em torno de 90%, mostrando dessa forma a boa eficiência deste sistema. Todos os microtubos apresentaram o mesmo diâmetro, medindo 0,9 mm. Sua vazão foi estipulada em 2,0 L h⁻¹. O sistema, desta forma, pode ser indicado como uma boa opção às práticas convencionais de irrigação e uma alternativa que apresenta baixo custo.

Palavras chave: Coeficiente de uniformidade, diâmetro e vazão.

SIZING AND EVALUATION IN FIELD OF A SYSTEM OF LOCATED IRRIGATION TIPO MICROPIPERES FOR GRAVITY

ABSTRACT: The experiment was carried through in a pertaining area to the College of Technology CENTEC Sobral, located in the zone north of the State of the Ceará. The area presented 30 m² with the culture of the lettuce (*sativa Lactuca* L.) variety crespa, being 6 m of 5 length and width m, presenting a light declivity, however, to prevent greater problems of desuniformidade in relation to the water distribution for the system, had been made seedbeds which had been leveled. The irrigation system was constituted of a reservoir with capacity of 310 L, tubing of PVC of 25 mm, registers of line of 13 mm, general register of 1 count, polyethylene tubings 13 mm, record filter of (130 mesh) 1 count and senders



of long passage type micropipe. The definitive turn of irrigation was of 1 day, applying an amount of water varying in accordance with the ECA. The uniformity in the system was classified as good, around 90%, showing of this form the good efficiency of this system. All the micropipes had presented diameter, measuring 0,9 the same mm. Its outflow were stipulated in $2,0 \text{ L h}^{-1}$. The system, in such a way, can be indicated as a good option to the practical conventionals of irrigation and an alternative that low cost presents.

Key-words: Coefficient of uniformity, diameter and outflow.

INTRODUÇÃO

O microtubo, também denominado “Spaghetti”, foi o precursor da irrigação por gotejamento. Data de muito tempo o seu uso em irrigação de vasos em estufas e em residências. Ele consiste em um simples pedaço de microtubo, o qual é inserido diretamente na linha lateral. É um tipo clássico de escoamento em longo percurso, e a perda de carga ao longo do microtubo é função direta do seu comprimento. Sendo assim, a vazão do microtubo é função da pressão disponível na linha lateral, do diâmetro e do comprimento do microtubo. Normalmente, os diâmetros internos dos microtubos variam de 0,5 a 1,5 mm. Os microtubos, além de sua simplicidade, possibilitam ajustar o seu comprimento, antes ou após a sua instalação no campo, a fim de ajustar a vazão. Porém, são mais sensíveis à variação da vazão com a variação da temperatura e a mudança de posição da extremidade livre em razão da ação do vento ou dos tratos culturais.

Entre os cuidados necessários para um bom manejo pode-se citar a avaliação do sistema de irrigação que deve ser realizada pelo menos uma vez por ano, pois é de suma importância determinar a uniformidade de distribuição da água em qualquer método de irrigação. Na irrigação por microaspersão, apesar de ser um método de irrigação no qual se tem um bom controle da lâmina aplicada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento determinar a uniformidade de irrigação do sistema (Bernardo, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação localizada por microtubos na cultura da alface calculando-se o comprimento dos microtubos e uniformidade de distribuição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, localizada na zona norte do Estado do Ceará, sob coordenadas geográficas de $3^{\circ}41'03''$ de latitude sul, $40^{\circ}20'24''$ de longitude oeste Greenwich e altitude aproximada de 70 m. A área apresentava 30 m^2 com a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) variedade crespa, sendo 6 m de comprimento e 5 m de largura, apresentando uma leve declividade, no entanto, para evitar maiores problemas de desuniformidade em relação à distribuição de água pelo sistema, foram feitos canteiros os quais foram nivelados.

O sistema de irrigação era constituído de um reservatório com capacidade de 310 L, tubulação de PVC de 25 mm, registros de linha de 13 mm, registro geral de 1 polegada, tubulações de polietileno 13 mm, filtro de disco de (130 mesh) 1 polegada e emissores de longo percurso tipo microtubo. O sistema foi instalado na área e logo após foram feitas perfurações nas tubulações de polietileno com um espaçamento de 0,5 m e por meio de um manômetro verificou-se a pressão em cada ponto perfurado. A irrigação utilizada foi do tipo localizado por

microtubos, com um emissor por vaso, operando com uma pressão variando de acordo com a pressão no início do microtubo, localizado na linha lateral. O sistema funcionava apenas utilizando a força da gravidade.

O comprimento do microtubo (Equação 1) necessário para ter dada vazão sobre determinada pressão, pode ser determinado pela equação de Darcy-Weisbach, adaptada para as unidades normalmente usadas em irrigação por gotejamento.

$$L = \frac{H.d^5}{6,37.f.q^2} \quad (1)$$

em que,

- L - comprimento do microtubo, em m;
- H - pressão na entrada do gotejador, em m.c.a;
- d - diâmetro interno do microtubo, em mm;
- f - coeficiente de atrito; e
- q - vazão do gotejador, em L h⁻¹.

Pela equação acima se verifica a grande importância que deve ser dispensada à uniformidade do diâmetro do microtubo, pois qualquer variação no diâmetro afetará L, H ou q.

Em geral, o escoamento d'água nos microtubos é em regime laminar, e o comprimento do microtubo é dado pela Equação 03.

$$L = \frac{H.d^4}{1,15.10^6.v.q} \quad (2)$$

Vermeiren e Jobling apresentaram a Equação 04 para calcular a vazão nos microtubos (Bernardo, 1995).

$$q = K.\frac{D^a.h^b}{L^c} \quad (3)$$

em que,

- q - vazão do microtubo, em L h⁻¹;
- L - comprimento do microtubo, em m;
- D - diâmetro do microtubo em, mm; e
- a, b, c e K - coeficientes, os quais dependem do diâmetro do microtubo.

De acordo com a Tabela 1 podemos encontrar os valores dos coeficientes utilizados para encontrar a vazão do microtubo.

Tabela 1: Coeficientes de determinação de vazão para microtubos.

Coeficientes	Diâmetro, em mm						
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
A	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
B	0,85	0,82	0,78	0,75	0,72	0,69	0,65
C	0,78	0,75	0,72	0,68	0,65	0,62	0,58
K	0,86	0,91	1,02	1,14	1,16	1,28	1,38



O turno de rega foi determinado utilizando a Equação 4.

$$TI = \frac{E.e.ECA.Kr}{q.n} \quad (4)$$

em que,

TI - tempo de irrigação, em (h);

E - espaçamento entre linhas, em (m);

e - espaçamento entre plantas, em (m);

ECA - evaporação do Tanque Classe “A”, em (mm);

Kr - coeficiente de cobertura do solo;

Q - vazão do emissor, em (L h⁻¹); e

N - número de emissores.

A uniformidade foi dada pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) que é baseada na razão entre as vazões mínima e média dos emissores (Equação 5). A escolha dos emissores e linhas foram de acordo com metodologia proposta por Keller e Kemerli (1974), ou seja, localizados na primeira posição, a posição situada a 1/3, a situada 2/3 e a última posição.

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (5)$$

em que,

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h⁻¹;

q_a - é média das descargas de todos os emissores, em L h⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os microtubos apresentaram algumas variações no que se refere ao seu comprimento no decorrer da linha lateral. Observou-se que tal comprimento variava de acordo com a pressão obtida na entrada do microtubo, como é relacionado no Figura 1.

O turno de rega determinado foi de um dia, aplicando uma quantidade de água variando de acordo com a ECA. A uniformidade no sistema foi classificada como boa segundo Bralts, citado por Neves (2003), em torno de 90%, mostrando dessa forma a boa eficiência deste sistema. Todos os microtubos apresentaram o mesmo diâmetro, medindo 0,9 mm. Sua vazão foi estipulada em 2,0 L h⁻¹.

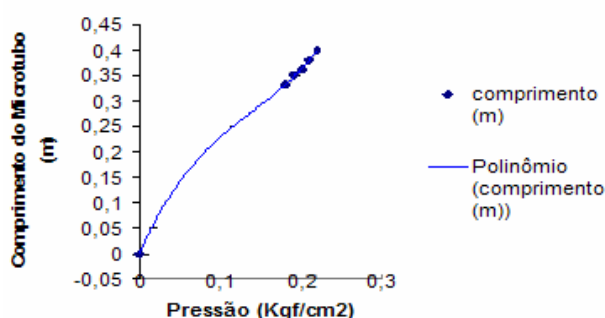


Figura 1: Variação no comprimento do microtubo de acordo com a pressão no início do mesmo.

CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos em campo conclui-se que o sistema mostrou boa uniformidade, podendo ser indicado como uma boa opção às práticas convencionais de irrigação e uma alternativa que apresenta baixo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ed. Viçosa (MG): UFV / Impr. Univ. 1995. pág. 499-503.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.
- NEVES, G.R. **Avaliação de um Sistema de Irrigação Tipo Microaspersão na Cultura do Maracujá**. Monografia. Conclusão do curso de Graduação em Recursos Hídricos e Irrigação. Sobral, 2003.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO PONTO NOVO, BAHIA¹

SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS²; OLIVEIRA, A. S. DE³;
BRANDÃO, F. J. C.⁴; PAZ, V. P. DA S.³ & SANTOS, D. M. W. DOS⁵

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 44380-000, Cruz das Almas, BA.

²Eng. Agrônomo, MSc., Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), CCAAB/UFRB. Cruz das Almas (BA). Fone (75) 3621-5540. Email: jorgecopquer@yahoo.com.br

³Prof. Doutor, NEAS/CCAAB, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴Eng. Agrônoma, MSc., Bolsista FAPESB, Pesquisadora do NEAS/CCAAB, UFRB.

⁵Graduanda em Eng. Agrônoma, Bolsista IC/FAPESB, NEAS/CCAAB, UFRB

RESUMO: A sustentabilidade da agricultura irrigada requer avaliações periódicas do consumo hídrico, através de indicadores de desempenho dos sistemas de irrigação. Este trabalho objetivou avaliar a uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação localizada do Projeto de Irrigação de Ponto Novo (10° S, 39° W, 400 m), localizado no semi-árido baiano. Nas atuais condições de dimensionamento, operação e manejo da irrigação no Projeto de Irrigação Ponto Novo, 70% dos sistemas de irrigação localizada avaliados apresentaram valores aceitáveis de UD, destes 20% apresentaram UD classificado como regular, 25% como bom e 25% como excelente. As principais causas da desuniformidade de distribuição de água estão associadas ao entupimento e substituição de emissores por outros de marca e modelo distintos.

Palavras chave: microaspersão, UD, uniformidade

DISTRIBUTION UNIFORMITY OF WATER BY LOCALIZED IRRIGATION SYSTEMS IN THE PONTO NOVO IRRIGATION DISTRICT, STATE OF BAHIA

ABSTRACT: The sustainability of irrigated agriculture requires periodic evaluations of irrigation water consumption and assessing irrigation system performance is an essential part of it. This research aimed at evaluating the uniformity of application of microsprinkler irrigation systems at the Ponto Novo Irrigation District (10° S, 39° W, 400 m), in the semiarid of Bahia. In the current conditions of operation and management at the Ponto Novo Irrigation District, 70% of the localized irrigation systems presented acceptable values of UD, of these 20% presented UD classified as regular, 25% as good and 25% as excellent. The main causes of the low uniformity of water distribution are associated to the blockage and substitution of originators by others of mark and different model.

Key-words: microsprinkler, DU, uniformity

INTRODUÇÃO

O decréscimo na disponibilidade e o alto custo da energia para captação, distribuição e aplicação da água, têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso na agricultura, objetivando minimizar as suas perdas (Azevedo et al., 1999).

A avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é uma etapa fundamental antes que qualquer estratégia de manejo da água seja implementada (Reis et al., 2002). Mantovani & Ramos (1994) afirmaram que a uniformidade da irrigação tem como objetivo básico melhorar a produtividade e/ou a rentabilidade da propriedade. Segundo Bernardo (1996), é de capital importância determinar a uniformidade de distribuição de água em qualquer método de irrigação.

Segundo Frizzone (1992), o coeficiente de uniformidade de distribuição de água é uma medida frequentemente utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação. Um baixo valor de CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda, se a lâmina mínima aplicada corresponde à lâmina necessária.

Na irrigação localizada, a uniformidade de aplicação da água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada à variação de vazão dos emissores, variação essa devida às perdas de carga ao longo da tubulação e das inserções dos emissores, dos ganhos e perdas de energia de posição, da qualidade do tubo, das obstruções e efeitos da temperatura da água sobre o regime de escoamento e geometria do emissor (Gomes, 1999), distância dos microaspersores ao caule das plantas e a interferência na interceptação do jato (Costa, 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação localizada, nas condições atuais de manejo e operação no Perímetro Irrigado de Ponto Novo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Projeto de Irrigação Ponto Novo (PIPn) está localizado no semi-árido baiano (10° S, 39° W, 400 m) entre as cidades de Ponto Novo e Senhor do Bonfim, distante 350 km a noroeste de Salvador, capital do Estado da Bahia. A área do PIPn compreende 2.536 ha irrigáveis de um total de 3.444 ha, sendo atualmente composto de 146 lotes para pequenos produtores (área média de 5 ha), 62 lotes para médios produtores (área média de 30 ha) e 1 lote de 110 ha destinado à produção de feno de alta qualidade, integrante do Programa Cabra Forte do Governo do Estado da Bahia.

Os testes de campo para avaliação dos sistemas de irrigação foram conduzidos em vinte lotes de pequenos produtores, cerca de 24,1% do total sob irrigação localizada, em diferentes setores do perímetro, contemplando as principais culturas em exploração.

A Tabela 1 caracteriza os lotes com microaspersão, em termos de marca e modelo de emissor predominante, espaçamento no campo e dados sobre a cultura implantada. Observa-se que em 50% dos lotes visitados não foi possível definir um tipo predominante de emissor, devido boa parte dos microaspersores terem sido substituídos por marcas e/ou modelos diferentes.



Tabela 1. Marca e modelo de microaspersores testados, espaçamento no campo e cultura irrigada nos lotes avaliados com microaspersão, no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia

Microaspersor (marca/modelo)	Lote	Espaçamento (m x m)	Cultura		
			Nome	Espaçamento (m x m)	Idade (mês)
Netafim*	L 01	6 x 6	Banana	3 x 3	24
	L 05	6 x 6	Melancia	6 x 0,5	3
	L 06	6 x 6	Banana	3 x 3	6
	L 07	8 x 8	Côco	8 x 8	60
	L 08	6 x 6	Banana	3 x 3	12
	L 09	6 x 6	Banana	3 x 3	36
	L 10	8 x 9	Manga	8 x 9	60
	L 11	6 x 6	Banana	3 x 3	30
	L 17	6 x 6	Banana	3 x 2,5	24
Azud/Raintec ^(a)	L 02	3 x 6	Maracujá	1,2 x 3 x 1,0	12
	L 03	6 x 6	Banana	3 x 3	14
Plastro/Rondo ^(b)	L 16	6 x 6	Melancia	3 x 3	1,5
	L 04	6 x 6	Banana	3 x 3	11
	L 14	6 x 6	Banana	3 x 3	8
Netafim/Gyronet ^(c)	L 15	6 x 6	Banana	3 x 3	9
	L 12	6 x 6	Banana	3 x 3	7
	L 13	6 x 6	Banana	3 x 3	8
Netafim/Gyronet HF ^(d)	L 20	6 x 6	Banana	3 x 3	36
	L 18	6 x 6	Banana	3 x 3	60
Netafim/Gyronet ^(e)	L 19	4 x 4	Feijão	0,6 x 0,4	1,5

* Lotes inicialmente implantados com microaspersores da marca Netafim e atualmente constituídos de emissores de várias marcas e modelos, sem predominância de um tipo específico.

^(a) Bocal vermelho (1,4 mm), pressão de serviço (h) 250 kPa, vazão (q) 100 L h⁻¹ e diâmetro molhado (Dm) 9,5 m.

^(b) Bocal branco (1,6 mm), h = 250 kPa, q = 150 L h⁻¹ e Dm = 4,6 m.

^(c) Bocal preto (1,2 mm), h = 250 kPa, q = 78 L h⁻¹ e Dm = 7,5 m.

^(d) Bocal verde (0,9 mm), h = 250 kPa, q = 185 L h⁻¹ e Dm = 11,0 m.

^(e) Bocal azul (0,9 mm), h = 250 kPa, q = 50 L h⁻¹ e Dm = 6,0 m.

O desempenho dos sistemas de irrigação foi avaliado respeitando as atuais condições de dimensionamento dos sistemas, idade e manutenção dos equipamentos, culturas irrigadas e manejo da irrigação. Os procedimentos para avaliação de sistemas de microaspersão seguiram recomendações de Bralts et al. (1989). Na subunidade de irrigação, medidas de pressão e vazão foram realizadas nos emissores e laterais escolhidos segundo amostragem-padrão em 4 pontos, ou seja: i) no primeiro emissor; ii) no emissor situado a 1/3 do comprimento; iii) no emissor situado a 2/3 do comprimento e iv) no último emissor. Na linha de derivação coletaram-se dados na: i) primeira lateral; ii) na lateral situada a 1/3 da linha de derivação; iii) na lateral situada a 2/3 da linha de derivação e iv) na última lateral. A avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação baseou-se na uniformidade de distribuição de água (UD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores e classificação do UD obtidos nos sistemas de irrigação por microaspersão dos lotes estudados são apresentados na Tabela 2. Os valores de UD variaram de 36,4% a 96,2%, sendo que baixa uniformidade de distribuição de água esteve associada a problemas de

obstrução parcial ou total dos emissores, vazamentos nas linhas de PE flexível e conexões, bem como substituição dos microaspersores por outros de marca e modelos distintos. Verifica-se que 70% dos sistemas avaliados, apresentaram desempenho aceitável de acordo com o indicador UD.

A Figura 1 mostra a variação da vazão dos microaspersores na subunidade de irrigação de acordo com a amostragem padrão, para quatro do total de lotes avaliados. Grandes variações estão associadas a fatores como entupimento (L08) e substituição de emissores por outros de marca e modelo distintos, muitas vezes com vazões superiores as de projeto, caso nitidamente exemplificado no lote L06. Observou-se em alguns lotes a ocorrência de vazão nula nos pontos de amostragem ora devido à obstrução total do emissor (L08) ora ao completo isolamento do ponto de inserção do microaspersor (L10). As Figuras 1C e 1D exemplificam sistemas de excelente distribuição de água na parcela irrigada.

Tabela 2. Classificação dos sistemas de irrigação por microaspersão avaliados no Projeto de Irrigação Ponto Novo, em função do coeficiente de uniformidade de distribuição de água (UD)

Lote	UD (%)	Classificação	Fração dos lotes (%)
L08	36.4	Péssimo	30
L05	43.9		
L10	52.2		
L09	59.2		
L15	65.6		
L11	66.8		
L07	75.6	Regular	20
L14	76.6		
L06	76.7		
L03	78.9		
L17	81.6	Bom	25
L16	85.7		
L18	86.2		
L01	87.4		
L12	88.6		
L02	93.1	Ótimo	25
L04	94.2		
L19	94.7		
L13	95.9		
L20	96.2		

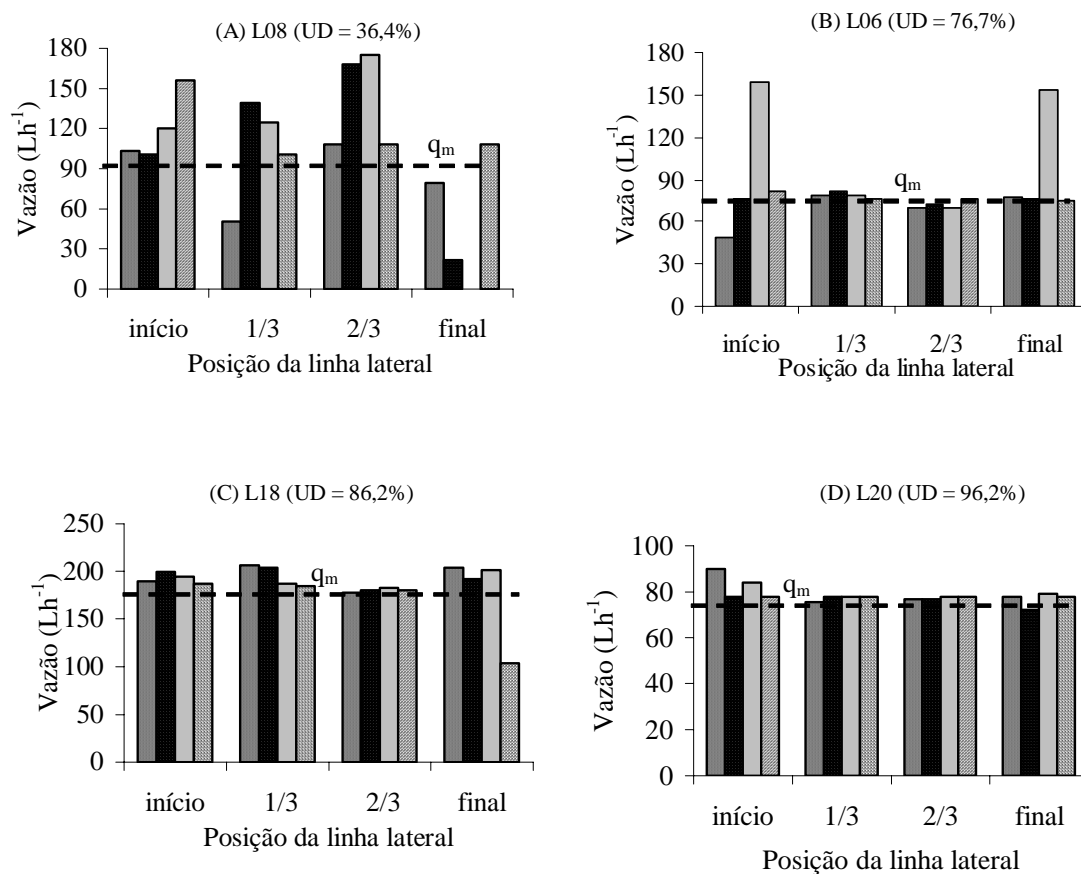


Figura 1. Variação de vazão entre microaspersores e uniformidade de distribuição de água de alguns lotes irrigados do Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia, 2006

CONCLUSÃO

Nas atuais condições de dimensionamento, operação e manejo da irrigação no Projeto de Irrigação Ponto Novo, 70% dos sistemas de irrigação localizada avaliados apresentaram valores aceitáveis de UD, destes 20% apresentaram UD classificado como regular, 25% como bom e 25% como excelente. As principais causas da desuniformidade de distribuição de água estão associadas ao entupimento e substituição de emissores por outros de marca e modelo distintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H.J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G.C.; CECOM, P.R. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa - MG: UFV, 1996. 596 p.

- BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In NAKAYAMA, F. S. e BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier, 1986. 383 p. (Developments in Agricultural Engineering, 9) p. 216-240.
- COSTA, M. C. **Caracterização hidráulica de dois modelos de microaspersores associados a três reguladores de fluxo e um mecanismo de pulso**. 1994, 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.
- FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53 p. (Série Didática, 3)
- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.
- MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M. Manejo da irrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo. – Brasília: EMBRAPA-SSI, 1994. p.129-158.
- REIS, E.F.; POSSE, R.P.; BARROS, F.M.; LIMA, J.S.S.; PEZZOPANE, J.E.M. Uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação localizada no sul do Estado do Espírito Santo - ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA/SBEA,2002. (CD – ROM).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AGROCLIMATOLOGIA DA CHAPADA DO APODI

COSTA, G. M. DA²; OLIVEIRA, C. W. ¹; CAVALCANTE, L. C.² ;
OLIVEIRA, M. I. DE ³ & NUNES, M. C. H.⁴

¹Graduando em Tecnologia da Irrigação, Bolsista ICT/ FUNCAP, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte-CE, Rua Estevão Remigio, 1145. CEP 62.930-000 Fone:(88) 3423 6911. email: gabrielamartinscst@yahoo.com.br.

² Prof. Ph.D. em Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Limoeiro do Norte

³ Graduando em Tecnologia de Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte

⁴Especialista em Fruticultura Irrigada, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Limoeiro do Norte

RESUMO: Os parâmetros climáticos influenciam no tipo de cultura a ser cultivada e como ela será manejada, como a época propícia para a semeadura, poda, colheita, rotatividade de cultura, etc. Quanto a disponibilidade de água, as variáveis evapotranspiração e chuvas, através do balanço hídrico, pode se saber quais são os períodos críticos e a conveniência do uso de sistemas de irrigação, que é dimensionado e operado segundo dados agroclimáticos da região. Este trabalho teve como objetivo caracterizar o clima da Chapada do Apodi, representada pelo município de Limoeiro do Norte a partir de variáveis coletadas diariamente nos anos de 2002 a 2006, permitindo suporte ao planejamento agropecuário, ambiental e o manejo mais racional da agricultura.

Palavras chave: agroclimatologia, Chapada do Apodi, balanço hídrico.

AGROCLIMATIC APODI PLATEAU,

ABSTRACT: The climatic parameters influence in the crop type to be cultivated and how it will be managed, as the right time for planting, pruning, harvest, and crop rotation, etc. As the availability of water, the variables evapotranspiration and rains, through the water balance, it can be found the critical periods and the handiness of the use of irrigation systems, which is dimensioned and operated according to the region agro-climatic conditions. This work had an objective to characterize the climate of the Apodi Plateau, represented by the municipal district of Limoeiro do Norte using variables collected daily in the years from 2002 to 2006, given support to the agricultural planning, environmental and the most appropriated management of the agriculture.

Key-words: climatologic, apodi plateau, water balance

INTRODUÇÃO

A agricultura é um setor altamente dependente do clima devido as plantas terem uma relação sistemática entre fatores como temperatura, radiação e água disponível entre outros, para

que haja resultados satisfatórios na produtividade. Nas plantas, o aumento da temperatura é diretamente proporcional à atividade fotossintética e as reações catalisadas enzimaticamente podem ser aceleradas resultando na perda da atividade das enzimas (Bierto & Talon, 1996).

Um dos grandes problemas enfrentados no dimensionamento de projetos hidroagrícolas é a estimativa consistente das reais necessidades hídricas das culturas. Isto se deve pela ausência no país de uma rede de estações agroclimatológicas que possa fornecer dados confiáveis e com série histórica aceitável. A utilização de dados inconsistentes pode resultar em projetos e/ou estruturas subestimadas ou superestimadas, podendo até mesmo comprometer a viabilidade do empreendimento.

O custo de implantação e de operação de sistemas de irrigação estão diretamente relacionados às estimativas da evapotranspiração das culturas irrigadas. Regiões e/ou Estados onde a agricultura irrigada representa uma parcela significativa da economia local têm nas estações agroclimatológicas um importante instrumento não apenas para planejamento de novos projetos e/ou obras, mas também na manutenção e operação dos sistemas de irrigação. Apenas como exemplo, pode-se verificar que o Estado da Califórnia - Estados Unidos mantém um programa - o CIMIS (California Irrigation Management Information System) - com 98 estações agroclimatológicas automáticas, que juntas recebem anualmente 72.000 pedidos de informações dos mais vários tipos de usuários. São ao todo 2.900 agricultores, profissionais, empresas e instituições cadastradas neste programa (Cimis, 1998 e Echling, 1998).

Quanto a disponibilidade de água, com as variáveis evapotranspiração e chuvas, através do balanço hídrico, pode se saber quais são os períodos críticos e a conveniência do uso de sistemas de irrigação, que é dimensionado e operado segundo dados agroclimatológicos da região. Assim, este trabalho teve por objetivo a caracterização agroclimatológica da Chapada do Apodi, Estado do Ceará, possibilitando ações de planejamento e operações de manejo das culturas tornando a produção mais eficiente e proporcionando maior rentabilidade e definição de época de plantio, poda, adubação, pulverizações de defensivos, colheita, além de possibilitar o manejo racional da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na região da Chapada do Apodi, que apresenta clima semi-árido, BSw'h' (classificação de Köppen), com os seguintes valores médios anuais: precipitação, 772 mm, bastante irregular; temperatura, 28,5°C; umidade relativa, 62%; insolação, 3.030 horas ano⁻¹ (DNOCS, 2006).

A base de dados foi o sistema de aquisição de dados operado pela Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE), da FATEC-Limoeiro do Norte instalado no município de Limoeiro do Norte (5° 10' 53"S, 38° 00' 43 " e altitude de 145,94618 metros). O sistema de aquisição de dados era um Campbell CR-10X com os sensores de direção e velocidade de vento (Campbell 03001), pluviômetro (Campbell CSI CS700-L), piranômetro (LI-200X), radiação líquida (Campbell Q-7.1), temperatura e umidade relativa do ar (Campbell HMP45C) tendo ainda um tempo de varredura de 10 segundos e integração



dos dados, horárias e diárias, que fazem parte do banco de dados agrometeorológico da Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE), da FATEC-Limoeiro do Norte.

A evapotranspiração de referência foi estimada por Penman-Monteith (Allen et al., 1998), calculada e armazenada diretamente pela estação. Foi feito um levantamento dos dados meteorológicos referentes aos anos de 2002 a 2006 os dados foram compilados em planilha eletrônica e apresentados na forma de médias ou somas mensais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 traz os valores do total da chuva, da evapotranspiração, umidade relativa do ar e das temperaturas médias da região da Chapada do Apodi, sendo o total de chuva de 880,7 mm/ano, evapotranspiração total de 1.209,4 mm ano⁻¹ e temperatura média de 26,9°C. A temperatura máxima (38,4 °C) foi registrada em 07/01/04, porém o mês que mais apresentou altas temperaturas foi em novembro com média das máximas de 37,1 °C. A temperatura mínima foi registrada no mês de agosto com 19,0 °C, sendo a temperatura mínima no dia 08/08/2006 com o valor de 17,1 °C.

Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril são os tradicionalmente chuvosos com precipitação superior a 100 mm por mês, com maior volume no mês de março, porém no dia 26/04/2002 foi registrada a maior chuva, de 114,8 mm.

Tabela 1 - Chuva, evapotranspiração, temperatura e umidade relativa, médias e extremas, na Chapada do Apodi entre janeiro de 2002 a dezembro de 2006.

MESES	PPT (mm mes ⁻¹)	Eto (mm d ⁻¹)			Umidade Relativa (%)			Temperatura (°C)		
	Média	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Janeiro	163,3	3,3	4,5	1,9	71,3	97,1	26,7	27,4	36,9	21,6
Fevereiro	141,2	3,3	4,2	2,3	75,8	97,0	32,7	27,0	35,8	21,4
Março	193,5	2,9	3,6	2,2	80,0	97,7	36,6	26,5	35,0	21,8
Abril	160,0	2,7	3,1	2,1	82,0	98,0	44,3	26,3	33,5	21,8
Mai	98,4	2,6	2,9	2,0	80,5	97,5	43,2	26,1	33,2	21,1
Junho	60,2	2,5	3,0	2,0	77,8	97,5	38,3	25,4	32,7	20,0
Julho	11,5	3,0	3,6	2,5	69,1	96,4	29,6	26,0	34,4	19,4
Agosto	12,8	3,6	3,9	3,1	62,7	93,8	24,4	26,7	35,4	19,0
Setembro	3,6	4,0	4,2	3,6	59,8	91,0	22,6	27,3	36,4	19,4
Outubro	5,7	4,2	4,6	3,7	59,8	89,5	22,4	27,8	37,0	20,1
Novembro	7,7	4,0	4,4	3,5	61,2	91,0	23,7	28,0	37,1	20,5
Dezembro	22,9	3,6	4,3	2,7	63,3	91,3	25,3	28,2	36,9	21,4
Total	880,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	73,4	3,3	3,8	2,6	70,3	94,8	30,8	26,9	35,4	20,6
Máxima	193,5	4,2	4,6	3,7	82,0	98,0	44,3	28,2	37,1	21,8
Mínima	3,6	2,5	2,9	1,9	59,8	89,5	22,4	25,4	32,7	19,0

Quanto à umidade relativa foi obtida uma média de 70,3%, máxima de 98,0%, e mínima de 22,4%, no dia 07/01/2005 foi registrada a menor umidade relativa de 16,48%, os meses de setembro e outubro apresentaram menor umidade com 58,8% de média, em abril registrou a maior média com 82,0%. O mês de setembro se mostra o mais seco, com uma chuva média de apenas 3,6 mm, enquanto que a evapotranspiração fica em 121,1 mm, média histórica anual de 3,3 mm dia⁻¹, tendo o mês de outubro como o de maior média dos valores máxima de evapotranspiração que foi de 4,6 mm/dia, porém no dia 20/02/2004 foi registrado o maior valor absoluto com 6,46 mm dia⁻¹, enquanto que a menor média registrada em janeiro com 1,9 mm dia⁻¹. A Figura 1 ilustra o comportamento das chuvas e da evapotranspiração na região.

As variáveis chuva, evapotranspiração e temperatura estão correlacionadas, devido a proporção em que há a elevação da temperatura há um aumento da evapotranspiração, e a chuva em condições ideais deve suprir essa perda. A Tabela 2 traz os dados de radiação, umidade relativa e velocidade e direção do vento, sendo que a região recebe uma grande insolação, com radiação global média anual de 20,3 MJ m⁻² dia⁻¹, chegando a ser registrado no mês de março 25,9 MJ m⁻² dia⁻¹, sendo janeiro o mês de menor insolação. Em relação á radiação líquida, a média histórica é de 11,5 MJ m⁻² dia⁻¹, com valores máximos em março e mínimos em janeiro.

A velocidade média do vento na Chapada do Apodi é de 7,4 m s⁻¹, apresentando os meses de janeiro e agosto ventos mais intensos na ordem de 7,7 m s⁻¹ e a direção do vento predominante é de 96,5° em relação ao norte, parte vindo do sudeste.

Tabela 2 - Radiação global e líquida e velocidade e direção do vento médios e extremos na Chapada do Apodi entre janeiro de 2002 e dezembro de 2006.

MESES	Rad. Glob. Tot. MJ m ⁻² dia			Rad. Liq.Tot. MJ m ⁻² dia			Vel.Ven. Max. (m s ⁻¹)		Direção do vento
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Média
Janeiro	18,7	22,2	13,4	10,5	13,5	6,8	7,7	10,0	81,9
Fevereiro	19,0	22,4	14,7	11,5	14,2	8,3	7,3	10,2	82,5
Março	21,5	25,9	17,7	12,8	15,1	10,2	7,3	9,2	91,3
Abril	19,9	22,4	16,3	12,6	14,6	9,9	6,8	9,9	105,7
Mai	18,8	20,6	15,2	11,4	13,0	8,9	6,8	11,1	117,8
Junho	17,5	20,6	14,3	10,3	12,6	8,5	7,0	8,6	125,1
Julho	18,8	21,1	15,7	10,3	11,7	8,7	7,3	8,6	119,1
Agosto	20,8	23,3	18,3	11,1	12,5	9,4	7,7	9,0	111,7
Setembro	23,0	24,3	20,0	12,3	13,1	11,1	7,7	9,0	94,6
Outubro	23,2	25,6	20,2	12,4	13,6	10,5	7,6	8,6	82,0
Novembro	22,2	24,3	18,8	11,9	13,1	9,9	7,5	9,0	75,5
Dezembro	20,2	24,1	14,7	10,7	12,6	7,6	7,6	11,1	70,9
Média	20,3	23,1	16,6	11,5	13,3	9,2	7,4	9,5	96,5
Máxima	23,2	25,9	20,2	12,8	15,1	11,1	7,7	11,1	-
Mínima	17,5	20,6	13,4	10,3	11,7	6,8	6,8	8,6	-

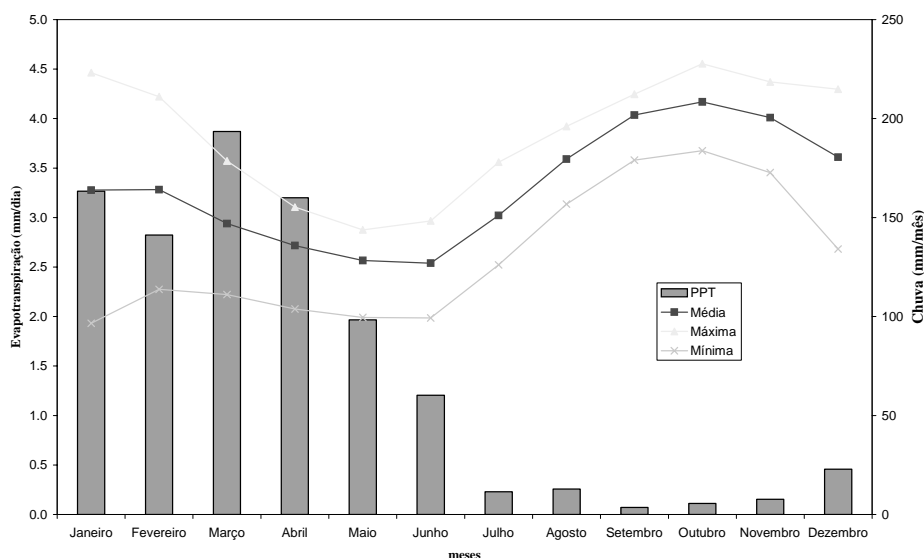


Figura 1. Evapotranspiração e chuva média na Chapada do Apodi entre janeiro de 2002 e dezembro de 2006.

CONCLUSÃO

A interpretação do balanço hídrico (gráficos e tabelas) confirma setembro como o mês crítico para o suprimento hídrico das culturas e os resultados obtidos mostram claramente a deficiência hídrica em pelo menos sete meses do ano, o que limitaria a expressão da potencialidade produtiva das culturas. Dessa maneira, um desenvolvimento regional baseado na agricultura teria limitações de grande porte, pois não há condições climáticas para a estabilidade da produção, ou seja, para a oferta em quantidade e qualidade de produtos de origem vegetal que garantiriam um abastecimento do mercado com regularidade. Assim, a irrigação na Chapada do Apodi é considerada complementar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.
- BIETO, J.A.; TALON, M. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. Madrid Interamericana 1996, p.537-553.
- CIMIS **Technical Elements**. Department of Water Resources. State of California, 1998, 63p
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi. 2006. Disponível em <http://201.30.148.11/~apoena/php/projetos/projetos.php>. Acesso em 31 de agosto de 2007.
- ECHING, S. California irrigation management information system (CIMIS). In: **Anais do Simpósio Internacional de Fruticultura Irrigada**, Ilha Solteira: UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, p.30-33.1998.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO DIÂMETRO E COMPRIMENTO DO CAULE DA ALFACE

GONÇALVES, F. B.¹; GOMES FILHO, R. R.²; CARVALHO, C. M. DE³; SOUSA, A. E. C.³;
SANTOS NETO, A. M. DOS¹ & COSTA, F. V. DA⁴

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

²Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof., FATEC Limoeiro do Norte.

³MSc. em Irrigação Drenagem, Prof. FATEC Sobral

⁴Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral, e-mail:
vascoc21@yahoo.com.br

RESUMO: Este trabalho visa avaliar o desenvolvimento da alface tipo crespa cultivada em vasos, variando a adubação proveniente de fontes orgânicas, em diferentes proporções de esterco bovino e adição de cinzas, utilizando irrigação localizada do tipo gotejamento por microtubos. O experimento apresentou 8 tratamentos variando de acordo com a quantidade de adubo bovino e cinzas dentro dos vasos e cinco repetições. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 5. Após análise estatística dos dados levantados, constatou-se que houve influencia significativa em relação as diferentes quantidades de adubação com esterco e esterco com e sem cinzas sobre o diâmetro e comprimento do caule da alface. Análise de regressão não mostrou nenhum ajuste adequado para o diâmetro do caule em função da adubação com e sem cinzas. No que se refere o comprimento do caule, obteve-se melhores médias dentro da condição esterco sem cinzas para o tratamento T₇C₀ e para a condição esterco com cinzas os tratamentos T₄C₁ e T₆C₁. A adubação com a adição de cinzas mostrou-se desfavorável ao desenvolvimento da alface com relação à quantidade de cinzas utilizada no experimento.

Palavras chave: *Lactuca sativa* L., irrigação por microtubos, matéria orgânica.

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF ORGANIC FERTILIZATION IN THE DIAMETER AND LENGTH OF THE CAULE OF THE LETTUCE

ABSTRACT: This work aims at to evaluate the development of the lettuce type crespa cultivated in vases, varying the fertilization proceeding from organic sources, in different ratios of esterco bovine and leached ashes addition, using located irrigation of the type dripping for micropipes. The experiment in



accordance with presented 8 treatments varying the amount of bovine seasoning and leached ashes inside of the vases and five repetitions. The adopted experimental delineation entirely was casualizado in factorial project 8 x 5. After it analyzes statistics of the raised data, evidenced that it had influences significant in relation the different amounts of fertilization with esterco and esterco with and without leached ashes on the diameter and length of caule of the lettuce. Analysis of regression did not show no adjustment adjusted for the diameter of caule in function of the fertilization with and without leached ashes. In what the length of caule is mentioned, was gotten inside better averages of the condition esterco without leached ashes for treatment T₇C₀ and the condition esterco with leached ashes treatments T₄C₁ and T₆C₁. The fertilization with the leached ashes addition revealed favorable to the development of the lettuce with regard to the amount of leached ashes used in the experiment.

Key-words: *Sativa Lactuca L.*, bovine irrigation for micropipes, would materia organic.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma planta herbácea, pertencente à família das Cichoriaceae (Sonnenberg, 1985). Hortalixa típica de saladas, considerada como uma planta de propriedades tranqüilizantes e que, devido ao fato de ser consumida crua, conserva todas as suas propriedades nutritivas.

É reconhecida a importância e a necessidade da adubação orgânica em hortaliças, principalmente nas folhosas visando compensar as perdas de nutrientes ocorridas durante seu cultivo os compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo, podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo (Kimoto, 1993). A adubação orgânica presta-se à reciclagem de resíduos rurais, o que possibilita maior autonomia dos produtores em face do comércio de insumos e apresenta grande efeito residual (Smith & Hadley, 1989). Várias são as fontes de substratos orgânicos possíveis de serem usados na produção de hortaliças.

Para o Nordeste, assim como para regiões que apresentam irregularidades pluviométricas, o cultivo de hortaliças se mostra inviável, tendo como solução a prática da irrigação, proporcionando a otimização no desenvolvimento de determinadas culturas. Diante do exposto acima, este trabalho visa avaliar o desenvolvimento do diâmetro e comprimento do caule da alface (*Lactuca sativa L.*) tipo crespa cultivada em vasos, variando a adubação proveniente de fontes orgânicas, em diferentes proporções de esterco bovino e adição de cinzas, utilizando irrigação localizada do tipo gotejamento por microtubos, sendo os emissores dimensionados de acordo com a pressão no início dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC-Sobral, Campus CIDAO, localizada na zona norte do Estado do Ceará, sob coordenadas geográficas de 3°41'03" de latitude sul, 40°20'24" de longitude oeste Greenwich e altitude aproximada de 70 m.

A área apresentava 30 m², sendo 6 m de comprimento e 5 m de largura, apresentando uma leve declividade, no entanto, para evitar maiores problemas de desuniformidade em relação à distribuição de água pelo sistema, foram feitos canteiros os quais foram nivelados. No

experimento foram utilizados 40 vasos plásticos com capacidade para 15 L, os quais foram preenchidos com solo e adubo de origem orgânica. Após o preenchimento dos vasos, o solo foi molhado durante dois dias visando o transplante das mudas oriundas de sementes convencionais de alface (*Lactuca sativa* L.) variedade crespa. A irrigação utilizada foi do tipo localizado por microtubos, com um emissor por vaso, operando com uma pressão variando de acordo com a pressão no início do microtubo, localizado na linha lateral, com vazão nominal de 2,0 L h⁻¹. O sistema funcionava apenas utilizando a força da gravidade.

O experimento apresentou oito tratamentos (Tabela 1) variando de acordo com a quantidade de adubo bovino e cinzas dentro dos vasos e cinco repetições. Cada unidade experimental foi formada por um recipiente com uma planta. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 5.

Neste trabalho foram avaliados o diâmetro e o comprimento do caule da cultura da alface por meio de um paquímetro. Com os dados obtidos em campo, foi realizada a análise de variância para cada variável através do software “SISVAR 4.6”, sendo selecionado o modelo de melhor nível de significância e coeficiente de determinação (R²).

Tabela 1: Tratamentos testados, resultantes da combinação entre esterco bovino e cinzas.

SIMBOLOGIA	TRATAMENTOS
T ₁ C ₀	1,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₂ C ₁	1,5 L de esterco bovino com cinzas
T ₃ C ₀	2,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₄ C ₁	2,5 L de esterco bovino com cinzas
T ₅ C ₀	1,0 L de esterco bovino sem cinzas
T ₆ C ₁	1,0 L de esterco bovino com cinzas
T ₇ C ₀	3,5 L de esterco bovino sem cinzas
T ₈ C ₁	3,5 L de esterco bovino com cinzas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 a seguir são apresentados os dados obtidos em campo do diâmetro e comprimento do caule de alface nos diferentes tratamentos em estudo.

O diâmetro do caule variou significativamente em relação as diferentes quantidades de adubação com esterco e esterco com e sem cinzas (Tabela 3). Estatisticamente houve uma

Tabela 2: Dados obtidos em campo.

Tratamentos	Diâmetro do Caule (cm planta ⁻¹)	Comprimento do Caule (cm planta ⁻¹)
T ₁ C ₀	0,76	14,32
T ₂ C ₁	0,20	5,28
T ₃ C ₀	0,82	11,70
T ₄ C ₁	0,36	7,60
T ₅ C ₀	0,98	12,32
T ₆ C ₁	0,48	7,66
T ₇ C ₀	1,22	18,70
T ₈ C ₁	0,70	5,64



Tabela 3: Valores de F e significância estatística e coeficiente de variação para o diâmetro e comprimento do caule da alface nas diferentes proporções de esterco na presença e na ausência de cinzas.

Fonte de Variação	GL	Diâmetro do Caule	Comprimento do Caule
		QUADRADOS MÉDIOS	
Esterco	3	24,671 **	5,140 **
Cinzas	1	149,698 **	217,310 **
Esterco*Cinzas	3	0,249 ^{ns}	16,042 **
Erro	32	-	-
Total corrigido	39	-	-
Coef. de variação (%)		19,10	15,91

** significativo ao nível de 5%; ns – não significativo.

diferenciação no diâmetro da alface em relação à quantidade de esterco colocado como adubo, mostrando uma melhor média para o tratamento que apresentava maior quantidade de esterco, T₇C₀ (3,5 L de esterco sem cinzas), resultado também encontrado por Porto (1999) que obteve os maiores diâmetros por planta de alface de acordo com a maior quantidade de esterco aplicada dentro de seu experimento. Porém, é preciso analisar as características químicas do esterco utilizado, pois o mesmo pode aumentar a acidez no solo e apresentar quantidades diferentes de nutrientes de acordo com a fonte. A análise de regressão apontou uma tendência quadrática para o diâmetro do caule da alface (cm) em função da quantidade de adubo (esterco sem cinzas) aplicado, mostrando um efeito significativo ao nível de 5 %, como se observa na Figura 1.

Com relação aos resultados obtidos entre tratamentos com e sem cinzas, observou-se estatisticamente uma diferença no diâmetro do caule da alface mostrando uma melhor média para os tratamentos que não utilizaram cinzas na sua composição. Entretanto a análise de regressão não mostrou nenhum ajuste adequado para o diâmetro do caule em função da adubação com e sem cinzas.

O comprimento do caule variou significativamente em relação as diferentes quantidades de adubação com esterco, esterco com e sem cinzas e na interação entre esterco e cinzas, como é mostrado abaixo na Tabela 3. Observou-se um maior comprimento de caule para as plantas submetidas ao tratamento com maior quantidade de esterco sem cinzas (T₇C₀), resultado também encontrado por Porto (2006) que observou um aumento linear do comprimento do caule

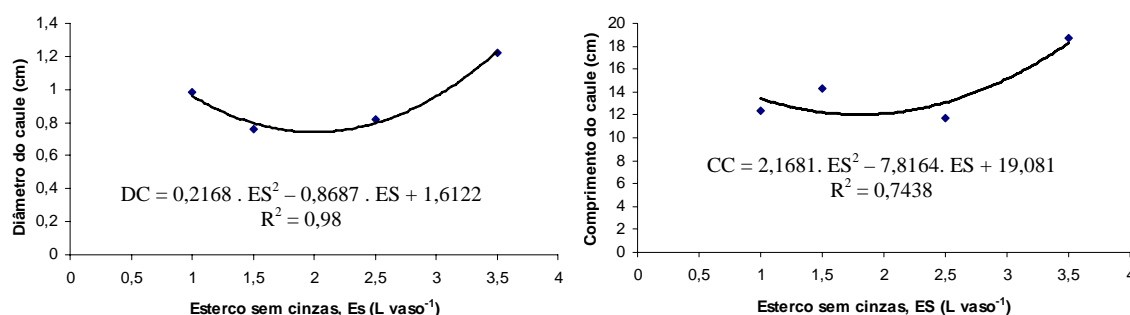


Figura 1: Diâmetro e comprimento do caule em função da adubação com esterco.

da alface em função da elevação das doses de esterco. Segundo Yuri *et al.* (2004) para as cultivares crespas soltas, o tamanho do caule está relacionado com uma maior produção de folhas, levando-se em consideração que, quanto maior o comprimento, maior será a quantidade de folhas inseridas. A análise de regressão apontou uma tendência quadrática para o comprimento do caule da alface (cm) em função da quantidade de adubo (esterco sem cinzas) aplicado, mostrando um efeito significativo ao nível de 5 %, como se observa na Figura 1. Com relação aos resultados obtidos entre tratamentos com e sem cinzas, observou-se estatisticamente uma diferença no comprimento do caule da alface mostrando uma melhor média para os tratamentos que não utilizaram cinzas na sua composição. Entretanto a análise de regressão não mostrou nenhum ajuste adequado para o comprimento do caule em função da adubação com e sem cinzas. Quanto à interação esterco e cinzas, obteve-se melhores médias relacionadas ao comprimento do caule dentro da condição esterco sem cinzas para o tratamento T₇C₀ e para a condição esterco com cinzas os tratamentos T₄C₁ e T₆C₁, como é mostrado na Tabela 04.

Tabela 4: Efeito da adubação sobre a característica avaliada, comprimento do caule da alface.

Comprimento do Caule			
Tratamentos sem cinzas	Médias	Tratamentos com cinzas	Médias
T ₃ C ₀	11.700000 a1 *	T ₂ C ₁	5.280000 a1 *
T ₅ C ₀	12.320000 a1 *	T ₈ C ₁	5.640000 a1 *
T ₁ C ₀	14.320000 a1 *	T ₄ C ₁	7.600000 a1 *
T ₇ C ₀	18.700000 a2 *	T ₆ C ₁	7.660000 a1 *

*Médias seguidas por números distintos na vertical diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÃO

Conclui-se que: O comprimento do caule variou significativamente em relação as diferentes quantidades de adubação com esterco, esterco com e sem cinzas e na interação entre esterco e cinzas; O diâmetro do caule variou significativamente em relação as diferentes quantidades de adubação com esterco e esterco com e sem cinzas; A adubação com a adição de cinzas mostrou-se desfavorável ao desenvolvimento da alface com relação à quantidade de cinzas utilizada no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.
- KIMOTO, T. **Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócoli**. In: Nutrição e Adubação de Hortaliças. Jaboticabal, 1993. **Anais...** Jaboticabal, UNESP. 1993. p.149-178.
- PORTO, V. C. N.; *et alii*. **Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface**. Caatinga, Mossoró-RN, dez. 1999.
- PORTO, M. L. **Produção, estado nutricional e acúmulo de nitrato em plantas de alface submetidas à adubação nitrogenada e orgânica**. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical). Areia (PB), 2006.



SMITH, S. R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: **their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune)**. *Plant and Soil*, v.115, n.1, p. 135-144, 1989.

SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial**. 5.ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1985. v.1, 187p.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. **Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p. 127-130, 2004.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

MACROFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM CULTIVOS DE MAMÃO E BANANA¹

VÁSQUEZ, E. M. F.²; VÁSQUEZ, M. A. N.², FREIRE, M. S.²,
PONTES, R. E.³ & ROCHA, C. R. T.²

¹Trabalho realizado com o apoio do Sítio Barreiras, município de Missão Velha-CE.

²Professor(a) do Curso de Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia. FATEC, Juazeiro do Norte - CE, (0XX88) 3566.4046, e-mail: edilza99@yahoo.com;

³Tecnólogo em Recursos Hídricos em Irrigação;

RESUMO: O sistema solo-cobertura vegetal é um habitat cujas interações refletem positiva ou negativamente sobre o conjunto de organismos do solo dada sua complexidade tanto em termos quantitativos quanto em diversidade. Estes organismos exercem papel relevante, pela otimização das condições em que as plantas se desenvolvem, facilitando as práticas de manejo e conservação do agroecossistema. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a distribuição da fauna edáfica em áreas cultivadas com mamão e banana na região do Cariri cearense. No solo cultivado com mamão, os valores para número de indivíduos foram superiores quando comparados aos encontrados no solo com banana, demonstrando ser esta cultura uma alternativa para recuperar ou manter a qualidade biológica do solo.

Palavras chave: fauna edáfica; diversidade de espécies.

EDAPHIC INVERTEBRATE MACROFAUNA IN PAPAYA AND BANANA CULTIVATIONS CROPS

ABSTRACT: The vegetable soil-cover system is a habitat who contemplates interactions positive or negatively the organisms group of soil according to the complexity in quantitative and diversity terms. These organisms execute important paper, for optimization of conditions in the grow plants, facilitating them practices of handling and conservation of agroecossistema. The objective present work was to characterize the distribution edaphic invertebrate macrofauna in papaya and banana cultivations crops in Cariri from Ceará. In soil cultivated with papaya, the values for number of individuals were superior when compared to soil found with banana, demonstrating to be this culture an alternative to recover or to maintain the biological quality of soil.

Key-words: soil fauna; diversity



INTRODUÇÃO

Nas condições agroecológicas do Cariri cearense, a bananeira e o mamoeiro cultivados, assume importante papel na formação de divisas, na alimentação da população e fixação do homem à terra. No município de Missão Velha - CE estas culturas têm tornado-se relevantes e os produtores necessitam fazer uso de tecnologias para atingir maiores produtividades.

Os solos agrícolas têm sido constantemente degradados devido à exploração intensiva levando à modificação progressiva de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, implicando em desequilíbrio da estrutura ecológica do solo, o que reduz o aproveitamento das plantas e afeta a produtividade das culturas.

O manejo do solo por meio de práticas como revolvimento, calagem, fertilização, rotação de culturas, cobertura vegetal e aplicação de agroquímicos causam alterações que refletem positiva ou negativamente sobre o desenvolvimento dos organismos (Ribeiro et al., 1992).

No solo vive uma diversidade de animais responsáveis por todos os níveis tróficos de decomposição, além de predadores e patógenos, e o material orgânico, na superfície do solo, mantém condições ambientais favoráveis ao equilíbrio da estrutura agroecológica. Nesse ambiente, observam-se os eventos de maior importância biológica do agroecossistema (Gassen, 1993).

O manejo inadequado de plantas cultivadas pode afetar a incidência e a população de pragas e, principalmente, de seus inimigos naturais. O desequilíbrio provocado por preparos intensivos do solo é desfavorável à sobrevivência de inimigos naturais, além de aumentar a população de pragas e a necessidade de uso de agroquímicos favorecendo bem mais a degradação do solo.

A fauna do solo tem sido considerada de grande importância nos sistemas agrícolas, com efeito, nos processos e nas propriedades do solo, reduzindo não apenas a adubação, mas também aumentando o rendimento dos fertilizantes aplicados (Clossley Jr. et al., 1989; Siqueira, 1993). Estes animais interagem com outros microorganismos, os quais decompõem e mineralizam os detritos do solo (Höfer et. al., 2001), afetando a estrutura do solo e alterando as suas propriedades físicas e biológicas. Portanto, estes organismos exercem papel relevante no sistema solo-planta pela otimização das condições adequadas de manejo e uso do solo para as plantas.

No entanto, a grande diversidade de organismos existente no agroecossistema dificulta a determinação da riqueza total da área avaliada, sendo necessário para tanto, eleger alguns grupos taxonômicos, que sejam diversos trófica, ecológica e taxonomicamente (di Castri et. al., 1992).

Considerando a importância das culturas banana e mamão, e a necessidade de informações sobre a influência que a comunidade de organismos do solo exerce no sistema de manejo dessas culturas, na região semi-árida do Cariri, desenvolveu-se um estudo preliminar tendo como parâmetro biológico a população de macrofauna do solo, com o objetivo de fornecer elementos para análises futuras.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Missão Velha, estado do Ceará cujas coordenadas geográficas são: latitude 7° 15' S, longitude 39° 39' W e altitude de

aproximadamente 352 m. De acordo com a classificação climática de Köppen (Viana et al. 1997), a fazenda encontra-se sob clima do tipo Cw', tropical chuvoso, sendo o solo classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999).

Para avaliação da composição e abundância da fauna de solo procedeu-se 4 coletas, em intervalos de 15 dias, realizadas em áreas produtoras de mamão e de banana com dimensão de 1 há cada área. Em cada tipo de cultura foram coletadas 5 amostras de um metro quadrado, em pontos definidos aleatoriamente. Estas amostras foram avaliadas e o número de organismos presentes no material foi triado e identificado através de literatura disponível (Gallo et al., 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1 pode-se verificar a distribuição da fauna edáfica sob cultivos de mamão e banana.

Das coletas realizadas, considerando as duas áreas em estudo, obteve-se um total de 5.562 indivíduos faunísticos pertencentes às populações de Arthropoda, Annelida e Molusca, dos quais observou-se predominância de indivíduos Arthropoda, em ambas as culturas, com valores totais destes indivíduos estimados em 97,1% e 78,42% nas áreas de mamão e banana, respectivamente.

No solo sob cultivo de mamão predominou a classe Crustácea (tatuzinho) com 86% dos indivíduos coletados. No solo sob cultivo de banana, também houve predominância deste grupo de indivíduos (32,67%), porém 2,6 vezes menos quando comparado com a área anterior. A superioridade na população de tatuzinho na área cultivada por mamão pode ser resultado da presença de restos culturais (troncos caídos em decomposição) encontrados no solo, fornecendo abrigo e alimento, resultando em níveis populacionais mais elevados destes indivíduos. Silva & Carvalho (2000), demonstram que práticas como o não revolvimento do solo e a permanência de cobertura vegetal evidenciam boas condições para população de artrópodes.

A classe Insecta foi representada por quatro ordens. As mais abundantes foram Hymenoptera (18,61%), Blattodea (13,35%) e Chilopoda (7,39%) na área de banana; Blattodea e Chilopoda com 4,57% e 4,24% de indivíduos, respectivamente, na área sob cultivo de mamão. As demais ordens tiveram representações menos expressivas.

No solo sob cultivo de banana pode-se observar, ainda, que a classe Gastropoda teve representação superior quando comparada com a área cultivada com mamão, tendo número de indivíduos representados por 10,65% e 1,36%, respectivamente.

Comparando-se os valores populacionais encontrados para cada cultura no uso do solo, nota-se que há maior abundância de indivíduos na área cultivada por mamão, já que esta apresentou 87,34% do total de indivíduos encontrados nas duas áreas, que foi de 5.562 indivíduos. Este dado pode ser resultado de um maior volume de material vegetal encontrado como resíduo cultural.

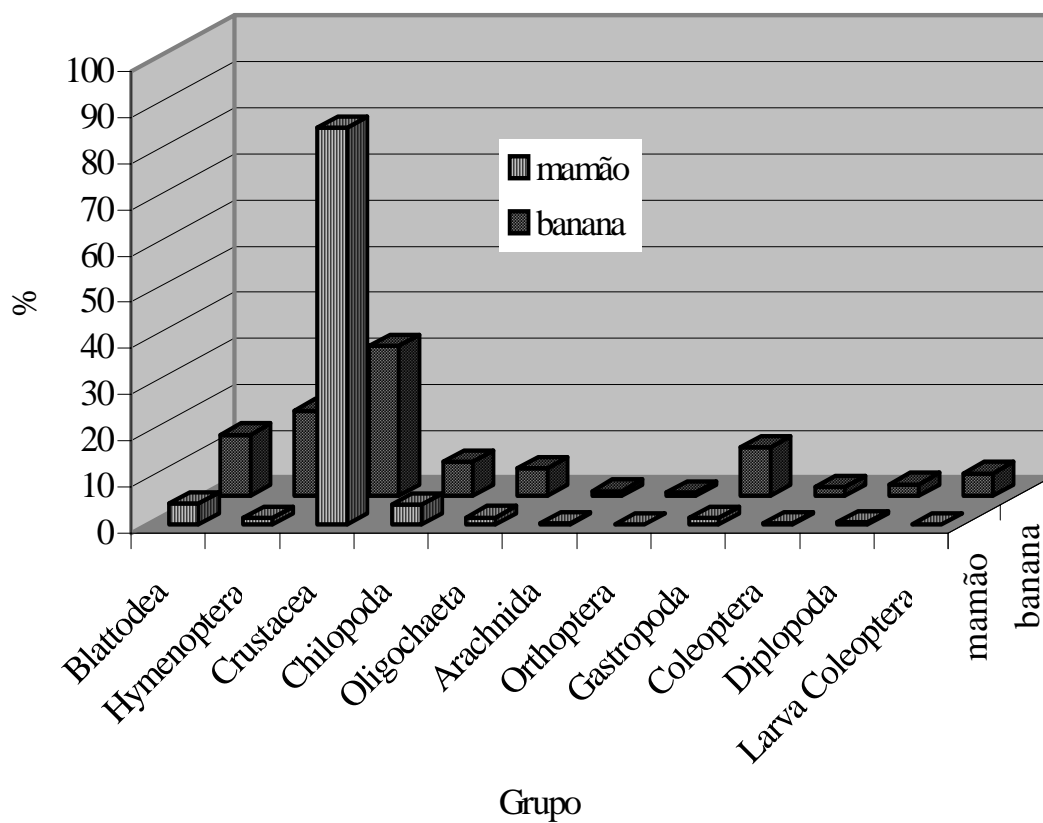


Figura 1. Percentagem de insetos coletados em áreas sob cultivo de mamão e banana.

Segundo Crossley Jr. et al. (1989), manejos do solo tais como uso de arado e grade, alteram a natureza da comunidade edáfica de modo que algumas espécies aumentam e outras diminuem. O uso de fertilizantes e a consorciação de culturas, em geral, favorecem a fauna do solo, especialmente, os microartrópodes. No entanto, o uso de pesticidas, o cultivo intensivo do solo, o monocultivo prolongado e a queima reduz a diversidade e a densidade populacional desses organismos do solo (Siqueira, 1993).

CONCLUSÕES

-O estudo das populações permitiu uma adequada definição e diferenciação entre as condições do solo nas áreas avaliadas, constituindo-se em eficientes indicadores da qualidade do solo.

-O cultivo do mamão pode ser uma alternativa de plantio para sistema de rotação de culturas devido à diversidade e abundância de macrofauna edáfica que contribui para manutenção ou recuperação do solo.

AGRADECIMENTO

Ao Sítio Barreiras, pelo apoio na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CROSSLEY JR, D. A.; COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F. The importance of the fauna in agricultural soils: Research approaches and perspectives. **Agriculture, ecosystems and environment, Netherlands**, v. 27, p. 47 - 55, 1989.
- Di-CASTRI, F., J. R. VERNHES, T. YONÈS. 1992. Inventorying and monitoring biodiversity: a proposal for an international network. *Bio. Int.* 27: 1-28.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solo, 1999. 412 p.
- GALLO, D.; NAKANO, N.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. ^a; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de entomologia agrícola**. 2.ed. Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1988. 531p.
- GASSEN, D. N. O manejo de pragas no sistema de plantio direto: In: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. (Passo Fundo, RS). Plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Embrapa-CNPT / FUNDACEP / FECOTRIGO / Fundação ABC / Ed. Aldeia Norte, 1993. p. 129 – 139.
- HÖFER, H., W. HANAGARTH, M. GARCIA, C. MARTIUS, E. FRANKLIN, J. RÖMBKE, L. BECK. 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *Euro Journal Soil Biolog.* 37: 229 – 235.
- RIBEIRO, S. P.; DOMINGOS, D. J.; FRANÇA, R. C. Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de Cerrado no estado de Minas Gerais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.21, n.1, p.203-214, 1992.
- SILVA, R. A.; CARVALHO, G. S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. *Ver. Ciência Rural*. V.30, n.2, p. 199-203. UFSM. Santa Maria, RS. 2000.
- SIQUEIRA, J. O. **Biologia do solo**. ESAL-FAEPE. 1993. 230 p.
- VIANA, T. V. A.; BASTOS, E. A.; ALVES, D. R. B.; FOLEGATTI, M. V. Algoritmo da classificação climática de Köppen, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.255.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM FILTRO DE MANTA SINTÉTICA NÃO TECIDA PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

NASCIMENTO NETO, J. R.¹; MESQUITA, F. P.¹; MIRANDA, E. P. DE² & SOUZA, R.O.R.M.³

¹Estudante, FATEC/Sobral, Rua Oriente nº 435, CEP:62598-000, Jijoca de Jericoacoara/CE. Fone: (88)99691693. e-mail: netoparaguai456@yahoo.com.br.

²Prof. M.Sc. FATEC, Sobral/CE

³Prof. Doutor, UFRA, Belém/PA

RESUMO: Com intuito de oferecer uma alternativa de filtragem eficiente e de baixo custo, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada. Construiu-se um filtro de manta sintética não-tecida utilizando materiais alternativos de baixo custo e fácil aquisição, como tubo de PVC, e conexões facilmente encontradas no mercado. O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Ensaio de Equipamento de Irrigação da Faculdade de Tecnologia, FATEC/Sobral. Obteve-se uma eficiência de filtragem (87,9%), considerada alta.

Palavras chave: irrigação localizada, filtragem, manta sintética

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A FILTER OF NON WOVEN SYNTHETIC FABRICS FOR LOCALIZED IRRIGATION

ABSTRACT: With the intention of offering an alternative of efficient and low cost filtration, this work had as objective the development and evaluation of a filter of non woven synthetic fabrics for localized irrigation for localized irrigation. A filter of non woven synthetic fabrics was built with available low cost materials, as PVC tube and connections used by people work with irrigation. This work was made at the Irrigation Laboratory of FATEC/Sobral, the construction of the filter was accomplished with success, and this alternative filter had high filtration efficiency (87,9%), was easy to build and had low head lost, considering the high efficiency of solids removal.

Key-words: localized irrigation, filtration, synthetic fabrics

INTRODUÇÃO

Os sistemas de filtragem são componentes fundamentais para irrigação localizada devido os orifícios dos emissores serem de pequenos diâmetros fazendo com que se obstruam facilmente sem a devida filtragem da água. São necessários filtros entre 80 e 120 mesh para microaspersão e de 120 a 200 mesh para gotejamento.

A utilização de filtros de diversos tipos tem sido recomendada a fim de melhorar a qualidade físico-química da água e até bacteriológica para irrigação localizada, procurando reduzir os efeitos maléficos relacionados com entupimentos de emissores que a água de má qualidade proporciona, no entanto, são filtros de alto custo de aquisição, sendo o sistema de filtragem responsável por uma parcela significativa no custo do sistema de irrigação.

As mantas sintéticas não-tecidas a muito tempo vem sendo utilizadas com sucesso na remoção de impurezas do ar e por volta da década de 90 tem-se os primeiros relatos de testes de manta sintética na filtragem de água, sendo materiais de alta porosidade entre 80 e 90%, e de boa eficiência na remoção de sólidos.

Parteniani (1991) diz que a combinação dos parâmetros porosidade, superfície específica e espessura das mantas, determina a manta que melhor se adapta às condições de filtração como: taxas de filtração e qualidade da água.

Ribeiro et al. (2005) comparando um filtro de disco de 130 mesh e um filtro de manta sintética quanto a remoção de sólidos, verificaram que o filtro de manta sintética não-tecida mostrou uma tendência a uma melhor remoção de partículas orgânicas e inorgânicas, apresentando uma evolução mais rápida na perda de carga em função do volume filtrado e que as concentrações de bactérias no efluente do filtro de manta sintética não-tecida eram menores que no filtro de disco.

Scatolini & Parteniani (2001), comparando dois tipos de mantas sintéticas não-tecidas e as unidades filtrantes de disco e tela quanto a remoção de sólidos, comprovaram superioridade das mantas, sendo 27 e 29% de remoção nas mantas e apenas 19 e 20% para tela e disco respectivamente.

Cruz (1996) comprovou também a superioridade de manta sintética quanto à eficiência na remoção de sólidos, sendo que o filtro de manta apresentou potencial médio de 25% enquanto que os filtros de tela e disco apresentam 5 e 12% respectivamente.

Parteniani (2001), avaliando remoção de algas de efluentes utilizando manta sintética não-tecida e comparando com filtros de disco e tela de 120 mesh verificou que a manta sintética apresentou valores superiores de remoção de algas, sendo 34,7% e 25,8% filtro de disco e 26,3% o filtro de tela. Verificou-se também uma perda de carga mais acentuada nos filtros de manta, o que indica mais retenção de sólidos.

Dentro desse contexto, com intuito de oferecer uma alternativa de filtragem eficiente e de baixo custo, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada.



MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Irrigação da Faculdade Tecnológica de Sobral, onde foi desenvolvido e avaliado um filtro de manta sintética não tecida. Montou-se uma bancada de ensaio, constituída de um sistema fechado, onde a água era bombeada de um reservatório.

O filtro foi construído utilizando-se tubo roscável de 2 ½”, dois caps de 2 ½”, duas flanges de 1”, um tubo roscável de 1” para construção da ogiva 50 cm. Para a unidade filtrante foi utilizado um carpete “obelin” sem pêlo de 0,15 x 0,5 m (Figuras 1).

O suporte da unidade filtrante (ogiva) foi furado com broca de 5 mm por toda a sua extensão, sendo feita rosca em uma de suas extremidades. O carpete foi costurado de modo a fixar-se no suporte sem necessidade de abraçadeiras e facilitar a retirada para lavagem.

A avaliação do filtro foi verificada através da determinação da eficiência de filtração (remoção de sólidos) e da perda de carga. Para determinar a remoção de sólidos, montou-se um sistema fechado utilizando reservatório de 1 m³ e um conjunto motobomba de 2,5 cv.

Para eficiência de filtração coletaram-se dez amostras a jusante e dez a montante do filtro, 200 ml cada. A eficiência de filtração foi determinada pela seguinte formula:

$$Ef(\%) = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

Ef – eficiência de filtração (%);

S₁ – Concentração de sólidos antes do filtro (mg L⁻¹);

S₂ – Concentração de sólidos depois do filtro (mg L⁻¹);

A perda de carga foi determinada pela diferença de pressão antes e depois do filtro, em vazões crescentes, o que permitiu a determinação da curva vazão x perda de carga. O teste durou 60 min com coletas de vazão e verificação de perda de carga a cada cinco minuto, até os trinta primeiros minutos, e de dez em dez minutos nos últimos trinta minutos.

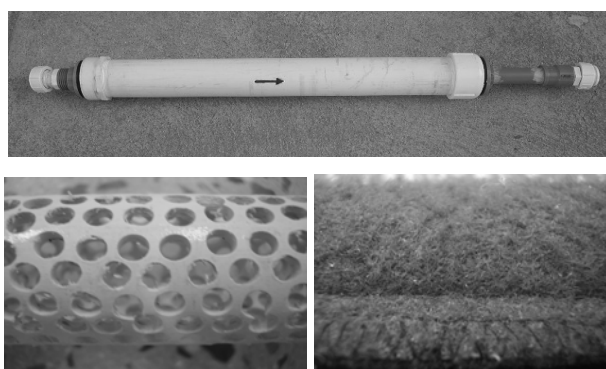


Figura 1 – Filtro completo, ogiva e manta sintética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A confecção do filtro apresentou um custo total de R\$ 40,20.

O filtro apresentou as seguintes características: facilidade de montagem e manuseio; fácil de limpar; e elevado desempenho durante todos os testes não apresentando vazamentos nem problemas de funcionamento.

O filtro apresentou eficiência de filtragem, em média 87,9%, como pode ser visto na Tabela 1, bastante elevada, comparada com Scatolini & Parteniani (2001), Parteniani (2001) e Cruz (1996).

A evolução das perdas de carga com o aumento da vazão foi acentuada, devido a alta capacidade de retenção do filtro. No final do teste o elevado valor de perda de carga deve-se ao aumento da vazão e ao tempo de funcionamento e volume da água filtrada. Os valores de perda de carga poderiam ser menores se a superfície de contato fosse maior.

Com base nas observações durante os ensaios, pode-se perceber que a utilização de um sistema de retrolavagem poderia ter melhorado o desempenho do sistema de filtragem. Também pode-se constatar que a utilização de uma ogiva com maior superfície de contato proporcionaria uma evolução de perda de carga mais lenta.

Tabela 1. Eficiência de filtragem (Ef) de acordo com o tempo de coleta (T).

T(min)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	média
Ef (%)	86,04	84,72	96,52	82,35	96,90	84,48	88,40	82,44	85,45	92,55	87,98

Tabela 2. Evolução da perda de carga ao longo de 60 minutos de ensaio.

T(min)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
Q (m ³ /h)	1,4742	1,7472	2,3739	3,0660	3,7440	4,7100	5,0520	5,2920	5,3550	5,4780
Hf (mca)	0,34	0,36	0,84	1,39	1,85	2,47	2,70	2,94	3,35	3,51

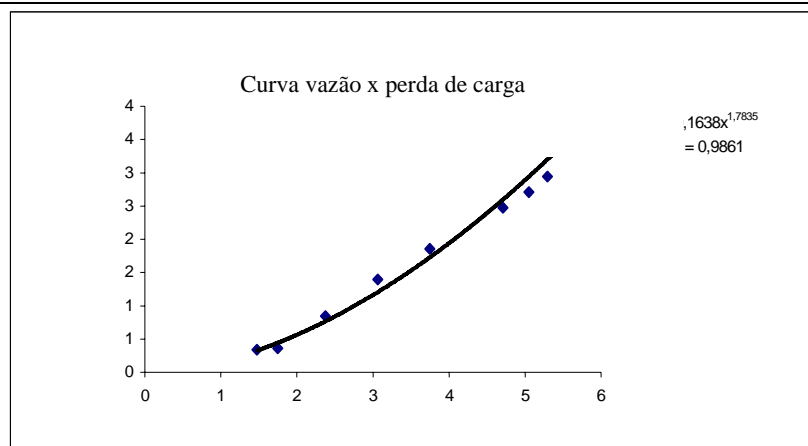


Figura 2 – Curva vazão versus perda de carga no filtro de manta sintética com água limpa



CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- 1- O filtro foi construído e avaliado com sucesso, apresentando elevada eficiência de filtração.
- 2- Os custos com a construção do filtro foram baixos, o que o torna mais acessível.
- 3- O filtro apresentou baixa perda de carga se considerado sua alta eficiência.
- 4- A unidade filtrante apresentou-se resistência à deformação e facilidade de limpeza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, L.B.S. **Avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para a irrigação localizada**. Campinas, 1996. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP.

PARTENIANI J. E.S. e SCASTOLINI M. E. Eficiência de manta sintética não tecida na remoção de algas presentes na água de irrigação. **Ecosistema**, v.26, n.1 Jan-Jul,2001

PARTENIANI J. E.S. e SCASTOLINI M. E Remoção de sólidos suspensos na água de irrigação utilizando manta sintética não tecida. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**. Campina Grande, v.5 n.3 p.382-385,2001

RIBEIRO T. A. P. et al., Efeitos da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**. Campina Grande, v. 9 n.1 jan- Mar, 2005



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DA GOIABEIRA¹

BEZERRA, A. J. S.²; LOPES, F. B.³; SILVA, E. J.³;
SALES, J. C.⁴; PAIXÃO, F. J.⁵ & SOUSA, G. G.⁶

¹Parte do relatório da bolsa FUNCAP 2005 da primeira autora.

²Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação, Rua Amália Xavier de Oliveira S/N, Bairro Triângulo, CEP: 63040-000. Fone: (88) 3566-4045, e-mail: a-julliana@hotmail.com.

³Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, e-mail: lopesfb@yahoo.com.br e edivamj@yahoo.com.br.

⁴Doutorando, Professor do Departamento de Recursos Hídricos e Irrigação da FATEC de Juazeiro do Norte.

⁵Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Doutorando em Engenh. Agrícola e Recursos Naturais, UFCG

⁶Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas, CCA/UFC.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade temporal dos parâmetros RAS, CEa e Cl^{-1} nas águas do poço profundo utilizado para irrigar a cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.). O estudo foi desenvolvido na unidade experimental da Faculdade de Tecnologia Centec- FATEC Cariri, localizada no município de Barbalha-Ceará. As coletas de água foram realizadas, mensalmente, de setembro de 2003 a junho de 2004, realizando duas coletas em cada mês. Para ambas as estações, seca e chuvosa, identificou-se um aumento do valor da RAS ao longo das coletas, sendo estes superiores no período chuvoso. A água do poço profundo não apresenta restrição de uso quanto ao risco de sodicidade para ambos o período chuvoso e seco. Os maiores valores de RAS, em geral, ocorreram no período chuvoso. Na coleta 5 no período chuvoso houve um aumento da CEa, ultrapassando do limite recomendado para irrigação segundo alguns autores. Para o íon Cl^{-1} em ambos os períodos, seco e chuvoso, nas coletas 5 e 6 o mesmo aumentou significativamente. Portanto, os maiores valores, em geral ocorreram, no período chuvoso, para todos os parâmetros estudados.

Palavras chave: irrigação, qualidade da água, *Psidium guajava* L.

QUALITATIVE CHARACTERIZATION OF THE WATER FOR IRRIGATION OF THE CULTURE OF THE GUAVA TREE

ABSTRACT: The present work had as objective to evaluate the temporal variability of parameters, SAR, CEa and Cl^{-1} in waters of the deep well used to irrigate the culture of guava (*Psidium guajava* L.). The study it was developed in the experimental unit of the College of Technology Centec- FATEC Cariri, situated in the city of Barbalha-Ceará. The water collected had been carried through, monthly, of September of 2003 the June of 2004, carrying through two collected in each month. For both the stations, it dries and rainy, one identified an increase of the value SAR to long of the collected being the these superiors in the rainy period. The water of the deep well does not present restriction of use how much to the risk of sodicity for both the rainy and dry period. The values of SAR, in general, had occurred in the



rainy period in collect 5 it had increase of the CEa, exceeding of the limit recommended for irrigation as some authors. For ion Cl^{-1} in the periods, dry and rainy, in collects 5 e 6 the same increased significantly. The values had in general occurred, in the rainy period, for all the studied parameters.

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade da água refere-se às características que podem afetar sua adaptabilidade para um determinado uso, ou seja, há uma relação entre a qualidade da água e as necessidades do usuário. As características físico-químicas são as mais utilizadas para a avaliação da qualidade da água para irrigação, sendo os parâmetros biológicos, os menos considerados (Ayres & Westcot, 1999). As águas que se destinam à irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos, considerados importantes na determinação da qualidade agrônômica das mesmas, sendo eles: salinidade, sodicidade e toxicidade de íons. O efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (Pizarro, 1985).

A toxicidade refere-se ao efeito de alguns íons sobre as plantas, sendo eles o cloreto, o sódio e o boro, que quando encontrados em concentrações elevadas podem causar danos às culturas, reduzindo sua produção (Holanda & Amorim, 1997). Segundo Krause e Rodrigues (1998) a agricultura irrigada depende tanto da qualidade como da quantidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização, esta situação, está alterando-se em muitos lugares. Para evitar problemas conseqüentes, deve existir um planejamento efetivo que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade. Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento temporal da água de um poço profundo utilizado para fins de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na unidade experimental da Faculdade Tecnológica Centec - FATEC Cariri, situado no município de Barbalha – CE, estando geograficamente localizado na microrregião do cariri cearense com as coordenadas 7°19' S de latitude, 39°18' W de longitude e uma altitude de 409 m. O clima nessa região apresenta temperatura média anual de 30°C, precipitação de chuvas oscila em torno de 1.160 mm, nos meses de janeiro a maio. A área de 0,588 ha onde está implantada a cultura da goiaba (variedade Paluma) está sendo irrigada com a água do poço profundo.

As coletas de água foram realizadas no período de setembro a novembro (Seco) de 2003 e de abril a junho de 2004 (Chuvoso) ocorreram mensalmente, sendo realizadas duas coletas em cada mês. As amostras foram coletadas em garrafas plásticas esterilizadas e levadas ao

Laboratório de Água e efluentes (LAI) da FATEC Cariri para análise físico-química. Neste trabalho considerou-se os seguintes parâmetros RAS, Condutividade Elétrica e Cloreto. Os parâmetros estudados foram determinados pela seguinte metodologia: Condutividade elétrica (Eletrométrico) e Cloretos (Argentométrico) ambos pela ALPHA, (1995), para avaliar o risco de sodificação do solo pelo uso da água de irrigação, utiliza-se o índice de Razão de Adsorção de Sódio (RAS), obtido através da seguinte Equação, conforme Richards (1954). Em que:

$$RAS = \frac{C_{Na}}{\sqrt{\frac{C_{Ca} + C_{Mg}}{2}}} \quad (1)$$

Onde:

Ca^{2+} - concentração de cálcio na água de irrigação, em $mmol_c L^{-1}$;

Mg^{2+} - concentração de magnésio na água de irrigação, em $mmol_c L^{-1}$;

Na^{+} - concentração de sódio na água de irrigação, em $mmol_c L^{-1}$.

De posse dos dados gerou-se gráficos dos valores dos resultados observados, com o auxílio do software Excel 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da CEa, parâmetro utilizado para expressar a concentração de sais solúveis totais na água, podem ser vistos na Figura 1. Verifica-se que ocorreu um aumento no período chuvoso na coleta 2, em relação a primeira coleta, havendo um decréscimo nas coletas 3, 4 e 6. Observa-se que no período seco a CEa de modo geral foi menor, comparado com o período chuvoso. Verifica-se ainda pela figura que nas coletas 1 e 3 no período seco a CEa foi superior em comparação ao período chuvoso. Cruz (2001) com avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Distrito de Irrigação Jaguaribe – Apodi – CE, verificou-se valores elevados de CEa, poço profundo, no período seco. Portanto, segundo Ayres & Westcot (1999), os valores encontrados para a CEa em ambos os período (chuvoso e seco), não apresentam nenhuma restrição de uso para a irrigação, com exceção no período chuvoso na coleta 5 que houve um aumento da CEa, ultrapassando o limite permitido para irrigação que segundo Pizarro (1985) uma água de irrigação de boa qualidade deve apresentar uma CEa de aproximadamente, $0,75 dS m^{-1}$.

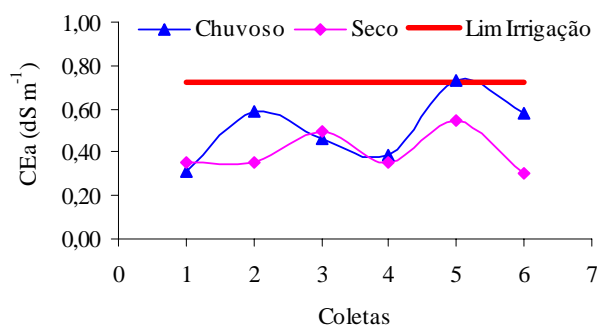


Figura 1. Valores médio de condutividade elétrica no ponto estudado ao longo período chuvoso e seco.



As variações, de distribuição temporal, das concentrações do íon cloreto presentes na água do poço profundo destinado para uso na irrigação, durante os períodos estudados podem ser visualizados através da Figuras 2. Observa-se pela figura que de uma maneira geral os valores do íon Cl^{-1} foram superiores no período seco quando comparado ao período chuvoso. Lopes et al. (2006) estudando o efeito da ação antrópica na concentração do íon cloreto ao longo da bacia do curu, Ceará, Brasil obtiveram valores médios do elemento superior no período chuvoso quando comparado ao período seco. Ainda através da Figura 2 verifica-se que o maior valor observado ocorreu durante o período seco na coleta 6. Observa-se pela mesma figura que na coleta 3, tanto no período chuvoso quanto no seco obtive-se valores iguais em relação ao íon estudado.

A Figura 2 mostra ainda que não haja limitações da água estudada para o uso na irrigação, uma vez que os valores situam-se a baixo de $3,0 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$, não ultrapassando os limites aceitáveis para irrigação (ayers & westcot, 1999). Observa-se ainda que o valores do íon Cl^{-1} para as coletas 2, 4 e 5, para ambos os períodos estudados foram decrescente.

A RAS é o parâmetro que melhor expressa o risco de sodicidade das águas empregadas na irrigação. A sodicidade indica o efeito do sódio presente na água de irrigação em elevar a porcentagem de sódio trocável do solo, alterando as propriedades físico-químicas, e promovendo problemas de infiltração. Por outro lado, a infiltração em geral, aumenta com a salinidade e diminui com a redução desta. Portanto, observa-se na Figura 3, que os valores de RAS tanto no período chuvoso quanto no período seco para todas as coletas estão abaixo do valor recomendado por Pizarro (1978). Isto ocorreu devido baixo valor de sódio encontrado na água utilizada na irrigação da cultura da goiaba, não havendo nenhuma restrição para uso na irrigação.

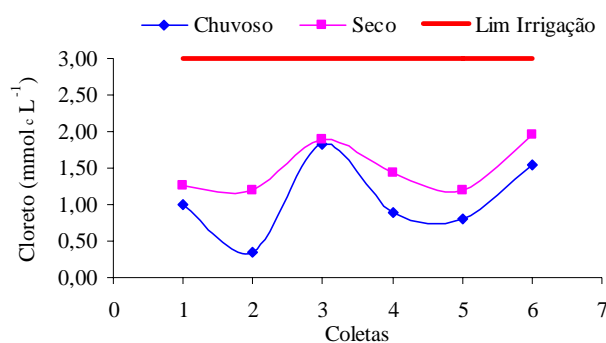


Figura 2. Valores médios de cloretos ao longo do ponto estudado no período chuvoso e seco.

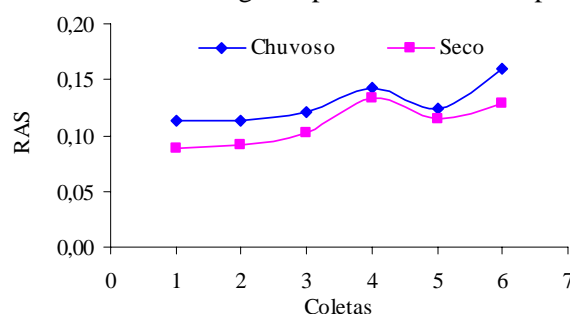


Figura 3. Valores médios de RAS ao longo do ponto estudado no período chuvoso e seco.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que: a qualidade da água utilizada para a goiabeira, encontra-se dentro dos padrões recomendados para todos os parâmetros analisados, com exceção para a CEa no período chuvoso, coleta 5. As águas do poço utilizadas para irrigar a cultura da goiaba não apresentaram risco quanto à sodicidade. Os valores do íon cloreto apresentaram-se superiores no período seco. Os valores da RAS apresentaram-se superiores no período chuvoso. Os maiores valores dos parâmetros analisados, no geral, ocorreram no período chuvoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado). Campina Grande: UFPB. trad: Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. 1999, 218p.
- CRUZ, M. G. M. da. **Avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do distrito de irrigação Jaguaribe – Apodi**. Fortaleza, 2001. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, UFC.
- HOLANDA, J.S. de; AMORIM, J.R.A. de. Qualidade da água de irrigação. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.
- KRAUSE, G.; RODRIGUES, A. F. **Recursos hídricos do Brasil**. MMA – SRH. Brasília, 1998. 33p.
- LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; JÚNIOR, J. I. F.; CHAVES, L. C. G.; LOBATO, F. A. O.. Efeito da ação antrópica na concentração do íon cloreto ao longo da bacia do curu, Ceará, Brasil. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, João Pessoa. **Anais.**, 2006. (CD-ROM).
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola Española., 1978 .521p.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola, Española, 1985. 521p.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, US Department of Agricultural, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

BALANÇO HÍDRICO EM PLANTAS DE SORGO, FEIJÃO-DE-CORDA E ALGODÃO SUBMETIDAS A ESTRESSE SALINO

SOUSA, C. H. C.²; LACERDA, C. F.³; SOUSA, A. E. C.⁴ & BEZERRA, F. M. L.⁵

¹Parte da dissertação do primeiro autor

²Professor, M. Sc., Escola Agrotécnica Federal de Iguatu - EAFI, Rodovia Iguatu-Várzea Alegre, CEP: 63.500-000, Iguatu - CE. Fone (88) 9611 8016. email: sousaibiapina@yahoo.com.br

³Professor, D. Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

⁴Professor, M. Sc., Faculdade Tecnológica CENTEC - Sobral, Ceará.

⁵Professor, D. Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar consumo de água em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação associados com a tolerância à salinidade em plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 15 kg de areia lavada, em condições de casa-de-vegetação, e irrigadas com águas com três níveis de salinidade (0,5, 4,0 e 8,0 dS m⁻¹). O experimento foi montado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 3 (3 espécies x 3 níveis de salinidade), com quatro repetições. O resultado do balanço hídrico foi obtido após 42 dias do início da aplicação dos tratamentos. A aplicação de água salina reduziu o consumo de água pelas plantas, tendo sido o feijão-de-corda a espécie mais afetada.

Palavras chave: água salina, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor*, *Gossypium hirsutum*

HIDRIC BALANCE IN SORGHUM, COWPEA, AND COTTON PLANTS SUBMETIDAD SALT STRESS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate water consumption in function of different levels of irrigation water salinity associates with the tolerance to the salinity in plants of sorgo, beans-of-rope and cotton. The plants had been cultivated in 15 vases contend kg of washed sand, in house-of-vegetation conditions, and irrigated with waters with three levels of salinity (0.5, 4.0 and 8.0 dS m⁻¹). The experiment was mounted following a casualizado delineation entirely, with factorial arrangement 3 x 3 (3 species x 3 levels of salinity), with four repetitions. The result of the hídrico rocking was after gotten 42 days of the beginning of the application of the treatments. The saline water application more reduced the water consumption for the plants, having been the beans-of-rope the affected species.

Key-words: saline water, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor*, *Gossypium hirsutum*

INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (Siqueira, 2003).

Os efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas dependem de fatores tais como, natureza e quantidade de sais solúveis, espécie, cultivar e sua tolerância à salinidade, estádios de desenvolvimento fenológico, estado nutricional, taxa de evapotranspiração, além do manejo da irrigação (Yeo, 1999; Silva, 2003). Dentre as espécies cultivadas de importância para o semi-árido brasileiro, podemos destacar o algodão, o sorgo e o feijão-de-corda, as quais apresentam boas estabilidades de produção em relação ao fator água quando comparadas com outras espécies cultivadas. Essas espécies também apresentam graus diferentes de tolerância à salinidade da água de irrigação e do solo. O algodão e o feijão-de-corda são considerados respectivamente, os mais tolerantes e os mais sensíveis à salinidade, com o sorgo apresentando tolerância intermediária (Ayers & Westcot, 1999). Embora se conheça os diferentes graus de tolerância dessas espécies ao estresse salino, não existem estudos comparativos que visem identificar as características intrínsecas de cada cultura que sejam responsáveis por essas diferenças na resposta a esse fator de estresse. Essas informações podem contribuir para a identificação de mecanismos relevantes da tolerância à salinidade e podem ser úteis no manejo do sistema solo-planta sob irrigação com águas salinas.

A partir do exposto acima, buscou-se avaliar o crescimento e o consumo de água em plantas de algodão, feijão-de-corda e sorgo, irrigadas com águas com crescentes níveis de sais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três espécies vegetais: feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] cv. Epace 10, sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] genótipo CSF 20 e algodão (*Gossypium hirsutum*) BRS 113 7MH. O experimento foi conduzido na Casa de Vegetação pertencente ao Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará – CE, nos meses de outubro a dezembro de 2005. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw', por possuir um clima tropical chuvoso, com precipitações de outono a verão e temperatura média maior de 18°C durante o ano inteiro. Os valores de temperatura média e de umidade relativa média no interior da casa de vegetação, durante o período experimental, foram de 29,5 °C e 71,5%, respectivamente.

As plantas foram irrigadas com água de diferentes concentrações de sais, correspondendo aos seguintes tratamentos: 0,5 dS m⁻¹, 4,0 dS m⁻¹ e 8,0 dS m⁻¹. Para o preparo das soluções salinas, utilizou-se o NaCl, obedecendo-se a relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmol_e L⁻¹ = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (2000). O delineamento experimental utilizado no experimento foi inteiramente ao acaso, seguindo um arranjo fatorial (3 x 3), correspondendo a três níveis de salinidade e três espécies



vegetais com quatro repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. A parcela experimental era constituída de um vaso plástico contendo 2 plantas cada. Os tratamentos foram aplicados diariamente e a quantidade de água aplicada às plantas foi de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2005), mantendo-se o solo na capacidade de campo e adicionando-se frações de lixiviação para prevenir o acúmulo excessivo de sais. A aplicação da água foi feita de forma localizada, de modo a evitar o contato direto da mesma com as folhas. Sob os vasos foram colocados recipientes com o objetivo de acondicionar a água que era drenada dos vasos (Figura 1). Diariamente, na parte da manhã, eram feitas coletas da água drenada de cada vaso para determinação do balanço hídrico. Os componentes do balanço hídrico determinados foram os seguintes: a lâmina total de água aplicada, a lâmina total de água drenada e o consumo total de água pelas plantas (evapotranspiração) obtido pelo método das entradas (lâmina aplicada) e saídas (lâmina drenada), com o solo sendo mantido diariamente na capacidade de campo, de acordo com a seguinte expressão:

$$ET = \frac{I - D}{S} \quad (1)$$

em que;

ET - evapotranspiração, em mm;

I - irrigação, em L;

D - água drenada do vaso, em L;

S - área do vaso, em m².



Figura 1 – Vista dos recipientes para as coletas de água drenada

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico foi realizado durante 42 dias, tendo sido iniciado no décimo dia após o plantio. A definição dos seis períodos considerados para o balanço foi baseada na aplicação da solução nutritiva que acontecia em intervalos de sete dias.

Na Tabela 1 encontram-se os valores dos componentes do balanço hídrico para as três espécies estudadas com seus respectivos tratamentos. Analisando-se os totais na Tabela 1, verifica-se o decréscimo da evapotranspiração das espécies, ou seja, a diminuição do consumo

Tabela 1. Valores totais dos componentes do balanço hídrico das plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão submetidos a três níveis de salinidade de água.

Espécie	Tratamento (dS m ⁻¹)	Irrigação (L)	Drenagem (L)	Evapotranspiração (mm)
Sorgo	0,5	13,35	4,66	163,66
	4,0	12,8	5,01	146,67
	8,0	12,25	5,14	133,84
Feijão-de-corda	0,5	23,3	5,16	341,67
	4,0	18,15	5,33	241,56
	8,0	15,25	5,7	179,97
Algodão	0,5	18,42	5,72	239,26
	4,0	16,25	5,73	198,19
	8,0	14,8	5,8	169,47

de água com o aumento da salinidade. Essa diminuição do consumo está associada ao menor crescimento e desenvolvimento das plantas em virtude da redução nos processos de absorção que variaram com os tratamentos. Das três espécies, o feijão-de-corda foi o que mais sofreu influência no consumo de água, tanto no nível intermediário (29%) como no maior nível de salinidade (47%). Para o algodão essas reduções foram de 17% e 29% e, para o sorgo de 10% e 18%, respectivamente. Medeiros (1996) também verificou esse mesmo comportamento em algodoeiro de fibra branca em que o consumo de água pelas plantas diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação. Conforme a literatura, esse efeitos acontecem devido a concentração de sais na zona radicular reduzir o fluxo de água para a planta, em função do efeito osmótico (Ayers & Westcot, 1999).

Na Figura 2 são mostrados os comportamento da evapotranspiração estimada pelo método do balanço hídrico para as culturas estudadas. Observa-se que as diferenças se intensificaram a partir da terceira semana do início dos tratamentos, especialmente em feijão-de-corda e algodão.

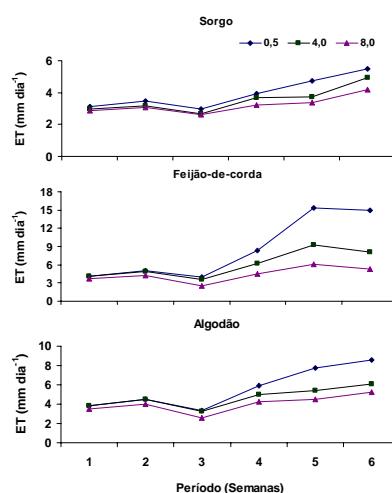


Figura 2 – Evapotranspiração (ET) média diária em plantas de sorgo feijão-de-corda e algodão submetidos a três níveis de salinidade de água nos diferentes períodos de realização do balanço hídrico



CONCLUSÃO

A espécie feijão-de-corda foi a que mais sofreu influência do aumento da salinidade, confirmando o que apresenta a literatura do que a mesma, dentre as estudadas, é a mais sensível ao estresse salino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. (Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV. 2006. 611p.
- MEDEIROS, E. V. **Efeitos da salinidade na água de irrigação sobre a germinação, vigor de sementes e desenvolvimento de plantas de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch)**. Areia: UFPB. CCA. 1996. 51f. (Monografia de Graduação).
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Trad. GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R. de.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 2000.
- SILVA, J. V. **Caracteres fisiológicos e bioquímicos de dois genótipos de sorgo forrageiro submetidos á salinidade**. Fortaleza, 2003. 109p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- SIQUEIRA, E. C. da; **Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2001/26 sob estresse salino**. Campina Grande, 2003. 57f. Dissertação. (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.
- YEO, A. Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. **Scientia Horticulture**, v.78, p.159.174, 1999.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTADO NUTRICIONAL DA BANANA PRATA ANÃ CULTIVADA NA CHAPADA DO APODI (CEARÁ) COM BASE EM ANÁLISES FOLIARES

NOGUEIRA, F.C.¹; CHAVES, A.F.²; ALMEIDA, E.R. DE³; SANTOS, F.S.S.⁵;
SANTOS, M.M.S. DO⁴ & OLIVEIRA, K.M.L.⁴

¹Tecnóloga em Recursos Hídricos/ Irrigação, Pós-graduanda do Curso de Especialização em Fruticultura Irrigada. Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE. (88) 3423 6914. e-mail: fredianan@yahoo.com.br

²Eng.^a Agr., Prof. M.Sc. Faculdade de Tecnologia CENTEC - Limoeiro do Norte, CE.

³Tecnólogo em RH/Irrigação. Prof. MSc. da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

⁴Química, Laboratorista. Faculdade de Tecnologia CENTEC - Limoeiro do Norte, CE.

⁵Graduanda do Curso de RH/Irrigação, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Limoeiro do Norte, CE.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o estado nutricional de bananeiras Prata Anã cultivadas na Chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte - CE, utilizando um banco de dados de análise foliar dessa cultivar, contendo 43 amostras de folhas analisadas no Laboratório de Solos, Água para fins de Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC Limoeiro do Norte, de diversas áreas irrigadas e cultivadas com esta cultura, durante o período de 2004 a 2006. Em relação aos macronutrientes os teores de N e K apresentaram maiores variações em relação ao padrão estabelecido para a variedade em estudo, mantendo o nível de fósforo no limite da necessidade da cultura, sem maiores problemas para cálcio e magnésio, e enxofre um pouco abaixo da média. Quanto aos micronutrientes, o cobre, manganês e zinco foram os nutrientes que apresentaram teores deficientes em maiores frequências nas análises avaliadas. Provavelmente, fatores de ordem não nutricionais contribuíram para um desequilíbrio entre os nutrientes, tendo em vista a quantidade de fertilizantes utilizados na cultura, principalmente os nitrogenados e potássicos.

Palavras chave: *Musa spp.*, estado nutricional, macronutrientes, micronutrientes.

NUTRICIONAL STATE OF CULTIVATED BANANA TREES DWARFED SILVER IN THE CHAPADA OF THE APODI USING A DATA BASE OF FOLIAR ANALYSIS

ABSTRACT: It was objectified with this work to evaluate the nutritional state of cultivated banana trees Dwarfed Silver in the Chapada of the Apodi, city of Limoeiro of the Norte - CE, using a data base of foliar analysis of this to cultivate, I contend 43 leaf samples analyzed in the Laboratory of Ground, Water for ends of Vegetal Irrigation of the FATEC of Limoeiro of the Norte, of diverse areas irrigated and cultivated with this culture, during the period of 2004 the 2006. In relation to the macronutrients the drift



of N and K had presented greater variations in relation to the standard established for the variety in study, keeping the level of match in the limit of the necessity of the culture, without bigger problems for calcium and magnesium, and sulphur a little below of the average. How much to the micronutrients, the copper, manganese and zinc had been the nutrients that had presented deficient drift in bigger frequencies in the evaluated analyses. Probably, not nutritional factors of order had contributed for a disequilibrium between the nutrients, in view of the amount of nitrogen and potassium fertilizers used in the culture.

Key-words: *Musa spp.*, nutritional state, macronutrients, micronutrients.

INTRODUÇÃO

A cultura da banana (*Musa spp.*) ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e consumidas no Brasil e a terceira posição em área colhida. A produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a região Nordeste a maior produtora (34%). No Estado do Ceará, os produtores que adotam técnicas de irrigação e adubação – e, por isso, os de maior produtividade – geralmente estão nos pólos de fruticultura irrigada, um destes pólos situa-se na região Nordeste do Estado, na Chapada do Apodí, município de Limoeiro do Norte, onde vem se destacando pela melhoria do nível tecnológico dos cultivos, podendo exercer influência benéfica para as demais áreas de produção do estado.

Apesar da melhoria observada nos aspectos produtivos da cultura da banana na Chapada do Apodí, em muitos casos ainda deixam a desejar em relação ao manejo de dispensado à cultura, tendo em vista que o cultivo da banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obtenção de altos rendimentos. Deve-se observar tanto o manejo da adubação, quanto da irrigação, para que seja atendida as necessidades nutricionais da cultura, principalmente potássio (K) e nitrogênio (N) que são exigidos em maiores quantidades.

Neste sentido, a diagnose feita pela análise foliar contribui para o controle dos aspectos produtivos, pois, permite ao produtor mensurar os teores de macro e micronutrientes presentes na planta, planejando desta forma a correção da fertilidade do solo, bem como o efeito das adubações, obtendo maiores rendimentos. Desse modo, o presente trabalho foi realizado objetivando avaliar através dos dados de análises foliares, o estado nutricional da cultura da banana (*Musa spp.*) na Chapada do Apodí, Limoeiro do Norte, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Tecnologia CENTEC no município de Limoeiro do Norte, CE, através do levantamento 43 dados de análises foliares da cultivar Prata Anã, durante o período de 2004 a 2006. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Solos, Água para fins de Irrigação e Tecido Vegetal da referida instituição.

Após o agrupamento dos dados, foram realizadas análises estatísticas através do programa Winstat, e os resultados dispostos em gráficos elaborados no Microsoft Excel. Os resultados obtidos foram comparados com os valores padrões de macro e micronutrientes da cultura segundo Malavolta (1997). Diante disso, foi traçado um diagnóstico nutricional da cultura da banana cultivada na Chapada do Apodi.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos podem ser visualizados nas Figuras 01, 02 e 03 para as análises foliares de macro e micronutrientes dos anos de 2004, 2005 e 2006 respectivamente.

De modo geral, as médias dos valores observados para os nutrientes estão dentro das faixas recomendado para cultura segundo Malavolta (1997). Estudos realizados por Borges & Silva (1995) sobre a extração de nutrientes pela bananeira mostraram que o K e o N são os nutrientes mais absorvidos pela planta, seguidos pelo Ca e Mg, e que ocorrem diferenças nas quantidades absorvidas entre cultivares e dentro do mesmo grupo genômico, em virtude das condições de cultivo, fertilidade do solo, entre outros fatores.

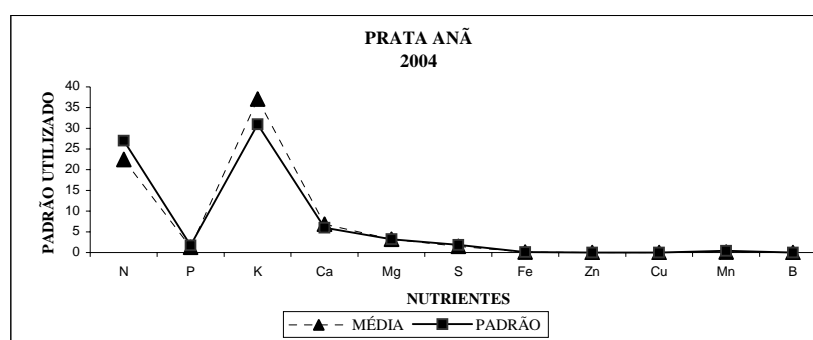


Figura 1: Comparação entre os teores dos nutrientes da cultivar Prata-Anã analisados em laboratório com os teores de referência para cultura no ano de 2004.

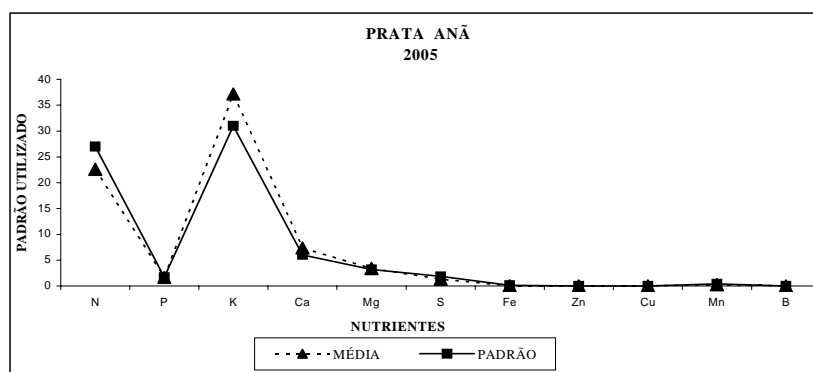


Figura 2: Comparação entre os teores dos nutrientes da cultivar Prata-Anã analisados em laboratório com os teores de referência para cultura no ano de 2005.

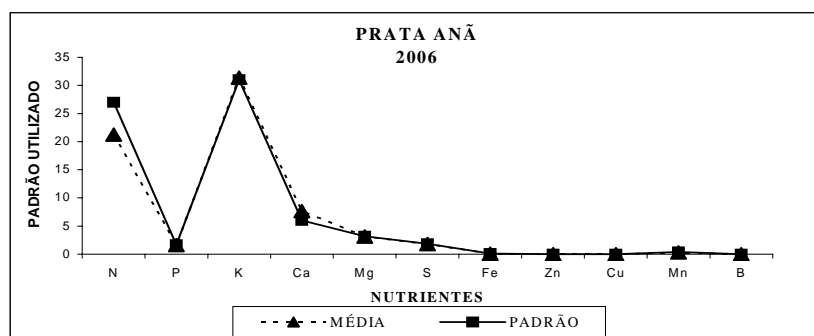


Figura 3: Comparação entre os teores dos nutrientes da cultivar Prata-Anã analisados em laboratório com os teores de referência para cultura no ano de 2006.

Em relação aos macronutrientes, os teores encontrados de N e K nas análises avaliadas, apresentaram maiores variações em relação ao padrão estabelecido segundo Malavolta (1997). O nitrogênio situou-se sempre abaixo da média recomendada para a cultivar, tendo um decréscimo significativo no ano de 2006. O potássio esteve situado acima do padrão nos anos de 2004 e 2005, com uma pequena redução em 2006, porém não afetando os teores exigidos pela cultivar. Saes (1995), num trabalho com ‘Nanicão’ no Vale do Ribeira (SP), mesmo aplicando potássio regularmente, detectou diminuição no teor de K trocável de $2,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $0,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em estudo realizado num solo caulinítico, com 530 g kg^{-1} de argila, também foram registradas perdas elevadas de N e K pela água de drenagem no perfil do solo (Godefroy & Dormoy, 1990). Esses resultados são indicadores de que a perenidade dos cultivos de bananeira pode ser comprometida em consequência do esgotamento acelerado das reservas de nutrientes do solo.

O nível de fósforo encontrou-se no limite da necessidade da cultura. Godefroy et al. (1975), avaliando as perdas de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial em bananais, sob diversas condições de solo e clima, determinaram perdas entre 60 e 85% dos fertilizantes aplicados (exceto para P), sendo N, K, Ca e Mg perdidos predominantemente (85 a 95%) por lixiviação.

Quanto ao cálcio, em 2004 o nutriente situou-se no limite estabelecido para cultivar, porém, em 2005 e principalmente no ano de 2006, seus teores ultrapassaram o recomendado para a cultivar em estudo, fato este que contribui para uma menor absorção de K neste último ano. O magnésio encontrou-se sempre na média durante o período estabelecido e, por fim, o enxofre esteve um pouco abaixo dela, fato que pode ser explicado pela utilização de adubos concentrados, em sua grande maioria.

Quanto aos micronutrientes, o cobre, manganês e zinco foram os nutrientes que apresentaram teores deficientes em maiores frequências nas análises avaliadas.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que provavelmente: (i) fatores de ordem não nutricionais contribuíram para um desequilíbrio entre os nutrientes, tendo em vista a quantidade de fertilizantes utilizados na cultura, principalmente os nitrogenados e potássicos, entre eles pode-se citar o manejo da irrigação; (ii) a adubação nitrogenada utilizada nas áreas avaliadas não provocou variação no teor de N na folha analisada; (iii) os teores dos nutrientes na matéria seca foliar da banana-Prata-Anã, obedeceram à seguinte ordem de concentração: $K > N > Ca > Mg > S > P > Mn > Zn > Fe > B > Cu$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. L.; SILVA, S. de O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 1, p. 57-66, 1995.
- GODEFROY, J., DORMOY, M. Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans un ferrisol de Martinique sous culture bananière. Application à la programmation de la fumure. **Fruits**. v. 45, n. 2, p. 93-101, 1990.
- GODEFROY, J., ROOSE, E.J., MULLER, E. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie de sud de la Côte d'Ivoire. **Fruits**. v. 30, p. 223-35, 1975.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- SAES, L.A. **Resposta da bananeira “nanicão” à calagem na região do Vale do Ribeira**. Piracicaba, 1995. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), ESALQ/USP.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ANÁLISE PRELIMINAR DO FECHAMENTO DO BALANÇO DE ENERGIA DETERMINADO PELA TÉCNICA DAS CORRELAÇÕES TURBULENTAS

BEZERRA, B. G.¹; SANTOS, C. A. C. DOS¹; SILVA, B. B. DA² & SILVA, S. T. A. DA¹

¹Doutorando em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG). Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB. bergson.bezerra@gmail.com.

²Professor Adjunto IV, D.Sc. Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB

RESUMO: Foi analisado o fechamento do balanço de energia obtido pelo método das correlações turbulentas de um pomar de bananeiras. Observou-se nos dias estudados que os resultados apresentaram bastante dispersão. Foram detectadas discrepâncias da ordem de 20% em dois dos três dias estudados.

Palavras chaves: Energia disponível, Fluxo de calor latente, Fluxo de calor sensível.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE ENERGY BALANCE CLOSURE DETERMINED FOR EDDY CORRELATION METHOD

ABSTRACT: It was analyzed the energy balance closure obtained through eddy correlation method for a banana orchards, in the three days. It was observed in the studied days that the results showed very scatter. It was identified disagreement in the approximately 20% in the two days.

Key-words: Energy available, Latent heat flux, Sensible heat flux.

INTRODUÇÃO

O fechamento do balanço de energia (BE), de acordo com a formulação da primeira lei da termodinâmica, requer que a soma dos fluxos de calor latente (LE) e sensível (H) estimados seja equivalente a somas de todas as outras fontes e/ou sumidouros de energia, conforme a equação que se segue:

$$LE + H = Rn - G - S - Q \quad (1)$$

em que: Rn é o saldo de radiação, G é o fluxo de calor no solo e calor, S é o calor estocado no dossel vegetativo e Q é a soma de todos os demais sumidouros, como por exemplo, a energia

utilizada no processo fotossintético. Normalmente o Q é negligenciado, pois constitui porções muito pequenas de energia, quando comparada com os demais termos do BE. Já o S , por sua vez, em estudos sobre culturas irrigadas também pode ser perfeitamente negligenciado, pois Borges (2006) concluiu que o seu efeito sobre o cômputo do BE é irrelevante.

Assim, o BE pode ser perfeitamente estimado, através da equação (1) reduzida aos quatro primeiros termos conforme a equação (2), onde o LE normalmente é obtido como resíduo, ou seja, pela diferença entre os demais termos. Dessa foram inúmeros trabalhos tem sido conduzido alcançando resultados fortemente concordantes, como fizeram (Trezza, 2003; Tasumi et al, 2005; Feitosa, 2005; Bezerra, 2006; Santos et al., 2007).

$$LE + H = Rn - G \quad (2)$$

Na obtenção do Be através do método das correlações turbulentas a igualdade da equação (2) não é satisfeita, isto é, não ocorre o fechamento do BE, apresentando diferenças relativamente significativas, com percentuais superiores ao que representaria os termos desprezados. Wilson et al. (2002) detectaram discrepâncias da ordem de 20% analisando dados obtidos com esta técnica em 22 locais de ecossistemas e climas contrastantes na Europa e EUA. Já Barr et al. (2006) obtiveram da ordem de 15% em florestas boreais no Canadá.

Wilson et al. (2002) afirmam que na análise dos fluxos de LE e H o fechamento do BE é diretamente relevante. Ainda segundo Wilson et al (2002) uma discrepância relativamente elevada sugere que os fluxos de LE e H são subestimados e/ou a energia disponível foi superestimada.

No entanto, a técnica é bastante refinada e pode vir a se tornar uma importante ferramenta na obtenção da evapotranspiração de cultivos irrigados em regiões semi-áridas. Diante do exposto, a presente pesquisa objetivou fazer uma análise preliminar do fechamento do balanço de energia estimado esta técnica sobre um pomar de bananeiras irrigadas no período diurno.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas medidas do R_n , G , H e LE propiciadas pela técnica das correlações turbulentas para três datas, 21 de novembro, 1 e 17 de dezembro de 2006. Os dados foram coletados a uma frequência de 10 Hz e armazenadas médias de 10 minutos em um datalogger CR23X (Campbell Sci. Inc, Logan, UT, USA). As medidas foram realizadas sobre um pomar de bananeiras irrigadas na Fazenda Frutacor, localizada no município de Quixeré-CE.

O R_n foi medido por um saldo radiômetro (Net Radiometer CNR1, Kipp & Zonen, Campbell Sci. Inc, Logan, UT, USA). O G foi obtido por fluxímetros (HFP01SC Self-Calibrating Soil Heat Flux Plate, Campbell Sci. Inc, Logan, UT, USA) instalada a 10 cm de profundidade.



Os resultados de H e LE foram obtidos pelas equações (3) e (4):

$$H = \rho C_p \overline{w'T'} \quad (3)$$

$$LE = \rho L \overline{w'q'} \quad (4)$$

em que: ρ é a densidade do ar (Kg m^{-3}), C_p é o calor específico a pressão constante ($\text{J Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), $\overline{w'T'}$ é a covariância entre a componente vertical da velocidade do vento e a temperatura do ar, L é o calor latente de vaporização (J Kg^{-1}) e $\overline{w'q'}$ é a covariância entre a velocidade vertical do vento e a umidade específica.

A componente vertical da velocidade do vento foi medida por um Anemômetro Sônico Tridimensional (*CSAT3 3-D Anemometer Sonic, Campbell Sci. Inc, Logan, UT, USA*), a temperatura do ar foi medida por uma sonda de umidade relativa e temperatura (*HMP45C Temperature & Relative Humidity Probe, Vaisala, Finland*) e a umidade específica foi obtida a partir do fluxo de vapor d'água medido por um Analisador de CO_2 e H_2O (*LI-7500 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ Analyser Li-COR, Campbell Scientific Inc., Logan, UT, USA*).

Os instrumentos foram instalados a altura de 2,0 m acima do dossel da cultura e a 8,0 m da superfície.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Em todos os dias estudados foram observadas consideradas dispersões entre os resultados da energia disponível e a soma de LE e H, conforme apresenta os gráficos das Figuras 1a a 1c. No entanto nos dias 21 de novembro e 17 de dezembro os resultados apresentaram tendências melhores ajustadas, apresentando coeficientes de determinação de aproximadamente 0,80. Já a acentuada dispersão verificada no dia 01 de dezembro é evidenciada pelo coeficiente de determinação, $R^2 = 0,49$. Estas discrepâncias, em grande parte podem ser atribuídas a interferências de fatores externos. Um desses fatores é o “*footprint*” relatado por (Göckede et al, 2005; Laine et al., 2006), que é um problema intrínseco desta técnica.

As linhas de tendências das dispersões entre os resultados da energia disponível e da soma de LE e H apresentaram coeficientes de inclinação de 0,77, 0,71 e 0,79 nos dias 21 de novembro, 01 e 17 de dezembro de 2006, respectivamente. Esses resultados são fortemente concordantes com os valores obtidos por Wilson et al. (2002), evidenciando dessa forma, que apesar de terem sido coletados em ecossistemas diferentes, apresentam de um modo geral comportamentos semelhantes.

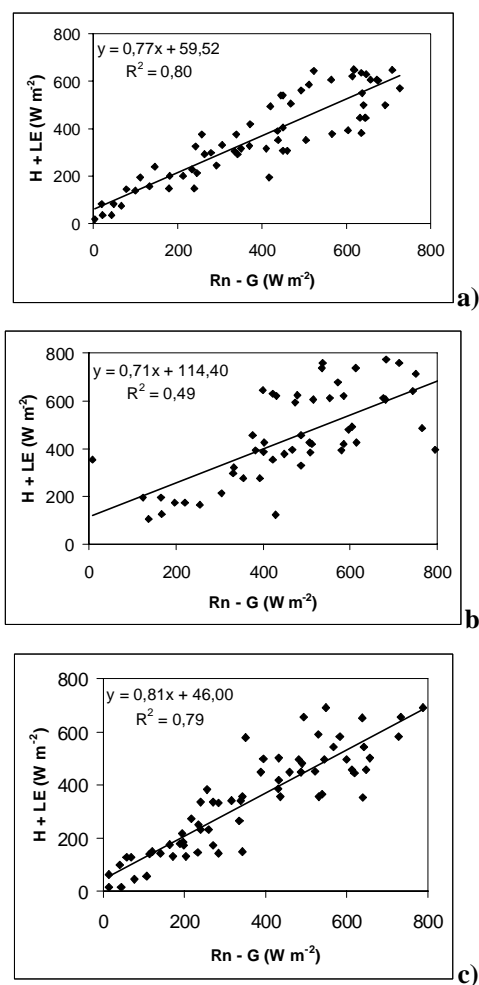


Figura 1: Dispersão das médias de 10 minutos dos fluxos do BE do período diurno, nos dias 21 de novembro, 1 e 17 de dezembro de 2006

CONCLUSÕES

Diante dos resultados conclui-se que o fechamento do BE do presente estudo apresentou em dois dos três dias estudados discrepâncias da ordem de 20%, corroborando dessa forma, com os resultados de Wilson et al. (2002). Embora que no estudo supra-citado foram introduzidas medidas do calor armazenado no dossel vegetativo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a direção da Fazenda Frutacor por ter gentilmente cedido sua área de cultivo para instalação do experimento. Agradecem ainda ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARR, A. G.; MORGENSTERN, K.; BLACK, T. A. McCAUGHEY, J. H. NESIC, Z. Surface energy balance closure by the eddy-covariance method above three boreal forest stands and implications for the measurement of the CO₂ flux. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.140. p.322–337, 2006.
- BEZERRA, B. G. **Balço de energia e evapotranspiração em áreas com diferentes tipos de cobertura de solo no cariri cearense através do algoritmo SEBAL**. Campina Grande, 2006. 127p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). – Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG.
- BORGES, C. J. R. **Efeitos do calor armazenado no dossel e no solo no cálculo do balanço de energia em pomar de mangueiras irrigadas**. Campina Grande, 2006. 69p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG.
- GÖCKEDE, M.; MARKKANEN, T.; MAUDER, M.; ARNOLD, K.; LEPS, J. P.; FOKEN, T. Validation of footprint models using natural tracer measurements from a field experiment. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 135. p.314-325, 2005.
- LAINE, A.; SOTTOCORNOLA, M.; KIELY, G.; BRAYRNE, K. A.; WILSON, D. TUITILA, E. S. Estimating net ecosystem exchange in a patterned ecosystem: Example from blanket bog. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 138. p.231-243, 2006.
- SANTOS, C. A. C.; BEZERRA, B. G. SILVA, B. B.; SILVA, S. T. A. Estimativa da evapotranspiração diária utilizando técnicas de sensoriamento remoto orbital. In.: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais... Aracaju-SE: 2007. (CD-ROM).
- TASUMI, M.; TREZZA, R.; ALLEN, R. A.; WRIGHT, J. L. Operational aspects of satellite-based energy balance models for irrigated crops in the semi-arid U.S. **Irrigation and Drainage Systems**. v. 19, p. 355-376, 2005.
- TREZZA, R. **Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control**. Logan-UT. 2002. 247f. Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University.
- WILSON, K.; GOLDSTEIN, A.; FALGE, E. AUBINET, M.; BALDOCCHI, D.; BERBIGIER, P.; BERNHOFER, C.; CEULEMAN, R.; DOLMAN, H.; FIELD, C.; GRELL, A.; IBROM, A.; LAW, B. E.; KOWALSKI, A.; MEYERS, T.; MONERIEFF, J.; MONSON, R.; OECHEL, W.; TENHUMEN, J.; VALENTIN, R.; VERMA, S. Energy balance closure at FLUXNET sites. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 113, p.223-243, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AValiação PRELIMINAR DAS CONdições DE QUALIDADE DAS ÁGUAS EM UMA ÁREA DE TILAPICULTURA EM TANQUES-REDE NO AÇUDE CASTANHÃO, CEARÁ.

**MONTE, T. M. DO ¹, VASCONCELLOS, G. H. ¹, BECKER, H. ²;
BARROSO, H. ³, MOREIRA, O. P. ⁴ & MOLISANI, M. M. ⁴.**

¹ Bolsistas de iniciação científica - CNPq. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, Av Abolição 3207 Meirelles, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-081. * Autor para correspondência: thiagotbn@hotmail.com.

² Professora doutora do Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Centro de Ciências, UFC

³ Bióloga. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, Av Abolição 3207 Meirelles, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-081.

⁴ Pesquisadores doutores. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, Av Abolição 3207 Meirelles, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-081.

RESUMO: A expansão da piscicultura em tanques-rede pode acarretar em transformações nas condições de qualidade das águas dos açudes; inserir efeitos deletérios na produção e culminar no conflito entre os diversos usos consultivos da água (abastecimento e agricultura). Neste trabalho, foi realizada uma avaliação preliminar das condições da qualidade das águas em uma área de produção de tilápia no açude Castanhão. Os resultados foram avaliados através da comparação dos parâmetros analisados na área de piscicultura e em outras áreas do açude. A comparação entre as áreas amostradas demonstrou que não há importantes diferenças entre as áreas amostradas, indicando que a criação de tilápia em tanques-rede não esteja modificando os parâmetros de qualidade das águas analisados.

Palavras chave: Tilapicultura, tanques-rede, qualidade da água.

PRELIMINARY EVALUATION OF THE WATER QUALITY CONDITIONS IN AN NET-CAGE FISH CULTURE AREA IN THE CASTANHÃO RESERVOIR, CEARÁ

ABSTRACT: The expansion of the net-cage fish culture might cause changes on water quality of aquatic environments; insert deleterious effects in the production and culminate with the conflict among diverse advisory water uses (drinking and agriculture). In this work, a preliminary evaluation of the water quality conditions in a net-cage fish (tilápia) culture area located at the Castanhão reservoir was carried out. The results had been evaluated through the comparison of the parameters analyzed in the fish culture area and other areas of the reservoir. We can not observe important differences of parameters between sampled areas, indicating that the net-cage tilápia culture is not apparently modifying the water quality parameters in the producing area.

Key-words: tilapia, net-cage culture, water quality.



INTRODUÇÃO

O Brasil produz cerca 70 mil toneladas de tilápia, sendo o Ceará é o maior pólo de criação brasileiro, com cerca de 18 mil toneladas por ano. Este cenário é em parte impulsionado pela extensiva presença de açudes ao longo das bacias de drenagem do estado do Ceará, totalizando em torno de 8.000 açudes que podem ser potenciais áreas de produção de recursos pesqueiros. Por outro lado, esta técnica de produção é frequentemente associada à diminuição das condições de qualidade das águas devido ao caráter intensivo da produção que emprega um considerável volume de insumos alimentares para a produção de peixes em uma área reduzida, sob altas densidades, e com o lançamento de restos alimentares e metabólicos diretamente no ambiente.

O açude Castanhão vem sendo avaliado como um importante pólo produtor de tilápias em tanques-rede. Portanto há a necessidade de se conjugar informações sobre o manejo e produção com estudos limnológicos, hidrológicos, entre outros visando uma avaliação dos possíveis impactos da atividade, fornecendo subsídios para uma tilapicultura sustentável sob os aspectos econômicos e ambientais.

O objetivo do presente estudo é caracterizar as condições físicas, químicas e biológicas de uma área de tilapicultura em tanques-rede no açude Castanhão visando uma avaliação dos possíveis impactos da atividade nas características do açude.

MATERIAL E MÉTODOS

O açude Castanhão está localizado na região limite entre a bacia média e inferior do rio Jaguaribe, sendo o maior açude do estado com um volume de armazenamento de 6,7 bilhões de m³. O lago artificial garante o abastecimento de água para consumo humano e perímetros irrigados da região. Atualmente, o açude possui dois pólos produtores de tilápia em tanques-rede, embora diversas outorgas estejam sendo avaliadas visando à ocupação da área de 1% do açude, estabelecidas pelas resoluções controladoras da atividade. A área de piscicultura esta localizada na enseada do Curupati-peixe próximo a barragem do açude. Esta enseada tem 4 ha de área e possui em torno de 350 tanques-rede.

Foram realizadas coletas mensais de amostras de águas nas áreas de piscicultura na enseada de Curupati-Peixe em áreas controle (Figura 1) durante Novembro de 2006 a Maio de 2007. As áreas controle (ponto #1 e #2) foram escolhidas visando comparar a área de piscicultura com a porção do açude sob influencia fluvial (#1) e com características lacustres típicas do açude (#2). Em cada estação de coleta foram medidos parâmetros físico-químicos como temperatura, pH, condutividade, O₂ dissolvido, profundidade e transparência de Secchi. As amostras de água foram coletadas para análises de nutrientes (nitrato, nitrito, amônia, fosfato, sílica), clorofila *a* e total de

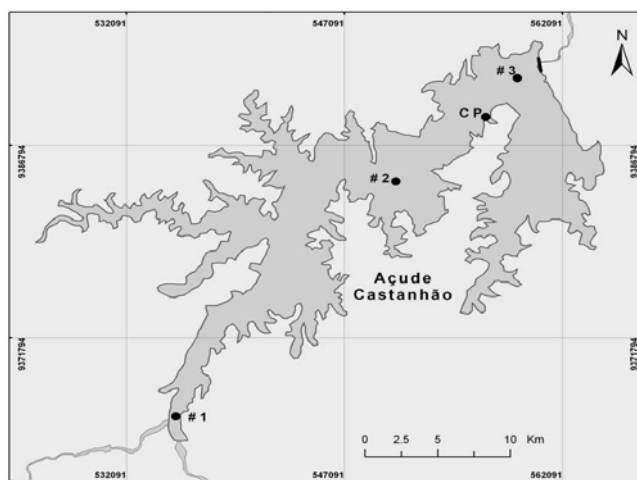


Figura 1. Mapa de localização do açude Castanhão indicando a área sob influência fluvial (#1), com características lacustres (#2) e a área da piscicultura (#CP).

sólidos em suspensão (TSS). Adicionalmente foram coletadas amostras de água para uma avaliação qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplancônica do açude.

Após as coletas as amostras foram filtradas em filtro $< 0,45 \mu\text{m}$ para determinação dos nutrientes dissolvidos. As amostras destinadas às análises de nitrogênio amoniacal total dissolvido ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) usam como princípio a reação de Berthelot.; o método para determinação de nitrito e nitrato dissolvidos, usa a reação de Griess, sendo que o nitrato foi previamente reduzido em uma coluna contendo grãos de cádmio; o método para fosfato inorgânico dissolvido e o silício reativo tem como base a reação do azul de molibdênio. Os pigmentos clorofilianos também foram determinados segundo o método descrito em APHA (1998). Todas as medidas das absorvâncias foram feitas em um espectrofotômetro. Para analisar a existência de diferenças significativas entre médias dos parâmetros avaliados entre as áreas amostradas foi utilizado o teste não paramétrico Mann-Whitney U, o nível de significância utilizado no trabalho foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 mostram a comparação dos diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados na área de tilapicultura em tanques-rede e nas áreas consideradas controle. Esta análise permite uma comparação das condições de qualidade das águas em uma área de criação intensiva com uma região do açude sob influência fluvial e, portanto influenciado por emissões de fontes naturais e atividades humanas localizadas na porção a montante do açude. A comparação com o ponto #2 permite uma análise de uma área com características típicas lacustres do açude Castanhão.

A comparação entre a área de piscicultura e o ponto sob influência fluvial indicou que as áreas só podem ser diferenciadas estatisticamente ($P < 0,05$) para sílica dissolvida, clorofila *a* e contagem de



Tabela 1. Média (\pm desvio padrão) e faixa de variação dos valores de pH, condutividade, temperatura, disco de Secchi, oxigênio dissolvido na área de tilapicultura e em áreas do açude sob influência fluvial (#1) e com características lacustres.

Parâmetros	Piscicultura	#1 (fluvial)	#2 (açude)
Profundidade (m)	6,0	6,5	20
TSS (mg L ⁻¹)	4,8 (1,7) 3,0-7,0	11 (9,6) 4,6 – 33	3,8 (2,3) 0,7 – 8,4
Condutividade (ms cm ⁻¹)	230 (90) 130 – 280	230 (110) 130 – 350	230 (90) 130 – 280
Temperatura (°C)	28,4 (0,85) 27,40 – 29,37	29,2 (0,79) 28,34 – 30,25	29,9 (0,86) 28 – 30
Profundidade de Secchi (m)	1,5 (0,1) 1,4 – 1,7	1,3 (0,4) 0,7 – 1,5	1,9 (0,3) 1,6 – 2,3
O ₂ .Dissolvido. (mg L ⁻¹)	4,3 (0,58) 3,68 – 4,82	2,14 (1,69) 0,58 – 4,36	3,96 (2,19) 1,2 – 6,54
pH	7,52 (0,41) 7,1 – 7,9	7,11(0,50) 6,6 – 7,6	7,41 (0,24) 7,2 – 7,68

células fitoplanctônicas, embora estas diferenças estejam relacionadas às condições fluviais do #1 e não a fatores associados à tilapicultura. A comparação da condição de qualidade da água na área de piscicultura e na estação #2 foi estatisticamente similar a um nível de significância de 95%.

Tabela 2 Média (\pm desvio padrão) e faixa de variação das concentrações de parâmetros físico-químicos e biológicos na área de tilapicultura e em áreas do açude sob influência fluvial (#1) e com características lacustres.

Parâmetros	Piscicultura	#1 (Fluvial)	#2 (Açude)
Si (mg L ⁻¹)	4,2 (0,55) 3,38 - 4,94	5,28 (0,63) 4,10 – 6,15	4,43 (0,64) 3,40 – 5,27
PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)	0,02 (-) 0,25-0,26	0,09 (0,09) 0,02 – 0,23	0,06 (0,03) 0,02 – 0,07
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	< LD*	< LD*	< LD*
NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,05 (-) 0,04-0,05	0,05 (0,01) 0,04 – 0,06	0,04 (0,00) 0,042 – 0,047
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,21 (0,06) 0,12-0,26	0,17 (0,03) 0,12 – 0,19	0,13 (0,01) 0,11 – 0,14
Chl a (µg L ⁻¹)	11,33 (3,66) 6,9-16,5	3,46 (1,51) 1,62 – 5,09	7,80 (4,97) 0,71 – 14,88
Contagem de células fitoplanctônicas (total de organismos/mL)	56.000 (7.800) 48.000-68.000	2.100 (3.000) 110 – 9.000	48.000 (26.000) 1.000 – 73.000
Principal Classe/espécie	Cyanophyceae <i>Planktolyngbya limnetica</i>	Bacillariophyceae <i>Ellerbeckia sp</i>	Cyanophyceae <i>Chroococcales 4</i>

* concentrações menores que o limite de detecção (<LD).

Em outras áreas de estudo (Guo & Li, 2003; Alves & Baccarin, 1999) pode-se observar mudanças nas condições físicas, químicas e biológicas nas áreas de piscicultura comparadas com áreas controle, induzida pelas emissões excessivas de nutrientes via ração não incorporada e rejeitos metabólicos. O presente estudo indica uma tendência contrária provavelmente devido a um efeito de diluição baseado em um baixo tempo de residência que promove a renovação das águas reduzindo os efeitos provocados pelas perdas de ração, embora outros fatores como o manejo da atividade e fatores limnológicos possam explicar a ausência de impacto na área de tilapicultura.

CONCLUSÃO

Embora preliminar, os resultados indicam que a tilapicultura realizada em Curupati-peixe não esteja modificando as condições de qualidade das águas representadas pelos parâmetros analisados.

REFERENCIA BIBLOGRÁFICAS

- APHA (1998) Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20ªed., APHA/AWWA/WEF. Washington, CD room
- ALVES, A.C.P.; Baccarin, A.E. (2006) Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2 ed, p. 329-347.
- GUO,L;LI,Z. (2003) Aquaculture, v.226, p. 201-212.
- PERH. 1992. Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Plano Estadual de Recursos Hdricos . Fortaleza: SRH.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE PELO EMPREGO DO ALGORITMO SEBAL E IMAGEM LANDSAT 5-TM NA BACIA DO ACARAÚ – CE¹

MEIRELES, M. ²; SILVA, B. B. DA³; ANDRADE, E. M.⁴;
MEIRELES, A. C. M.⁵, CHAVES, L.C. G.⁶

¹Parte da dissertação do primeiro autor.

²Eng^o Agrônomo, M. Sc. Irrigação e Drenagem,, Depto. Eng^a Agrícola, CCA/UFC, Av. Mister Hull, s/n, Bloco 804, CEP: 60455-960, Fortaleza. (85) 33669762. e-mail: meirelesmm@yahoo.com.br

³Eng^o Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

⁴Eng^a Agrônoma, Ph.D., pesquisadora do CNPq, Prof^a. Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE

⁵Eng^a Agrônoma, Dra., Depto de Engenharia Hidráulica e Ambiental, CT/UFC, Fortaleza, CE.

⁶Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, M. Sc. Irrigação e Drenagem, bolsista FUNCAP, FUNCEME, Fortaleza, CE

RESUMO: O estudo objetivou estimar variação da taxa de energia, através do albedo de superfície, na bacia do Acaraú, Ceará. Para isso, utilizou-se imagem do satélite Landsat 5 datada de 01/09/2004, disponibilizada através do INPE. Esta imagem foi submetida, processada e empilhada pelo software Erdas IMAGINE 8.5 Demo. Em seguida aplicou-se o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) para gerar cartas de albedo (α). Pelos resultados obtidos constatou-se que os menores percentuais de albedo, que representa a energia refletida foram observados nas superfícies dos açudes, bem como os menores valores de saldo de radiação foram registrados nos pixels referentes à mineradora de granito, expressando a importância do albedo sobre o balanço de energia na superfície.

Palavras chave: Sensoriamento Remoto, SIG, Balanço de Energia

ESTIMATION OF SURFACE ALBEDO VARIATION USING SEBAL ALGORITHM AND LANDSAT 5 THEMATIC MAPPER IN THE ACARAÚ BASIN, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This work aimed to estimate the energy rate due to surface albedo of the Acaraú basin, Ceará, Brazil. It was used the LANDSAT 5 Thematic Mapper 30 m, resolution satellite image taken on 01 september 2004, obtained from Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Satellite image was processed and piled up using Erdas IMAGINE 8.5 Demo. Albedo was estimated using SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) algorithm, which is based on energy balance between incoming and outgoing solar radiation. Results showed that the lowest albedo were registered in the reservoir surfaces. The lowest net radiation was registered in pixels that refers to granite mine. This factor shows the importance of the albedo for energy balance determination on the surface.

Key-words: Remote Sensing, GIS, Energy Balance

INTRODUÇÃO

Por ser a fonte de energia responsável pela manutenção de quase todos os processos naturais, o monitoramento da radiação solar na superfície terrestre é de importância ímpar, sendo, portanto, de grande utilidade para a agricultura. Em anos recentes, vários autores têm investigado a possibilidade do uso de dados obtidos por satélites para estimar o balanço de radiação na superfície em uma escala regional (Silva et al., 2005; Nair et al., 2005; Oguntunde et al., 2006). Componentes do balanço de radiação como o albedo vem sendo empregado em estudos ambientais por pesquisadores como Nair et al., 2005; Moreira, 2003, uma vez que o mesmo permite a identificação e caracterização das alterações da superfície, quer pelos processos naturais ou antrópicos. Muitos algoritmos para estimativa dos componentes do balanço de energia na superfície com base em imagens de satélites foram desenvolvidos nos últimos anos. Entre eles pode-se citar o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), o qual foi desenvolvido por Bastiaanssen (Bastiaanssen et al., 2000). O referido modelo é um algoritmo semi-empírico através do qual o balanço de energia na superfície pode ser estimado com base em medições espectrais de satélites e dados meteorológicos locais (Weligepolage, 2005). A fração de energia solar de ondas curtas ($0,3 < \lambda < 3,0 \mu\text{m}$) que é refletida expressa o albedo, sendo um dos fatores primários que determinam os processos ecológicos, bio-físicos e fisiológicos dos vegetais bem como o clima em escala pontual ou global (Tooming, 2002; Nair et al., 2005). Portanto, o mesmo pode ser usado como um indicador de tendências ou de mudanças climáticas dos ecossistemas. A importância do albedo em estudos de mudanças climáticas em regiões semi-áridas foram confirmadas por Qin et al., (2002) e Malek, E.; Bingham (1997). Tomando-se por base o emprego crescente do sensoriamento remoto nos recursos naturais, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de identificar mudanças nas taxas de energia em ondas curtas refletidas pela superfície, albedo de superfície, no terço médio da bacia do Acaraú. Para tanto, empregou-se o algoritmo SEBAL e imagem do satélite Landsat 5 (TM) para o ano de 2004.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao terço médio da bacia do Acaraú, a qual está inserida na região Norte do Ceará abrangendo uma área total de 14.427 km^2 , sendo ampla em seu alto curso e estreitando-se na sua parte baixa. De acordo com a classificação de Köppen são observados dois tipos de clima predominante. Aw' (áreas próximas ao litoral e terço médio da bacia), tropical chuvoso com chuvas máximas no outono e BSw'h', semi-árido quente, típico do



Nordeste brasileiro encravado no polígono das secas. A precipitação média anual da região é de 800 mm enquanto que a média anual da evaporação medida no tanque classe A é 2000 mm. Na bacia do Acaraú, segundo o IPLANCE (1997) ocorrem, predominantemente, quatro tipos de solo: Argilossolo, Luvissolo, Neossolos, Flúvicos e Neossolo Litólico (Embrapa, 2006). Neste estudo foi utilizada imagem do Mapeador Temático (TM) do Landsat 5, adquirida junto à Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com data de 01/09/2004 (dia Juliano = 244). A imagem corresponde à órbita/ponto 218/63, e a passagem do satélite ocorreu às 09 h e 45 min, horário local. Para manuseio e processos entre as bandas, o recorte, a classificação, as operações matemáticas, o realce e outras tarefas, empregou-se o software Erdas IMAGINE 8.5 versão Demo. Uma vez disponibilizados os dados referentes à imagem, aplicou-se o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) para estimativa do albedo de superfície na imagem estudada, utilizando a ferramenta Model Maker do Software Erdas IMAGINE 8.5 Demo. A elaboração das cartas de albedo foi composta pelas seguintes etapas: Calibração Radiométrica (carta de $L\lambda_i$), Reflectância (carta de $\rho\lambda_i$), Albedo planetário (α_{toa}) e Albedo da superfície (α).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem da área estudada com os valores instantâneos do albedo de superfície pode ser vista na Figura 1. A cor azul, identifica os corpos que refletem entre 3 e 10% da energia incidente sobre eles. Estes corpos representam os reservatórios hídricos, representando 3% da área estudada. Este percentual foi subestimado, visto que nuvens cobriram o maior reservatório da bacia do Acaraú, o açude Paulo Sarasate (Araras Norte), localizado no quadrante esquerdo inferior da imagem. Em estudos realizados em áreas irrigadas (projeto Nilo Coelho) e parte da barragem de Sobradinho no Estado da Bahia, Silva et al. (2005) encontraram valores de albedo entre 9 e 12% para os corpos d'água. Valores menores registrados na bacia do Acaraú parecem ser decorrentes da época em que a imagem foi captada (setembro), correspondendo ao período seco da região, não havendo, portanto, aporte de águas novas (presença de material inorgânico em suspensão) para os açudes. Moreira (2003) afirma que os minerais inorgânicos, aumentam a reflectância da água, enquanto que a presença de matéria orgânica diminui.

Em torno de 43% da área analisada apresentou albedo entre 10 e 15%, que representa áreas irrigadas e as regiões que apresentam uma vegetação nativa mais densa. Os pixels destacados de cor amarela apresentaram albedo entre 20 e 25% e foram registrados na área que se encontra sobre a ação de nuvens ou solo sem cobertura vegetal. Os percentuais apresentados

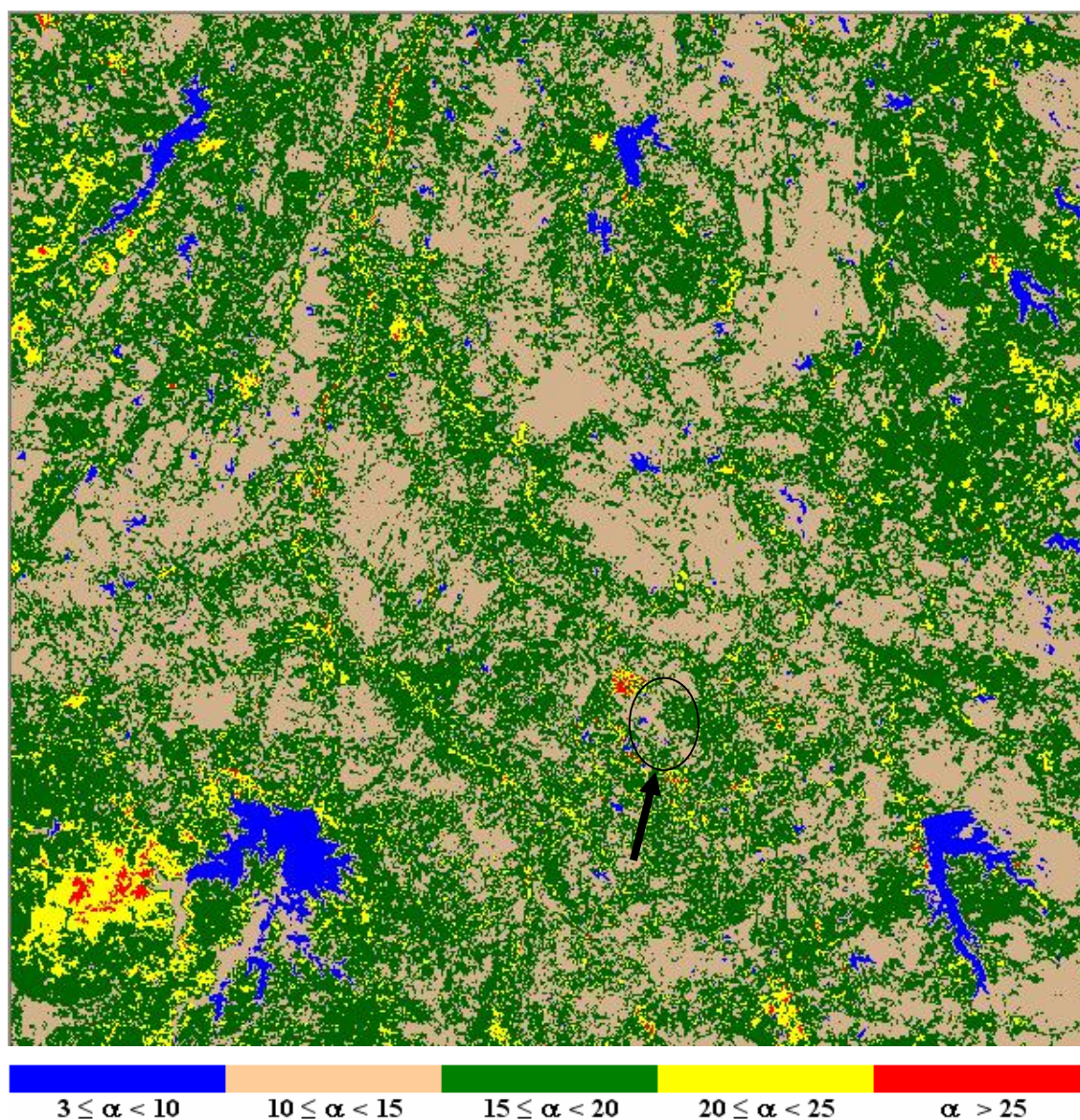


Figura 1. Mapa do albedo à superfície do solo no terço médio da bacia do Acaraú, Ceará. Data: 01/09/2004

por Ahrens (2005) para nuvens de baixa espessura confirmam os valores de albedo encontrado para as nuvens. Verifica-se, ainda, pixels de cor amarela ao longo dos leitos dos rios. Acredita-se que isto seja em decorrência dos leitos se encontrarem sem água. Nestes locais, mesmo sendo o rio perenizado artificialmente, as águas liberadas pelos reservatórios não são suficientes para promover um fluxo em toda a largura da calha do rio apresentando-se assim, com areia exposta.

Valores de albedo superiores a 25%, indicados pela cor vermelha, representam parte da nuvem e pontos onde a rocha se encontra exposta. A região indicada pela seta na Figura 1, registrou um dos albedos mais altos da imagem (40%). Este valor corresponde a uma mineradora de granito.



Em geral, o albedo para o dia analisado (01/09/2005) apresentou valores superiores àqueles identificados por Loescher et al. (2005) em estudo de evapotranspiração e dinâmica da energia em regiões úmidas de floresta tropical na Costa Rica. Porém, apresentou valores inferiores aos registrados por Qin et al. (2002) e Malek e Bingham (1997) em solos de regiões áridas.

CONCLUSÕES

Os menores percentuais de energia refletida (albedo), observadas através do uso do modelo adotado, foram registrados nas superfícies líquidas dos açudes, enquanto os valores mais altos na imagem (albedo > 40%) corresponderam a uma mineradora de granito. Estas variações observadas com o uso do algoritmo SEBAL, expressam aplicabilidade do algoritmo na estimativa do albedo e permitem a identificação de alterações no uso dos recursos naturais existentes e que influenciam diretamente o balanço de energia na bacia estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, C. D., **Essentials of Meteorology - A Invitation to the Atmosphere**, 4ª edição, Thompson Brooks/Cole, 2005, 480 p, Capítulo 2 (warming the earth and the atmosphere), p. 26-52, Belmont, Califórnia, USA.
- EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**, 2ª edição, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2006
- IPLANCE. Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997. CD-ROM, 1997.
- MALEK, E.; BINGHAM, G.E. Partitioning of radiation and energy balance components in an inhomogeneous desert valley. **Journal of Arid Environments**, p.193–207, 1997
- MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. **Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances**. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 3, p. 517-
- NAIR, U.S.; RAY, D. K.; WELCH, R. M.; PIELKE, R. A.; CHRISTOPHER, S. A. Use of MODIS derived broadband albedo in the RAMS. In: Conference on Hydrology, 19., 2005, San Diego. **Abstract...** San Diego: CA, USA, 2005, p.85
- OGUNTUNDE, P. G.; AJAYI, A. E.; GIESEN, N. V. Tillage and surface moisture effects on bare-soil albedo of a tropical loamysand. **Soil and Tillage Research**, v.85, n.1-2, Jan, p.107-114, 2006.
- QIN, Z.; BERLINER, P.; KARNIELI, A. Micrometeorological modeling to understand the thermal anomaly in the sand dunes across the Israel–Egypt border. **Journal of Arid Environments**, v.51, p.281–318, 2002.
- SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo em áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.2, p.201-211, 2005.
- TOOMING, H. Dependence of global radiation on cloudiness and surface albedo in Tatu, Estonia, Theoretical Applied. **Climatology**, v.72 p.165–172, 2002.
- WELIGEPOLAGE, K., **Estimation of spatial and temporal distribution of evaporatranspiration by satellite remote sensing – A case study in Hupselse Beek**, The Netherland, Tese de Mestrado, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 114f, 2005.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRODUÇÃO DE FITOMASSA DO ALGODÃO DE COR MARROM (BRS SAFIRA) EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA

**LACERDA, R. D. DE¹; BARROS JÚNIOR, G.²; PEREIRA, J. S.³;
GUERRA, H. O. C.⁴; CAVALCANTI, M. L. F.⁵ & SILVA, L. A. DA³**

¹Eng. Agrícola. Doutorando em Engenharia Agrícola pela (UFCG). 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285.
E-mail: rogerio_dl@yahoo.com.br

²Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG);

³Gaduanda em Engenharia Agrícola pela (UFCG);

⁴Prof. Doutor, Depto. de Engenharia agrícola, UFCG, Campina grande-PB;

⁵ Prof. Dr. Departamento de Letras e Ciências Agrárias, UEPB, Campus IV

RESUMO: A cultivar de algodão BRS - SAFIRA, de cor marrom escura, reduz os custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes tóxicos. Extremamente produtiva, tem se tornando uma alternativa de geração de renda. A acidez, e a carência de fósforo no solo pode induzir a redução no consumo de água e de outros nutrientes. A ausência de informações ao respeito para esta cultivar, levou a condução deste trabalho, em casa de vegetação na Unidade Administrativa de Engenharia Agrícola da UFCG, entre fevereiro e março de 2006, mantendo-se até os 35 DAS em solos ácido e corrigidos, com e sem adição de fósforo, num delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2, com quatro repetições. Estudou-se a área foliar (AF), a fitomassa da parte aérea (FPA) e razão de área foliar (RAF). Analisados estatisticamente os dados concluiu-se que a adição de fósforo ao solo e a correção da sua acidez apresentam-se como fatores de extrema relevância no desenvolvimento do algodão colorido, produzindo efeitos significativamente positivos na área foliar, fitomassa da parte aérea e a razão área foliar/fitomassa da parte aérea. Os efeitos da aplicação de fósforo foram mais relevantes que a correção da acidez.

Palavras-chave: algodão colorido, pH do solo, fósforo

OF PHYTOMASS PRODUCTION OF THE COTTON OF BROWN COLOR (BRS SAFIRA) IN FUNCTION OF ACIDITY AND OF FERTILIZER OF PHOSPHORUS

ABSTRACT: The dark brown cotton BRS – SAPPHIRE cultivar reduces the production costs for the textile industry and the release of toxic effluents. Extremely productive, it is an excellent alternative of income generation. The acidity and lack of phosphorus of the soils reduces the water and nutrients absorption. Due to the scarce information on this respect, mainly on the initial stage of the plant growth, a study was conducted on a greenhouse of the Agriculture Engineering Academic Unit of UFCG, between



February and March of 2006. The experiment was conducted on randomized blocks on a 2 x 2 factorial statistical design having as treatments the acidity of the soil and the phosphorus application, with four replicates, totalizing 16 plots. After the experimental period, it was measured the aerial phytomass, the leaf area and the relation between the aerial phytomass and leaf area. It was found that the phosphorus application and soil acidity correction are very important factors on the initial growth of the colored cotton producing both positive and significant effects on the aerial phytomass, leaf area and leaf area/aerial phytomass relationship. The phosphorus application had a greater effect than the soil acidity correction..

Key-words: colored cotton, pH of the soil, phosphorus fertilization

INTRODUÇÃO

Apesar da redução de área cultivada, a cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) no semi-árido nordestino foi e continua sendo uma das principais atividades, em especial para pequenos e médios produtores, com a região contando atualmente com 188.000 ha plantados, com plena possibilidade de crescimento através de programas de recuperação, novas áreas de pesquisa e diversos incentivos fiscais e econômicos. Neste aspecto tem merecido destaque o processo de melhoramento genético com algodão de fibra colorida, dentre os quais a cultivar a BRS - SAFIRA, de cor marrom escura e ciclo até a colheita de 140 dias, destinada preferencialmente a região nordeste por apresentar baixa incidência de doenças foliares e de solo e ser adaptada ao clima semi-árido, com rendimento médio próximo de 1.900 kg ha⁻¹ de algodão em caroço. Nos últimos anos, vários pesquisadores têm-se preocupado em verificar os efeitos do P (Silva et al., 1970, 1990; Cerqueira et al., 1982) citados por Staut & Athayde (1999) na produção de algodão em caroço e nas características agrônomicas do algodoeiro herbáceo, principalmente de fibra colorida, uma vez que os solos no Brasil são originalmente pobres neste elemento. Por outro lado, a literatura tem se referido a necessidade de correção da acidez dos solos para uma maior eficiência da absorção do fósforo incorporado aos mesmos, uma vez que pH muito baixo tornaria este elemento, mesmo presente, indisponível para as plantas.

Considerando-se estes aspectos e pela ausência de informações neste sentido para a cultivar em estudo, recém lançada no mercado, é que desenvolveu-se o presente trabalho, com objetivo de avaliar o comportamento desta cultivar, em sua fase inicial de crescimento, quando conduzida em solos com acidez presente, bem como sua resposta a adubação fosfatada no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de casa de vegetação pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG, Campina Grande, PB, no período de fevereiro a março de 2006, utilizando sementes da variedade CNPA 01-55 (BRS SAFIRA), fornecida pela EMBRAPA – CNPA. O delineamento

experimental utilizado foi o de blocos casualizados em um esquema fatorial 2 x 2 (quadro 1), com quatro repetições, totalizando 16 parcelas.

Neste estudo, foram utilizados tubos de PVC com 15 cm de diâmetro, com capacidade para 3,0 l, os quais receberam uma tela no fundo para propiciar a drenagem quando necessária. O substrato utilizado foi um material de solo de textura franca, não salina, com as seguintes características químicas e físico-hídricas, obtidas conforme a metodologia proposta pela Embrapa (1997), descritas no quadro 2.

Com base nos dados de análise de solo, no tratamento S2 procedeu-se à correção da acidez, adicionando-se 0,6 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) por kg de solo, ao material já peneirado, ficando incubado por um período de 20 dias, tempo necessário para que ocorresse a neutralização da acidez do solo. A quantidade de hidróxido de cálcio foi calculada através do método de neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , proposto por Ribeiro et al. (1999). No tratamento com adição de fósforo, o quantitativo de 0,94 g de superfosfato triplo por kg de solo ocorreu de acordo com as recomendações de Novais (1991) para ambiente protegido. Após o solo ser previamente irrigado (elevou-se a capacidade de campo), realizou-se o semeio colocando-se duas sementes por vaso, de forma equidistante, a uma profundidade de aproximadamente 2 cm. Após o plantio até a germinação das sementes, fez-se irrigação a cada dois dias, utilizando-se 100 mL de água de forma a manter o substrato a região próxima as sementes com umidade suficiente para garantir a efetivação do processo.

Foi realizado desbaste aos 10 dias após a semeadura (DAS), deixando-se uma planta por vaso. A coleta final se deu aos 35 DAS, onde se determinou a fitomassa da parte aérea (FPA), área foliar (AF) e razão de área foliar (RAF). A fitomassa da parte aérea (FPA), foi obtida por secagem em estufa de circulação forçada de ar quente a 65 °C, até peso constante. A área foliar foi estudada a

Quadro 1. Distribuição do pH e da dosagem de fósforo que compõem os tratamentos

	pH		Fósforo
Solo ácido (S1)	4,9	Sem adição (P_0)	0
Solo corrigido (S2)	7,2	Com adição (P)	0,94 g de superfosfato triplo/kg de solo

Quadro 2. Características físico-químicas do solo utilizado como substrato.

Textura			Densidade		Conteúdo de água no solo							
Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas	0,01 MPa	1,5 MPa	pH H_2O	P	K	Al^{3+}	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	M. O.
g kg^{-1}			kg dm^{-3}		g kg^{-1}			mg dm^{-3}		$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$		g dm^{-3}
702,2	95,7	202,1	1,48	2,64	147,3	39,4	4,90	0,076	0,038	0,2	5,34	0,568

M. O. - Matéria orgânica.



partir de amostras de discos retirados de várias partes da folha, por meio de um perfurador com 20 mm de diâmetro, calculando-se pelo produto entre a área total dos discos e o peso seco total das folhas, dividido pelo peso médio dos discos, como se observa na equação $AF\ (cm^2) = [Área\ do\ disco\ (cm^2) \times \text{Peso seco total das folhas (g)}] / \text{Peso médio dos discos (g)}$. A partir dos dados de área foliar e fitomassa, determinou-se a RAF, através da relação entre a área foliar e a fitomassa da parte aérea, de acordo com a equação $RAF\ (cm^2\ g^{-1}) = AF\ (cm^2) / FPA\ (g)$, descrita em Ferri (1985).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 2, constituído de um solo com dois pH's diferentes (ácido e corrigido) e adubação de fundação a base de fósforo (sem adição de fósforo e com adição de fósforo) com quatro repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a análise de variância (ANAVA), aplicando o teste de Tukey para a comparação das médias (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obtenção de dados relativos ao crescimento de plantas é uma das premissas básicas para se ter confiabilidade na determinação de variáveis que expressem a variação em tamanho de algum aspecto da planta, principalmente no que se refere a sua fisiologia (Benicasa, 1988). Dentre os diversos parâmetros possíveis de serem mensurados, destacam-se a determinação da área foliar (AF), a fitomassa da parte aérea (FPA) e a razão de área foliar (RAF), cujos dados referentes aos 35 dias após o semeio, quando as plantas de algodão completaram aproximadamente 1/4 do seu ciclo, encontram-se na Tabela 01.

Analisando-se a Tabela 1, constata-se que a variável área foliar (AF) foi afetada significativamente tanto pela acidez do solo ($p < 0,05$) quanto pelo fator adubação fosfatada ($p < 0,01$), com o tratamento a base de fósforo (P) apresentando uma área foliar média de 331,01 cm^2 , contra 72,26 cm^2 produzida pelo tratamento que não recebeu este nutriente, ressaltando a importância do fósforo na fase inicial do ciclo vegetativo da cultivar, uma vez que a sua deficiência pode levar a um atraso no aparecimento das folhas, redução na taxa de expansão e na área foliar máxima (Colomb et al., 2000), o fósforo tornou-se indisponível sob a condição de acidez do solo, os óxidos de ferro da fração argila podem ter atuado para adsorver fortemente o fósforo em detrimento de outros nutrientes (Melo, 2005).

No que se refere a fitomassa da parte aérea (FPA), esta foi influenciada significativamente tanto pelo fator acidez do solo quanto para adubação fosfatada, com o fósforo (P) incorporado ao

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias para fitomassa da parte aérea (FPA), área foliar (AF) e razão de área foliar (RAF) em função dos tratamentos aplicados ao algodoeiro BRS-SAFIRA, ao final do experimento. Campina Grande, 2006.

Causa de variância	AF	Quadrado Médio FPA	RAF
Acidez do solo (S)	3029,1264 *	1,79038 **	300,3289 ^{ns}
Adubação fosfatada (P)	267803,6625 **	15,83085 **	6556,1409 **
Interação (S x P)	24859,0405 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	14819,4102 ^{ns}
Resíduo	423,8634	0,07431	302,8912
CV (%)	10,21	16,11	16,20

	Médias		
Acidez do solo (S)	cm ²	g	cm ² g ⁻¹
S ₁ (pH 4,9)	187,87 b	1,3570 b	103,04 a
S ₂ (pH 7,2)	215,39 a	2,0260 a	111,71 a
Adubação fosfatada (P)			
P ₀ (sem adição)	72,26 b	0,6968 b	87,13 b
P (com adição)	331,01 a	2,6862 a	127,61 a
dms	22,41	0,29	18,95

(*) (**) Significativos a 0,05 e a 0,01 de probabilidade respectivamente; (ns) não significativo. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si (p < 0,05).

solo promovendo um incremento na FPA na ordem de 3,85 vezes do valor obtido para o tratamento sem fósforo (P₀), conforme tendência já observada com relação a área foliar. Carneiro (2001) ressaltava que valores altos de RAF indicam que os produtos fotoassimilados estão sendo mais utilizados para formação do aparelho fotossintético em detrimento aos demais órgãos do vegetal.

CONCLUSÕES

A adubação fosfatada aplicada ao solo e a correção da sua acidez apresentam-se como fatores de importância relevante no desenvolvimento do algodão colorido, produzindo efeitos significativamente positivos na área foliar, fitomassa e razão área foliar/fitomassa. Os efeitos da aplicação de fósforo foram mais relevantes que a correção da acidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988.
- CARNEIRO, P.T. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade. Campina Grande, UFPB, 2001. 84p. Dissertação Mestrado.
- COLOMB, B.; KINIRY, J.R.; DEBAEKE, P. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. **Agronomy Journal**, v.92, p.428-35, 2000.



EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, P. V. **Estatística aplicada a agronomia**. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

MELO, S. P. de. Silício e fósforo para estabelecimento do capim-Marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo. Piracicaba, ESALQ, 2005. 110 p. Tese de Doutorado.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**. Brasília: EMBRAPA. 1991. 392 p. (EMBRAPA – SEA. Documentos, 3).

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** 1. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG. 1999. 359p.:il.

STAUT, L. A.; ATHAYDE, M. L. F. Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características agrônomicas do algodoeiro herbáceo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34,n.10, p.1839-1843, 1999.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POÇOS DA ZONA RURAL DO BARRO-CE

ARAÚJO, F.F.DE¹; SILVA, D.G. DA¹; CARDOSO, P. H. G. ¹;
BATISTA, M. S. C. ¹ & SILVA, M. DE F.S. DA ¹

¹Graduanda em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri, Juazeiro do Norte-CE. Fone (88)92340865. e-mail: nandinhafigueiras@hotmail.com

RESUMO A água subterrânea vem sendo utilizada para consumo humano, sem que se leve em consideração a sua qualidade microbiológica e físico-química, principalmente em comunidades da zona rural que não tem conhecimento da importância de seu tratamento para a saúde. Diante dessa realidade, esse trabalho trata de uma proposta de monitoramento físico-químico e microbiológico da água dos poços de abastecimento da zona rural da cidade de Barro-CE durante um período de 12(meses), onde serão analisados parâmetros de aceitação para consumo humano como alcalinidade, cloreto, cor, dureza, pH, turbidez, nitrato, ferro, nitrogênio amoniacal (amônia) e sólidos totais dissolvidos e análise do N.M.P. coli total/fecal (técnica dos tubos múltiplos). O conhecimento da qualidade da água consumida nessas comunidades é de grande relevância, pois, fornecerá subsídios aos gestores municipais na tomada de decisões para o planejamento e execução de programas de saúde pública na região.

Palavras chave: Qualidade, Água, consumo humano.

MONITORAMENTO PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL OF THE WELLS OF THE RURAL ZONE FROM BARRO-CE

ABSTRACT: The subterranean water is being to use to human consumption, without that it light into consideration the quality microbiological and physical-chemical, chiefly in rural communities that they don't have knowledge of the importance of the treatment for the to your health. Foremost of that actuality, that work boards a proposal of the monitoramento physical-chemical and microbiological from the water of the wells as of supply from the rural zone from the city as of Barro-Ce during twelve months where it'llbe to test control information to human consumption as alkalinity, chlorides, color, hardness, pH, turbidity, nitrate, iron, nitrogen amoniacal and total dissolved solids and test of the M.P.N. total/fecal coliforms. The knowledge from the quality from the water in those communities is of relevance ample and it'll furnish subsidy to the handlers municipal at the decision marking for its, the planejamento and execution as of programmes as of health public in the region.

Key-words: Quality, water, human consumption



INTRODUÇÃO

Entre os recursos que o homem dispõe, a água é um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. É correto afirmar que água e a saúde da população estão totalmente interligadas, tendo em vista que a disponibilidade da água de qualidade é exigência requerida e indispensável para a vida humana. A água potável pode ser definida como água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam risco a saúde (Soto et al., 2006). A importância dessa definição reveste-se pelo fato que a água pode ser um importante veiculador de doenças de causa infecciosa ou não, prejudicando direta e indiretamente a qualidade de vida das pessoas.

A qualidade da água é vulnerável a condições ambientais a qual está exposta e, portanto, na maioria das vezes é necessário um tratamento para torná-la potável, tratamento este que não é feito na maioria das comunidades rurais, sendo consumida água in natura ocasionando problemas de saúde pública, como a elevação da mortalidade infantil e outros agravos relacionados à qualidade microbiológica da água como diarreias de origem bacterianas e da qualidade físico-química relacionados a fatores de risco como a presença de contaminantes, localização e conservação inadequada dos poços. Segundo a organização Mundial da Saúde todas as pessoas têm o direito de ter acesso ao suprimento adequado de água potável, livre de contaminantes químicos e biológicos, devendo se ter um efetivo controle de qualidade desse recurso através de monitoramento periódico da sua qualidade.

Indubitavelmente a garantia de água potável constitui-se em ação eficaz de prevenção de doenças causadas pela água, sendo de grande relevância o monitoramento das fontes subterrâneas de abastecimento em comunidades rurais que desconhecem a importância da água como veículos transmissor de agravos a saúde. O presente trabalho trata-se de uma proposta de monitoramento da água que tem como objetivo central conhecer a qualidade da água do manancial subterrâneo que vem sendo utilizado para consumo humano em diversos pontos da zona rural da cidade do Barro - CE, através da análise de parâmetros microbiológicos e físico-químicos, comparando-se os resultados encontrados com a portaria do Ministério da Saúde 518/2004 que regula os padrões de potabilidade da água para o consumo humano.

Tendo em vista a grande quantidade de poços superficiais para a captação de água subterrânea seja para consumo humano ou para irrigação e a existência elevada de fossas, a realização desse trabalho justifica-se devido à possibilidade de infiltrações e contaminações desses poços por microrganismos e substâncias químicas nocivas a saúde.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

Área de desenvolvimento

A pesquisa será desenvolvida na zona rural da cidade de Barro – CE distante da capital 381,0 km, com Latitude de 7° 10'36'' e Longitude de 38° 46' 54'' localizado ao sul do Ceará, tendo como municípios limítrofes Aurora ao Norte, ao Sul Milagres e Mauriti, ao Leste Estado da Paraíba e Mauriti e a Oeste com os municípios de Milagres e Aurora. O município conta com 2.709 domicílios na zona urbana e 2.058 na zona rural. Possui 07 (sete) distritos totalizando uma população de 11.052. (IPECE, 2004). A metodologia aplicada para o desenvolvimento do projeto será dividido em 02 (duas) etapas facilitando sua execução.

ETAPA 01

Integra basicamente estudos iniciais de reconhecimento de campo que contemplará o cadastramento das fontes de abastecimento por água subterrâneas em todos os distritos da cidade com marcação das suas coordenadas geográficas com GPS, caracterização do poço (vazão, profundidade), instalações, captação da água e seu respectivo uso. Todas as informações obtidas serão analisadas com estudo estatístico, possibilitando a formação de um banco de dados e elaboração dos mapas, tabelas e gráficos.

ETAPA 02

Após o cadastramento serão escolhidos no mínimo 03(três) poços por distrito para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água. As coletas serão realizadas mensalmente direto da boca do poço ou na existência de bomba será coletada diretamente da saída da bomba, após deixar a água escorrer cerca de 05 (cinco) minutos, sendo transportadas para os Laboratórios de Análises Físico-químicas de Água e Efluente (LAE) e para o Laboratório de Análises Microbiológicas de Água e Efluente (LAME) da Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri durante um período de 12 (doze) meses. Para a análise Físico-química serão pesquisados parâmetros de aceitação para consumo humano: alcalinidade, cloreto, cor, dureza, pH, turbidez, nitrato, ferro, nitrogênio amoniacal (amônia) e sólidos totais dissolvidos. Os métodos analíticos seguirão as recomendações de APHA et al. (1998). As amostras destinadas às análises microbiológicas serão submetidas à técnica dos Tubos Múltiplos para análise do N.M.P. coli total/fecal através dos testes presuntivo, confirmativo e *Escherichia coli*.

CONCLUSÕES

Ao se identificar as condições dos poços e a qualidade da água subterrânea que esta sendo consumida por as comunidades rurais da cidade do Barro-CE, acredita-se que tais informações



oferecerão subsídios e orientação à comunidade e aos gestores governamentais na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão dos programas que lidam com a qualidade da água subterrânea do município, bem como, criar estratégias que fortaleçam a saúde pública, diminuindo a procura da população aos programas assistenciais de saúde, que é precário, não só na região mais em todo o país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA – AWWA – WEF (1998). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18th edition. American Public Health Association, American water works Association and water Environment Federation, Washington, D. C

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal-Barro. Fortaleza-CE, 2004. Disponível em www.ipece.ce.gov.br/publicações/perfilbasico/pbm2004_PDF/barro.pdf. Acesso em 14 ago. 2007.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Guia para a qualidade da água potável**. Genebra, 2^o ed., p. 195, 1995.

SOTO, F.R.M., FONSECA, Y.S.K., RISSETO, M.R., AZEVEDO, S. S., ARINI, M.de L.B., RIBAS, M.A., MOURA, C.R.V., MARCHETTE, D.S. Monitoramento da qualidade da água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do Município de Ibiúna/ SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 65(2), p. 106-111, 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO VELHO - QUIXERÉ - CEARÁ - BRASIL

RIBEIRO. M.A.¹; OLIVEIRA.C. M.N.¹; ANDRADE, J. H. R.¹ & FERREIRA. L M.N.¹

¹ Graduando do curso de saneamento ambiental da Faculdade de tecnologia Centec – Limoeiro do Norte –Ce; e-mail: mislene_centec@yahoo.com.br. Quixeré,Ce. Fone (88) 9602 4565.

RESUMO: A água é um elemento essencial na vida dos seres vivos, dessa forma para que possa ser utilizada é necessário que atenda aos padrões estabelecidos por lei, conforme o uso que será feito da mesma. Este trabalho estuda a qualidade da água do rio Velho localizado na cidade de Quixeré, no que diz respeito à balneabilidade e a potabilidade, tendo em vista que o rio é utilizado para diversos usos e o mesmo recebe lançamento de esgotos ao longo de seu curso. São apresentados resultados de análises realizadas no Laboratório de Análises de Água e Efluentes da FATEC - Limoeiro do Norte, feitas no período de novembro de 2006 e agosto de 2007. Concluiu-se que a água do rio é insatisfatória para consumo humano e própria para balneabilidade, porém com restrições.

Palavras chave: potabilidade, balneabilidade, análises laboratoriais.

OLD RIVER WATER QUALITY EVALUATION – QUIXERÉ – CEARÁ – BRAZIL

ABSTRACT: The water is an essential element in the life of the beings living creature, it's necessary that the water comply the standards established by law so it can be used. The general objective of this work was to evaluate the quality of the water of the located old river in the city of Quixeré, checking the conditions as of washing and drinking water, in view of that the river is used for many customs and it receives launching from sewer throughout its course. They are presented results of analyses carried through in the Laboratory of Effluent water analyses of the FATEC – Limoeiro do Norte, that had been carried through in period of November/2006 to August /2007. There were restrictions for human consumption, however the water is appropriate for bath and laundering.

Keywords: drinking water, washing water, sewer.



INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais intensamente utilizados. Fundamental para a existência e a manutenção da vida, para isso, deve estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas (Braga et al., 2005). A preocupação com a qualidade da água é relativamente recente. Os projetos mais antigos de aproveitamento de recursos hídricos abordavam com maior ênfase o aspecto quantitativo, procurando garantir as vazões necessárias aos diversos usos previstos para os mesmos (Mota, 1995).

O ser humano tem usado a água não apenas para garantir suas necessidades básicas, mas também para outros fins, como: recreação, irrigação, navegação, abastecimento humano e industrial, dentre outras atividades. Praticamente, todos os usos que o homem faz da água resultam na produção de resíduos que se não convenientemente tratados e incorporados aos recursos hídricos causam sua poluição e acarretam sérios agravos à saúde.

No Brasil, a maioria das internações hospitalares estão relacionadas às deficiências do saneamento básico, que geram outras conseqüências de impactos extremamente negativos para a qualidade e a expectativa de vida da população. Estudos indicam que cerca de 90% dessas doenças se devem a ausência de água em quantidade ou qualidade satisfatória para consumo. Em muitas localidades brasileiras tem sido comum a distribuição de água que não atende ao padrão de potabilidade vigente no país.

Dependendo de seus usos, estabeleceu-se padrões de qualidade e a classificação dos corpos hídricos. A Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, classifica os mananciais superficiais e estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes. Quanto aos usos, tem-se, de maior relevância para este trabalho, a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004, padrões de potabilidade e qualidade da água para consumo humano e a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade. Tendo em vista a importância de se estudar a qualidade da água dos mananciais decidiu-se analisar a situação da água do Rio Velho que possui uma extensão de 11 km e está localizado na cidade de Quixeré.

O município fica a 162 km da capital do estado, tem aproximadamente 19.000 mil habitantes, sendo 65% residente na zona urbana (IBGE, 2003) é abastecido por águas de poços e não possui nenhum sistema para tratamento dos esgotos domiciliares. Dessa forma, grande parte das águas servidas é lançada diretamente no rio que também recebe os resíduos líquidos do matadouro, do hospital público e os dejetos das residências mais próximas. Portanto, tem-se como objetivo avaliar a qualidade de sua água através de análises físico-químicas e

microbiológicas comparando com a Portaria nº 518, e as Resoluções nº 274 e 357, pois na zona rural o Rio Velho, ainda é utilizado para balneabilidade, consumo humano e animal.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na cidade de Quixeré, localizada a 5° 04'27" de latitude e 37°59'19" de longitude, na região leste do estado do Ceará. O trabalho desenvolveu-se a partir da coleta de amostras ao longo do percurso de 11 km do rio, em cinco pontos estratégicos, ou seja, aqueles que apresentavam as piores condições, como: forte odor de esgoto, elevada quantidade de macrófitas, maior assoreamento e os mais próximos da cidade que recebem as águas servidas e os dejetos. As amostras foram coletadas em dois períodos distintos, em novembro de 2006 e agosto de 2007 e passaram por análises físico-químicas (pH, cor, turbidez, cloretos, dureza, condutividade elétrica, nitrito, ortofosfato) e microbiológica (coliformes fecais). As análises de água foram realizadas no Laboratório de Análises de Água e Efluentes da FATEC- Limoeiro do Norte, adotando-se os procedimentos padrões (Standard Methods for The Examination of the Water and Waster Water, 20 th edition, 1998, APHA AWWA, WPCF).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentadas a seguir, mostram os resultados da pesquisa, a partir das análises da água, sendo mostrados os dados encontrados nos dois períodos de pesquisa para se estabelecer comparações entre os mesmos.

Neste ponto verificou-se uma acentuada variação na cor entre os dois períodos. Isso se deve ao fato de no mês de novembro de 2006 haver uma maior vazão e em agosto de 2007, como o rio se encontrava com uma maior vazão, as partículas dissolvidas e em suspensão estavam mais concentradas, aumentando também o valor da turbidez.

Nesse caso houve uma diminuição significativa no número de coliformes, isso provavelmente ocorreu devido a presença de aguapés, que funcionam como filtro de matéria orgânica.

A variação de coliformes é justificada pelo fato de nesse ponto haver um maior número de lançamentos de esgotos.

Concluiu-se que a variação de coliformes no ponto 4 se deu pelo mesmo motivo citado anteriormente no ponto 3.

Neste ponto os resultados das análises não apresentaram variância significativa, por ser um ponto onde não há despejo de esgoto.



Tabela 1: PONTO 1- Trecho final do Rio Velho, na comunidade de Alto do Bagre

PARÂMETROS	RESULTADOS NOV / 2006	RESULTADOS AGO / 2007
Cor	100 UH	400 UH
Turbidez	9,604 UT	136 UT
Condutividade elétrica	0,340 S/cm	0,490 S/cm
pH	7,62	7,91
Cloretos	38,95 mg/l Cl ⁻	70,84 mg/l Cl ⁻
Dureza	144,84mg/l CaCo ₃	144 mg/l CaCo ₃
Nitrito	0,04 mg/l	0,0134 mg/l
Ortofosfato	0,18 mg/l	0,04 mg/l
Coliformes fecais	30	23

Tabela 2: PONTO 2 – Na comunidade de Boqueirão, ponto crítico do rio, pois nesse trecho são encontrados poços dentro do rio e grandes quantidades de aguapés

PARÂMETROS	RESULTADOS NOV / 2006	RESULTADOS AGO / 2007
Cor	20 UH	10 UH
Turbidez	0,282 UT	2,55 UT
Condutividade elétrica	0,266 S/cm	0,370 S/cm
pH	7,15	7,12
Cloretos	23,75 mg/l Cl ⁻	44,16 mg/l Cl ⁻
Dureza	97,92mg/l CaCo ₃	112 mg/l CaCo ₃
Nitrito	0,01 mg/l	0,0035 mg/l
Ortofosfato	0,09 mg/l	0,04 mg/l
Coliformes fecais	1.600	48

Tabela 3: PONTO 3 – Nesse ponto o espelho d'água está coberto por aguapés que atingem aproximadamente 1 m de comprimento, aí também verificou-se um forte mau cheiro e a presença de entulhos de construção civil dentro do rio

PARÂMETROS	RESULTADOS NOV / 2006	RESULTADOS AGO / 2007
Cor	10 UH	20 UH
Turbidez	0,224 UT	3,018 UT
Condutividade elétrica	0,237 S/cm	0,306 S/cm
pH	7,37	7,33
Cloretos	20,90 mg/l Cl ⁻	44,16 mg/l Cl ⁻
Dureza	87,72mg/l CaCo ₃	80 mg/l CaCo ₃
Nitrito	0,01 mg/l	0,0078 mg/l
Ortofosfato	0,06 mg/l	0,04 mg/l
Coliformes fecais	100	278

Tabela 4: PONTO 4 – Este ponto recebe contribuição dos esgotos oriundos de algumas ruas da cidade e do bairro Pontal

PARÂMETROS	RESULTADOS NOV / 2006	RESULTADOS AGO / 2007
Cor	30 UH	40 UH
Turbidez	1, 743 UT	15,6 UT
Condutividade elétrica	0, 267 S/cm	0, 427 S/cm
pH	7,77	7,63
Cloretos	29,45 mg/l Cl ⁻	55,20 mg/l Cl ⁻
Dureza	93,84mg/l CaCo3	92 mg/l CaCo3
Nitrito	0,04 mg/l	0,0416 mg/l
Ortofosfato	0,13 mg/l	0,09 mg/l
Coliformes fecais	170	542

Tabela 5: PONTO 5 – Situado na Barragem do Rio Quixeré, local de recreação, sendo utilizado para consumo animal e para a lavagem de veículos

PARÂMETROS	RESULTADOS NOV / 2006	RESULTADOS AGO / 2007
Cor	20 UH	30 UH
Turbidez	2,673 UT	7,65 UT
Condutividade elétrica	0, 237 S/cm	0, 361 S/cm
pH	8, 06	8,60
Cloretos	25,65 mg/l Cl ⁻	35,88 mg/l Cl ⁻
Dureza	83,64mg/l CaCo3	80 mg/l CaCo3
Nitrito	0,16 mg/l	0,0054 mg/l
Ortofosfato	0,06 mg/l	0,02 mg/l
Coliformes fecais	110	40

Com base nos estudos realizados, concluiu-se que há lançamento de esgotos no rio, tornando esta água imprópria para consumo humano. Visualmente isto pode ser comprovado pela presença de aguapés em grande quantidade ao longo do curso do rio, fator que contribui para a diminuição da diversidade da fauna aquática no manancial hídrico. Quanto a balneabilidade a água está de acordo com o estabelecido pela resolução CONAMA nº 274, com exceção do PONTO 2 em novembro de 2006 que apresentava uma quantidade de 1600 coliformes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOTA, S. **Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200 p.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**; 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000.
- PORTARIA nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. Disponível em: www.ibge.org.br, acessado em: 08/08/2007



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

VARIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE FRUTOS EM BANANEIRA PACOVAN SUBMETIDA À TRÊS DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NA CHAPADA DO APODI – LIMOEIRO DO NORTE-CE

MOREIRA, F. V. de. O.¹; COSTA, S. C.²; SOUSA, G. A. R.³ & MURAKAMI, K. R. N.⁴

¹Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação, Pesquisadora em Ciências Agronômicas, FRUTACOR/Razão social João Teixeira Júnior, Caixa Postal 23, CEP 62930-000, Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, CE. Fone : (88)3447 3074. E-mail: vaniafrutacor@yahoo.com.br

²Engº Agrº, Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa, MG.

³Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação, FRUTACOR

⁴Engº Agrº - UENF/Campos dos Goytacazes-RJ

RESUMO: O propósito deste trabalho foi avaliar o efeito na qualidade dos frutos da bananeira pacovan (var. SH3640) submetida a três espaçamentos diferentes respectivamente (1,6 x 2,0 x 4,0m), (1,8 x 2,0 x 4,0m) e (2,0 x 2,0 x 4,0m). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. As variáveis medidas foram os parâmetros físicos de peso do cacho, peso da penca central, diâmetro e comprimento de frutos, e químicos de sólidos solúveis totais dos frutos. Os dados foram obtidos a partir da colheita do primeiro cacho do experimento, em dezembro de 2006. Os espaçamentos diferenciados produziram efeito significativo nos parâmetros de peso do cacho, peso da penca central, comprimento de fruto e sólidos solúveis totais.

Palavras-chave: Espaçamento, qualidade de fruto, irrigação.

PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETER VARIATION OF FRUITS FOR BANANA ‘PACOVAN’ SUBMITTED TO DIFFERENT SPACINGS AT CHAPADA DO APODI – LIMOEIRO DO NORTE-CE - BRASIL

ABSTRACT: An experiment with the cultivar ‘Pacovan’ (var. SH3640) was carried out with the aim to evaluate the effect of three different spacings (1,6 x 2,0 x 4,0m), (1,8 x 2,0 x 4,0m) and (2,0 x 2,0 x 4,0m) between plants in the fruits quality. The statistical design was completely randomized, with three treatments and five repetitions. The measured variables had been to parameter them bunch weight (kg), the average diameter (mm) and the average length (cm) of group fruits localized in central bunch and chemists of total solids soluble. The data had been gotten from the harvest of the first bunch of the experiment, in December of 2006. The treatments has significant effect to bunch weight (kg), length of fruits (cm), weight of fruits localized in central bunch and total solids soluble.

Key-words: Spacing, Quality of fruits, Irrigation

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma das atividades econômica em ascensão no Brasil. Hoje, muitos já apontam o Brasil como o maior produtor de frutas tropicais do mundo, devido ao incentivo do governo e a excelente localização geográfica que proporciona boas condições climáticas, além de favoráveis características de solo e disponibilidade hídrica.

A cultura da banana ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e consumidas no Brasil e a terceira posição em área colhida, sendo o Nordeste a maior produtora.

Apesar deste volume de produção, a bananicultura brasileira apresenta vários problemas que redundam em baixa produtividade média anual e baixa qualidade do fruto. Dentre os maiores problemas, Vieira (2005) destaca o modelo de cultivo tradicional, com baixos índices de capitalização e tecnologia e, principalmente, o manejo inadequado do sistema solo-água-planta, refletindo diretamente na qualidade da irrigação e no equilíbrio nutricional da planta.

A maioria dos trabalhos sobre densidade de plantio e espaçamento foi realizada em outros países, sobretudo da América Latina e África. Tézenas du Montcel (1987) recomenda, para os países africanos, densidades que vão de 1.500 até 3.000 plantas ha^{-1} , dependendo do tipo de "plátano" cultivado. O espaçamento pode variar de 2,0 x 1,8 m até 3,0 x 2,0 m, sendo usado o sistema tradicional de condução de touceiras. Añez et al. (1991) testaram na Venezuela 11 diferentes distâncias de plantio e concluíram que os rendimentos do "plátano" 'Hartón' aumentaram proporcionalmente com o aumento das distâncias. Na Colômbia, Belalcazar Carvajal et al. (1994a, 1994b) constataram que, para o "plátano" 'Dominico Hartón', o espaçamento de 3,0 x 2,0 m, e a densidade de 1.666 plantas ha^{-1} , com um rebento por touceira em explorações perenes, ou as altas densidades no mesmo espaçamento (3.332 e 4.490 plantas ha^{-1} com duas e três plantas por touceira, respectivamente), em explorações anuais, são as mais recomendadas para obtenção de elevadas produções. No Brasil, em ensaio para definição de espaçamento, adubação e calagem da planta-mãe da bananeira-'Comprida Verdadeira', Cavalcante et al. (1981) encontraram melhores resultados na distância de 3,0 x 2,0 m, entre três espaçamentos testados (3,0 x 2,0 a 4,0 m). Alves & Oliveira (1999) recomendam densidades de 1.111 a 3.333 plantas ha^{-1} para as cultivares Terra e Maranhão, e 1.666 a 4.998 plantas ha^{-1} para 'd'Angola' e 'Terrinha', com dois seguidores.

O presente estudo objetivou definir o espaçamento mais adequado para a obtenção de ganho na qualidade de frutos da bananeira pacovan e conseqüentemente maior produtividade.



MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na empresa FRUTACOR - Produção e comercialização de frutas, situada no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA) Limoeiro do Norte, Ceará. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSw'h' com os seguintes valores médios anuais: precipitação, 772 mm, bastante irregular; temperatura, 28,5°C; umidade relativa, 62%; insolação, 3.030 horas ano⁻¹. O solo apresenta textura franco-argilo, relevo uniforme, plano e declividade muito suave (Bastos, 2004). O mesmo pertence à ordem dos Cambissolos, subordem Cambissolo Háplico, derivado de rochas calcárias, formação Jandaíra.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições, utilizando-se a cultura da banana pacovan (var. SH3640). O tratamento 01(1,6 x 2,0 x 4,0 m) foi com o espaçamento de 1,6m entre plantas em que cada planta ocupa uma área de 4,8 m² tendo um stand de 2083 plantas por hectare, o tratamento 02(1,8 x 2,0 x 4,0m) com o espaçamento de 1,8m, com uma área de 5,4 m² por planta e com 1851 plantas por hectare, já o tratamento 03(2,0 x 2,0 x 4,0m) com espaçamento de 2,0 m entre plantas ocupando uma área de 6 m² cada planta e com uma população de 1666 plantas por hectare.

A lâmina de irrigação aplicada foi de 100% da evapotranspiração da cultura, via lisímetro de drenagem em todos os tratamentos.

Os trabalhos de implantação do bananal foram iniciados em março de 2006, conforme o padrão da região (adubação orgânica na fundação + MAP + FTE). O plantio foi no sistema de fileiras duplas com duas linhas laterais com gotejadores por fileira dupla de planta. A primeira colheita foi concluída em dezembro de 2006. As adubações (uréia, potássio e magnésio) foram semanais e tiveram início a partir do segundo mês do plantio.

A coleta de dados foi realizada durante a colheita do primeiro cacho da cultura e os parâmetros analisados foram oriundos de medições de peso do cacho, peso da penca central, diâmetro, comprimento de frutos e químicos de sólidos solúveis totais dos frutos da penca central do cacho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 01, todos os parâmetros avaliados físicos e químicos com exceção do diâmetro do fruto, mostraram que houve efeito significativo em relação ao espaçamento utilizado.

Para o peso do cacho, constatou-se grande variação entre os valores obtidos, mostrando que os tratamentos utilizados tiveram influência no parâmetro. O tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m) obteve maior destaque. Podendo atingir uma produtividade média de 62t ha⁻¹,

Tabela 01 – Parâmetros físicos e químicos dos frutos da 4ª. penca do cacho da bananeira pacovan, em função dos diferentes espaçamentos, cultivados no Distrito de Irrigação Jaguaribe Apodi, DIJA, Limoeiro do Norte, Ceará, 2006

Tratamento	PC	PPC	DMF	CMF	SST
Trat 01 - (1,6m)	29,37 a	3,78 a	40,00 a	21,25 a	19,37 a
Trat 02 - (1,8m)	33,50 b	3,92 a	40,48 a	22,75 ab	20,25 b
Trat 03 - (2,0m)	24,42 c	2,85 b	38,60 a	21,66 b	21,21 b
Média	29,10	3,52	39,69	21,89	20,28
CV (%)	18,96	19,2	2,88	4,95	5,52

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si (Tukey a 5%). Onde: PC – Peso do cacho sem engaço (kg), PPC - Peso da penca central do cacho (kg), DMF - Diâmetro médio do fruto da penca central do cacho (mm), CMF – Comprimento médio do fruto da penca central do cacho (cm) e SST – Sólidos Solúveis Totais (Grau Brix °).

enquanto que o tratamento 01 (espaçamento 1,6 x 2,0 x 4,0 m) com 61t ha⁻¹ e o tratamento 03 (espaçamento 2,0 x 2,0 x 4,0 m) apenas 40 t ha⁻¹.

O peso da penca central teve efeito significativo entre os tratamentos tendo destaque o tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m). Já o diâmetro do fruto, não se diferenciou em relação ao tratamento adotado, apesar dos maiores valores absolutos apresentados pelo tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m).

No comprimento médio do fruto foi observada variação entre os tratamentos, mostrando superioridade no tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m).

O parâmetro de sólidos solúveis totais teve efeito significativo entre os tratamentos avaliados, porém os tratamentos 01 (espaçamento 1,6 x 2,0 x 4,0 m) e 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m) não diferiram estatisticamente.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se verificar que o tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m), diferenciou significativamente dos demais tratamentos em todos os parâmetros físicos avaliados. Com relação ao parâmetros sólidos solúveis totais o tratamento 03 (espaçamento 2,0 x 2,0 x 4,0 m) mostrou uma pequena superioridade em valores absolutos do tratamento 02 (espaçamento 1,8 x 2,0 x 4,0 m).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÑEZ, B.; TAVIRA, E.; SALAS, J.A. Efecto de la distancia entre hileras sobre la producción de plátano. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 9., 1989, Mérida, Venezuela. **Memorias...** Maracaibo: ACORBAT, 1991. p. 457-471.



- ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M. A. de. Planejamento de um plantio comercial. In: ALVES, E.J. (Coord.) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI/ Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1999. p. 261-290.
- BELALCAZAR CARVAJAL, S.; VALENCIA M., J.A.; ARCILA P., M.I. Estudio sobre las densidades de población em plátano clon Dominico-Hartón (*Musa* AAB, Simmonds) en Colombia. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 10., 1991, Villahermosa, Mexico. **Memorias...** San José de Costa Rica: CORBANA, 1994a. p. 535-548.
- BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A. da; OLIVEIRA, S.L. de. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. 'Prata Anã': produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.179-184, 1997.
- CAVALCANTE, A.T.; MOURA, R.J.M. de; MAAZE, U.C.; REIS, O.V. dos. **Efeito de espaçamento, adubação e calagem em bananeira-Comprida (planta-mãe)**. Atuação do IPA no âmbito do Pólo Nordeste. Recife, PE: IPA, 1981. v.1, n.p.
- FIGUEIREDO, F. P. Efeito de diferentes lâminas de água sobre a produção e qualidade da banana "prata anã" cultivada no norte de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2002. 125p. **Tese** (Doutorado em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 maio 2007.
- MAIA, V.M.; SALOMÃO, L.C.C.; CANTARUTTI, R.B.; ALVARES, V.H.V.; COUTO, F.A.D. Efeitos de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas 'Prata-Anã' no distrito agroindustrial de Jaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.319-322, 2003.
- VIEIRA, D. P. Esperam-se progressos na bananicultura. **AGRIANUAL 2005**. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2005.
- TÉZENAS DU MONTCEL, H. **Plantain bananas**. London: CTA/McMillan, 1987. 106p. (Série The Tropical Agriculturist). (Original em francês. Tradução de Paul Skinner).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BARRAGEM DAS PEDRINHAS QUANTO À BALNEABILIDADE, LIMOEIRO DO NORTE – CE – BRASIL

GOMES, E. O.¹; OLIVEIRA FILHO, R. L. DE² & ROLIM, H. O. DE³.

¹Graduanda em Tecnologia de Recursos Hídricos – Saneamento Ambiental, pela Faculdade de Tecnologia CENTEC – Limoeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica pelo ICT / FUNCAP. Residente à Rua Gerardo Pereira de Melo, n°. 673, Bairro Juazeiro, Jaguaruana – CE. Fone: 88 3418 1702. Email: emilia_centec@yahoo.com.br

²Graduando em Tecnologia de Recursos Hídricos – Saneamento Ambiental, pela Faculdade de Tecnologia CENTEC – Limoeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica pelo ICT / FUNCAP. Residente à Rua Emília Chaves, n°. 4209, Bairro Centro, Tabuleiro do Norte – CE. Fone: (88) 3424 1652. Email: romildofilhotecnologo@yahoo.com.br

³Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPB, professora do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia CENTEC. Residente à Rua Camilo Brasiliense, n°. 833, Centro, Limoeiro do Norte – CE. Fone: 88 9964 5183 Fax: 88 3432 6901 Email: www.hosineiderolim@yahoo.com.br

RESUMO: Águas recreacionais são águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, que estando contaminada, pode representar um importante veículo de transmissão de doenças. O estudo foi realizado na Barragem das Pedrinhas em Limoeiro do Norte, onde foram coletadas amostras semanais em três pontos durante período de junho a outubro de 2006, com o objetivo de avaliar a qualidade microbiológica das águas da barragem e enquadrá-las de acordo com Resolução CONAMA 274/2000 como sendo próprias ou impróprias para fins de balneabilidade. Analisados os parâmetros de coliformes totais e fecais, na primeira série de amostragem, dois pontos apresentaram valores microbiológicos acima do permitido, enquadrando-se como sendo Impróprias para a recreação. No segundo período de amostragem, os valores apresentaram-se mais baixos, provavelmente em função do aumento da vazão do rio e da proliferação de aguapés no local. Porém, um dos pontos ainda revelou concentrações superiores de coliformes, o que classifica as águas como impróprias para balneabilidade, não sendo, portanto, indicada para este fim.

Palavras chave: Balneabilidade, coliformes termotolerantes e contaminação.

WATER QUALITY OF THE PEDRINHAS DAM RELATED TO BATHING, LIMOEIRO DO NORTE - CE - BRAZIL.

ABSTRACT: Recreational waters are fresh, brackish and saline waters destined to the recreation of primary contact, being this understood as a direct contact and prolonged with the water, which being contaminated, can represent an important vehicle of transmission of illnesses. The study was carried out in the Pedrinhas dam in the city of Limoeiro do Norte, where had been collected weekly samples in three points during the period of June to October of 2006, with the objective to evaluate the microbiological quality of waters of the dam and to compare them with the CONAMA Resolution 274/2000 in accordance



with as being “Proper” or “Improper” for bathing ends. Analyzed the parameters of total and fecal coliformes, in the first series of sampling, two samples presented microbiological values above of the allowed one, being fit as being “Improper” for the recreation. As the second period of sampling, the values had been presented lower, probably in function of the increase of the outflow of the river and the proliferation of aquatic plants in the place. However, one of the points still showed superior concentrations of coliformes, what it classifies waters as “improper” for bathing, not being therefore, indicated for this end.

Key-words: Bathing, coliformes termotolerantes, contamination.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos possuem funções ambientais de indiscutível valor, neles, os nutrientes são reciclados, a água é purificada, as enchentes são atenuadas, os fluxos das águas são conservados e ampliados, os lençóis freáticos são recarregados e, sobretudo, constituem fonte de abastecimento de água para a vida vegetal, animal e humana. Porém, o crescimento populacional, em conjunto com o intenso desenvolvimento industrial, comercial e residencial, resultou na poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Soares, 1999). Além da urbanização que polui os recursos hídricos com lançamentos de despejos líquidos e sólidos de origens diversas, a agropecuária também exerce um impacto, com a destruição da vegetação original, provocando problemas ambientais como erosão, salinização, assoreamento dos corpos d’água e contaminação com produtos químicos e nutrientes.

No Brasil, a ocorrência de doenças de veiculação hídrica é ampla, principalmente nas áreas onde o fornecimento de água e o tratamento de esgoto são precários (Braga et al, 2005). Nestas condições, a presença de patógenos entéricos humanos nessas águas assume grande importância em termos de saúde pública, uma vez que estes agentes são excretados nas fezes pelos indivíduos infectados e são efetivamente disseminados através de águas contaminadas, podendo transmitir diferentes agentes infecciosos (microrganismos, tais como vírus, bactérias, protozoários e helmintos) para grande parte da população.

A bacia do Jaguaribe drena uma área de 72.645 km², correspondente a 50% do estado do Ceará. O Baixo Jaguaribe drena uma área 8.893 km², que significa 15,49% da área da bacia distribuída entre nove municípios e ao longo do seu percurso, observa-se diversos tipos de degradação de origem antrópica e o lançamento de esgotos domésticos “in natura” (Garjulli et al. 2001).

A cidade de Limoeiro do Norte está situada em uma ilha que os rios Jaguaribe e Banabuiú alargam-se em várzeas e tem suas águas represadas pela Barragem das Pedrinhas que forma uma longa “praia” com águas correntes perenizadas. Ressaltou-se este ponto por ser um lugar de grande importância tanto para o SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) como para o próprio município, pois é dali que sai toda a água para o abastecimento da cidade, para o Projeto

de Irrigação Jaguaribe – Apodi e também é o principal atrativo turístico da cidade onde é grande o número de banhistas para a prática de esportes náuticos como a canoagem, natação, pesca, etc.

Com o objetivo de avaliar a qualidade das águas da Barragem das Pedrinhas, quanto à balneabilidade e considerando-se as diversas variáveis intervenientes e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos frequentadores, este conhecimento é essencial para que possam ser desenvolvidos métodos de controle e eliminação, além de indicar o risco por microrganismos patogênicos presentes no corpo aquático.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Barragem das Pedrinhas, a qual fica localizada a leste da cidade de Limoeiro do Norte, no sopé da Chapada do Apodi, distante da cidade 8 km. A partir de visitas de campo observou-se como funcionava o fluxo de banhistas na Barragem, ficando decidido após as observações que os pontos seria um à montante da Barragem (400 m), outro na própria Barragem e o último a jusante da barragem (200 m).

A coleta de amostras iniciou-se em junho de 2006 com periodicidade de cinco semanas consecutivas, seguindo as recomendações da Resolução CONAMA nº. 274/2000 que classifica as águas quanto a balneabilidade.

Para atender os objetivos da pesquisa foram realizadas no Laboratório de Análises de Água e Efluentes da FATEC – Limoeiro do Norte, as análises de pH, ortofosfato, amônia, nitrato e coliformes fecais. Todas as análises seguiram metodologia recomendada pelo APHA, 1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises realizadas no primeiro período de amostragem que foi de junho a julho de 2006, obteve-se resultados de porcentagem satisfatória nos pontos à montante da Barragem (672 NMP 100ml⁻¹), e na Barragem (721,48 NMP 100ml⁻¹), ou seja, as águas encontravam-se satisfatórias para a recreação de contato primário, apresentando resultados menores que 800 *Escherichia Coli* por 100 ml de água, enquadrando-a de acordo com a Resolução CONAMA nº. 274/2000, como sendo PRÓPRIA para a categoria de Balneabilidade.

Já o ponto à jusante da Barragem apresentou resultados de porcentagem de 1314,56 NMP/100ml, sendo enquadrado como IMPRÓPRIO para a balneabilidade, por ter concentrações de *Escherichia Coli* maiores que 1000 por 100 mL de água.

Como se pode observar no Figura 01, na primeira amostragem houve um aumento sucessivo na concentração de Coliformes Fecais, fato este atribuído aos diversos lançamentos de

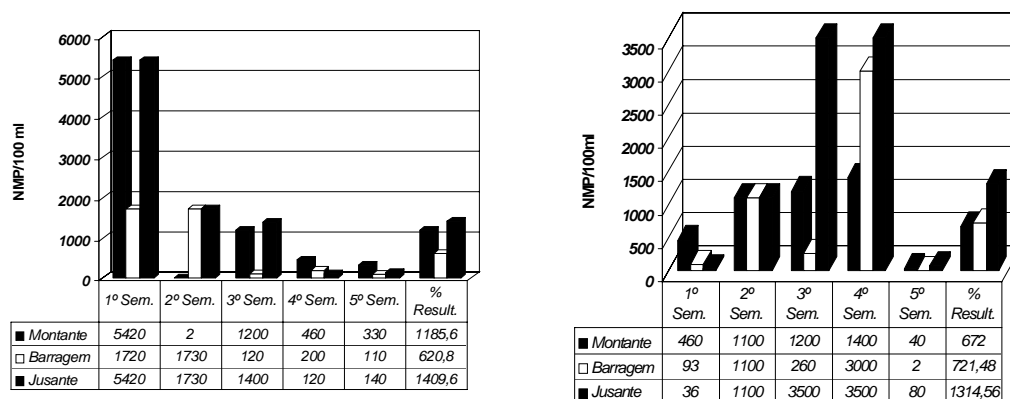


Figura 1. Distribuição espacial da concentração de Coliformes fecais nos pontos de amostragem da Barragem das Pedrinhas no período de junho a julho e de agosto a setembro de 2006.

efluentes líquidos no leito do Rio Jaguaribe e também ao carreamento de matéria orgânica para o rio causado pelas chuvas. Na quinta semana observa-se um decréscimo na concentração de Coliformes termotolerantes, atribuído a grande proliferação de aguapés (*Eichornia crassipes*) à montante da Barragem das Pedrinhas.

Segundo Bavaresco *et al.* (1996), os aguapés têm sido bastante utilizados na remoção de metais pesados, nutrientes, algas, sólidos em suspensão, coliformes, turbidez e DBO.

Na segunda amostragem realizada no período de agosto a setembro de 2006 as águas apresentaram resultados diferenciados no comportamento dos recursos hídricos, observando-se um decréscimo bastante considerável no decorrer das semanas.

As águas no ponto à montante, que anteriormente encontravam-se satisfatórias, nesta segunda amostragem encontravam-se impróprias para recreação de contato primário. O ponto à jusante continuou com as águas impróprias, enquanto que o ponto da Barragem manteve seu comportamento apresentando águas satisfatórias para banho.

O declínio da concentração de *Escherichia coli* na segunda amostragem pode estar relacionado ao aumento da vazão do Rio Jaguaribe neste caso provocado pela liberação de águas no Açude Castanhão, sendo a mesma controlada pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH-CE de acordo com o estabelecido pelo Comitê de Bacias do Baixo Jaguaribe, bem como pela constante proliferação de aguapés no trecho estudado.

CONCLUSÕES

Considerando os elevados valores de Coliformes Termotolerantes as águas da Barragem das Pedrinhas encontram-se impróprias à recreação de contato primário, não sendo, portanto indicadas para este tipo de atividade.

Durante o período de monitoramento foi observada a grande flutuação da colimetria, destacando-se, porém o ponto de jusante, com os valores mais elevados ($1,31$ a $1,40 \times 10^3$ NMP 100ml^{-1}), o que pode ser atribuído à menor vazão, maior revolvimento do fundo e influência da ação antrópica na área (balneário).

Os aguapés presentes na Barragem das Pedrinhas indicam a elevada concentração de nutrientes no rio, devido o aporte de águas de chuva e lançamento de esgotos à montante do Rio Jaguaribe, desta forma colaborando para a sua alta propagação. Os mesmos realizam uma remoção não só de nutrientes como também de coliformes termotolerantes.

Recomenda-se a realização de outros estudos que possam avaliar a presença de outros microrganismos patogênicos, helmintos, vírus etc. que podem afetar a saúde pública, bem como ações de controle das fontes poluidoras através da implantação de sistemas de esgotamento sanitário (individual ou coletivo) e/ou manutenção dos sistemas já implantados nas comunidades à montante da Barragem para que a qualidade das águas seja recuperada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological Examination of Water. In: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19th ed. Washington. APWA, AWWA, WPFC, 1995
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.
- BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA Nº. 274 de 29 de novembro de 2000**. CONAMA, 2000.
- BAVARESCO, A. S. L.; COSTA, R. H. R.; PEDOMO, C. C. **Lagoas de aguapés em sistemas de tratamento de dejetos suínos**. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL: tratamiento de aguas residuales, 25., 1996, México. México: AIDIS, 1996. p. 41-47.
- GARJULLI, R.; OLIVEIRA, J.L.F.; ALVAREZ, U.P.; BEZERRA, H.E.R. **Proposta metodológica para a organização de usuários de água: a experiência do Ceará**. Disponível em: <http://www.cogerh.com.br/gestao/metodologia.html>. Acesso em: 11 abr. 2005.
- SOARES, J. B. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: EFC, 1999. 206p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

USO DO FORNO DE MICROONDAS NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE SOLO FRANCO ARGILOSO

MENDES, J.M.L.¹; MIRANDA, E.P. DE², MARTINS, G. S.²;
FIALHO, J. S.³, MESQUITA, F. P.⁴ & SOUSA, B. M. DE⁴

¹Graduando em Recursos Hídricos e Irrigação, Vila Santa Helena , casa 5, Sobral/CE, CEP: 62020-470,Fone: (88) 96114040, jane_mary2002@hotmail.com;

²M.Sc.. em Irrigação e Drenagem – Professor da FATEC Sobral;

³ M.Sc.em Solo e Nutrição de Plantas – UFC;

⁴Graduandos em Recursos Hídricos e Irrigação.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi verificar a viabilidade do uso do aparelho de microondas doméstico, na determinação do teor de umidade do solo. Nesse estudo foram utilizadas amostras retiradas à 20 cm de profundidade em um solo franco-argiloso. O experimento foi em bloco inteiramente ao acaso, consistindo de 5 tratamentos com 5 repetições. Os tratamentos 1, 2, 3 e 4 ocorreram no forno de microondas, em sua potência máxima. O tratamento 5, testemunho, foi feito em estufa à 105 °C por 24 horas. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos, mostrando que o uso dessa técnica é uma alternativa viável na determinação da umidade do solo.

Palavras-chave: irrigação localizada, xique-xique, hidráulica.

USE OF THE OVEN OF MICROWAVES IN THE DETERMINATION OF THE ARGILLACEOUS GROUND HUMIDITY FRANK

ABSTRACT: This work had as main objective to verify the feasibility of using the domestic microwave oven in the determination of the soil water content . In this study, soil samples were collected from 20 centimeters below the soil surface in a clay loam soil. The statistical drawn was the completely randomized blocks with (05)five treatments and (05) five repetitions, .For The treatments 1, 2 ,3 and 4 it was used the microwave oven at maximum power level. For The treatment 05, the testimony, it was used the conventional drying oven at 105 degrees celsius during 24 hours period. There was no statistical difference at 5% probability among treatments, showing that this technique is viable to determine the soil water content.

Key-words: soil water , irrigation, microwave

INTRODUÇÃO

A determinação da umidade do solo constitui uma medida imprescindível na agricultura irrigada. Tal propriedade deve ser confiável e capaz de ser avaliada diretamente no campo, sem alteração das características físicas do solo.

O solo é o reservatório natural de água para as plantas e todas as práticas de manejo na agricultura visam promover condições ideais para o crescimento das culturas. Por ser um reservatório aberto para a atmosfera e para os horizontes ou camadas mais profundas do perfil, muitos investigadores têm procurado quantificar a capacidade de armazenamento desse reservatório (retenção de água), como também os fluxos que ocorrem tanto na superfície (infiltração e evaporação) quanto a na profundidade do solo (drenagem interna). São esses os fluxos que ocorrem dentro do solo e estão sujeitos a frequentes alterações no tempo (Prevedello, 1996; Centorion et al., 1997).

São vários os métodos usados para se estimar a umidade do solo. Dentre os mais utilizados, o método gravimétrico é considerado como padrão, sendo usado para calibrar outros métodos.

Nos últimos tempos, alguns estudos foram conduzidos para avaliar o uso do forno de microondas na determinação da umidade dos solos (Hanklin & Sawhney, 1978; Gee & Dodson, 1981; Carter & Bentley, 1986).

Segundo Souza (2002), essa tecnologia é um método alternativo ao método convencional de secagem de solo e de planta. O método convencional utiliza a estufa de secagem com equipamento e demanda de 12 até 72 horas para completar o teste. Já o método por microondas utiliza o forno de microondas doméstico como equipamento e demanda 10 ou 14 minutos para secar solo ou planta. O fornecimento de dados relacionados ao teor de matéria seca ou umidade deve ser rápido e confiável, pois a partir dessas informações algumas ações são tomadas, como exemplo, esta informação é importante para verificar se há ou não necessidade de irrigação em determinada cultura.

Apesar dos estudos prévios citados aqui, há necessidade de investigar os efeitos do tipo de solo, do tamanho da amostra, da quantidade de água (teor de umidade), e da potência do microondas no tempo de secagem requerido. Esta tecnologia tem como benefício direto a redução do tempo de análise e rapidez nos dados necessários para determinação do manejo de irrigação.

O estudo objetiva verificar a viabilidade do uso do forno de microondas na determinação da umidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletas no município de Tianguá-CE, em um solo de textura franco-argiloso, na profundidade de 20 cm. As análises foram conduzidas no Laboratório de Análise de Solos e Água para Irrigação da FATEC/CENTEC.



A análise estatística foi em bloco inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos e 5 repetições, cada um. Nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, as amostras foram submetidas, respectivamente, ao tempo de 3, 6, 9 e 12 minutos no forno de microondas. O tratamento 5, consistiu a testemunha, onde a amostra ficou durante 24 horas em uma temperatura constante de 105 °C na estufa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística é apresentada na Tabela 1. Devido à perda de três dados em três diferentes tratamentos, a análise de variância foi feita considerando apenas 4 repetições.

Como o valor do F da análise de variância ($F_{\text{cal.}} = 0,124$) foi menor que o F tabelado ($F_{\text{tab.}} = 3,06$) para nível de significância de 5% de probabilidade, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Sendo, então, o uso do microondas, para o solo analisado, é uma opção viável, e que o tratamento que corresponde ao menor tempo, 3 minutos, mas indicado.

Tabela 1: Análise de variância para um nível de significância de 5% de probabilidade.

Fonte de variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamento	4	0,8051285E-04	0,2012821E-04	0,124
Resíduo	15	0,2439310E-02	0,1626207E-03	

CONCLUSÃO

Para o solo analisado, o uso do forno de microondas mostrou-se uma alternativa viável na determinação da umidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTURION, J.F.; MORAUS, M.H.; DELLA LIBERA, C.L.F. comparação de métodos para determinação da curva de retenção de água em solos. **Revista. Bras. Ciência do Solo**, 21:173-179,1997.
- PREVEDELLO, C.L. **Física do solo como problemas resolvidos**. Curitiba, Salesward-discovery, 1996. 446p.
- SOUZA, G.B; NOGUEIRA, A.R.A.; RASSINI, J.B. Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE. **Circular Técnica nº 33**, dezembro, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO DO PERÍMETRO IRRIGADO DE FORQUILHA- CEARÁ

MELO, A . F. M.¹ & FREIRE, E. A.²

¹ Tecnóloga em Recursos Hídrico- Irrigação, Instrutora bolsista pelo CNPq, CVT de São Benedito, CEP: 62250-00, Ipu, CE. Fone (88) 36832117. e-mail: annemello@hotmail.com .

² Tecnólogo em Recursos Hídricos - Irrigação, Supervisor da produção de rosas, Reijers Ltda, São Benedito, CE.

RESUMO: Com este experimento objetivou-se identificar as características químicas do solo visando posteriormente a determinação de doses adequadas de corretivos e nutrientes. Foram coletadas as amostras em 3 setores do Perímetro Irrigado de Forquilha. As amostras de solo foram analisadas para determinação do pH, CE e dos teores de P, K, Na, Ca, Mg, e Al. Os solos em estudo apresentaram reação alcalina, predominando valores de pH superiores a 7,7. Os elevados teores de potássio, cálcio e magnésio indicam fertilidade elevada dos solos, onde a soma dos valores de Ca e Mg foram superiores a 30mmolKg⁻¹, o que indica não ser necessário a calagem. Já os valores do fósforo encontrado, em geral foram baixos e médios, de 7 e 15 mmolc Kg⁻¹ respectivamente. A água utilizada para irrigação da Pimenta, foi classificada em C2-S1, com condutividade elétrica de 0,35 dSm⁻¹ e RAS de 4,95. Sob aspecto de fertilidade do solo os níveis de pH e os níveis baixos e médios de fósforo, inferem respectivamente a correção da alcalinidade e a necessidade de adubações fosfatadas. As propriedades dos solos analisadas e classificadas como salino-sódico e sódico, indicam a necessidade de recuperação destes solos. Exige-se uma atenção no que se refere a qualidade da água o que pode comprometer o desenvolvimento da cultura.

Palavra chave: Pimenta, salinidade, adubações corretivas.

AVALIATION OF THE FERTILITY OF THE SOIL OF THE IRRIGATED PERIMETER OF FORQUILHA – CEARÁ

ABSTRACT: This experiment had as objective to identify the characteristics chemistries of the soil seeking the determination of appropriate doses of correctives and nutritious. The samples were collected in 3 sections of the Irrigated Perimeter of Forquilha. The soil samples were analyzed for determination of the pH, CE and of the P, K, Ca, Mg and Al. The soils in study presented alkaline reaction, prevailing values of superior pH for 7,7. The high potassium levels, calcium and magnesium indicate elevated fertility of the soils, where the sum of the values of Ca and Mg went superiors for 30mmolKg⁻¹, what indicates not to be necessary the calagem. Already the values of the found match, in general were low and medium, of 7 and 15 mmolc Kg⁻¹ respectively. The water used for irrigation of the pepper, it was classified in C2S1, with electric conductivity of 0,35 dSm⁻¹ and RAS of 4,95. Under aspect of fertility of the soil the pH levels and the low and medium levels of match, infer the correction of the alkalinity and the need of fosfatadas fertilized respectively. The properties of the analyzed soils and classified as saline-



sodic and sodic, they indicate the need of recovery of these soils. An attention is demanded in what it refers the quality of the water that can compromise the development of the culture.

Word-key: Pepper, salinity, corrective fertilized.

INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, além do cultivo em hortas caseiras para o consumo doméstico, existem hortas comerciais que abastecem o mercado local. Desde 1998, o cultivo comercial de *Capsicum frutescens* L., cultivar Tabasco MacIlhenny, visa à obtenção de polpa para o mercado externo e, mais recentemente, para o mercado interno, vem sendo consolidado no Ceará. A área média cultivada no período 1998/2000 foi estimada em apenas 50 hectares.(Crisóstomo, 2006).

No Ceará, atua a empresa Agropecuária Avaí Ltda que adquire pimenta Tabasco para obtenção de polpa e possui contrato exclusivo de exportação da polpa para os Estados Unidos, mas produz apenas cerca de 20% do volume exportado. O restante ela consegue mediante contrato de parceria com produtores de três regiões do Estado (Vales do Acaraú, do Curu e Jaguaribe).(EMBRAPA, 2006.)

A adubação inadequada da cultura da pimenteira-do-reino, sem base em critérios técnicos, pode causar prejuízos ao produtor, seja pela obtenção de produtividades menores, causadas por desequilíbrios nutricionais, ou mesmo, pelo gasto excessivo com adubos. O elevado custo dos adubos e a grande exportação de nutrientes pela Pimenta exigem que os fertilizantes sejam usadas de forma eficiente, o que pode ser obtido com a identificação dos fatores relacionados a fertilidade do solo que estariam limitando a produção. (Oliveira, 1991). A demanda de doses mais adequadas de corretivos e nutrientes deve ser feita com base no conhecimento da exigência das culturas e da capacidade de suprimento desses nutrientes pelos solos, onde as culturas serão desenvolvidas.

Atualmente o Perímetro irrigado do município de Forquilha/Ceará, vem cultivando a pimenta malagueta em escala comercial. Trata-se, porém, de uma cultura nova para a região tornando-se necessárias pesquisas, visando aperfeiçoar o sistema de adubação para obter qualidade no produto, garantindo sua comercialização, em forma de condimentos, tendo como maior mercado consumidor os Estados Unidos. A pesquisa tem como objetivo identificar as características químicas do solo visando, posteriormente, à determinação de doses adequadas de corretivos e nutrientes com base no conhecimento da pimenta e da capacidade de suprimento desses nutrientes pelos solos, onde as mesmas serão desenvolvidas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do experimento compreende os setores 1, 2 e 3 do Perímetro Irrigado de Forquilha, a fonte de água para a irrigação provém do açude Forquilha pertencente a bacia

Hidrográfica Acaraú, possui de $50.130.001\text{m}^3$ de armazenamento de água, atualmente encontra-se com 41,6% da sua capacidade (COGERH,2002). Os setores são divididos em lotes e foram escolhidos, aleatoriamente, três lotes em cada setor para o estudo. Os lotes encontram-se distribuídos da seguinte forma por setor: Setor 1, lote 17, 30 e 33; Setor 2, lotes 49, 57 e 60; e Setor 3, lotes 74, 80, 83. Cada lote foi dividido em três áreas, 1, 2, 3. O perímetro utiliza o sistema de irrigação por sulco nas áreas selecionadas.

As amostras foram coletadas ao acaso, nas profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60cm e preparada uma amostra composta. Esta foi levada para o laboratório de solos, foi desterroada e passada em tamis com malha de 2 mm de diâmetro. Nas amostras coletadas foram determinados: pH (água 1:25), fósforo, sódio, potássio (Mehlich I), cálcio, magnésio, alumínio (KCL 1M), e condutividade elétrica do extrato de saturação. Os níveis de fertilidade adotados para interpretação dos resultados da análise do solo são os padrões utilizados no Manual de Recomendações de adubação e Calagem para o Estado do Ceará (Fernandes,1993). Os solos foram classificados de acordo com o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (Richards, 1954) bem como a água utilizada na irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os solos dos setores apresentaram reação alcalina., predominando valores de pH superiores a 7,7 nas profundidades analisadas. Os solos da área 2, lote 30 do setor 1 atingiu média de pH 9,0. Apenas no setor 2, para a profundidade 0-20cm, os resultados foram inferiores com média de reação no pH de 7,4. Os solos, em geral, atingiram percentual de sódio trocável menor que 15 e condutividade elétrica menor que 4 dSm^{-1} . Os solos da área 2, lote 30 do setor 1, apresentaram percentual de sódio trocável (PST) de 18, 29, 23 e condutividade elétrica (CE) de 5.51, 6.97 e 6.06 para as profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm, respectivamente. Os solos da área 3, lote 30 do setor 1 e área 2, lote 57 do setor 2, apresentaram CE menor que 4 e, para as respectivas áreas, PST de 47, 48, 55 e 16, 21, 31 para as profundidades 0-20, 20-40 e 40-60cm, respectivamente. O alumínio não atingiu níveis nocivos, com média geral nos setores de $0,24\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$ de solo. Os níveis de cálcio de magnésio foram altos, com média de $155\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$ e $49\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$, respectivamente. Apenas o lote 60, atingiu níveis médios de magnésio nas camadas de 0-20cm e 20-40cm, com valores médios de $6\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$. O potássio atingiu, em geral, níveis alto e muito alto, com médias de $3,15\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$ e $6,91\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$, respectivamente. Com relação ao fósforo, os setores encontrados foram, em geral, baixos e médios, de 7 e $15\text{ mmol}_c\text{ Kg}^{-1}$, respectivamente. A água utilizada no perímetro para irrigação classificada em C2-S1, com condutividade elétrica de $0,35\text{ dSm}^{-1}$ e RAS de 4,95, todos de acordo como o laboratório de salinidade dos Estados Unidos (Richards, 1993).



CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

Os elevados teores de potássio, cálcio e magnésio indicam fertilidade elevada dos solos avaliados do Perímetro, onde a soma dos valores de Ca e Mg foram superiores a $30 \text{ mmol}_c \text{ Kg}^{-1}$, o que indica não ser necessário a calagem. Não existe necessidade de correção de alumínio, nas três profundidades, uma vez que apresentou valores não nocivos às plantas. O resultado elevado das médias o pH indica a necessidade de corrigir a alcalinidade. Com relação ao fósforo, os níveis baixo e médio respectivamente 7 e $15 \text{ mmol}_c \text{ Kg}^{-1}$, justificam a necessidade da adubação fosfatada, para qualquer cultivo a ser implantado nestes solos. Os solos analisados, em geral, são classificados como normais, com exceção da área 2 e 3, lote 30 do setor 1, que são classificados como salino – sódico e sódico, respectivamente, e os solos da área 2, lote 57 do setor 2, que apresentou propriedades sódicas. Essas propriedades indicam a necessidade de recuperação destes solos através da remoção do excesso de sais, para os solos salinos e diminuição da percentagem de sódio trocável, para os sódicos, e as duas atividades para salinos-sódicos. No que se refere a qualidade da água, esta exige uma atenção, já que a mesma pode ocasionar problemas crescentes de infiltração no solo pela sodicidade da água uma vez que sua RAS se encontra entre 3 - 6 e CE entre 1,90 - 0,30 dSm^{-1} (Gheyi et al, 1997).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, **ANUÁRIO DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DOS PRINCIPAIS AÇUDES DO ESTADO DO CEARÁ**, disponível em www.cogerh.com.br em 03/09/2002.
- FERNANDES, V.L.B. (Coord.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará**, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza-Ceará, 1993, 248p.
- GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F.-In: SIMPÓSIO “ Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”. Campina Grande: UFPB, 1997, 383p.
- RICHARDS, L.A. (ed). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D.C.: U.S. **Salinity Laboratory**., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- OLIVEIRA, A.J. de; GARRIDO, W. E. ARAÚJO, J.D. de; LOURENÇO, S. (Coord.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 392P. 22cm (EMBRAPA- SEA, Documento, 3)
- CRISÓSTOMO, J. R. Cultivo de Pimenta Tabasco no Ceará – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 12p.
- FONTES, R. R.; RIBEIRO, C. S. da C. Sistema de produção de pimentas: adubação. Disponível<www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/adubacao.htm> Acesso em: 20 de Agosto de 2007.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA MICROBACIA DE DRENAGEM DA BARRAGEM VACA BRAVA–AREIA, PB

ALMEIDA, H. A. DE¹; SILVA, L. DA² & COSTA FILHO, J. F. DA³

¹Prof. Titular, Dr. Universidade Estadual da Paraíba, e-mail: hermes_almeida@uol.com.br. Depto. de História e Geografia/CEDUC/UEPB, Rua: Antônio Guedes de Andrade, 190 Catolé. Cep: 58.104-410

²Geógrafo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, CCA/UFPB e-mail: lucasgeografia@yahoo.com.br

³Prof. Associado-I, Dr. Universidade Federal da Paraíba, Areia, e-mail: costafi@cca.ufpb.br

RESUMO: As microbacias hidrográficas, por serem unidades naturais de planejamento e conservação ambiental, têm permitido quantificar os índices climáticos relacionados a disponibilidade hídrica, sendo essa quantificação e o estabelecimento do regime pluvial da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava, Areia, PB, os objetivos principais deste trabalho. Utilizou-se uma série de oitenta e sete anos de dados de chuvas e de temperatura do ar, sendo estimados a precipitação pluvial, ao nível de 75% de probabilidade (P75%), a evapotranspiração potencial (ETP) e o balanço hídrico climatológico. A partir do balanço foram determinados os índices hídrico, de aridez e de umidade e da relação P75%/ETP, o de disponibilidade de umidade (IDU). Os principais resultados mostraram que a precipitação pluvial é irregular, tem assimetria positiva e a mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer. O balanço hídrico mostrou ser capaz de caracterizar o regime hídrico. O clima é do tipo úmido, com pequena deficiência hídrica, sendo os menores IDUs nos meses de outubro a dezembro. Os índices climáticos estudados permitem monitorar, com elevada precisão, a disponibilidade hídrica em diferentes escalas de tempo.

Palavras chave: balanço hídrico, índice hídrico, evapotranspiração.

WATER AVAILABILITY OF VACA BRAVA AREIA-PB, DRAINAGE MICROBASIN

ABSTRACT: The drainage microbasin for being natural units of planning and ambient conservation, have been allowing to quantify the climatic indexes related to the water availability, being that quantification and the establishment of the rainfall regime of the Vaca Brava, Areia, PB, microbasin the main objectives of this work. The statistical analysis of rainfall and temperature was made from historical series with eighty seven years of data. The probability of rainfall at the level of 75% (P75%), the potential evapotranspiration (ETP) and the water balance were estimated. Starting from the water balance were determined month and yearly the climatologically indexes and by relationship P75%/ETP the one of availability humidity (IDU). The rainfall in the mentioned micro basin is irregular, has positive asymmetry and the medium is the measure of more probable central tendency of happening. The water balance showed to be capable to characterize the humidity regime. The climate is of the humid type, with



small deficiency of the water, being smallest IDUs in the months of October to December. The studied climatic indexes allow monitoring, with high precision, the availability humidity, in different scales of time.

Key-words: water balance, humidity index, evapotranspiration.

INTRODUÇÃO

O homem sempre teve a necessidade de estabelecer unidades bem constituídas na superfície terrestre para melhor intervir, observar, acompanhar e compreender as relações existentes entre elas e o espaço no qual está inserido. Os recursos hídrico e ambiental são indispensáveis a sobrevivência, muito embora as ações antrópicas vêm contribuindo de forma desastrosa na degradação ambiental.

Uma bacia hidrográfica é uma unidade geográfica formada por uma área da superfície terrestre, que contribui na formação e armazenamento de cursos d'água, sendo constituída pelo escoamento superficial que deságua numa determinada área de captação (Rocha &, Kurtz, 2001). Para esses mesmos autores, o conceito de microbacia é semelhante ao da bacia, embora a sua área de drenagem seja menor.

Atribui-se a falta de chuvas, a ausência ou a sua carência ao fenômeno denominado seca, sendo definida como o intervalo de tempo no qual a disponibilidade hídrica é inferior ao esperado. Admite-se, que existam quatro tipos de secas: meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica (Wilhite & Glantz, 1987; Rasmussen, 1993). A seca meteorológica, por exemplo, pode se desenvolver rapidamente e/ou "acabar abruptamente", já a seca agrícola está relacionada à baixa disponibilidade de umidade no solo, a qual torna o suprimento de água às culturas insuficiente para repor as perdas por evapotranspiração (WMO, 1975).

O conceito de evapotranspiração potencial (ETP), o mais significativo avanço no conhecimento dos aspectos do clima, foi introduzido em 1944 por Thornthwaite (Mather, 1958). Assim, a ETP passou a ser considerada, como a chuva, um elemento meteorológico fundamental e, portanto, a quantidade de água necessária para atender a vegetação.

A precipitação pluvial e a ETP são elementos meteorológicos que ocorrem de forma oposta e expressas na mesma unidade de medidas. Contabilizando-se a chuva como entrada e a evapotranspiração como saída, tem-se o balanço hídrico. Essa contabilidade, resulta o excesso e a deficiência hídrica, ao longo do ano, o que permite caracterizar as condições de umidade e do clima de uma determinada região (Thornthwaite, 1948).

Os excedentes hídricos podem se contrapor às deficiências de água, que se verificam na estação seca, para plantas de sistema radicular profundo. Com base na definição de que o excesso de água em uma estação compensaria uma deficiência em outra, Thornthwaite & Mather (1955) propuseram os índices hídrico (Ih), de aridez (Ia) e o de umidade (Im).

Os índices climáticos relacionados às condições de umidade, auxiliam no monitoramento da disponibilidade hídrica. Por isso, quantificar os índices de disponibilidade de umidade (IDU), propostos por HARGREAVES & MERKLEY (2000) e os estabelecidos por Thornthwaite & Mather (1955), e estabelecer o regime pluvial da microbacia de drenagem da barragem vaca Brava foram os objetivos principais deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Analisou-se estatisticamente uma série de oitenta e sete anos de dados de precipitação pluvial e de temperatura média do ar, correspondente ao período de 1920 a 2006, da área de abrangência da micobacia de drenagem da barragem vaca Brava, Areia, PB, latitude 7°00'36''S e longitude de 35°45'00''W.

Os dados mensais e anuais de chuvas foram arranjados em classes, mediante a distribuição de frequência, calculados as medidas de tendência central e de dispersão e ajustados à distribuição normal reduzida de probabilidade. De posse das chances de ocorrência de chuvas, escolheu-se os valores equivalentes a 75% de probabilidade (P75%).

A partir dos dados médios mensais de temperatura, estimou-se a evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite (1948), sendo a contabilidade hídrica feita pelo método do balanço hídrico climatológico, proposto por Thornthwaite & Mather (1955), que resultou na quantificação da deficiência (DEF) e do excedente hídrico (EXC).

O índice de disponibilidade de umidade (IDU), proposto por Hargreaves & Mekley (2000), foi obtido pela relação: $P75\%/ETP$ e os índices hídrico (I_h), de aridez (I_a) e de umidade (I_m), determinados a partir do balanço hídrico, utilizando-se a metodologia sugeridas por Thornthwaite & Mather (1955) e software de Almeida (1998).

As análises estatísticas, elaboração de gráficos e demais cálculos foram feitas utilizando-se a planilha eletrônica Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias mensais das médias, medianas e desvios padrão (DP) da precipitação pluvial da microbacia drenagem da barragem vaca Brava são mostradas na Figura 1. Observa-se que, as médias mensais estão sempre associadas a uma elevada dispersão, quantificadas mediante os respectivos desvios padrão, cuja relação DP/média foi de 78,8%, sendo a maior em outubro (160%) e as menores de março a agosto (média de 48,2%). As flutuações que ocorrem nos meses de outubro-dezembro, por exemplo, superam as próprias médias.

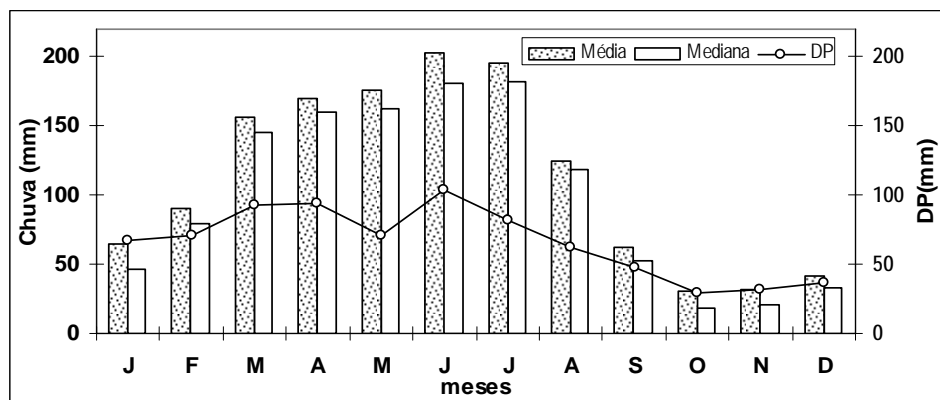


Figura 1. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da chuva. Barragem Vaca Brava, Areia, PB, período:1920-06.

As médias aritméticas mensais da precipitação (Figura 1) foram sempre maiores que as medianas. Quando uma distribuição de frequência tem essa característica (média \neq mediana) ela é dita assimétrica, sendo de assimetria positiva aquela que apresentar média maior que a mediana. Para esse tipo de distribuição, a mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer e, portanto, a recomendada. Destaca-se, ainda, que na relação mediana/média, ela equivale à cerca de 80,9% da média.

As médias mensais das deficiências e dos excedentes hídrico, resultantes do balanço hídrico climatológicos, são mostradas na Figura 2. Verifica-se que, mesmo para a condição média, a microbacia da barragem vaca Brava é deficitária de setembro-outubro a fevereiro, que coincidem com a estação seca, e superavitária de março a agosto-setembro (estação chuvosa). Destaca-se, ainda, que os excedentes hídricos podem se contrapor às deficiências que se verificam na estação seca, para plantas de sistema radicular profundo.

Os índices para caracterizar o grau de disponibilidade de umidade são mostrados na Figura 3. Observa-se que o índice de umidade (I_m) é menor que zero nos meses da estação seca (setembro a

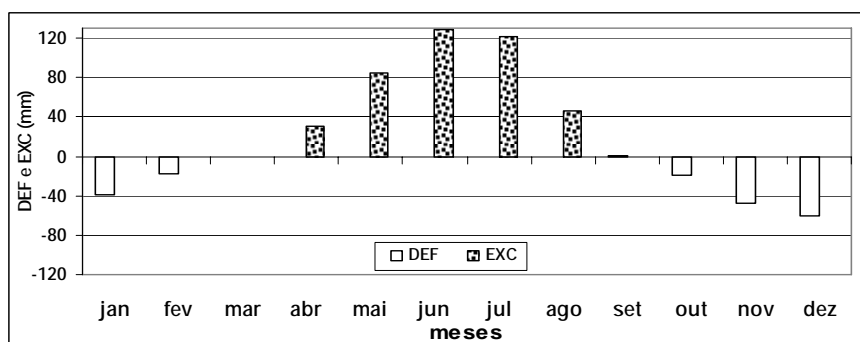


Figura 2. Médias mensais da deficiência e excedente hídrico. Barragem Vaca Brava. Média do período: 1920-2006.

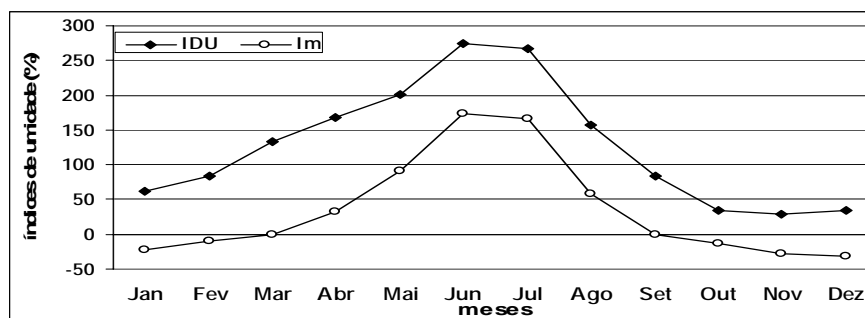


Figura 3. Médias mensais dos índices de disponibilidade de umidade (IDU e Im). Barragem Vaca Brava, Areia, PB.

fevereiro) e positivo nos demais. Como este índice anual é cerca de 30%, o tipo de clima, pela classificação climática de Thornthwaite, é úmido (B), com ou sem deficiência hídrica. O tipo climático superúmido (A) ocorre somente nos meses de junho e julho quando o I_m ultrapassa os 100%.

O critério baseado no índice de disponibilidade de umidade (IDU) tem sido utilizado com êxito em zoneamentos agrícolas e na quantificação das necessidades de irrigação. Quando o IDU for $\leq 33\%$, indica que a chuva não é suficiente para agricultura, sendo considerado normal no intervalo entre 33 e 133%. Fora dessa faixa, há deficiência ou excedente hídrico. A IDU na faixa insuficiente a agricultura ocorreu de outubro-dezembro, coincidindo também, com déficit hídrico (Figura 2). Os índices mostrados nas Figuras 2 e 3 permitem quantificar a disponibilidade hídrica da citada bacia em diferentes escalas de tempo.

CONCLUSÕES

Baseado nos resultados encontrados, conclui-se que: a) A precipitação pluvial na microbacia de drenagem da barragem vaca Brava é irregular e tem coeficiente de assimetria positivo; b) A evapotranspiração potencial média anual é de cerca de 1200 mm; c) Os índices de disponibilidade de umidade (IDU e Im) permitem monitorar a disponibilidade hídrica em diferentes escalas de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, H. A. de. **Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite-Mather (1955)**. Software, 1988.
- HARGREAVES, G. H., MERKLEY, G. P. Fundamentos del riego. Water Resources Publications, CLC, 221p, 2000.



- MATHER, J.R. Preface. (Publications in Climatology, v. XI, n.3), Centerton, N.J., p. 247-248, 1958.
- RASMUSSEN, E. M., DICKINSON, R. E., KUTZBACH, J. E., CLEAVELAND, M. K. Climatology. In: MAIDMENT, D.R. Handbook of hydrology. New York: McGraw-Hill, 1993. cap. 2, p.1-44, 1993.
- ROCHA, J. S. M. & KURTZ, S. M. J. M. Manejo integrado de bacias hidrográficas. Santa Maria, RS: edições UFSM/CCR/UFSM, 4ª edição ampliada e melhorada, 302p, 2001.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, New York, v.38, n.1, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology, v. 8, n. 1, 104p, 1955.
- WILHITE, D. A.; GLANTZ, M.H. Understanding the drought phenomenon: The role definitions. In: WILHITE et al. Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability. Colorado: Westview, 1987. cap. 2, p. 11-14. 1987.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Drought and agriculture. Geneva, Switzerland, (WMO Tech. Note 138, Publ. WMO-392), 127p, 1975.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO BRS VERDE SOB ESTRESSE SALINO E LÂMINAS DE ÁGUA¹

SOUSA JÚNIOR, S. P. de²; FERNANDES, P. D.³; GHEYI, H.R.³;
SOARES, F. A. L.²; SOUSA, R. F. DE²; CARVALHO, A. DE P.⁴

¹Parte da Tese de doutorado do primeiro autor apresentada à COPEAG/UFCG/PB

²Doutores em Engenharia Agrícola UFCG/DEAg, Rua Aprígio Veloso, 882, CEP.: 58109 – 090, Bodocongó, Campina Grande, PB. Fone (83)3310-1285. E-mail: severo-ita@bol.com.br; ridelsonfarias@yahoo.com.br

³Professores Doutores da UAEAg/UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3310-1055. E-mail: pdantas@deag.ufcg.edu.br; hans@deag.ufcg.edu.br

⁴Doutorando em Engenharia Agrícola, UAEG/CTRN/UFCG.

RESUMO: Visto que a salinidade provoca redução na absorção de água pelas plantas devido principalmente ao efeito osmótico. Neste sentido realizou-se o presente estudo com a finalidade de avaliar a eficiência do uso da água do algodoeiro colorido BRS verde sob estresse salino e lâminas de água. O presente estudo foi executado na fazenda Veludo pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba EMEPA-PB, localizada em Itaporanga-PB. A cultura foi conduzida sob irrigação com dois níveis de salinidade da água (0,6 e 6,5 dS m⁻¹), combinados com quatro lâminas de irrigação (60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração da cultura). As irrigações foram efetuadas diariamente com base na evaporação do Tanque Classe A. O aumento da lâmina de irrigação ocasionou decréscimo na eficiência do uso da água.

Palavras-chave: algodoeiro, lâminas de irrigação, salinidade.

EFFICIENCY OF THE USE OF THE WATER IN THE PRODUCTION OF THE COLORED COTTON PLANT

BRS VERDE UNDER SALINE STRESS AND SHEETS OF WATER

ABSTRACT: Because the salinity provokes reduction in the absorption of water for the plants owed mainly to the osmotic effect. In this sense took place the present study with the purpose of evaluating the efficiency of the use of the water of the colored cotton plant green BRS under saline stress and sheets of water. The present study was conducted at the Veludo Farm belonging to Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba EMEPA-PB, located in Itaporanga-PB. The culture of the cotton crop was conducted under irrigation with two levels of salinity of the irrigation water (0.6 and 6.5 dS m⁻¹), combined with four depths of irrigation (60, 80, 100 and 120% of the evapotranspiration). The increase of the depth of irrigation reduced, significantly, efficient use of water.

Keywords: cotton, irrigation depth, salinity



INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas na irrigação de produtos agrícolas é um desafio que vem sendo superado, com sucesso, em diversos países, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (Rhoades et al., 2000).

A necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura vem crescendo em todo o mundo, priorizando o uso intensivo das de boa qualidade para consumo humano e para outros fins mais restritivos; esta preocupação estará presente na expansão das áreas irrigadas, em geral (Ayers & Westcot, 1999).

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, determinar os níveis de aplicação de água adequados à produção do algodoeiro BRS VERDE irrigado com águas de diferentes salinidades, visando à otimização do manejo desta cultura através da eficiência de uso de água, contribuindo, assim, com a redução dos impactos ambientais da atividade, bem como avaliar a possibilidade de uso de águas de qualidade inferior na cultura do algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Veludo pertencente à empresa de Pesquisa agropecuária da Paraíba EMEPA-PB, localizada em Itaporanga-PB.

A área experimental foi composta de 32 parcelas de 5 x 4 metros (20 m²), constituindo uma área total de 640 m². Cada parcela constou de cinco linhas de plantio com espaçamento de um metro e quatro metros de comprimento, perfazendo uma área total de 20 m² por parcela. Foram consideradas na área útil as 3 linhas centrais de cada parcela e, dos quatro metros de cada linha, apenas os três metros centrais.

O volume de irrigação aplicado foi calculado com base no consumo de água no período anterior, conforme a Equação 01 adaptada de Sousa e Vieira Neto (2003).

$$Vol = ET_0 \cdot Kp \cdot Kc \cdot Kr \cdot A \cdot np/ef \quad (1)$$

Onde:

Vol é o volume de água por planta (L dia⁻¹); *ET₀* é a evapotranspiração potencial de referência (mm d⁻¹) estimada pelo tanque classe A na Estação Experimental da EMEPA/Itaporanga; *Kp* é o coeficiente de correção do tanque classe A (0,85); *Kc* é o coeficiente de cultura; *Kr* é o coeficiente de redução da evapotranspiração, representado pelo percentual de cobertura do solo (0,5 até os 60 dias e 0,7 até o final do ciclo), transformado em decimais para obter *Kr* < 1; *A* é a área espacialmente ocupada pela planta (m²); *np* o número de plantas e *ef* a eficiência do sistema de irrigação.

Os tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: salinidade da água de irrigação em 2 níveis, medidos em termos de condutividade elétrica ($A_1 = 0,6$ e $A_2 = 6,5$ dS m^{-1}) e quatro lâminas de irrigação ($L_1 = 0,6$; $L_2 = 0,8$; $L_3 = 1,0$ e $L_4 = 1,2$ da ETc). Com a combinação dos dois fatores foram obtidos oito tratamentos.

A partir dos dados obtidos através das leituras diárias da evaporação no tanque Classe A, foram obtidos os dados necessários ao cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o). Utilizou-se o K_p de 0,85 em função da bordadura de solo exposto e da velocidade do vento, menor que 175 km d⁻¹ pelo modelo de Doorembos e Pruitt, (1976).

Convertendo a ET_o em evapotranspiração da cultura (ETc) e multiplicando-se pelo coeficiente de cultura (kc), variável com o ciclo da cultura (Figura 2) obteve-se a lâmina de irrigação padrão (1,0 ETc) a ser aplicada. As lâminas de irrigação aplicadas diariamente nos demais tratamentos foram definidas pelo produto entre a lâmina de irrigação padrão aplicado pelo fator lâmina de cada tratamento (0,6; 0,8 e 1,2 da ETc).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção total de algodão em caroço variou de 701,28 kg ha⁻¹ no tratamento de menor lâmina ($L_1 = 340,41$ mm) para 1073,52 kg ha⁻¹ no ponto de máxima, que ocorreu em 680,82 mm (Figura 1); um incremento de produção de 53,08%; o aumento do suprimento hídrico provocou acréscimo de 17,69% para cada 131,47 mm, valor do intervalo das lâminas estudado, concordando com Souza et al. (1999) e Guinn e Mauney (1984) ao reportarem que baixos níveis de água no solo para reposição ocasionaram redução no rendimento de algodão e, que o déficit hídrico reduz o florescimento e a retenção das maçãs, ocasionando queda na produção. Sempre que se elevou a lâmina de irrigação, acréscimos na produção de algodão em caroço, também foram encontrados por Nunes Filho (1993), estudando o efeito de lâminas de água sobre o rendimento e qualidade de fibra de duas cultivares de algodão.

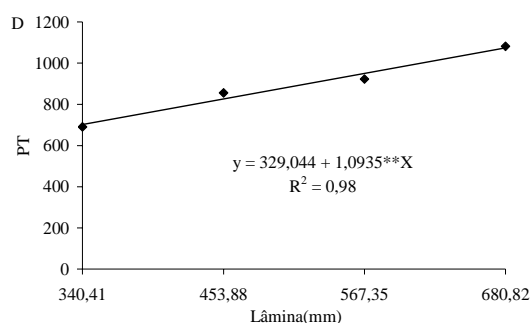


Figura 1. Produção total do algodoeiro BRS VERDE irrigado com águas de salinidades diferentes em função das lâminas de irrigação



Entretanto, e em sentido contrario, ocorreu decréscimo na eficiência do uso da água em $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, sempre que se elevou a lâmina de irrigação. Verifica-se, através da análise de variância (Tabela 1), efeito significativo ($p < 0,01$) para as lâminas aplicadas, enquanto para o tipo de água e a interação L x A não houve efeito sobre a eficiência de uso da água na produtividade.

Observa-se, na Figura 2, que a eficiência do uso de água apresentou padrão decrescente de forma linear. A partir do modelo matemático obtido com o estudo de regressão, constata-se que o decréscimo ocorrido foi de 7,60% para cada incremento de 113,47 mm, ou de 0,07% por incremento unitário na lâmina de irrigação, mostrando a capacidade de produzir, mesmo sob pequenas lâminas de irrigação.

Tabela 1. Eficiência do uso da água do algodoeiro BRS VERDE irrigado com águas de salinidades diferentes em função das lâminas de irrigação

Fonte Variação	GL	Quadrado médio
		EUA
Lâmina (L)	3	0,0033**
Reg. Linear	1	0,0093**
Reg. Quad.	1	0,0002 ^{ns}
Reg Cúbica	1	0,0004 ^{ns}
Água (A)	1	0,0001 ^{ns}
L x A	3	0,0002 ^{ns}
Resíduo	24	0,0007
CV (%)		15,50
Médias		
Água		
A ₁ (0,6 dS m^{-1})		0,179a
A ₂ (6,5 dS m^{-1})		0,178a
dms		0,02

ns= não significativo; *=significativo a 5% de probabilidade e **=significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

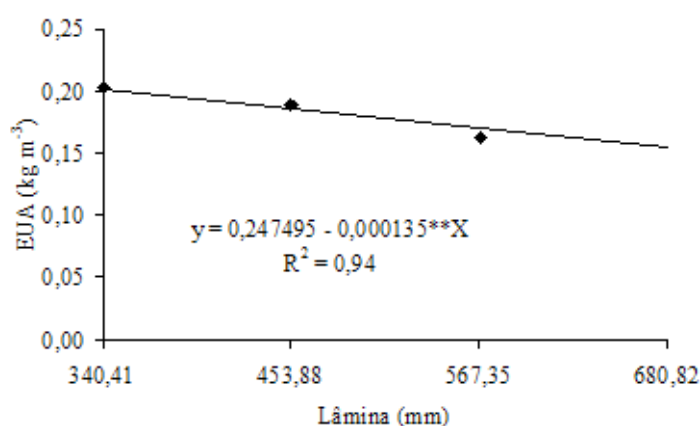


Figura 2. Eficiência do uso da água do algodoeiro BRS VERDE irrigado com águas de salinidades diferentes em função das lâminas de irrigação

A eficiência do uso da água para a produção de algodão em caroço foi de 0,20 kg m³ para a lâmina de 340 mm, reduzindo até 0,16 kg m³, quando irrigado com a lâmina de 680 mm; estes resultados foram inferiores aos obtidos pela EMBRAPA (2006), cuja eficiência global do uso de água, para o rendimento de algodão em caroço, varia de 0,4 kg m³ a 0,6 kg m³.

CONCLUSÕES

- 1 A produção total em caroço foi crescente à medida que aumentou a lâmina de irrigação.
2. A lâmina de 680,82 mm ocasionou maior decréscimo na eficiência do uso da água.
- 3 O rendimento de algodão em caroço, variou de 0,4 kg m³ a 0,6 kg m³ entre a menor e a maior lâmina de irrigação.

REFÊRNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água da agricultura**. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- EMBRAPA Algodão (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), **Cultivo do algodão irrigado**. Sistema de produção 3. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrigado_2ed/necessidadeshidricas.html>. Acessado em 10 de julho de 2007.
- GUINN, G.; MAUNEY, J. R. Fruiting of cotton. II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention. **Agonomy Journal**. v. 76, n. 1, p. 94 -98. 1984.
- NUNES FILHO, J. **Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (Gossypium hirsutum L. Raça latifolium Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo**. Botucatu. Universidade Estadual Paulista, 1993. 96p. (Tese de Doutorado).
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem.
- SOUZA, C.C. de; OLIVEIRA, F.A. de; SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada na cultura do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2. p.125-130, 1999.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITOS DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIAS DE CAMPINA GRANDE – PB, NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA CULTIVAR BRS 149¹

**XAVIER, J. F. ²; ANDRADE, A. R. S. ³; AZEVEDO, C. A. V. DE ⁴;
BELTRÃO, N. E. M. ⁵; PEREIRA, A. A. ⁶ & MENDES, J. S. ⁷**

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao PPG em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina – PB.

² Msc Engenharia Agrícola. DEAg/CTRN/UFCG, josilda.f.xavier@gmail.com

³ Meteorologista, Prof. Dr. Garanhuns – PE., Av: BOM Pastor S/N Bairro: Boa Vista CEP: 55.296.160, Garanhuns - PE
arsauag@ufrpe.br

⁴ Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB cazevedo@deag.ufcg.edu.br

⁵ Engº Agrº. Msc. Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB napoleao.beltrao@gmail.com

⁶ Engº Civil. Msc. Profº. CENTEC aapfcp@gmail.com.

⁷ Msc Engenharia Agrícola. DEAg/CTRN/UFCG, jacmendes@gmail.com

RESUMO: A pesquisa objetivou avaliar níveis e tipos de águas residuárias tratadas provenientes de indústrias, e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS 149. O experimento foi conduzido em ambiente edáfico, do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, EMBRAPA, Campina Grande, PB. O delineamento foi em bloco inteiramente casualizado no esquema fatorial adicional [(4x3)+3], com quatro tratamentos, três repetições, três níveis de água disponível no solo no nível de manejo de irrigação e três testemunhas usando-se água de abastecimento com fertilizantes inorgânicos na fundação, com NPK (AF₄); na presença dos níveis de água disponível no solo, as fontes de nutrientes foram sulfato de amônio (20% N), superfosfato triplo (43% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O). O crescimento foi avaliado através de medidas quinzenais das plantas, pelo período de 135 dias, cujas variáveis medidas foram: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e Área foliar por planta (AFP). A mamoneira, cultivar BRS 149, respondeu melhor a irrigação com água residuária tratada, principalmente da indústria COTEMINAS, onde todos os parâmetros da planta aumentaram nas condições em que se realizou este experimento.

Palavras-chaves: irrigação, tensiômetro, mamona

EFFECTS OF WASTEWATER INDUSTRIES OF CAMPINA GRANDE – PB, IN THE GROWTH OF THE CASTOR OIL PLANT CULTIVATE BRS 149

ABSTRACT: The research was carried out to evaluate levels and types of treated wastewater coming of industries, and their effects in the growth and development of the castor oil plant BRS 149. The experiment was driven in the vegetation house, of the National Center of Research of Cotton,

EMBRAPA, Campina Grande, PB. The statistical treatment was in block entirely random in the additional factorial outline [(4x3)+3], with four treatments, three repetitions, three levels of available water in the soil in the level of irrigation handling and three witness being used water of provisioning with inorganic fertilizers in the foundation, with NPK (AF₄); in the presence of the levels of available water in the soil, the sources of nutrients were sulfate of ammonium (20% N), triple superfosfato (43% P₂O₅) and potassium chloride (60% K₂O). The growth was evaluated through biweekly measures of the plants, for the period of 135 days, whose measured variables were: plant height (AP), diameter of the stem (DC) and Area to foliate for plant (AFP). The castor oil plant, cultivate BRS 149, it answered the irrigation better with treated wasterwater, mainly of the industry COTEMINAS, where all of the parameters of the plant increased in the conditions in that he/she took place this experiment.

Key-words: irrigation, castor oil plant

INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos e o crescimento explosivo da população obrigam a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e a geração de energia elétrica, ficando, consequentemente, as atividades agrícolas comprometidas (Mancuso 2003).

Nos países desenvolvidos e em desenvolvimento vem adotando consideravelmente a prática do reuso de água residuária tratada no cultivo de várias espécies, tais como leguminosas, forrageiras, gramíneas e hortaliças, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas, devido à água ter se tornado um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola (Hespanhol 2003).

Nos últimos anos no Brasil, os estudos científicos sobre o reuso de águas residuárias tratadas na irrigação da cultura da mamona (*Ricinus Communis L*) tem sido destaque pela importância para o semi-árido brasileiro por ser de fácil cultivo, resistente à seca, além de proporcionar ocupação e renda no meio rural, sendo bastante cultivada por pequenos produtores (Beltrão et al., 2001).

O reuso e reciclo de águas servidas em indústrias vem ganhando espaço nos dias atuais, face a necessidade de redução dos custos finais de produção, numa época em que a economia globalizada condiciona as empresas a uma maior competitividade, sendo, portanto, de extrema necessidade, o aumento de produtividade com a conseqüente redução de custos (Mancuso 2003).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar níveis e tipos de águas residuárias tratadas provenientes de indústrias da cidade de Campina Grande e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS 149.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com a cultura da mamona cultivar BRS 149, em condições de casa de vegetação do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão CNPA/EMBRAPA, localizada na cidade de Campina Grande, PB.



Para o manejo de irrigação do experimento foram instalados um tensiômetro, à profundidade de 0-40 cm, em cada vaso plástico, com capacidade de 60 litros com diâmetro inferior de 27cm, superior 41cm e altura de 57cm, totalizando 45 vasos (Figura 1).

Foram realizadas análise não destrutiva do crescimento altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP) de quinze em quinze dias. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com esquema de análise fatorial adicional $[(4 \times 3) + 3]$ com três repetições, tendo os seguintes fatores: três tipos de águas residuárias tratadas e água de abastecimento (A_1 = IPELSA; A_2 = COTEMINAS; A_3 = LEBOM; A_4 = Água da rede de abastecimento público da cidade de Campina Grande-PB) três níveis de água disponível no solo (AD) (N_1 = 100, N_2 = 80 e N_3 = 70% da água disponível) para as três testemunhas com água de abastecimento com fertilizante inorgânico na fundação (AF_4), utilizando NPK onde as fontes de nutrientes foram, sulfato de amônio (20% N), superfosfato triplo (43% P_2O_5) e cloreto de potássio (60% K_2O) (EMATER-PB 1979).



Figura 1. Visão geral do experimento da casa de vegetação da EMBRAPA/ALGODÃO, Campina Grande-PB, 2006

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se por meio da Tabela 1 que as variáveis altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar por planta AFP apresentaram melhores resultados de crescimento quando submetida água residuária A_2 (COTEMONAS), esse resultado pode ser explicado provavelmente ao conteúdo em nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes e pelo seu elevado teor em matéria orgânica, cujos efeitos no solo se fazem sentir em longo prazo, melhorando sua resistência à erosão e à seca, ativando a vida microbiológica do solo e possivelmente aumentando a resistência das plantas.

Tabela 1. Valores médios dos dados altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e Área foliar por planta (AFP) da mamoneira, submetido aos diferentes tipos de água

Tratamentos	Variáveis de crescimento		
	AP (cm)	DC (mm)	AFP (cm ²)
A ₁ IPELSA	17,89 b	4,20 b	126,20 b
A ₂ COTEMINAS	31,55 d	18,11 d	345,18 d
A ₃ LEBOM	25,33 c	9,41 c	283,67 c
A ₄ água abastecimento sem fertilização	12,94 a	0,59 a	37,78 a

As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey

Com relação aos diferentes níveis de água disponível no solo os melhores resultados foram observados para todas variáveis, altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF) de crescimento da mamoneira, quando submetido aos tratamentos N₁ = 100 respectivamente (Tabela 2).

Na Tabela 3, encontra-se os tipos de água (A) dentro de todos os níveis de água disponível no solo (N), observou-se que os melhores resultados ocorreram na interação A₂ x N₁ (COTEMINAS 100%) em todas as variáveis relacionadas ao crescimento da planta, altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar total (AFT); nota-se, que os melhores resultados dos valores médios das variáveis de crescimento quando se analisa o desdobramento do fator níveis de água disponível do solo (N) dentro de cada de tipo de água (A) foram obtidos para a água A₂ (COTEMINAS).

Tabela 2. Valores médios dos dados altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar por planta (AFP) da mamoneira, submetido aos diferentes níveis de água disponível no solo

Tratamentos	Variáveis de crescimento		
	AP (cm)	DC (mm)	AFP (cm ²)
N ₁ = 100%	25,92 c	11,82 c	249,05 b
N ₂ = 80%	22,87 b	7,43 b	222,69 b
N ₃ = 70%	17,00 a	1,98 a	122,89 a

As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey



Tabela 3. Valores médios das interações significativas referente à altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar total (AFT) da mamoneira, submetida a diferentes tipos de água (A) e níveis de água disponível no solo (N) ao final dos 135 DAS

Tipos de águas	Níveis de água disponível no solo		
	N1 = 100%	N2 = 80%	N3 = 70%
Altura da planta (cm)			
A ₁ IPELSA	30,66 a A	13,50 a A	17,66 a A
A ₂ COTEMINAS	49,33 b A	48,00 b A	39,33 b A
A ₃ LEBOM	49,00 b B	43,33 b AB	31,33 ab A
A ₄ ÁGUA DE ABASTECIMENTO	17,00 a A	13,50 a A	15,83 a A
AF ₄ ÁGUA DE ABAST. COM NPK NA FUNDAÇÃO	25,00 a A	30 a A	28,66 ab A
Diâmetro caulinar (mm)			
A ₁ IPELSA	13,00 ab A	8,30 ab A	0,83 a A
A ₂ COTEMINAS	25,66 c B	20,50 c A	16,33 b A
A ₃ LEBOM	20,33 b A	18,00 b A	14,33 ab A
A ₄ ÁGUA DE ABASTECIMENTO	0,70 a A	0,63 a A	0,66 a A
AF ₄ ÁGUA DE ABAST COM NPK NA FUNDAÇÃO	11,93 ab A	11,66 ab A	12,33 ab A
Área foliar total (cm²)			
A ₁ IPELSA	1.189,16 a A	760,71 a A	318,24 a A
A ₂ COTEMINAS	8.787,12 c B	7.079,35 c B	4.446,93 c A
A ₃ LEBOM	4.135,64 a A	3.209,95 b AB	2.357,61 b A
A ₄ ÁGUA DE ABASTECIMENTO	148,02 a A	145,08 a A	136,61 a A
AF ₄ ÁGUA DE ABAST. COM NPK NA FUNDAÇÃO	338,31 a A	331,83 a A	255,87 a A

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes tipos de água) e maiúscula na coluna (dentro dos percentuais de umidade), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota: AF₄ água de abastecimento com NPK na fundação

CONCLUSÕES

A mamoneira, cultivar BRS 149, respondeu bem a irrigação com água residuária tratada, em especial da indústria COTEMINAS, a mais rica e equilibrada em nutrientes minerais entre as testadas (IPELSA E LEBOM), mesmo considerando o tratamento com água de abastecimento adubado com NPK, com decréscimo de 16% com relação à testemunha absoluta e de 9,7% com relação à testemunha com adubação inorgânica.

REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

- BELTRÃO, N. E. DE M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. cap. 2, p.37-59.
- EMATER-PB. **Sugestões de adubação para o estado da Paraíba**. João Pessoa, PB. 1979
- HESPAHOL, I. **Potencial de Reuso de Água no Brasil**: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANROS, H. F. (Editores). **Reuso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.
- MANCUSO, P.S; SANTOS, H.F. **Reúso de Água**. Editores. Barueri, SP: Manole, 2003.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ANÁLISE DOS FLUXOS DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE ESTIMADOS PELOS ALGORITMOS SEBAL E S-SEBI

SANTOS, C. A. C. DOS¹; BEZERRA, B. G.¹; SILVA, B. B. DA²

¹Doutorando em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande, Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande – PB, Brasil, CEP: 58.19-970 e-mail: carlostorm@gmail.com

²Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UFCG, Campina Grande – PB.

RESUMO: Foram calculadas as densidades dos fluxos de calor sensível e latente sobre áreas de cultivos irrigadas utilizando os algoritmos SEBAL e S-SEBI a partir de imagens Landsat 5-TM nos dias 24/10/2005 e 23/07/2006, com o objetivo de avaliar as correlações entre os resultados, face às diferentes metodologias propostas pelos referidos algoritmos. Ainda foi avaliado impacto nos resultados devido a presença de nuvens na cena estudada presente na imagem do dia 23/07/2006. Os resultados apresentaram altos coeficientes de correlação para todos os dias. Na análise da presença de nuvens na imagem do dia 23/07/2006 foram observadas superestimativas nos resultados gerados pelo S-SEBI, para H e subestimativas para LE. Diante dos resultados conclui-se que, apesar das metodologias serem diferentes, os algoritmos apresenta resultados bastante similares.

Palavras chaves: Balanço de energia, albedo, temperatura da superfície.

ANALYSIS OF THE SENSIBLE AND LATENT HEAT FLUX ESTIMATED FOR THE ALGORITHMS SEBAL AND S-SEBI

ABSTRACT: The densities of the sensible and latent heat flux were calculated on areas of crop irrigated using the algorithms SEBAL and S-SEBI starting from images Landsat 5-TM on 24/10/2005 and 23/07/2006, with the objective of evaluating the correlations among the results, face the different methodologies proposed by the referred algorithms. Impact was still evaluated in the results due to presence of clouds in the scene studied present in the image of the 23/07/2006. The results presented high correlation coefficients for everyday. In the analysis of the presence of clouds in the image of the 23/07/2006 overestimated were observed in the results generated by S-SEBI, for H and underestimated for LE. Before the results it is ended that, in spite of be different methodologies, the algorithms present quite similar results.

Keywords: Energy balance, albedo, surface temperature.



INTRODUÇÃO

A estimativa da densidade de fluxo de calor sensível (H) constitui a etapa que oferece maior dificuldade no cômputo do balanço de energia e da evapotranspiração a partir de dados de sensoriamento remoto orbital. Dentre os algoritmos que propiciam estas estimativas com base nestes dados, está o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) (Bastiaanssen et al., 1998 a) e o S-SEBI (Simplified System Energy Balance Index) (Roerink et al., 2000).

O cálculo do H através do algoritmo SEBAL é propiciado mediante processo iterativo que leva em consideração a condição de estabilidade neutra da atmosfera baseado na teoria da similaridade de Monin–Obukhov. As precisões das estimativas dependem fundamentalmente dos referidos pixels extremos, chamados de “quente” e “frio”, que exigem do usuário critérios rigorosos, pois a escolha inadequada pode acarretar erros grosseiros nos resultados (Bastiaanssen et al., 1998a; Allen et al., 2002). A estimativa do fluxo de calor latente instantâneo (LE), pelo algoritmo SEBAL, é obtida através do método residual da equação do balanço de energia.

Em contrapartida, o S-SEBI apresenta uma metodologia para os cálculos de H e LE, bem mais simplificada. Os mesmos são propiciados a partir da fração evaporativa que é obtida em função das temperaturas dos pontos de máximos fluxos de calor latente e sensível. Estas temperaturas são encontradas através de uma regressão linear obtida a partir da dispersão do albedo da superfície com a temperatura da superfície (ver Roerink et al., 2000). A grande vantagem do S-SEBI é o fato de não necessitar de medidas de superfície, o que facilita sua aplicação em áreas que não disponham de estações meteorológicas.

Neste sentido o presente estudo tem por objetivo estimar as densidades de H e LE através dos algoritmos SEBAL e S-SEBI a partir de imagens orbitais sobre uma área do semi-árido brasileiro composta por cultivos irrigados. Assim como, comparar os resultados e analisar as correlações entre os métodos, avaliando a sensibilidade de cada método devido à presença de nuvens na cena de estudo. A escolha dos citados métodos foi condicionada pelos fatos da grande aplicabilidade e a precisão alcançada pelo SEBAL em diversas partes do mundo e a aparente praticidade apresentada pelo S-SEBI.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é a fazenda Frutacor, situada a 5°08'44" S e 38°05'53" W, altitude de 147,22m na Chapada do Apodi, município de Quixeré – CE, com área de aproximadamente 250 ha de cultivo de bananeiras (*Musa* sp.). Utilizaram-se neste trabalho, imagens do sensor

Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat-5, dos dias 24/10/2005 (sem nuvem) e 23/06/2006 (com nuvem).

As densidades de fluxo de calor sensível e latente foram calculadas a partir das imagens Landsat 5-TM através de dos métodos SEBAL e S-SEBI que são detalhados a seguir:

A estimativa do fluxo de calor latente instantâneo (LE), pelo algoritmo SEBAL, foi obtida através do método residual da equação do balanço de energia. Esse método possibilita assim, a obtenção do fluxo vertical de calor latente com imagens orbitais, através da diferença dos fluxos, também verticais, de calor no solo (G), calor sensível (H) e o saldo de radiação (R_n), conforme mostrado a seguir:

$$LE = R_n - G - H \quad (1)$$

Os componentes R_n e G ($W m^{-2}$), utilizados nos algoritmos SEBAL e S-SEBI, foram obtidos através das equações 2 e 3, apresentadas a seguir:

$$R_n = (1 - \alpha)R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0)R_{L\downarrow} \quad (2)$$

$$G = \left[\frac{T_s}{\alpha} (0,0038.\alpha + 0,0074.\alpha^2) (1 - 0,98.IVDN^4) \right]. R_n \quad (3)$$

em que α é albedo da superfície, $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa (termal) emitida pela superfície, ε_0 é a emissividade da superfície, $R_{s\downarrow}$ é a radiação de onda curta incidente e $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa incidente, T_s é a temperatura da superfície e IVDN é o índice de vegetação da diferença normalizada (Trezza, 2002).

A principal diferença entre os algoritmos SEBAL e S-SEBI se encontra na obtenção dos parâmetros H e LE ($W m^{-2}$), uma vez que, a obtenção de H ($W m^{-2}$) pelo SEBAL foi feita a partir da velocidade do vento e da temperatura da superfície, através de um processo iterativo baseado na teoria da similaridade de Monin-Obukhov (L), como descrita por Bastiaanssen *et al.* (1998a) e Tasumi *et al.* (2007).

$$H = \frac{\rho_{ar} c_p (a + bT_s)}{r_{ah}} \quad (4)$$

em que ρ_{ar} é a densidade do ar úmido ($Kg m^{-3}$), c_p é o calor específico do ar à pressão constante ($J Kg^{-1} K^{-1}$), r_{ah} é a resistência aerodinâmica ao transporte de calor ($s m^{-1}$) e “a” e “b” são coeficientes de calibração empíricos obtidos para cada imagem.

No algoritmo S-SEBI os fluxos não foram calculados como parâmetros separados, mas como a *fração evaporativa* (A) (ver equação 5), conforme metodologia de Roerink *et al.* (2000). Na Figura 1 é possível reconhecer o limite inferior, onde o fluxo de calor latente máximo

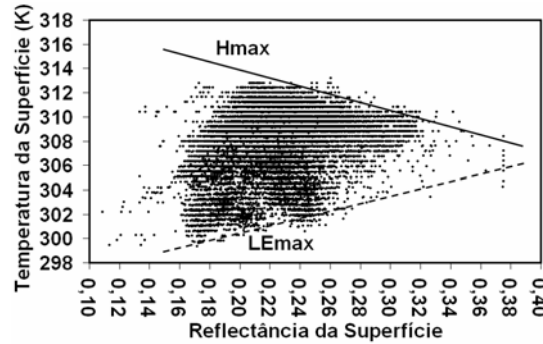


Figura 1: Representação esquemática da relação entre a temperatura da superfície e a reflectância da superfície junto com princípios básicos do S-SEBI.

$LE_{\max}(\alpha)$ é assumido ($T_H = a_H + b_H \alpha$) e, o limite superior, onde o fluxo de calor sensível máximo $H_{\max}(\alpha)$ é assumido ($T_{LE} = a_{LE} + b_{LE} \alpha$) (Sobrino *et al.*, 2007).

$$\Lambda = \frac{T_H - T_s}{T_H - T_{LE}} \quad (5)$$

Substituindo T_H e T_{LE} na equação 5, a fração evaporativa pode ser escrita como:

$$\Lambda = \frac{a_H + b_H \alpha - T_s}{a_H - a_{LE} + (b_H - b_{LE}) \alpha} \quad (8)$$

Daí calculou-se os fluxos H e LE , pelas equações seguintes:

$$H = (1 - \Lambda)(R_n - G) \quad (9)$$

$$LE = \Lambda(R_n - G) \quad (10)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2a, que apresenta as correlações dos valores das densidades de fluxos de calor sensível e latente, pode ser observada a nítida concordância entre os dois algoritmos na estimativa de H , representado também, pelo coeficiente de correlação $r = 0,96$. No entanto, observa-se uma tendência de subestimativa dos valores, pelo S-SEBI, principalmente próximo aos valores inferiores. Na Figura 2b, observa-se maior concordância entre os valores estimados pelos dois algoritmos, representado pelo $r = 0,98$, entretanto, evidencia-se uma leve tendência de superestimativa pelo S-SEBI. Baseado nessas observações identifica-se a aplicabilidade do algoritmo S-SEBI na obtenção dos fluxos H e LE .

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto nas atividades agrícolas, sobretudo para monitoramento de práticas de irrigação está fundamentalmente limitada por dois fatores; a não disponibilidade de imagens de alta resolução (Landsat, Aster, por exemplo) numa frequência temporal adequada e a ausência total de nuvens na cena de interesse, principalmente

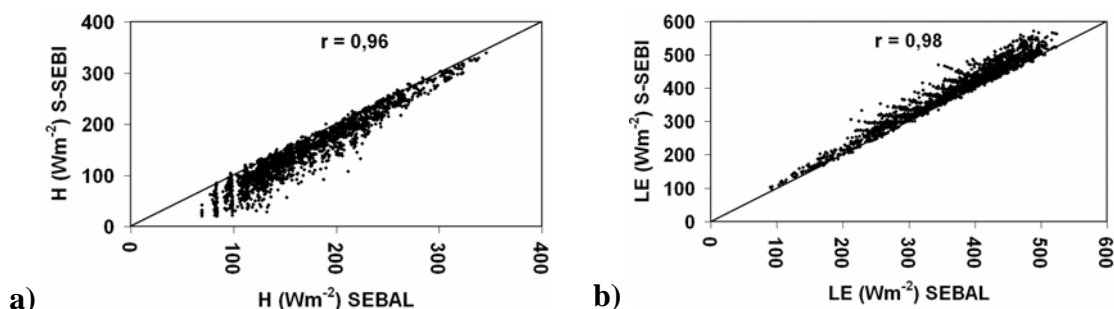


Figura 2: Correlações entre as densidades de fluxo de calor sensível (H) e latente (LE), estimados pelos algoritmos SEBAL (a) e S-SEBI (b), para o dia 24/10/2005.

sobre os alvos desejados (áreas irrigadas, no caso particular). No entanto, aqui foram propiciadas as estimativas de H e LE a partir da imagem do dia 23/07/2006, para a mesma área, porém com a presença de nuvens ralas e de baixa densidade (tipo cirrus), para observar a sensibilidade dos algoritmos na presença de nuvens.

Observa-se na Figuras 3a e 3b, que as correlações de H e LE entre os dois algoritmos, foram seriamente comprometidas com nítida tendência de superestimativa nos resultados gerados pelo S-SEBI para os valores de H, e com forte tendência de subestimativa para o LE. Aparentemente os impactos nos resultados do algoritmo SEBAL foram atenuados, possivelmente pelo fato do mesmo propiciar a estimativa do H e LE tomando por base dados pontuais de superfície (pixels quente e frio), desde que a escolha dos mesmos não recaia sobre a própria nuvem ou em área sombreada pela mesma. Já os resultados do S-SEBI estão ligados ao fato do mesmo fundamentar sua metodologia no albedo e na temperatura da superfície. As nuvens apresentam albedos normalmente mais elevados que superfícies ocupadas ou não por vegetação e consequentemente temperaturas menores. Observa-se ainda das Figuras 3a e 3b, que os coeficientes de correlação novamente foram altos, 0,96 e 0,97, respectivamente, mostrando a forte correlação que existe entre os algoritmos.

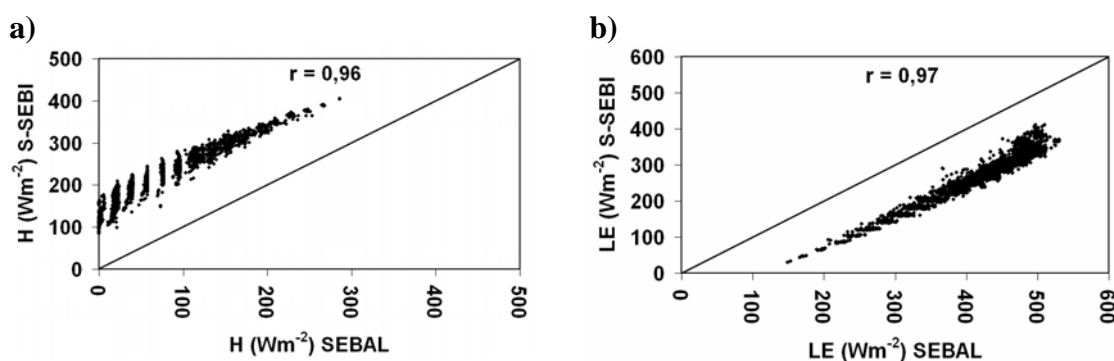


Figura 3: Correlações entre as densidades de fluxo de calor sensível (H) e latente (LE), estimados pelos algoritmos SEBAL (a) e S-SEBI (b), para o dia 23/07/2006.



CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados conclui-se que de uma forma geral os métodos se mostraram eficientes na obtenção das densidades dos fluxos de calor sensível e latente, face às fortes correlações verificadas na presente pesquisa. Concluiu-se ainda que o algoritmo S-SEBI, ao contrário do SEBAL, mostrou-se altamente sensível à presença de nuvens, mesmo que sejam ralas e de baixa densidade. Nesta condição, foram verificadas superestimativas nos resultados em todos os pontos da cena estudada, para H, e subestimativas em todos os pontos de LE. No entanto, se observou que o algoritmo S-SEBI se apresenta como uma ferramenta promissora, uma vez que o fato de não necessitar de informações da superfície, pode ser aplicado para qualquer área mesmo que a mesma não disponha de uma estação meteorológica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a direção da Fazenda Frutacor por ter gentilmente cedido a sua área para instalação da estação meteorológica, bem como as suas dependências para apoio logístico. Ao CNPq pelo financiamento da pesquisa e a Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, da Universidade Federal de Campina Grande, por permitir o uso de sua infra-estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0**, 2002, 98 p.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212–213, p.198–212. 1998a.
- ROERINK, G. J.; SU, Z.; MENENTI, M. A Simple Remote Sensing Algorithm to Estimates the Surface Energy Balance. **Physics and Chemistry of the Earth (B)**. n. 25, p. 147-157, 2000.
- SOBRINO, J. A.; GÓMEZ, M.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; OLIO, A. Application of a simple algorithm to estimate daily evapotranspiration from NOAA-AVHRR images for the Iberian Peninsula. **Remote Sensing of Environment**, 2007. doi:10.1016/j.rse.2007.02.017.
- TASUMI, M.; ALLEN, R. G. Satellite-based ET mapping to assess variation in ET with timing of crop development. **Agricultural Water Management**, v. 88, 54-62 p., 2007.
- TREZZA, R. **Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control**. 2002, 247 p., Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University. Logan, Utah, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA UTILIZANDO OS ALGORITMOS SEBAL E S-SEBI

SANTOS, C. A. C. DOS¹; SILVA, B. B. DA²; RAO, T. V. R.² & BEZERRA, B. G.²

¹Doutorando em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande, Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande – PB, Brasil, CEP: 58.19-970 e-mail: carlostorm@gmail.com

²Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UFCG, Campina Grande – PB.

RESUMO: Essa pesquisa objetivou analisar o desempenho dos algoritmos SEBAL e S-SEBI na estimativa da distribuição espacial da evapotranspiração diária (ET), utilizando técnicas de sensoriamento remoto e imagens Landsat 5-TM. A principal diferença entre os algoritmos se apresenta no fato do S-SEBI não necessitar de informações da superfície para estimar os componentes do balanço de energia. Apresentando-se, assim, como um promissor algoritmo para ser utilizado em regiões onde existe escassez de estações meteorológicas. No entanto, a aplicação do algoritmo S-SEBI não é satisfatória para imagens que apresentam nuvens, mesmo que sejam ralas e de baixa densidade, uma vez que a presença das mesmas no interior da cena comprometeu substancialmente as estimativas dos fluxos H e LE, e por consequência, a obtenção da ET horária e diária.

Palavras – chave: Balanço de energia, sensoriamento remoto, fração evaporativa

ESTIMATE OF THE DAILY EVAPOTRANSPIRATION IN SEMI-ARID REGION USING THE ALGORITHMS SEBAL AND S-SEBI

ABSTRACT: The objective this paper is analyze the performance the algorithms SEBAL and S-SEBI in the estimating spatial distribution of the daily evapotranspiration (ET), using techniques of remote sensing and Landsat 5-TM images. To principal it differentiates among the algorithms comes in the fact of S-SEBI not to need of information of the surface to estimate the components of the energy balance. Coming as a promising algorithm to be used in areas where shortage of meteorological stations exists. However, the application of the algorithm S-SEBI is not satisfactory for images that present clouds, even if they are thin and of low density, once the presence of the same ones inside the scene committed the estimates of the flows substantially H and LE, and for consequence, the obtaining of hourly and daily ET.

Key-words: Energy balance, remote sensing, evaporative fraction



INTRODUÇÃO

Com o aumento da competitividade por água doce pelos diferentes usuários, o monitoramento do uso da água, com técnicas de sensoriamento remoto, tem sido um tópico de interesse para o manejo e planejamento de recursos hídricos ao redor do mundo. Várias técnicas têm sido desenvolvidas com a finalidade de estimar a evapotranspiração (ET) através do sensoriamento remoto por satélite, a exemplo do SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), proposto por Bastiaanssen *et al.* (1998a) e do S-SEBI (Simplified Surface Energy Balance Index), proposto por Roerink *et al.* (2000).

O SEBAL é uma metodologia, destinada à estimativa da ET via o cômputo do balanço de energia à superfície (Tasumi & Allen, 2007; Bastiaanssen *et al.*, 1998a), e tem sido validado em várias localidades do mundo, incluindo áreas na Espanha, Turquia, Itália, Paquistão, Índia, Sri Lanka, Egito, Níger e China e Brasil (Silva & Bezerra, 2006).

O algoritmo S-SEBI representa uma metodologia mais simples para a obtenção da ET baseada no contraste da fração evaporativa entre áreas secas e úmidas, não sendo necessárias informações de estação meteorológica na área de estudo. O S-SEBI foi validado na Itália, na Espanha, na Holanda e na Península Ibérica (Sobrino *et al.*, 2007).

Assim, com intuito de contribuir para a compreensão das estimativas e análises espaciais da ET, este estudo tem como objetivo estimar a distribuição espacial da evapotranspiração real diária em áreas irrigadas e de vegetação nativa, usando dados de sensoriamento remoto orbital e de torres meteorológicas instaladas no interior da grande área de estudo. Como também, analisar a sensibilidade de ambos os métodos quando aplicados a cenas com presença de nuvens.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a fazenda Frutacor, situada a 5°08'44" S e 38°05'53" W, altitude de 147,22m na Chapada do Apodi, município de Quixeré – CE, com área de aproximadamente 250 ha de cultivo de bananeiras (*Musa* sp.). Utilizaram-se neste trabalho, imagens do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat-5, dos dias 24/10/2005 (sem nuvem) e 23/06/2006 (com nuvem). Para a obtenção da evapotranspiração de referência (ET_0) pelo método combinado FAO-Penman-Monteith, foram utilizados dados oriundos de uma estação meteorológica automática instalada no interior da cena estudada.

A estimativa do fluxo de calor latente instantâneo (LE), pelo algoritmo SEBAL, foi obtida através do método residual da equação do balanço de energia. Esse método possibilita assim, a obtenção do fluxo vertical de calor latente com imagens orbitais, através da diferença

dos fluxos, também verticais, de calor no solo (G), calor sensível (H) e o saldo de radiação (R_n), conforme mostrado a seguir:

$$LE = R_n - G - H \quad (1)$$

Os componentes R_n e G ($W m^{-2}$), utilizados nos algoritmos SEBAL e S-SEBI, foram obtidos através das equações 2 e 3, apresentadas a seguir:

$$R_n = (1 - \alpha)R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0)R_{L\downarrow} \quad (2)$$

$$G = \left[\frac{T_s}{\alpha} (0,0038 \cdot \alpha + 0,0074 \cdot \alpha^2) (1 - 0,98 \cdot IVDN^4) \right] \cdot R_n \quad (3)$$

em que α é albedo da superfície, $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa (termal) emitida pela superfície, ε_0 é a emissividade da superfície, $R_{s\downarrow}$ é a radiação de onda curta incidente e $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa incidente, T_s é a temperatura da superfície e IVDN é o índice de vegetação da diferença normalizada (Trezza, 2002).

A principal diferença entre os algoritmos SEBAL e S-SEBI se encontra na obtenção dos parâmetros H e LE ($W m^{-2}$), uma vez que, a obtenção de H ($W m^{-2}$) pelo SEBAL foi feita a partir da velocidade do vento e da temperatura da superfície, através de um processo iterativo baseado na teoria da similaridade de Monin-Obukhov (L), como descrita por Bastiaanssen *et al.* (1998a) e Tasumi *et al.* (2007).

$$H = \frac{\rho_{ar} c_p (a + b T_s)}{r_{ah}} \quad (4)$$

em que ρ_{ar} é a densidade do ar úmido ($Kg m^{-3}$), c_p é o calor específico do ar à pressão constante ($J Kg^{-1} K^{-1}$), r_{ah} é a resistência aerodinâmica ao transporte de calor ($s m^{-1}$) e “a” e “b” são coeficientes de calibração empíricos obtidos para cada imagem.

No algoritmo S-SEBI os fluxos não foram calculados como parâmetros separados, mas como a *fração evaporativa* (A) (ver equação 5), conforme metodologia de Roerink *et al.* (2000). Na Figura 1 é possível reconhecer o limite inferior, onde o fluxo de calor latente máximo $LE_{max}(\alpha)$ é assumido ($T_H = a_H + b_H \alpha$) e, o limite superior, onde o fluxo de calor sensível máximo $H_{max}(\alpha)$ é assumido ($T_{LE} = a_{LE} + b_{LE} \alpha$) (Sobrino *et al.*, 2007).

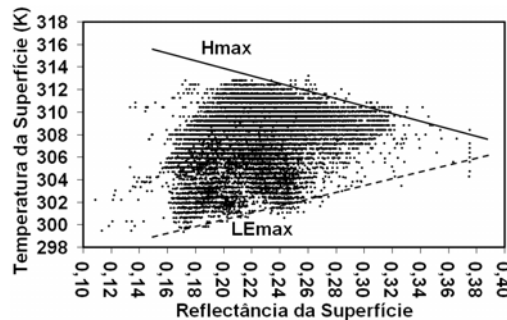


Figura 1: Representação esquemática da relação entre a temperatura da superfície e a reflectância da superfície junto com princípios básicos do S-SEBI.



$$\Lambda = \frac{T_H - T_s}{T_H - T_{LE}} \quad (5)$$

Substituindo T_H e T_{LE} na equação 5, a fração evaporativa pode ser escrita como:

$$\Lambda = \frac{a_H + b_H \alpha - T_s}{a_H - a_{LE} + (b_H - b_{LE}) \alpha} \quad (8)$$

Uma vez determinada Λ , foram calculados os fluxos H e LE , pelas equações seguintes:

$$H = (1 - \Lambda)(R_n - G) \quad (9)$$

$$LE = \Lambda(R_n - G) \quad (10)$$

A estimativa da ET diária, para ambos os métodos, foi feita a partir da fração de evapotranspiração real diária (FET_{0_24}) e da evapotranspiração de referência diária (ET_{0_24}) (mm dia^{-1}) (Trezza, 2002), pela equação seguinte:

$$ET = FET_{0_24} \cdot ET_{0_24} \quad (11)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentadas as Figuras 2a e 2b, as mesmas representam as distribuições espaciais da ET (mm dia^{-1}) obtidas pelos algoritmos SEBAL (Figura 2a) e S-SEBI (Figura 2b) para o dia 24/10/2005, para toda a área estudada que envolve cultivos irrigados (Fazenda Frutacor), vegetação nativa e solo exposto. Observa-se das figuras a concordância dos dois métodos, para imagens sem nuvens. Os dois métodos representam bem as áreas irrigadas ou de vegetação densa (áreas claras), como também, de vegetação rala e esparsa ou de solo exposto (áreas escuras). No entanto, fica evidente nas Figuras 2a e 2b, a superestimativa do S-SEBI quando comparado ao SEBAL, pois existem áreas apresentadas pelo S-SEBI, com ET superior a $5,0 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2b), que não são observadas claramente pelo SEBAL (Figura 2a). As Figuras 3a e 3b, também apresentadas a seguir e obtidas pelos dois métodos para o dia 23/07/2006, representam as distribuições espaciais da ET e mostram as discrepâncias entre os dois métodos quando aplicados a imagens que contém nuvens (identificadas no canto superior direito das figuras). Observa-se que apenas os valores inferiores da ET apresentaram concordância entre as duas figuras, no entanto, os valores superiores foram subestimados pelo S-SEBI.

A Figura 4a apresenta a correlação existente entre as estimativas da ET pelos algoritmos SEBAL e S-SEBI, para o dia 24/10/2005, juntamente com o seu referido coeficiente de determinação (R^2). Observa-se que o R^2 para este dia foi de 0,96, mostrando que apenas 4% da variabilidade da ET estimada pelo SEBAL não pode ser explicada pela obtida através do S-SEBI. No entanto, pode-se observar da Figura 4b, que apresenta a correlação existente entre as estimativas da ET pelos algoritmos SEBAL e S-SEBI, para o dia 23/07/2006, que o R^2 para esta

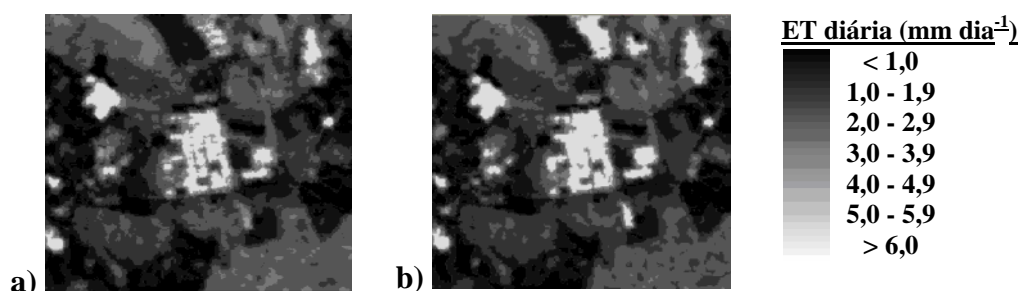


Figura 2: Distribuição espacial da ET diária para o dia 24/10/2005, obtida através do SEBAL (a) e através do S-SEBI (b).

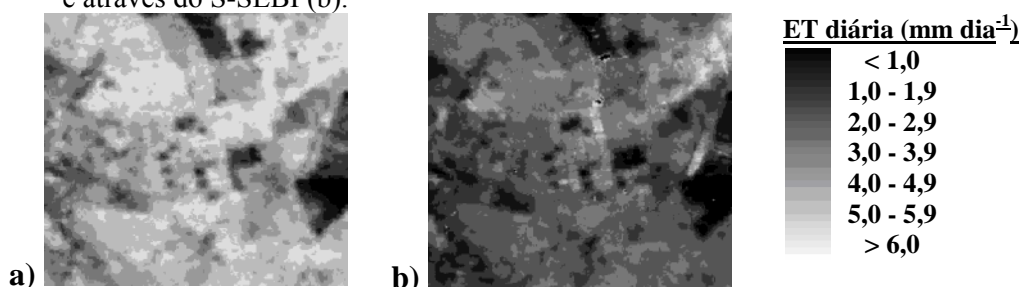


Figura 3: Distribuição espacial da ET diária para o dia 23/07/2006, obtida através do SEBAL (a) e através do S-SEBI (b).

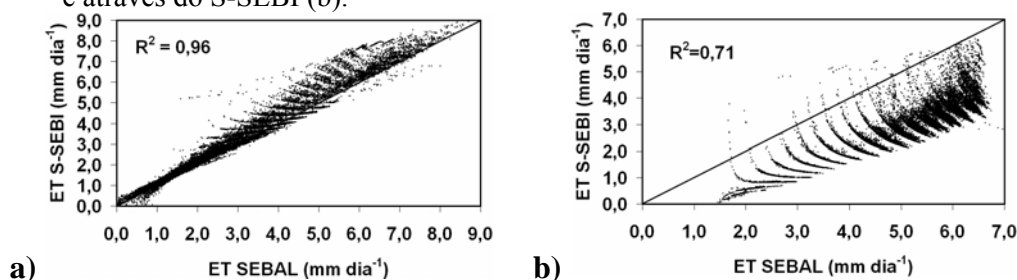


Figura 4: Correlação entre os valores da ET diária, para o dia 24/10/2005 a) e para o dia 23/07/2006 b), obtidos pelos algoritmos SEBAL e S-SEBI, juntamente com o coeficiente de determinação.

cena foi de 0,71, mostrando que 29% da variabilidade da ET estimada pelo SEBAL não pode ser explicada pela obtida através do S-SEBI. Observa-se também, uma subestimativa, por parte do S-SEBI, dos valores da ET. O que caracteriza a não aplicabilidade do S-SEBI quando há presença de nuvens na cena.

CONCLUSÕES

Dessa forma, pode-se afirmar categoricamente que a aplicação do algoritmo S-SEBI não é satisfatória para dias em que apresentam nuvens, mesmo que sejam ralas e de baixa densidade, pois a presença das mesmas no interior da cena comprometeu substancialmente as estimativas dos fluxos H e LE, e por consequência, a obtenção da ET horária e diária. No entanto, para dias



sem nuvens, o mesmo se apresenta como uma ferramenta promissora, uma vez que o fato de não necessitar de informações da superfície, pode ser aplicado para qualquer área mesmo que a mesma não disponha de uma estação meteorológica convencional. Outros métodos, como o SEBAL, mostram melhores resultados na determinação da evapotranspiração diária, no entanto requerem a determinação do comprimento de rugosidade da superfície, que é uma tarefa difícil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq por financiar o projeto e disponibilizar seus dados preliminares, a UFCG por disponibilizar sua infra-estrutura e a Fazenda Frutacor que gentilmente cedeu suas áreas de cultivos para realização do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56**. Rome-Italy, 1998, 297 p.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212–213, 198–212 p., 1998a.
- ROERINK, G.J.; SU, Z.; MENENTI, M. S-SEBI: a simple remote sensing algorithm to estimate the surface energy balance. **Physics and Chemistry of the Earth (B)**. n. 25, 147-157 p., 2000.
- SILVA, B. B.; BEZERRA, M. V. C. Determinação dos fluxos de calor sensível e latente na superfície utilizando imagens TM - Landsat 5. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, 1-10 p., 2006.
- SOBRINO, J. A.; GÓMEZ, M.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; OLIOSO, A. Application of a simple algorithm to estimate daily evapotranspiration from NOAA-AVHRR images for the Iberian Peninsula. **Remote Sensing of Environment**, 2007. doi:10.1016/j.rse.2007.02.017.
- TASUMI, M.; ALLEN, R. G. Satellite-based ET mapping to assess variation in ET with timing of crop development. **Agricultural Water Management**, v. 88, 54-62 p., 2007.
- TREZZA, R. **Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control**. 2002, 247 p., Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University. Logan, Utah, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO ALGODOEIRO ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS E DO ALGORITMO SEBAL

BEZERRA, B. G.¹; SILVA, B. B. DA² & SANTOS, C. A. C. DOS¹

¹Doutorando em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB.

²Professor Adjunto IV, Meteorologista, D.Sc. Unidade Acad. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB

RESUMO : Essa pesquisa objetivou a obtenção dos componentes do balanço de energia e da ET da cultura do algodoeiro, utilizando imagens Landsat 5-TM e o algoritmo SEBAL e comparar os resultados obtidos com medidas de superfície obtidas através da razão de Bowen. Os resultados mostraram que houve uma concordância satisfatória entre os valores estimados e os medidos apresentando uma diferença inferior a 0,5 mm dia⁻¹ evidenciando assim, a boa performance da técnica quando aplicada a agricultura irrigada em regiões semi-áridas.

Palavras-chave: landsat 5-tm, algodão, irrigação.

ESTIMATE OF THE EVAPOTRANSPIRATION OF THE COTTON CROP THROUGH ORBITAL IMAGES AND SEBAL ALGORITHM

ABSTRACT: That research aimed at the obtaining of the components of the energy balance and ET of the cotton crop, using Landsat 5-TM images and the SEBAL algorithm and to compare the results obtained with surface measures obtained through the Bowen Ratio techniques. The results showed that there was a satisfactory agreement between the dear values and the measured ones presenting an inferior difference to 0,5 mm day⁻¹ evidencing like this, the good performance of the technique when applied the agriculture irrigated in semi-arid areas.

Keywords: landsat 5-tm, cotton crop, irrigation.

INTRODUÇÃO

O cultivo do algodão (*Gossipium Hirsutum*) foi até a década de 80 a principal atividade agrícola e econômica do sertão do Nordeste Brasileiro (NEB). A partir de então problemas como a baixa competitividade com as fibras sintéticas e principalmente o manejo inadequado



que inviabilizou a convivência com a praga do bicudo (*Anthonomus grandis*), proliferada em meados dos anos 80, resultaram na queda substancial da produção. No entanto, a adoção de variedades e de manejo adequados que possibilitem a convivência com os problemas citados anteriormente, além da prática de irrigação poderão tornar novamente o cultivo do algodão uma atividade viável para o sertão semi-árido do NEB.

A aplicação de lâminas de irrigação compatíveis com as reais necessidades hídricas da cultura é um fator limitante na produção. Assim, se faz necessário o conhecimento das perdas de água pela cultura (evapotranspiração - ET) no período que antecede a aplicação da irrigação. A estimativa da ET pode ser feita com bastante precisão através da razão de Bowen, das correlações turbulentas ou medidas lisimétricas. Ainda existem as técnicas de sensoriamento remoto orbital como o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) (Bastiaanssen, 1995) que ao contrário dos métodos citados que carecem de medidas de diversas variáveis meteorológicas da cultura, utiliza-se apenas imagens orbitais e dados de estações meteorológicas próximas do interior da cena estudada. Diante do exposto a presente pesquisa objetiva a obtenção do balanço de energia (BE) e da ET para a cultura do algodão utilizando o SEBAL, imagens Landsat 5-TM dados de estação meteorológica e comparar os resultados com medidas de superfície obtidas através da técnica da razão de Bowen.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Campo Experimental da Embrapa/Algodão no município de Barbalha-CE (7°17'25.93" S 39°16'05.61" W). Foram utilizadas quatro imagens Landsat 5-TM, da órbita/ponto 217/065, nos dias 29/09/2005, 15/10/2005, 30/10/2005 e 16/11/2005. A cultura utilizada foi o algodão herbáceo semeada obedecendo a um espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre covas e irrigada semanalmente.

A técnica utilizada foi o algoritmo SEBAL, que estima a ET diária pela equação 1.

$$ET_{24} = Kc.ET_{0(24)} \quad (1)$$

em que: ET_{24} é a evapotranspiração diária (mm dia^{-1}), Kc é o coeficiente de cultivo e $ET_{0(24)}$ é a evapotranspiração de referência diária.

O Kc foi calculado pela razão entre o valor horário da evapotranspiração, ET_h , calculado para o intervalo de 9:00 as 10:00 hs (horário local), pela evapotranspiração de referência horária, $ET_{0(h)}$ também do mesmo intervalo, de acordo com a equação 2:

$$Kc_{(h)} = Kc = ET_h / ET_{0(h)} \quad (2)$$

De acordo com Trezza (2002) e Allen et al. (2002) o valor horário do $Kc_{(h)}$ tem um comportamento praticamente constante durante o período diurno, logo o mesmo pode ser considerado igual ao valor diário ($Kc_{(h)}=Kc$).

A ET_h foi calculada integrando o valor instantâneo do fluxo do calor latente, LE , de acordo com a equação 3:

$$ET_H = 3600.LE/L \quad (3)$$

em que L é calor latente de vaporização da água ($L = 2,45 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$).

O fluxo de calor latente instantâneo foi calculado como resíduo da equação do balanço de energia.

$$LE = Rn - G - H \quad (4)$$

em que Rn é o saldo de radiação (W m^{-2}), G é o fluxo de calor no solo (W m^{-2}) e H é o fluxo de calor sensível (W m^{-2}), todos calculados para o instante da passagem do satélite, conforme as equações seguintes:

$$Rn = (1 - \alpha)R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0)R_{L\downarrow} \quad (5)$$

onde α é albedo da superfície, $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa (termal) emitida pela superfície, ε_0 é a emissividade da superfície, todos obtidos pixel a pixel a partir das imagens Landsat 5-TM, $R_{s\downarrow}$ é a radiação de onda curta incidente, estimada com base na constante solar, no ângulo de incidência solar e na transmissividade atmosférica e $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa incidente, estimada pela equação de Stefan-Boltzman com base na temperatura do ar no instante da passagem do satélite (ver Kimura et al., 2007, para detalhes).

$$G = [Ts/\alpha(0,0038.\alpha + 0,0074.\alpha^2)(1 - 0,98.NDVI^4)]R_n \quad (6)$$

onde Ts é a temperatura da superfície (K) e $NDVI$ é o índice de vegetação por diferença normalizada.

O cômputo de H é feito a partir da velocidade do vento e da temperatura da superfície usando uma única calibração interna da diferença de temperatura (dT) como descreve Bastiaanssen et al. (1998), Allen et al (2002) e Tasumi et al. (2005).

$$H = \rho_{ar}c_p(a + b.Ts)/r_{ah} \quad (7)$$

onde ρ_{ar} é a densidade do ar (Kg m^{-3}), c_p é o calor específico do ar a pressão constante ($1004 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$), r_{ah} é a resistência aerodinâmica ao transporte de calor (s m^{-1}), Ts é a temperatura da superfície e “ a ” e “ b ” são coeficientes empíricos calibrados para cada imagem. O termo “ $a + b.Ts$ ” na equação representa a diferença da temperatura do ar próximo a superfície, computada entre as alturas de 0,2 m e 2,0 m. A definição dos coeficientes “ a ” e “ b ” requer a seleção de



dois pixels que representem situações extremas. Tais pixels são chamados de “quente”, escolhido sobre áreas desprovidas de vegetação, e “frio”, escolhido sobre área agrícola bem irrigada, onde o valor de dT pode ser calculado utilizando o valor conhecido de H , ou seja, $H = 0$ e consequentemente $dT = 0$ para o pixel frio e $H = Rn - G$, no pixel quente, onde o fluxo de calor latente é nulo, $LE = 0$. A partir daí são feitas sucessivas correções dos valores de H , do comprimento de Monin-Obukhov, dos parâmetros de estabilidade, da velocidade de fricção e do r_{ah} até atingir as condições de estabilidade, através de um processo iterativo, baseado na teoria da similaridade de Monin-Obukhov (ver Allen et al., 2002, Tasumi et al., 2005 e Kimura et al., 2007, para detalhes).

A evapotranspiração de referência horária $ET_{0(h)}$ e diária $ET_{0(d)}$ foram obtidas pelo método FAO – Penman-Monteith (Allen et al., 1998), com dados horários e diários de radiação, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura medidos na estação meteorológica da Embrapa – Barbalha-CE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a evolução dos valores do NDVI, do SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo), do IAF (Índice de Área Foliar) e do albedo do algodão, onde verifica-se que a partir da segunda data estudada, a cultura atingiu praticamente a sua capacidade máxima de cobertura vegetativa, pois os índices apresentados praticamente se estabilizaram.

A Tabela 2 apresenta os valores instantâneos, para o momento da passagem do satélite, dos componentes do BE sobre a cultura nos dias estudados. Ainda na mesma tabela é apresentada a porção do Rn que foi convertida para cada componente do BE. A maior porção de Rn foi convertida em fluxo de calor latente em todos os dias, com valores de 60 % a aproximadamente 80%. Valores nesta faixa foram encontrados por Moran et al. (1989) e Bastiaanssen (2000), também para a cultura do algodão, utilizando imagens Landsat 5-TM,

Tabela 1: Índices vegetativos e albedo da cultura nos dias estudados

DATA	NDVI	SAVI	IAF	Albedo (α)
29/set	0,36	0,31	0,47	0,18
15/out	0,72	0,65	3,00	0,18
31/out	0,73	0,68	4,15	0,20
16/nov	0,72	0,65	4,14	0,18

Tabela 2: Componentes do balanço de energia da cultura do algodão e percentual do Rn convertidos para os fluxos de G, H e LE

DATA	Rn	G	H	LE	G/Rn (%)	H/Rn (%)	LE/Rn (%)
29/set	615,5	99,2	143,6	370,7	16,1	23,3	60,2
15/out	654,1	71,2	113,8	469,2	10,9	17,4	71,7
31/out	642,4	89,3	162,2	390,8	13,9	25,3	60,8
16/nov	655,3	71,4	65,8	518,2	10,9	10,0	79,1

Tabela 3: Comparação entre a ET estimada pelo SEBAL e a ET medida pela técnica da Razão de Bowen da cultura do algodão, Barbalha-CE.

DATA	ET (SEBAL)	ET (Razão de Bowen)	Diferença (mm dia ⁻¹)	Erro (%)
29/set	4,2	4,5	0,3	5,8
15/out	5,2	5,6	0,3	6,0
31/out	5,2	5,3	0,1	0,3
16/nov	5,8	6,2	0,4	7,9

embora que em regiões diferentes da estudada. Em estudo também com algodão no mesmo Campo Experimental onde a presente pesquisa se desenvolveu Borges (2002) e Rodrigues (2003), também encontraram resultados semelhantes. O G utilizou porções entre 10% e 20%, enquanto que o H utilizou porções de 10% a 25%. Bastiaanssen (2000) também encontrou valores dessa magnitude, sobre a cultura do algodão, na Turquia.

A ET do algodão estimada pelo SEBAL apresentou uma boa concordância quando comparada com os valores medidos sobre a cultura. As diferenças apresentadas entre os valores medidos e os valores estimados foram inferiores a 0,5 mm dia⁻¹ (**Tabela 3**), corroborando assim, com os resultados encontrados por Trezza (2002) quando comparou estimativas do SEBAL com medidas lisimétricas nos EUA.

CONCLUSÕES

O algoritmo SEBAL apresentou uma performance bastante satisfatória quando comparado seus resultados com medidas de superfície.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56**. Rome-Italy, 1998.



- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. .SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.
- BASTIAANSEN, W. G. M. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate. PhD. Dis., CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, The Netherlands. 272 p., 1995.
- BASTIAANSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**. v. 229. p.87-100, 2000.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; PELGRUM, H.; WANG, J.; MA, Y.; MORENO, J. F. ROENRINK, G. J. VAN DER WAL, T. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 2. Validation. **Journal of Hydrology**, v. 212–213, p.213-229. 1998.
- BORGES, P. F. Crescimento, Desenvolvimento e Balanço de Radiação do Algodoeiro Herbáceo BRS – 201 em Condições Irrigadas. Campina Grande, 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Departamento de Ciências Atmosféricas, UFCG.
- KIMURA, R.; BAI, L.; FAN, J. TAKAYAMA, N.; HINOKIDANI, O. Evapo-transpiration estimation over the river basin of the Loess Plateau of China based on remote sensing. **Journal of Arid Environments**. v. 68. p.53-65, 2007.
- MORAN, M. S.; JACKSON, R. D.; RAYMOND, L. H. GAY, L. W. SLATER, P. N. Mapping Surface Energy Balance Components by Combing Thematic Mapper and Ground - Based Meteorological Data. **Remote Sensing of Environment**. v. 30. p.77-87, 1989.
- RODRIGUES, M. F. G. Necessidades Hídricas, Crescimento e Desenvolvimento do Algodoeiro, cultivar BRS 201. 132f. Campina Grande, 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, UFCG.
- TASUMI, M.; TREZZA, R.; ALLEN, R. A.; WRIGHT, J. L. Operational aspects of satellite-based energy balance models for irrigated crops in the semi-arid U.S. **Irrigation and Drainage Systems**. V. 19, p. 355-376, 2005.
- TREZZA, R. Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control. Logan, 2002. 247f. Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University. Logan, Utah.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DINÂMICA DOS SAIS NO SOLO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO ACARAÚ-CE EM DECORRÊNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO¹

**AQUINO, D. N.²; ANDRADE, E. M.³; CRISOSTOMO, L. A.;
LOPES, F. B.⁴; LOBATO, F. A. O.⁵ & LOPES, J. F. B.⁶**

¹Parte da Dissertação de mestrado a ser apresentado pelo primeiro autor ao do Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC.

²Engº Agrº; Mestrando em Irrigação e Drenagem, Bolsista CNPq, CCA/UFC, CEP 60450-760, Fortaleza – CE. Tel. (85)3366 9756. e-mail: deoagro@yahoo.com.br.

³Engª. Agrª, Ph.D., Profª do Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

⁴Tecnólogo Rec. Hídricos/Irrigação; Mestrando em Irrigação e Drenagem, Bolsista CNPq, CCA/UFC, Fortaleza – Ce.

⁵Estudante de Graduação em Agronomia, Bolsista CNPq, CCA/UFC, Fortaleza – Ce.

⁶Estudante de Graduação em Agronomia, CCA/UFC, Fortaleza – Ce.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo identificar a influência do manejo de irrigação e da sazonalidade climática sobre a dinâmica dos sais totais e da RAS ao longo do perfil do solo do Distrito Irrigado do Baixo Acaraú – DIBAU, Ceará. As coletas de solo foram efetuadas em 2 pontos amostrais, representativos da área irrigada e de sequeiro, respectivamente. Ambas foram coletadas no período seco e chuvoso, a cada 50 cm de profundidade, da superfície até a zona de saturação do lençol freático. De acordo com os resultados, solos da área irrigada (P2) apresentaram valores da Condutividade Elétrica (CE) e da RAS sempre inferiores aos obtidos na área de sequeiro, comportamento justificado pela predominância da textura arenosa ao longo de todo perfil do solo. As umidades ao longo de todo o perfil do solo da área irrigada foram, sempre, maiores durante o período de irrigação, expressando o emprego de uma lâmina de irrigação excessiva.

Palavras chave: Lixiviação, salinidade, sais totais

IRRIGATION MANAGEMENT EFFECT ON SALT IN SOILS AT IRRIGATED DISTRICT OF BAIXO ACARAÚ, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The aim of this work was to identify the influence of irrigation management and climatic conditions over the total salt and SAR in the soil profile at Irrigated District of Baixo Acaraú, Ceará, Brazil. Soil samples were collected in two different fields, one that was irrigated and another that was rainfed field. Soils were sampled each 50 cm until water-table, during wet and irrigated season. According to the results, the lowest values of Electric Conductivity (EC) and SAR were, always, registered in irrigated field (P2), due to the sand soil texture along the studied profile. During the rainfall season, the soil water content was lower than in irrigated season, expressing an excessive water depth.

Key words: Leaching, salinity, total salt



INTRODUÇÃO

A irrigação é atualmente uma componente importante no desenvolvimento da agricultura não somente nas regiões áridas e semi-áridas, mas também em outras regiões, proporcionando o equilíbrio da produção e evitando as possíveis interferências ocasionais provocadas pela falta de água (Costa, 2003). Entretanto, uma das maiores consequências ambientais da agricultura intensiva pode ser a degradação do solo e da água. Esta degradação atinge águas superficiais e subterrâneas, pelos aportes agrícolas de agrotóxicos, adubos minerais e pela aplicação de resíduos orgânicos (D’Almeida, 2002). A agricultura irrigada, principalmente em zonas secas, tem pressionado o meio ambiente de forma dramática com impactos que podem conduzir à degradação do solo, com perdas parciais ou totais da produtividade (Andrade et al., 2002).

Devido a fatores climáticos, condições edáficas e aos métodos de irrigação empregados, os sais dissolvidos na água de irrigação podem se acumular no perfil do solo. Tal acumulação comprometerá a qualidade do solo e, em consequência (através do ciclo da água no sistema), contribuirá, também, para a degradação da qualidade da água subterrânea e potenciais riscos à saúde humana (Reichardt, 1990). A composição química da água subterrânea resulta diretamente da composição da água que percola o solo e da evolução química influenciada diretamente pela litologia local, sendo que o teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas aumenta à medida que prossegue no seu movimento no perfil do solo (Borguetti et al., 2004).

Diante desta realidade, o presente trabalho teve por objetivo diagnosticar a influência do manejo de irrigação e da sazonalidade climática sobre a variação da concentração dos sais totais, representado pela Condutividade Elétrica (CE) e risco de sodicidade pela RAS (Razão de Adsorção de Sódio) ao longo do perfil do solo do Distrito Irrigado do Baixo Acaraú – DIBAU, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

A área definida como objeto deste estudo, Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú – DIBAU, está inserida no divisor topográfico de duas bacias hidrográficas, na parte baixa da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú e na Bacia Litorânea, Ceará. O DIBAU ocupa uma área de aproximadamente 13 mil hectares. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo Aw’, quente e úmido com chuvas de verão-outono, com precipitação anual média de 960 mm e evaporação de aproximadamente 1600 mm anuais. Os solos são predominantemente classificados como Neossolo Flúvico, Argissolo, Neossolo Litólico e Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999).

Para caracterização dos valores da CE (Condutividade elétrica), RAS (Relação de Adsorção de Sódio) e percentagem de umidade gravimétrica ao longo do perfil do solo,

coletaram-se amostras a cada 50 cm de profundidade, desde a superfície até a zona de saturação do lençol freático. As coletas foram efetuadas em 2 (dois) pontos amostrais inseridos no DIBAU, sendo o primeiro, localizado numa área sem influência da irrigação, (Nova Morada - P1) e o segundo na projeção da copa de plantas de coqueiros anão precoce irrigado por micro-aspersão (P2). As amostras foram coletadas em 2 períodos (nov./06 e mai/07) representando a estação seca e chuvosa, respectivamente. Em seguida, as coletadas de solos foram enviadas ao Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical para determinação da CE, granulometria, sódio, cálcio e magnésio, de acordo com a metodologia descrita por Richards (1954). As amostra para determinação do percentual de umidade gravimétrica em estufa a 105 – 110°C foram encaminhadas ao Laboratório de Hidráulica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição granulométrica e a umidade gravimétrica do perfil do solo da área de sequeiro (P1) e da área irrigada (P2), nos períodos seco e chuvoso, podem ser vistas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Observa-se na Figura 1 que o perfil de umidade do solo é semelhante ao dos teores de argila, havendo um aumento maior nas taxas de umidade a partir dos 4,5 m de profundidade. Segundo Reichardt (1990) vários fatores afetam a retenção da água em um solo, mas o principal deles é a textura, pois ela, diretamente, determina a área de contato entre as partículas sólidas e a água. A umidade do solo durante o período chuvoso foi sempre superior àquela registrada no período seco em todas as profundidades na estação amostral P1 (Figura 1). Comportamento esperado visto que se trata de uma área de sequeiro e que não sofre influência direta do perímetro de irrigação durante a estação de estiagem.

Na área irrigada (P2) observa-se uma predominância da textura arenosa ao longo de todo perfil do solo (Figura 2). Desta maneira pode-se inferir que a umidade será fator determinante da lixiviação e variação da distribuição de nutrientes no solo, visto que solos de textura arenosa

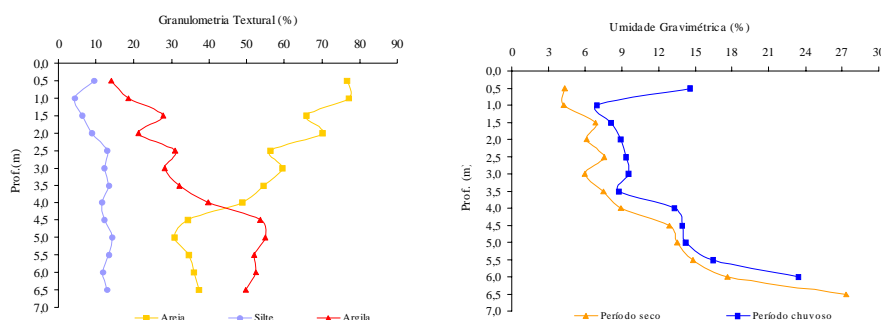


Figura 1. Granulometria textural (%) e umidade gravimétrica (%) para o período seco e chuvoso da estação amostral da área de sequeiro (Nova Morada-P1)

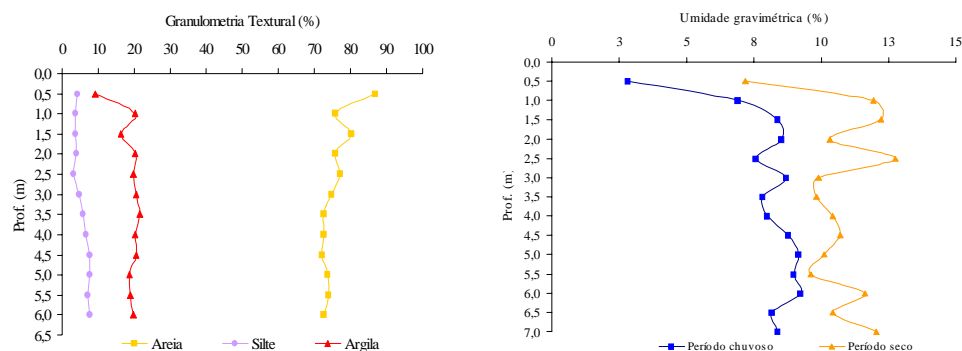


Figura 2. Granulometria textural (%) e umidade gravimétrica (%) para o período seco e chuvoso da estação amostral da área irrigada (P2)

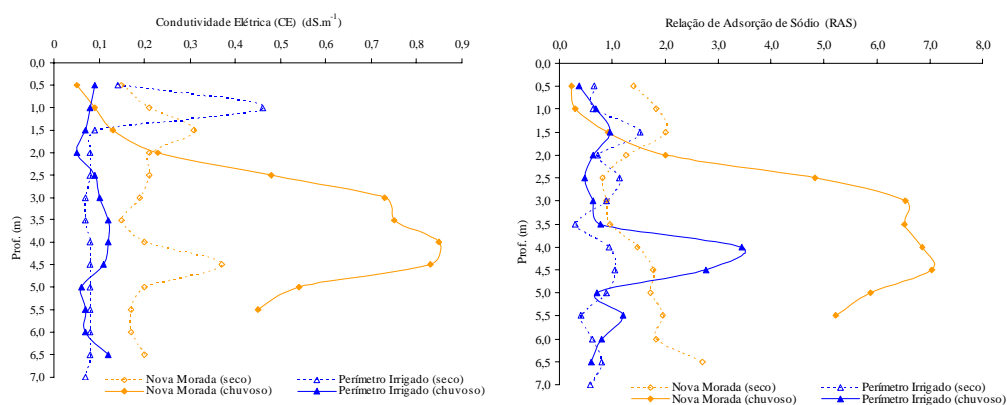


Figura 3. Concentração da CE (dS.m^{-1}) e da RAS ao longo do perfil vertical dos solos do P1 e P2

apresentam baixa capacidade de retenção de umidade e adsorção de cátions (Borguetti et al., 2004). Ao contrário do que ocorre no P1, as maiores umidades registradas na área irrigada (P2), sempre foram na estação seca, expressando um uso excessivo de lâminas de água na irrigação.

A Figura 3 apresenta os valores de CE e da RAS ao longo do perfil dos solos P1 e P2 durante a estação chuvosa e de irrigação. Observa-se na referida figura que em ambas as áreas, houve uma maior lavagem de sais da superfície durante o período chuvoso, havendo assim uma concentração máxima dos valores de CE e da RAS entre a camada de 4 a 4,5 m do P1, ($0,85 \text{ dS.m}^{-1}$ e $7,05$), respectivamente. Esta concentração pode ser compreendida, pois a partir de 4 m de profundidade há uma alteração nas proporções texturais do solo de Nova Morada (Figura 1), aumento dos teores de argila em relação aos teores de areia, originando assim camadas mais adensadas, aumento da coesão do solo, retenção de água e restrição à lixiviação dos sais.

As concentrações de sais no solo da área irrigada (P2) assumiram uma mesma tendência ao longo de todo perfil, e para profundidades superiores a um metro apresentaram taxas de CE

sempre abaixo das encontradas em Nova Morada, evidenciando a lixiviação dos sais no P2 tanto no período das chuvas quanto no da irrigação. Esta homogeneidade é decorrente da predominância da textura arenosa ao longo de todo perfil do solo, assim pode-se inferir que nesta área, a textura do solo é fator determinante na lixiviação e variação da uniformidade de distribuição dos sais no solo e redução da adsorção destes na partícula de solo.

As maiores taxas de CE na camada superior da área irrigada durante o período de irrigação podem estar associadas a valores elevados de Cl^- e bases trocáveis com exceção do Na^+ , visto que a RAS para esta profundidade é baixa (Figura 3). Comportamento explicado, pois se verifica no período seco os menores conteúdos de umidade gravimétrica do solo da área do P2 em menores profundidades, logo abaixo da superfície (Figura 2). Possivelmente estas menores umidades são decorrentes da ascensão capilar acarretada pela elevada evapotranspiração, esta por sua vez, contribui para ascensão do íon cloreto junto com a água evaporada para camadas sobrejacentes (Andrade et al. 2002). Ademais, valores mais elevados de cloretos nas áreas irrigadas, nessa época do ano são comuns em decorrência da aplicação de fertilizantes minerais contendo cloreto de potássio via fertirrigação (D’Almeida, 2002).

CONCLUSÕES

1. A granulometria textural do solo foi o fator determinante para menores concentrações de sais ao longo do perfil do solo da área irrigada quando comparada com a área de sequeiro;
2. As maiores concentrações de sais na camada superior da área irrigada no período de irrigação são decorrentes da ascensão capilar acarretada pela elevada evapotranspiração e pela aplicação de fertilizantes minerais via fertirrigação neste período.
3. As umidades ao longo de todo o perfil do solo da área irrigada foram, sempre, maiores durante o período de irrigação, expressando o emprego de uma lâmina de irrigação excessiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.; CRUZ, M. G. M. Modelagem da concentração de íons no extrato de saturação do solo, na região da chapada do Apodi. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 33, n.2, p.5-12, 2002.
- BORGUETTI, N.R.B.; BORGUETTI, J. R.; FILHO, E.F.R. **O aquífero Guarani**. Curitiba, 2004. 214p.
- COSTA, S. G. D. Irrigação, a dualidade no semi-árido nordestino: desenvolvimento econômico x impactos sócio-ambientais. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA – Perspectivas para o cerrado no século XXI, 2, Uberlândia-MG. **Anais...** Uberlândia: Instituto de Geografia, 2003.
- D’ALMEIDA, D. M. B. A. **Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodi-CE**. Fortaleza, 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.



EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 1 ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro Embrapa Solos, 1999.

FERNANDES, M. **Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos monoaromáticos em aquíferos contaminados com gasolina**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1997. 86f.

REICHARDT, K. **Água nos sistemas agrícolas**. Piracicaba: Manole, 1990. 187p

RICHARDS, L. A. (ed) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. **ESDA Agricultural Handbook**. V.60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954. 1960p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO PERÍMETRO IRRIGADO DE PONTO NOVO, BAHIA¹

SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS²; OLIVEIRA, A. S. DE³;
BRANDÃO, F. J. C.⁴; PEREIRA, F. A. DE C.³ & SANTOS, D. M. W. DOS⁵

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 44380-000, Cruz das Almas, BA.

²Engº Agrônomo, MSc., Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), CCAAB/UFRB, Cruz das Almas (BA). Fone (75) 3621-5540. Email: jorgecopquer@yahoo.com.br

³Prof. Doutor, NEAS/CCAAB, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴Engª Agrônoma, MSc., Bolsista FAPESB, Pesquisadora do NEAS/CCAAB, UFRB.

⁵Graduanda em Eng. Agrônoma, Bolsista IC/FAPESB, NEAS/CCAAB, UFRB.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de água por sistemas de aspersão convencional, nas atuais condições de operação e manejo do Projeto de Irrigação de Ponto Novo (10° S, 39° W, 400 m), localizado no semi-árido baiano. A avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação baseou-se no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e na uniformidade de distribuição de água (UD). Em apenas 27% dos lotes estudados os sistemas apresentaram boa uniformidade de distribuição de água, com UD variando de 67,5% (CUC = 79,5%) a 77% (CUC = 85,5%). As principais causas de desuniformidade na irrigação por aspersão foram interceptação do jato d'água pelas plantas, espaçamento inadequado entre aspersores na linha e entre linhas e excessiva pressão de operação dos emissores.

Palavras-chave: aspersão, CUC, UD

DISTRIBUTION UNIFORMITY OF WATER BY CONVENTIONAL SPRINKLER SYSTEMS IN THE PONTO NOVO IRRIGATION DISTRICT, STATE OF BAHIA

ABSTRACT: This research aimed at evaluating the uniformity of application of conventional sprinkler systems under the actual conditions of operation and management at the Ponto Novo Irrigation District (10° S, 39° W, 400 m), in the semiarid of Bahia. The Christiansen's uniformity coefficient (CUC) and the distribution uniformity (DU) were used to evaluate 15 sprinkler irrigation systems. Only 27% of the sprinkler systems presented good water distribution, with UD varying from 67.5% (CUC = 79.5%) to 77% (CUC = 85.5%). The main causes for the poor application uniformity with the sprinkler systems were interception of the jet of water for the plants, inadequate spacing among sprinklers in the line and between lines and excessive pressure of operation of the originators.

Key words: sprinkler, CUC, UD



INTRODUÇÃO

O uso eficiente da água na agricultura irrigada requer vistorias periódicas dos equipamentos e a lâmina média aplicada deve ser tanto quanto possível igual à demanda hídrica da cultura, o que exige adequado dimensionamento e manejo do sistema de irrigação.

Nenhum sistema de irrigação é capaz de aplicar água com perfeita uniformidade na área irrigada, descrevendo o termo uniformidade, a variabilidade da lâmina d'água distribuída na superfície do terreno (Resende et al., 2002). Dois indicadores dessa variabilidade, o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) e a UD (Uniformidade de Distribuição de Água) são comumente utilizados para avaliação de sistemas pressurizados de irrigação. O CUC utiliza o desvio médio como medida de dispersão (Frizzone, 1992), correspondendo o desvio médio à média aritmética do valor absoluto da diferença entre cada lâmina de irrigação aplicada na superfície do solo e a lâmina média aplicada. A UD baseia-se na lâmina média recebida pela quarta parte da área menos irrigada.

Nesse sentido, o CUC dá o mesmo tratamento aos setores com déficit e excesso de molhamento, enquanto a UD, ao se basear nos 25% menores valores de lâminas aplicadas, dá mais ênfase aos setores da área com déficit de molhamento (WILSON & ZOLDOSKE, 1997). Tanto o CUC quanto a UD podem ser utilizados para avaliar eventos isolados de irrigação, tendendo ambos a 100% (impossível na prática) quando a lâmina aplicada em cada ponto da área irrigada se aproxima da lâmina média.

Frizzone (1992) destacou vários fatores que na literatura especializada tem sido associados à desuniformidade de aplicação de água por sistemas de irrigação por aspersão, quais sejam: pressão de operação dos emissores, espaçamento entre emissores, velocidade do vento, altura da haste de elevação do aspersor, velocidade de rotação e tensão da mola, no caso de aspersores rotativos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação por aspersão convencional do Projeto de Irrigação Ponto Novo, nas atuais condições de manejo e operação dos sistemas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Projeto de Irrigação Ponto Novo (PIPNO) está localizado no semi-árido baiano (10° S, 39° W, 400 m) entre as cidades de Ponto Novo e Senhor do Bonfim, distante 350 km a noroeste de Salvador, capital do Estado da Bahia. Em termos anuais as condições climáticas incluem insolação de 2250 h, precipitação média de 642 mm, temperatura média de 24°C, umidade relativa média de 72% e 1908 mm de evapotranspiração potencial.

Quinze lotes (23,1% do total de lotes irrigados por aspersão convencional por pequenos produtores) foram avaliados em diferentes setores do perímetro, contemplando as principais culturas em exploração (Tabela 1).

O desempenho dos sistemas de irrigação por aspersão foi avaliado respeitando as atuais condições de dimensionamento dos sistemas, idade e manutenção dos equipamentos, culturas irrigadas e manejo da irrigação. Os procedimentos de avaliação no campo seguiram recomendações de Frizzzone (1992).

A avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação por aspersão baseou-se no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e na uniformidade de distribuição de água (UD).

Os critérios da Tabela 2 adaptados de NRCS (1997) foram utilizados para classificação dos sistemas de aspersão convencional avaliados nos diferentes lotes do PIPN, quanto à uniformidade de distribuição da água.

Tabela 1. Marca e modelo de aspersores testados, espaçamento no campo e cultura irrigada nos lotes avaliados com aspersão convencional, no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia.

Lote	Aspersor (marca/modelo)	Espaçamento (m x m)	Cultura		
			Nome	Idade (mês)	Altura (m)
L01	Fabrimar / A1823 ^(a)	12 x 18	melancia	2	-
L02	Fabrimar / A1823	12 x 18	banana + melancia	3	1,2 ^(e)
L03	Naan / 333 ^(b)	12 x 18	banana	4	1,5
L04	Naan / 333	12 x 18	manga	60	3,0
L05	Naan / 333	12 x 18	tomate	1	-
L06	Fabrimar / A1823	12 x 12	banana	3	1,2
L07	Naan / 333	18 x 18	banana	12	4,0
L08	Naan / 333	12 x 18	melancia	2	-
L09	Naan / 333	18 x 18	banana	3	1,2
L10	Fabrimar / A1823	12 x 18	banana	4	1,5
L11	Fabrimar / A1823	18 x 18	banana + feijão	2	1,0
L12	Naan / 333	12 x 18	banana + tomate	3	1,2
L13	Fabrimar / A232 ^(c)	18 x 18	alfafa	7	-
L14	Naan / 5022 ^(d)	12 x 12	heliconia	12	-
L15	Naan / 333	12 x 12	banana	9	4,0

^(a) Bocais 5,6 mm x 3,0 mm, pressão de serviço 250 kPa, vazão 2,12 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 28 m.

^(b) Bocais 4,6 mm x 3,8 mm, pressão de serviço 300 kPa, vazão 2,08 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 35 m.

^(c) Bocais 4,8 mm x 3,2 mm, pressão de serviço 250 kPa, vazão 2,02 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 28 m.

^(d) Bocais 3,0 mm x 2,5 mm, pressão de serviço 300 kPa, vazão 0,98 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 23 m.

^(e) Altura média de plantas de bananeira.



Tabela 2. Critério geral de classificação dos sistemas de aspersão convencional, com base na uniformidade de distribuição de água, no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia.

Classificação	UD (%)
Péssimo	< 50
Regular	50 - 65
Bom	65 - 85
Ótimo	> 85

Fonte: NRCS (1997)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra, para os quinze lotes visitados, os valores médios de pressão de operação e vazão dos aspersores entre os quais instalou-se a malha de coletores, bem como a velocidade média do vento durante o teste e os valores de CUC e UD.

O dimensionamento dos lotes por ocasião da implantação do PIPN foi concebido para que os emissores operando na faixa de 250 kPa a 350 kPa pudessem proporcionar adequada distribuição de água na parcela irrigada. Para tanto, à entrada de cada lote, além do hidrômetro, também foi instalada uma válvula reguladora de pressão. No entanto, verificou-se durante os testes que nos sistemas com o mesmo tipo de aspersor, por exemplo, aspersor Fabrimar A1823, a pressão de operação média foi de 394 kPa, com valores variando de 180 kPa no lote L02 a 650 kPa no lote L06, uma diferença de 260%. No caso do aspersor Naan 333, encontrado em oito dos quinze sistemas avaliados, a pressão de operação média foi de 363 kPa, variando de 270 kPa (L09) a 527 kPa (L05), ou seja, uma diferença de 95%. Como mostra a Tabela 3, entre os aspersores de mesma marca e modelo a vazão seguiu a variação da pressão de operação. No entanto, em alguns casos essa relação pode ter sido afetada provavelmente pela inadequada manutenção dos emissores.

A falta de regulação da pressão no ponto de alimentação de água à entrada dos lotes e a grande flexibilidade de operação das unidades a serem irrigadas, provavelmente contribuíram para a ocorrência de grandes diferenças na pressão de operação dos emissores (Tabela 3), com efeito direto sobre a uniformidade de aplicação de água. Observou-se também que em alguns lotes implantados na mais recente etapa de ampliação da área irrigada no PIPN, válvulas reguladoras não foram instaladas, resultando em operação inadequada do sistema.

Observa-se que o CUC variou de 8,9% a 85%, com média de 59,6%, seguindo a UD a mesma tendência, com máximo de 77,0%, mínimo de 6,4% e média de 49,3%. Os menores valores de CUC (17,2% e 8,9%) foram obtidos nos sistemas de irrigação dos lotes L04 e L07, respectivamente. No caso do L04, assim como em outros, identificou-se que a principal causa

Tabela 3. Pressão de operação e vazão do aspersores, velocidade média do vento, indicadores de performance (CUC e UD) e classificação dos sistemas de irrigação por aspersão, avaliados no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia, em função da uniformidade de distribuição de água (UD).

Lote	Pressão (kPa)	Vazão (m^3h^{-1})	Velocidade do vento (ms^{-1})	CUC (%)	UD (%)	Classificação	Fração dos lotes (%)
L07	310	2.3	0.2	8.9	6.4	Péssimo	40
L04	355	2.6	2.8	17.2	12.0		
L10	471	3.1	1.6	50.5	30.3		
L11	455	4.4	3.8	59.1	33.3		
L15	471	2.4	3.6	52.0	35.8		
L06	650	4.0	4.5	57.5	44.0		
L12	390	2.4	1.1	59.8	52.8	Regular	33
L03	300	2.6	3.8	66.3	54.5		
L02	180	2.2	2.7	61.5	56.5		
L05	527	2.8	2.8	62.4	59.8		
L13	330	2.0	2.3	71.9	64.5		
L01	215	1.9	3.3	76.9	67.5	Bom	27
L09	270	2.3	1.2	81.2	69.9		
L14	270	0.9	1.8	83.6	74.5		
L08	280	2.2	2.1	85.0	77.0		

para a alta desuniformidade de distribuição da água foi provavelmente a interceptação do jato dos aspersores pela copa das árvores, já que neste lote o sistema de aspersão era utilizado para irrigar mangueiras com 5 anos de idade (3 m de altura e 4 m de diâmetro). No lote L07, verificou-se semelhante situação, pois além do impedimento físico causado por bananeiras de três anos de idade (em torno de 1,2 m de altura), o espaçamento entre os aspersores (18 m na linha x 18 m entre linhas) também contribuiu para a baixíssima uniformidade.

Com os baixos indicadores de uniformidade vistos na Tabela 3, espera-se que as perdas de água por percolação profunda sejam significativas nos lotes avaliados, além de gerar igualmente problemas de molhamento deficitário em alguns setores da área (Keller & Bliesner, 1990; Wilson & Zoldoske, 1997). O problema de aplicações em excesso ou deficitárias tendem a se agravar durante o ciclo de produção, caso o padrão irregular de distribuição de água mantenha-se o mesmo em outros eventos de irrigação.

A Tabela 3 mostra, em função dos critérios definidos na Tabela 2, que dos sistemas de irrigação por aspersão convencional avaliados, 73% foram classificados como péssimo a regular em termos de distribuição de água, e os restantes 27% foram considerados como de boa distribuição. Nenhum dos sistemas foi considerado de ótima uniformidade.

CONCLUSÕES

Nas atuais condições de dimensionamento, operação e manejo da irrigação nos sistemas de aspersão convencional do Projeto de Irrigação Ponto Novo, em apenas 27% dos sistemas



avaliados a uniformidade de distribuição foi classificada como boa ($67,5\% < UD < 77,0\%$). Verificou-se que mudanças operacionais devem ser implementadas para a efetiva melhoria da irrigação por aspersão, tais mudanças tornam-se essenciais para redução dos custos de produção e otimização da receita líquida, principalmente nos lotes irrigados com fruteiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53 p. (Série Didática, 3)
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle Irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.
- NATURAL RESOURCE CONSERVATION SERVICE. **Irrigation water management**. National Engineering Handbook, Chapter 9. 1997. 221 p. Washington: USDA – United States Department of Agriculture.
- REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A.; TORMENA, C.A.; BERTONHA, A. Influência da aplicação de água na uniformidade da umidade no perfil do solo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1553-1559, 2002.
- WILSON, T.P.; ZOLDOSKE, D.F. Evaluating sprinkler irrigation uniformity. Fresno: Center for Irrigation Technology, 1997. 6p. (CATI Publication 970703). (<http://www.cati.csufresno.edu/cit/rese/97/970703> acesso em 21.02.2006)



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTRÓPICA NA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DA BACIA DO CURU, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

ARRAES, F. D. D.¹, ANDRADE, E. M.², PALÁCIO, H. A. Q.³,
FROTA JUNIOR, J. I.⁴ & J.A. SILVA, J.A.⁵

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq, EAFI-CE, Rua Alfredo Leopoldo, 131, Bairro Santo Antonio, CEP 63500-000, Iguatu-CE, e-mail: dirceutid@yahoo.com.br

²Eng. Agrônoma, Ph.D., Profª. do Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, e-mail: eandrade@pq.cnpq.br

³Licenciada em Ciências Agrícolas, M.Sc. em Irrigação e Drenagem, EAFI-CE. Helbaraujo23@yahoo.com.br

⁴Eng. Agrônomo, M.Sc. em Irrigação e Drenagem, itamarfrota@yahoo.com.br

⁵Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, EAFI-CE, jenair@eloamigo.org.br

RESUMO: Presente trabalho tem como objetivo classificar as águas superficiais da bacia do Curu, quanto ao risco de salinidade, sodicidade e toxicidade pela ação do íon cloreto. As coletas foram realizadas mensalmente no período de outubro de 2004 a setembro de 2005, em 9 pontos destruídos ao longo do trecho perenizado da bacia, perfazendo um total de 102 amostras. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Água da Universidade Federal do Ceará, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, CE, cátions, ânions e a RAS. De acordo com os resultados as águas da bacia Curu foram classificadas como $C_2S_1T_2$, exceção feita para os pontos P2, P3 e P5 que foram classificados como $C_2S_1T_1$. Esses resultados expressam um efeito acumulativo ao longo da bacia, principalmente, para íon cloreto.

Palavras-chave: salinidade, sodicidade, toxicidade

EVALUATION OF ANTHROPOGENIC ACTION IN THE CLASSIFICATION OF CURU BASIN WATERS, TO IRRIGATION

ABSTRACT: The aim of this work was to classify surface water in relation to salinity, sodium risk and chloride toxicity of the Curu watershed. Samples of water were monthly collected from October 2004 to September 2005, in nine points distributed along the Curu River and its main effluents, in a total of 102 samples. Physical-chemical analyses were done in the Soils and Water Laboratory at Federal University of Ceará. This study considered the following parameters: pH, electric conductivity (EC), cations, anions, and sodium adsorption ratio (SAR). According to the results, waters were classified as $C_2S_1T_2$, except points (P2, P3 e P5) which were classified as $C_2S_1T_1$. These results pointed the accumulative effect of the anthropic influence in the quality of the water studied along the whole basin.

Key-words: salinity, sodium, toxicity



INTRODUÇÃO

A nível global, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se rapidamente, devido às múltiplas atividades que se desenvolvem de forma intensiva nas bacias hidrográficas, alterando tanto a quantidade como a qualidade da água (TUNDISI, 1999). A agricultura irrigada vem contribuindo para adição de sais nas águas superficiais e subterrâneas, tornando-se inadequada para os mais diferentes usos. O conteúdo de sais na água empregada na irrigação tem grande variabilidade, dependendo do manancial em que é coletada e da formação geológica onde o mesmo está encravado, além de outros fatores ambientais que afetam diretamente os mananciais superficiais (Oliveira & Maia, 1998).

Atualmente, a água de irrigação é classificada em relação a três parâmetros, sendo o primeiro relacionado ao risco de salinidade, vindo depois o risco de sodicidade e por último o risco de toxidez de íons específicos (Ayers & Westcot, 1999).

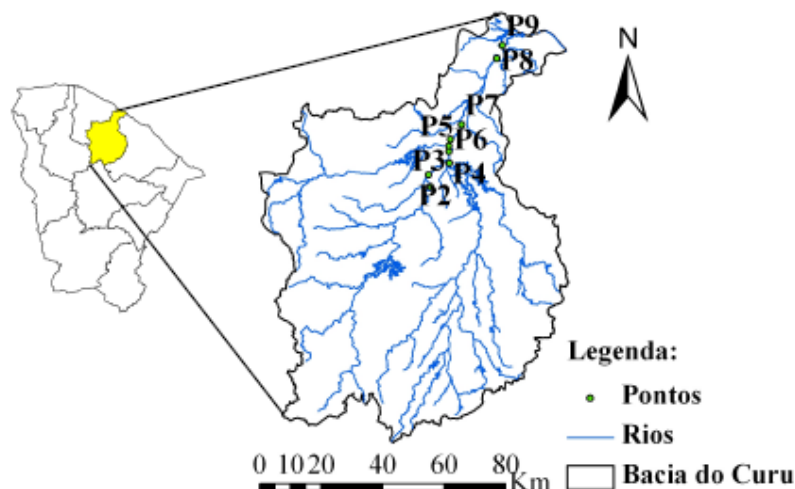
O problema da salinidade em áreas irrigadas é de grande importância ambiental e econômica, pois pode causar a redução da produtividade do solo em um primeiro momento, e a total perda de produtividade com o passar dos anos. Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas, constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola, devido principalmente, ao aumento do potencial osmótico do solo e toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos (Cordeiro, 1988).

A sodicidade afeta principalmente a capacidade de infiltração do solo, devido aos cátions livres de sódio, que provoca a dispersão dos colóides do solo. Provocando desestruturação do solo, criando problemas de compactação, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento da água (Cordeiro, 1988).

O presente trabalho tem como objetivo classificar as águas superficiais da bacia do Curu, Ceará, tendo como padrão a classificação proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos e classificar quanto à toxidez das águas pelo íon cloreto.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido ao longo da bacia hidrográfica do rio Curu, localizada entre as coordenadas geográficas 3° 20' e 4° 36' de latitude Sul e 38° 55' e 39°50' de longitude Oeste (Figura 1). O clima da parte baixa da bacia é classificado segundo Koopen, como um do tipo Aw' quente e úmido, com chuvas de outono, alcançando valores máximos nos meses de março e abril. O período seco se prolonga de julho a dezembro, ocorrendo menores precipitações nos meses de outubro e novembro. A precipitação anual média é de 1020 mm. A temperatura média anual é de 26,3°C, com máxima de 35°C em fevereiro e mínima de 18°C em julho. Já as partes



PONTOS DE COLETA: Ponto 1 –Serrota; Ponto 2 –Canal da FEVC; Ponto 3 –Canal riacho da porta; Ponto 4–Rio Canindé; Ponto 5 –Rio Caxitoré; Ponto 6 –Rios: Canindé, Caxitoré e Curu; Ponto 7 –Rio Curu (Ponte S. Luis do Curu); Ponto 8 –Rio Curu (Ponte CE 085); Ponto 9 –Rio Curu (Fazenda das pedras).

Figura 1. Localização da bacia do Curu no estado do Ceará.

altas da bacia do Curu apresentam clima do tipo BSh'w', semi-árido quente com chuvas de outono, com temperaturas médias sempre superiores a 18°C. A perenização do rio Curu é devida à distribuição parcial dos açudes General Sampaio, Pereira de Miranda e Caxitoré.

Os solos predominantes na região são os Podzólicos e os Bruno não Cálcidos. Dentro da área estudada estão inseridos os perímetros irrigados Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba. As coletas de águas superficiais ocorreram mensalmente de outubro de 2004 a setembro de 2005, em nove pontos ao longo da bacia do Curu, com exceção dos pontos 2 e 3, que durante os meses de março, julho e agosto de 2005, se tornaram inacessíveis. As amostras foram levadas ao Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal do Ceará para análise, seguindo a metodologia descrita por RICHARDS (1954), e os atributos analisados foram: condutividade elétrica (CE), cátions (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+}) e ânions (Cl^{-} , HCO_3^{-}). A razão de adsorção de sódio (RAS) foi calculada pela seguinte equação:

$$RAS = \frac{\text{Na}^{+}}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}}{2}}} \quad (1)$$

Onde Na^{+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} correspondem às concentrações, em $\text{mmol}_{\text{c}} \cdot \text{L}^{-1}$, do sódio, cálcio e magnésio, respectivamente.



Para se efetuar a classificação das águas foram empregados os valores médios de cada ponto dos parâmetros analisados. Para definir as classes de qualidade das águas quanto à toxicidade do íon cloreto, tornou-se como base os valores estabelecidos por Ayers & Westcot (1999) e pela Resolução CONAMA 357/2005, estando os mesmos presentes na Tabela 1.

Para definir as classes de qualidade das águas quanto à salinidade e sodicidade, adotaram-se os limites da CE e da RAS da água para irrigação indicada pelo Laboratório de Salinidade do USDA.

Tabela 1 - Critérios para classificação da água quanto às limitações de uso apresentadas pelo Cloreto.

Classificação	Cloreto (mmol. L ⁻¹)
T ₁ – águas sem risco de toxidez	< 3
T ₂ – águas com moderado risco de toxidez	3 – 7
T ₃ – águas com severo risco de toxidez	> 7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação das águas superficiais da bacia do Curu para irrigação pode ser vista através da Tabela 2. Verifica-se que todos os pontos estudados ao longo da bacia, apresentaram valores da condutividade elétrica (CE) variando entre 456 a 700 $\mu\text{mohs. cm}^{-1}$, sendo todas classificadas como C₂, ou seja, águas com salinidade média. Podendo ser utilizadas para as culturas com moderada tolerância aos sais, com pouca probabilidade em desenvolver problemas de salinização. Porém, nota-se um incremento nos valores da CE a partir da estação P6, tal fato pode ser explicado pela contribuição dos perímetros irrigados Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba presentes nesta parte da bacia. O menor valor observado ao longo da bacia foi registrado no ponto 5. Para Frota Junior (2006) esse fato se explica pela preservação da mata ciliar presente neste ponto da bacia.

De acordo com Tabela 2, os valores da razão de adsorção de sódio (RAS) seguiram uma tendência acumulativa ao longo da bacia. Os menores valores da RAS, como esperado, foram registrados nas águas do rio Curu. (P1; P2 e P3), antes da junção com o rio Canindé, e do Caxitoré (P5), sendo o maior valor observado no P9.

Apesar de ocorrer aumento significativo entre as médias ao longo da bacia, as águas foram classificadas como S₁, apresentando perigo baixo de sodificação, podendo ser utilizada para irrigação da maioria dos solos, com pouca probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável. Os valores médios da RAS encontram-se abaixo do limite estabelecido por Ayres & Westcot (1999) para uso na irrigação.

Tabela 2 - Classificação das águas da bacia do Curu.

Pontos	CE ($\mu\text{mohs. cm}^{-1}$)	RAS	Cloreto ($\text{mmol}_{\text{e}} \text{L}^{-1}$)	Classe
P1	510,0	1,51	3,04	C ₂ S ₁ T ₂
P2	497,5	1,43	2,90	C ₂ S ₁ T ₁
P3	475,7	1,31	2,91	C ₂ S ₁ T ₁
P4	561,0	1,84	3,61	C ₂ S ₁ T ₂
P5	456,0	1,53	2,92	C ₂ S ₁ T ₁
P6	576,0	1,89	3,60	C ₂ S ₁ T ₂
P7	580,0	1,98	3,76	C ₂ S ₁ T ₂
P8	700,0	2,34	4,89	C ₂ S ₁ T ₂
P9	694,0	2,58	5,02	C ₂ S ₁ T ₂

Os valores médios do íon cloreto seguiram a mesma tendência dos demais parâmetros analisados, ou seja, houve um aumento gradativo ao longo da bacia (Tabela 2). O efeito acumulativo do íon cloreto nas águas do rio Curu é decorrente de ações como despejo de esgotos e a lavagem de roupas ao longo da bacia, caracterizando a ação antrópica descrita por FROTA JUNIOR et al. (2007). Resultados semelhantes foram observados por PALÁCIO (2004) em pesquisa nas águas do rio Trussu, Ceará. Para a parte baixa da bacia encontra-se uma maior influência dos perímetros irrigados Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba, presente nesta parte da bacia. Quanto à classificação da água para a toxidez, houve um predomínio da Classe T₂ (águas com moderado risco de toxidez). Exceção feita para os pontos P1, P2 e P5 que foram classificados como T₁, ou seja, águas sem restrição de uso. Os maiores valores do referido íon foram observados nas estações P8 e P9, podendo esse fato estar associado à drenagem superficial e lavagem dos sais dos perímetros irrigados. LOPES et al. (2006) comentam ainda a influência do emprego do KCl, como a principal fonte de potássio para a cultura coco (perímetro Curu-Paraipaba). Já para a estação P9 a sua proximidade do litoral pode explicar esse valor levado.

Ainda pela Tabela 2 nota-se que para todos os parâmetros analisados, os valores do P4 se encontram acima dos seus circunvizinhos (P3 e P5), mostrando assim uma contaminação pontual. Explicada principalmente pela ação antrópica, uma vez que este ponto representa o rio Canindé quando cruza a cidade de Pentecoste.

A classificação geral das águas superficiais da bacia do Curu para irrigação pode ser dividida em dois grupos; um formado pelo os pontos P2, P3 e P5 e classificado como C₂S₁T₁, ou seja, águas com salinidade média, porém sem risco de sodicidade e de toxidez pelo íon cloreto. Enquanto que outro grupo formado pelos demais pontos foram classificados como C₂S₁T₂, ou seja, águas que apresentam uma restrição ao uso devido ao íon cloreto.



CONCLUSÕES

Houve para todos os parâmetros analisados um efeito acumulativo ao longo da bacia, principalmente para íon cloreto mostrando ação antrópica na qualidade da água.

As águas da bacia Curu foram classificadas como $C_2S_1T_2$, exceção feita para os pontos P2, P3 e P5 que foram enquadradas na classe $C_2S_1T_1$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. (1999). **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V., 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357**: de 17 de março de 2005.
- CORDEIRO, G. Aspectos gerais sobre a salinidade em áreas irrigadas: origem diagnóstico e recuperação. Cruz das Almas, 1988. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Disponível em: <<http://www.cpsa.embrapa.br/artigos/salinidade.html>> Acesso em: 4 junho de 2007
- FROTA JUNIOR, J.I. Variabilidade espacial e temporal da qualidade das águas no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- FROTA JUNIOR, J. I; ANDRADE, E. M; MEIRELES, A. C. M; BEZERRA, A. M. E; SOUZA, B. F. S. Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.142-148, 2007.
- JOSÉ F. B. LOPES, EUNICE M. ANDRADE, JOSÉ I. FROTA JÚNIOR, LUIZ CARLOS. G. CHAVES, FRANCISCO A. O. LOBATO. Efeito da ação antrópica na concentração do íon cloreto ao longo da bacia do curu, Ceará, Brasil. In: **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 35, João Pessoa, 2006. (CD ROM).
- OLIVEIRA, M. de & MAIA, C.E. Qualidade físico-químico da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do rio Grande do norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.55-9, 2001.
- PALÁCIO, H.A.Q. (2004) Índice de qualidade de água na Parte Baixa da Bacia Hidrográfica do rio Trussu – CE. 2004. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- TUNDISI, J.G. Limnologia do séc. XXI: Perspectivas e desafios conferência de abertura do CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 7. São Carlos, SP. 1999. 24p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

SALINIDADE E IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO PERÍMETRO ARARAS NORTE, CEARÁ¹

**CHAVES, L. C. G.²; ANDRADE, E. M.³; CRISOSTOMO, L. A.⁴;
NESS, L. R. L.⁵; LOPES, J. F. B.⁶ & SANTOS, F. S. S.⁷**

¹ Parte da dissertação do primeiro autor

² Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, M. Sc. em Irrigação e Drenagem, Bolsista FUNCAPE, FUNCEME, Av. Rui Barbosa, 1246, CEP: 60115-221, Fortaleza. (85) 31011119. e-mail: luiscarlosguerreiro@yahoo.com.br

³ Engº Agrônomo, Ph.D., pesquisadora do CNPq, Profª. Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Engº. Agrônomo, Ph. D., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

⁵ Engº Agrônomo, D. Sc., Professor da Universidade Federal do Ceará, Crato, CE.

⁶ Estudante de graduação em Agronomia, CCA/UFC, Fortaleza, CE.

⁷ Prof. Mestre, Faculdade de Tecnologia CENTEC-Limoeiro do Norte, CE.

RESUMO: O principal objetivo desse estudo foi identificar a adição de sais ao solo da área irrigada em comparação a mata nativa, e a lixiviação dos sais pelas chuvas em uma área do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. Foram selecionadas duas áreas: uma cultivada com uva (*Vitis vinifera* L.) desde 2001 e irrigada por microaspersão e, outra vizinha com mata nativa. O solo foi coletado nas camadas de 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm, bimestralmente, de maio de 2003 a setembro de 2005 e enviadas ao laboratório para determinação da CE. O total de chuvas precipitadas no período foi de 2.882 mm. Os resultados mostraram que ocorreu adição de sais ao solo da área irrigada com incrementos na CE de até 573% em relação a CE da solução do solo da mata nativa. A adição de sais deu-se principalmente pela aplicação de adubos minerais, uma vez que as águas são classificadas como C₁S₂. A chuva total anual não foi suficiente para lixiviar os sais da área irrigada.

Palavras chave: irrigação, sais totais, impacto ambiental

SALINITY AND IRRIGATION IMPACT IN AT IRRIGATION DISTRICT ARARAS NORTE, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This work aimed to identify the salt addition in irrigated soil when compared to undisturbed land at Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará State, Brazil. Also, it was evaluated the rainfall effect in the salt lixiviation. Soil under irrigation has been cultivated with grapevine (*Vitis vinifera* L.) since 2001 using microaspersion irrigation system. Soil was sampled in the following layers: 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm from May/2003 to September/2005. Samples were taken to laboratory for analyzes of the electric conductivity (EC). Total rainfall during the studied period was 2.882 mm. Results showed that occurred salt addition in soil under irrigation and the largest increment to EC was 573%. The salt addition in soil was, principally, due to mineral fertilizer, since irrigated water was classified as C₁S₂. Total rainfall was not enough to leach the salts added due to irrigation.

Key words: irrigation, total salts, enviromental impact



INTRODUÇÃO

A produção mundial de frutas está em torno de 540 milhões de toneladas, a China e a Índia (55,6 milhões de toneladas) e o Brasil (38 milhões de toneladas) são os maiores produtores (Andrigueto & Kososki, 2005). Porém, as constantes instabilidades climáticas, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas do globo, fazem da agricultura de sequeiro uma atividade de grande risco, afetando a regularidade da produção agrícola (Macêdo & Menino, 1998). Nesse contexto a agricultura irrigada tem alcançado grande destaque no setor produtivo mundial, sendo responsável por 40% da produção total de alimentos (Barreto & Silva, 2004). Entretanto, segundo Mantovani (2006) a irrigação pode criar impactos ambientais adversos às condições físicas, químicas e biológicas do solo, à disponibilidade e qualidade da água, à saúde, à fauna e à flora, repercutindo, em alguns casos, de forma negativa nas condições socioeconômicas do irrigante ou, mesmo, da comunidade local. Estimativas apontam que da área cultivada na superfície do globo ($1,5 \times 10^9$ ha), 23% das terras são salinas e 37% são sódicas, encontrando-se distribuídas por todos os continentes (Tanji, 1990). As zonas áridas e semi-áridas do globo são as mais afetadas por problemas de sais nas áreas irrigadas. Aliado a essas condições climáticas os problemas de salinidade estão associados também com a má drenagem, o lençol freático alto, a baixa permeabilidade do solo, o manejo inadequado da irrigação, os minerais primários, as adubações químicas contínuas e mal conduzidas em solos irrigados e a ação antrópica, com maior potencial para causar problemas devido à sistemática adição ao solo de sais contidos na água (Bezerra, 1996; Souza et al., 2001). Em regiões de baixa precipitação pluvial, a lavagem dos sais deve ser realizada, como forma de manter a salinidade em um nível aceitável. Já em regiões onde essa precipitação é relativamente alta, a sua ocorrência, durante a estação chuvosa, pode assegurar a lavagem dos sais (Bem-Hur et al., 2001; Andrade et al., 2004). O estudo relativo a este trabalho teve como objetivo medir o teor de sais no solo, adicionado pela irrigação, comparando-o com um solo de mata nativa e, verificando a eficiência das chuvas na lixiviação dos sais a níveis satisfatórios.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental para este trabalho faz parte de um lote de 11,0 ha, localizado no Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. As coletas de solo foram realizadas em uma subárea de 5,0 ha do respectivo lote, cultivada com uva (*Vitis vinifera* L.) desde 2001 e irrigada por microaspersão e, em uma área de mata nativa localizada no próprio lote, fora da

faixa cultivada. Os solos do Distrito são principalmente Luvisolos e Latossolos. A área era irrigada com água tipo C₁S₂, proveniente do Açude Público Federal Paulo Sarasate (Batista, 2006). As amostras de solo foram coletadas bimestralmente de maio de 2003 a setembro de 2005, abrangendo praticamente dois períodos de irrigação e um de chuvas. Em cada posição eram coletadas quatro amostras nas camadas de 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm de profundidade. Na área cultivada, as amostras foram coletadas na projeção da copa das plantas em pontos aleatórios equidistantes formando-se uma amostra composta para cada camada. Na faixa de mata nativa, seguiu-se as mesmas profundidades de coleta da zona cultivada, sendo que, por se tratar de uma área não sujeita ao manejo da irrigação, tomou-se apenas um ponto para amostragem por profundidade. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará para as determinações da condutividade elétrica (CE), pH, cátions e ânions. A estimativa da concentração de sais foi feita pela CE no extrato solo-água 1:1, seguindo a metodologia proposta por Richards (1954). Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados pelo Posto Meteorológico de Varjota, Ceará sendo disponibilizados pela Funceme.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação espaço-temporal da CE para as camadas estudadas e da precipitação pluviométrica ocorridas durante o período podem ser observadas na Figura 1. O maior incremento dos sais totais adicionados ao solo foi registrado na camada de 0-30 cm em janeiro de 2005 (Figura 1A). Enquanto o valor da mata nativa foi de 0,32 dS m⁻¹, na área irrigada o valor equivalente foi de 2,16 dS m⁻¹, representando incremento de 573%. Esse fato pode estar associado ao manejo da irrigação com aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados e os cloretados, uma vez que a condutividade elétrica média da água era de 0,21 dS m⁻¹. Observações semelhantes foram efetuadas por D'Almeida (2002), Meireles et al. (2003) e Andrade et al. (2004). Bezerra (1996) cita como exemplo de salinização de solos ocasionada por adubações minerais, o caso de um Oxissol do Projeto Bebedouro em Petrolina. Os valores máximos de CE encontrados nesse estudo, por camada da área irrigada foram: 1,40 dS m⁻¹ (0-30 cm) em julho de 2004, 1,28 dS m⁻¹ (60-90 cm) em setembro de 2005 e 1,03 dS m⁻¹ (90-120 cm) em janeiro de 2004. O total de chuvas no período foi de 1.288 mm, com concentração máxima em janeiro de 2004 (Figura 1).

Porém essa precipitação não foi suficiente pra lixiviar todos os sais e levar o solo da área irrigada à condição de mata nativa. Lixiviações ocorreram apenas entre os meses de julho e setembro de 2005, decorrência da aplicação de lamina de água excessiva, uma vez que tratava-se do período seco.

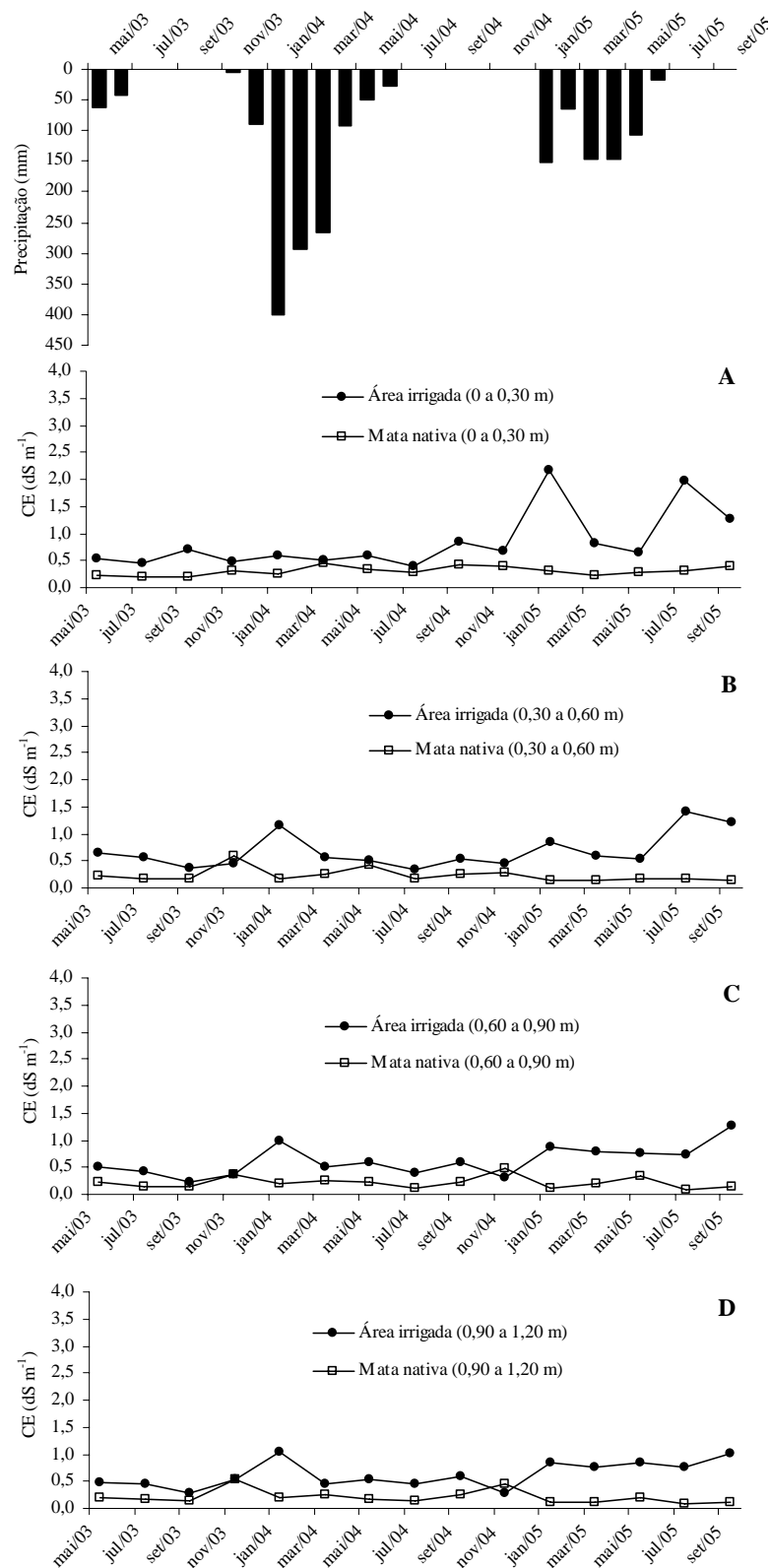


Figura 1. Variação espaço-temporal da condutividade elétrica no solo do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará.

CONCLUSÕES

O estudo realizado permitiu concluir que ocorreu adição de sais no solo sob irrigação no Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, com incrementos na condutividade elétrica da área irrigada de até 573% em relação à mata nativa. A precipitação pluviométrica ocorrida no período não foi suficiente para ocasionar a lixiviação dos sais totais. O acúmulo de sais no Distrito está associado ao manejo do solo e a aplicação de adubos minerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M.; D'ALMEIDA, D. M. B. A.; MEIRELES, A. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; ARRUDA, F. E. R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.9-16, 2004.
- ANDRADE, J. R.; KOSOSKI, A. R. Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil. In: OLIVEIRA, V. H. de.; COSTA, V. S. O. **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 355p.
- ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.; CRUZ, M. G. M. Modelagem da concentração de íons no extrato de saturação do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.2, p.25-32, 2002.
- ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; MEIRELES, M.; SOUSA, B. F. S.. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.179-286, 2006.
- BEM-HUR, M.; LI, F. H.; KEREN, R.; RAVINA, I.; SHALIT, G.; Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water and under high water table conditions. **Soil Science American Journal**, v.65, p.191-198, 2001.
- BEZERRA, F. **A terra e a irrigação no nordeste**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1996. 116p.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A. **Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodi – CE**. Fortaleza, 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Engenharia Agrícola, UFC.
- MACÊDO, L. S.; MENINO, I. B. Monitoramento de sais na água e nos solos irrigados do projeto Vereda Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.2, n.1, p.47-51, 1998.
- MANTOVANI, E. C. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 318p.
- MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CRUZ, M. G. M. da.; LEMOS, L. C. A. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, n.2, p.207-212, 2003.
- RICHARDS, L. A. (ed). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D. C.: U. S. Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- TANJI, K. K. Nature and extent of agricultural salinity. In: TANJI, K. K. **Agricultural Salinity Assessment and management**. New York: ASCE manuals and reports on engineering practice, 1990. 619p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DA BANANEIRA

LOPES, F.B.¹; BEZERRA, F. M. L.²; AQUINO, D. N.³;
LOBATO, F. A. O.⁴; LOPES J. F. B.⁴ & MENDONÇA, M. A. B.⁴

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, bolsista do CNPq, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008 9762, e-mail: lopesfb@yahoo.com.br

²Eng. Agr., Ph.D., Prof. do Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC

³Eng. Agro. Mestrando, Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, bolsista do CNPq

⁴Estudante de Agronomia, Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC

RESUMO: Neste trabalho se avaliou dois sistemas de irrigação por microaspersão instalados numa área cultivada com bananeira, no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú – CE. As avaliações foram realizadas em dois lotes (A e B) distintos, utilizando a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1974). As variações de pressão e vazão foram elevadas para ambos os lotes. O coeficiente de uniformidade de distribuição – CUD, dos sistemas de irrigação foi classificado como ruim e bom para os lotes A e B, respectivamente. O Lote A apresentou uma eficiência de aplicação muito baixa (34,1%). O desempenho do sistema de irrigação para os parâmetros avaliados do Lote A foi inferior ao Lote B.

Palavras chave: *Musa sp*; irrigação localizada, coeficiente de uniformidade

MICRO-IRRIGATION SYSTEM PERFORMANCE AT BANANA TREE ORCHARD

ABSTRACT: The work aimed to evaluate the micro-irrigation system performance at banana tree orchard sited in Irrigated Perimeter of Baixo Acaraú, Ceará, Brazil. Evaluations were conducted in two distinct field (A and B) applying Keller & Karmeli method (1974). The pressure variation and discharge were high in both fields. Systems presented very low Criddle's uniformity coefficient (CUD), been classified as poor and good to fields A and B, respectively. The adequacy to field A was very poor (34%), and according to evaluated parameters, the performance of field A was lower than that of field B.

Key-words: *Musa sp*; Trickle irrigation, uniformity

INTRODUÇÃO

Para um melhor desenvolvimento das atividades humanas ligadas ao uso racional da água é importante o desenvolvimento de sistemas de irrigação cada vez mais eficientes, evitando-se o desperdício deste precioso recurso, a água. De todos os métodos de irrigação utilizados, a irrigação localizada vem apresentando um crescimento contínuo. Isso devido aplicar água diretamente no sistema radicular da planta, promovendo, assim, uma economia no uso da água (Keller & Karmeli, 1975; Pizarro, 1997).

O manejo racional da irrigação consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto. Por não adotar um método de controle da irrigação, o produtor usualmente irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Um melhor manejo da irrigação, tem sido objetivo de pesquisas de vários autores (Favetta & Botrel, 2001; Carvalho et al., 2006).

De acordo com Keller & Karmeli (1975), torna-se necessário à realização periódica de avaliações do sistema de irrigação, pois apesar das inúmeras vantagens apresentadas, existem problemas na irrigação localizada, dentre os quais se destaca a obstrução dos emissores. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, em dois lotes implantados com a cultura da bananeira (*Musa sp.*) no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú no Estado do Ceará. Além das determinações dos coeficientes de uniformidade distribuição (CUD) e de uniformidade estatístico (CUE), da eficiência de aplicação (EA).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, o qual está situado na parte setentrional do Estado do Ceará, com abrangência dos municípios de Acaraú, Marco e Bela Cruz. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 03°11'00"- 03°22'00" de latitude S e 40°01'00"- 40°09'00" de longitude W. O mesmo ocupa uma área de aproximadamente 13 mil hectares, com 8.840 hectares já lícitados. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw', tropical chuvoso, com temperaturas médias de 28°C, e uma precipitação média anual de 900 mm.

A avaliação foi realizada em dois lotes de pequeno produtor, que utiliza sistema de irrigação localizada, do tipo microaspersão, numa área de 4 ha implantada com a cultura da banana (*Musa sp.*). O diâmetro das linhas laterais é de 16 mm nos dois sistemas avaliados. No Lote A, a cultura está plantada no espaçamento de fileiras duplas de 2 x 2 x 4 m. A avaliação desse lote foi realizada em uma subárea de 0,4 ha, composta por 16 linhas laterais e 24 microaspersores por linha lateral. Os emissores são da marca NaanDan com vazão nominal de



55 L h⁻¹ e têm cinco anos de uso. Já o Lote B, usa espaçamento simples 2,4 x 2,5 m. Neste lote a avaliação foi realizada em uma subárea de 0,3 ha, composto por 18 linhas laterais e 14 emissores, com vazão nominal de 50 L h⁻¹ da marca Netafim, com um ano de funcionamento. A metodologia adotada nos testes foi a proposta por Keller & Karmeli (1974). Foram feitas três repetições, empregando-se a média aritmética para cálculo dos valores médios.

Com esses valores foram determinadas as variações médias de vazão (ΔQ) e de pressão (ΔP) ao longo das laterais em todo o setor, utilizando as seguintes equações:

Para a variação de vazão (ΔQ)

$$\Delta Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\max}} \quad (1)$$

em que, ΔQ é a variação de vazão na lateral, %; Q_{\max} é o valor máximo de vazão, L h⁻¹; Q_{\min} é o valor mínimo de vazão, L h⁻¹.

Para a variação de pressão (ΔP)

$$\Delta P = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max}} \quad (2)$$

sendo, ΔP a variação de pressão, %; P_{\max} o valor máximo de pressão, kgf cm⁻² e P_{\min} o valor mínimo de pressão, kgf cm⁻².

Com os valores de vazão foi calculada a uniformidade de distribuição (CUD) pela expressão:

$$CUD = \left(\frac{q_{\min}}{q_{\text{média}}} \right) \times 100 \quad (3)$$

em que, CUD é o coeficiente de uniformidade de distribuição, %; q_{\min} é o valor médio dos 25% menores vazões de distribuição, L h⁻¹ e $q_{\text{média}}$ é o valor da vazão média dos microaspersores.

Merriam & Keller (1978) apresentaram o seguinte critério geral para interpretação os valores de CUD, para sistemas que estejam em operação por um ou mais anos: maior que 90% excelente, entre 80 e 90% bom, 70 e 80% regular e menor que 70% ruim.

Calculou-se a eficiência de aplicação (EA) sob irrigação completa estimada por Merriam & Keller (1978).

$$E_a = K_s CUD \quad (4)$$

sendo, E_a a eficiência de aplicação, %; K_s - coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 0,9 por ser o solo arenoso e a profundidade das raízes da bananeira menores que 0,75 m (Keller & Karmeli, 1974).

A uniformidade de aplicação de água no setor em estudo foi avaliada, através da equação:

$$CUE = (1 - CVT) * 100 \quad (5)$$

em que, CUE é o coeficiente de uniformidade estatístico de irrigação,%; CVT é o coeficiente de variação total de vazão no setor.

Para se determinar o CVT, usou-se a seguinte equação:

$$CVT = S_q / q_{\text{médio}} \quad (6)$$

sendo, S_q – desvio padrão da vazão dos emissores ($L h^{-1}$); $q_{\text{média}}$ é a vazão média dos emissores no setor ($L h^{-1}$).

Através dos resultados das pressões no setor, obteve-se o coeficiente de variação da vazão por causas hidráulicas (CVH) pela equação:

$$CVH = S_h / h_{\text{médio}} \quad (7)$$

Sendo, S_h é o desvio padrão das pressões medidas (kPa); $h_{\text{médio}}$ é a pressão média dos emissores no setor (kPa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das médias das pressões e das vazões e suas variações em todo o setor avaliado, e ao longo das linhas laterais encontram-se na Tabela 1.

Os valores de variação das pressões e das vazões ao longo das linhas laterais apresentaram-se elevados. As pressões variaram de 74,29 a 92,75%, e de 18,18 a 36,36% para os lotes A e B respectivamente, valores considerados muito altos, principalmente para o Lote A, já que Keller & Karmeli (1974) recomendam que a variação de pressão ao longo da linha lateral

Tabela 1. Comportamento da pressão média (P), variação de pressão (ΔP), da vazão média (Q) e variação de vazão (ΔQ) no setor e ao longo das laterais.

Lote A - Comprimento da linha lateral 96 m					
	Setor	Linhas			
		Inicial	1/3	2/3	Última
Pressão ($kgf cm^{-2}$)	1,61	2,05	1,44	1,59	1,35
Vazão ($L h^{-1}$)	61,86	93,08	50,93	62,63	40,80
ΔP (%)	92,86	74,29	92,75	86,76	92,69
ΔQ (%)	93,07	79,06	69,68	70,64	82,47
Lote B - Comprimento da linha lateral 68 m					
Pressão ($kgf cm^{-2}$)	0,90	0,97	0,91	0,84	0,89
Vazão ($L h^{-1}$)	44,86	44,55	46,28	43,50	45,12
ΔP (%)	36,36	18,18	21,90	36,36	21,57
ΔQ (%)	30,43	27,01	8,59	26,32	10,19



deve ser de no máximo 11%. Dentro do setor, a variação da pressão também foi alta, 93,07% (Lote A) e 36,36% (Lote B) ultrapassando bastante o valor recomendado por Keller & Karmeli (1974) que é apenas de 20%.

Na Tabela 2 tem-se o desempenho dos sistemas de irrigação avaliados. Os valores do CVH nos setores avaliados foram de 0,77 (Lote A) e 0,13 (Lote B). Valor considerado alto, pois de acordo com Bralts & Kesner (1983), em uma linha lateral o coeficiente de variação de vazão dos emissores, resultantes apenas dos efeitos hidráulicos é, em geral, da ordem de 0,037 a 0,078. Esses valores decorrem de variações de vazão de 10% a 20%, geralmente admitidas em projetos. Já para o CVT, encontrou-se o valor de 0,70 (Lote A), classificado como alto e 0,10 (Lote B), classificado como boa pela ABNT (1987). O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) encontrado foi de 37,83 e 86,70% para os lotes A e B respectivamente. O CUD é classificando como ruim para o Lote A e como bom para o Lote B (BRALTS, 1986). Abreu et al. (1987) consideram dentro dos limites aceitáveis de funcionamento, valores de CUD acima de 80 %. Para o coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) o valor para o Lote A foi de 30,46% e para o Lote B de 90,44%. O CUE é classificado como inaceitável (Lote A) e excelente (Lote B) de acordo com Favetta & Brotel (2001).

O resultado da eficiência de aplicação (EA) encontrados nos setores foi de 34,05 e 78,03% para os lotes A e B, respectivamente, valor considerado baixo, já que Keller & Bliesner (1990) recomendam valores em torno de 80%.

O desempenho inferior do Lote A em relação ao Lote B, nos parâmetros avaliados pode ser atribuído a vazamentos e entupimentos observados em campo. Outro fator que pode está contribuindo é o tempo de funcionamento de cada sistema, sendo que o Lote A tem cinco anos de uso e o Lote B um ano, e também ao comprimento da linha lateral diferente nos lotes avaliados.

Tabela 2. Coeficientes resultantes da avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão.

Coeficientes	Lote A	Lote B
\bar{q} (L h ⁻¹)	61,86	44,86
CUD (%)	37,83	86,70
EA (%)	34,05	78,03
CUE (%)	30,46	90,44
CVT	0,70	0,10
CVH	0,77	0,13

CONCLUSÕES

As variações de pressão e vazão são elevadas em ambos os lotes, principalmente no Lote A. O CUD dos lotes avaliados se classifica como ruim para o Lote A e bom para Lote B. A eficiência de aplicação (EA) foi muito baixa para o Lote A 34,05%. O lote A apresentou desempenho inferior em todos os parâmetros analisados em relação ao Lote B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistema de irrigação localizada: Avaliação do desempenho. Rio de Janeiro. 11p, 1987. Projeto 12: 02-08-20.
- ABREU, J. M. H.; LOPES, J. R.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. El riego localizado. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987, 317p.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- BRALTS, V. F.; KESNER, C. Drip irrigation field uniformity estimation. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.5.1983.
- CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; PEREIRA, J. M. G. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Irriga**, v. 11, n. 1, p. 36-46. 2006.
- FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.427-430. 2001
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinhold, 1990.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.17, n.4. 1974.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. Farm irrigation system evaluation Engineering Department, Utah State University. 1978.
- PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Freqüência**. Ediciones Mundi Prensa, 3ª edición, Madrid, 1997.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA MAMONEIRA IRRIGADA POR GOTEJAMENTO NA REGIÃO LITORÂNEA DO ESTADO DO CEARÁ

PEREIRA FILHO, J. V.¹; SILVA, A. R. A. DA² & BEZERRA, F. M. L.³

¹Bolsista PIBIC/FUNCAP e aluno de graduação em Agronomia/DENA/CCA/UFC, C.P. 12..168 – CEP 60450 – 760, Fortaleza, CE, Fone: (85)33669754, Fax: (85) 33669755.

²Bolsista PIBIC/CNPq e aluno de graduação em Agronomia/DENA/CCA/UFC.

³Prof. Associado I, Doutor, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE. e-mail: mbezerra@ufc.br.

RESUMO: Na região Nordeste torna-se extremamente importante identificar a necessidade hídrica para o cultivo da mamona em diferentes regiões edafoclimáticas, pois a escassez de trabalhos justifica o estudo da evapotranspiração da mamoneira. O presente trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração da cultura da mamona irrigada por gotejamento, utilizando o método do balanço hídrico em lisímetro de drenagem. A unidade experimental constou de quatro lisímetros de drenagem localizados numa área de 600 m². A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi determinada pelo método do balanço hídrico, em um volume de controle de solo com profundidade de 0,45 m, cuja umidade foi monitorada por tensiômetros. A ET_c apresentou valores crescentes desde o estágio vegetativo até a estágio de frutificação. Os valores máximo e mínimo observados durante o desenvolvimento da cultura foram de 3,3 mm dia⁻¹ no estágio vegetativo e de 8,3 mm dia⁻¹ aos 63 dias após a germinação. O total de água aplicado via irrigação foi de 249,8 mm, sendo aplicados durante o período de 28 de novembro de 2006 a 16 de fevereiro de 2007. A drenagem profunda nesse período correspondeu a 28,54% da lâmina aplicada via irrigação.

Palavras chave: *Ricinus communis* L., lisímetro de drenagem, tensiometria.

EVAPOTRANSPIRATION OF THE SEED OF THE CASTOR-OIL PLANT IRRIGATED FOR DRIPPING IN THE LITTORAL REGION OF THE STATE OF THE CEARÁ.

ABSTRAT: In the Northeast region one becomes extremely important to identify the hidric necessity for the culture of seed of the castor-oil plant in different edafoclimáticas regions, therefore the scarcity of works justifies the study of the evapotranspiration of the seed of the castor-oil plant. The present work had as objective to determine the evapotranspiration of the culture of seed of the castor-oil plant irrigated by dripping, using the method of the hydric rocking in lisímetro of draining. The experimental unit consisted of four located lisímeter of draining in an area of 600 m². The evapotranspiration of the culture (ET_c) was determined by the method of the hydric rocking, in a volume of control de soil with depth of

0,45 m, whose humidity was monitored by tensiometer. The ETc presented increasing values since the vegetative stadium until the fruition stadium. The observed values maximum and minimum during the development of culture had been of the 3,3 mm day⁻¹ in the vegetative stadium and of 8,3 mm day⁻¹ to the 63 days after the germination. The applied water total way irrigation was of 249,8 mm, being applied during the period of 28 of November of 2006 the 16 of February of 2007. The deep draining in this period corresponded 28.54% of the applied blade way irrigation.

Key-words: *Ricinus Communis* L., lisímetro of draining, tensiometer.

INTRODUÇÃO

Apesar da grande importância do óleo da mamona para se realizar a substituição do combustível óleo diesel é necessária à produção de óleo vegetal em larga escala, o que representará sua expansão em várias regiões do país sob condições de sequeiro e irrigado.

Apesar da reputação de resistente à seca, a mamona atinge bons níveis de produção com uma pluviosidade mínima entre 600 a 700 mm bem distribuídos durante o ciclo da cultura. Com uma faixa ideal de pluviosidade variando de 750 a 1500 mm. Caso a pluviosidade seja uniforme, a ponto de possibilitar um planejamento em sua utilização, aconselha-se realizar o plantio de modo que a planta receba 400 a 500 mm até o início da floração. É fundamental que haja disponibilidade de água no solo quando do período de floração/frutificação (Távora, 1982).

A escassez de água, proveniente de precipitações pluviométricas, tem ocasionado ao longo dos anos, perdas significativas na produção agrícola. Por outro lado, a irrigação tem sido adotada para corrigir esta deficiência hídrica. Mas em diversas situações esta prática vem sendo realizada sem obedecer às recomendações técnicas adequadas, o que tem proporcionado um mau aproveitamento das áreas cultivadas e dos recursos hídricos disponíveis.

Um dos fatores que determinam o êxito dos cultivos é a disponibilidade hídrica, daí a importância de se utilizar métodos para determinar os componentes do balanço hídrico, principalmente a evapotranspiração, cuja estimativa permite avaliar a quantidade de água a aplicar-se no cultivo.

Na região Nordeste torna-se extremamente importante identificar a necessidade hídrica para o cultivo da mamona em diferentes regiões edafoclimáticas, pois a escassez de trabalhos justifica o estudo da evapotranspiração da mamoneira.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a evapotranspiração da mamoneira, nas condições de Fortaleza, durante seus estádios fenológicos em lisímetros de drenagem, utilizando o método do balanço hídrico simplificado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, situado em Fortaleza (latitude 38°32' S, longitude



de 3°43' W e altitude 19,5 m). O clima da região é do tipo Aw', segundo a classificação de Köppen, corresponde a uma região climaticamente tropical chuvoso, com máximo de chuva em outono (abril). O solo é do tipo Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999), com baixa retenção de água, textura arenosa, boa drenagem, lençol freático muito profundo e baixo teor de matéria orgânica.

A pesquisa foi conduzida em uma área de 40 m de comprimento por 16 m de largura onde se encontram instalados quatro lisímetros de drenagem feitos de tanques de cimento amianto com área de 1,32 m² e profundidade de 0,55 m. A área do experimento tem também como bordadura uma área de aproximadamente 1,5 ha cultivada com feijão de corda.

O solo foi previamente preparado e as covas foram abertas manualmente no dia 09 de novembro de 2006, sendo aplicados os adubos orgânicos e minerais. A adubação de fundação foi realizada 16 de novembro, com a aplicação de 1 litro de composto orgânico, 44,98 g de superfosfato simples, 7,75 g de cloreto de potássio e 20 g de ureia, por cova. Além da adubação de fundação, foram feitas adubações de cobertura aos 30 e 60 dias após a germinação, com a mesma quantidade da fundação.

A semeadura foi realizada no dia 20 de novembro, com aplicação de 6 a 7 sementes por covas. A germinação deu-se a partir do dia 27 de novembro, tendo alcançado o máximo com cinco dias após a germinação. Entretanto, no dia 7 de dezembro, fez-se uma nova semeadura nas covas que não apresentaram germinação. O desbaste foi realizado com 15 dias da germinação, deixando apenas uma planta por cova.

A cultura foi irrigada por um sistema de irrigação localizada, tipo gotejamento, com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, dando um total de 27 linhas laterais, com vazão média do gotejador de 8 L.h⁻¹, para uma pressão de serviço de 200 kPa.

A umidade do solo foi acompanhada diariamente, no período de 28 de novembro de 2006 a 16 de fevereiro de 2007, através dos tensiômetros com manômetro de mercúrio instalados em cada um dos lisímetros, nas profundidades de 0,10, 0,30 e 0,45 m. As irrigações foram realizadas sempre pela manhã, logo após as leituras feitas nos tensiômetros. A lâmina de irrigação foi calculada pelo tanque classe A, sendo aplicado 100% da evaporação no tanque, em intervalos de 2 em 2 dias.

Lâmina de Irrigação:

$$L_B = \frac{K_t \cdot ECA \cdot PAM}{Ea} \quad (1)$$

em que,

- Kt – coeficiente do tanque Classe A (Tabelado – Valor adotado 0,75);
- ECA – evaporação no tanque Classe A, mm dia-1;

- PAM – percentagem de área molhada (Valor adotado 40%);
- Ea – eficiência de aplicação (Valor medido em campo = 90%).

Tempo de irrigação (Ti):

$$T_i = \frac{L_B \cdot A_p}{q_g} \quad (2)$$

Sendo, L_B – Lamina bruta de irrigação, em mm; A_p – área disponível por planta, m^2 e q_g – vazão do gotejador, $L h^{-1}$.

No decorrer do desenvolvimento da cultura foram feitos todos os tratos culturais necessários. Foram feitas apenas duas capinas manuais com enxada e aplicação de formicida para controle de saúvas.

Em 17 de março de 2007 foi feita a colheita do racemo primário, sendo a produtividade média dos 4 lisímetros de $736,38 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc)

A evapotranspiração da cultura foi obtida pelo método do balanço hídrico, aplicado nos quatros lisímetros de drenagem, utilizando a equação simplificada apresentada por Reichardt (1985), dada por:

$$ETc = L_B - D \pm \Delta h \quad (3)$$

em que,

- L_B – lâmina bruta de irrigação, em mm;
- D – drenagem profunda - obtida pela coleta do volume de água drenado de cada lisímetro em balde na câmara coletora dos lisímetros, sendo medido em proveta e transformado em mm pela área do lisímetro;
- Δh – variação da armazenagem da água no solo, em mm, obtida pela expressão:

$$\Delta h = (\theta_f - \theta_i) \cdot Z \quad (4)$$

em que, θ_f – umidade no solo no dia da irrigação, em $m^3 m^{-3}$; θ_i – umidade no solo no dia da irrigação anterior, em $m^3 cm^{-3}$ e Z – profundidade do solo (lisímetro), em mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração da cultura foi crescente (o que já era esperado), desde o estágio vegetativo até o estágio floração – frutificação, chegando a atingir um valor máximo aos 50 dias após a germinação (DAG), no estágio de floração e frutificação (Figura 1).

Os valores mínimo e máximo observados durante o desenvolvimento da cultura foram de $1,8 \text{ mm dia}^{-1}$ no estágio vegetativo e de $6,9 \text{ mm dia}^{-1}$ aos 50 dias após a germinação, no estágio

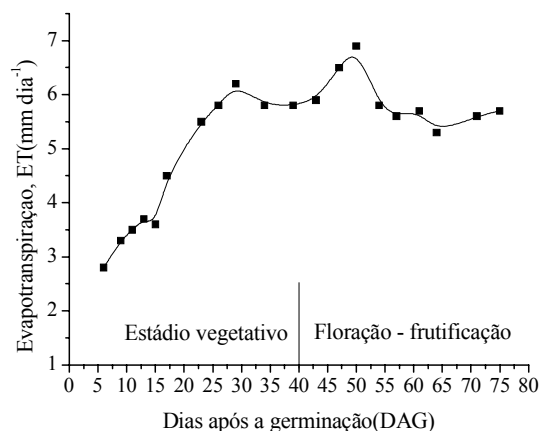


Figura 1. Variação da evapotranspiração da cultura da mamoneira medida no lisímetro de drenagem, durante os dias após a germinação.

de floração - frutificação. O valor médio da evapotranspiração da cultura foi de 5,0 mm dia⁻¹ para o ciclo total.

Lima et al. (2004) verificaram em seu trabalho que as condições do Brejo Paraibano o valor da evapotranspiração de mamoneira é de 1,84 mm dia⁻¹, valor esse bem inferior ao encontrado na pesquisa.

O total de água aplicado via irrigação foi de 272,1 mm aplicados no período de 28 de novembro de 2006 a 09 de fevereiro de 2007. A evapotranspiração acumulada no período do estudo foi de 315,8 mm.

Em se tratando dos requerimentos hídricos da mamoneira, Beltrão et al. (2004) afirmam que a cultura requer no mínimo 400 mm de água até o início da floração e cerca de 200 mm no período de enchimento dos frutos. O valor total requerido pela cultura na pesquisa (315,8 mm) está abaixo do encontrado pelos autores acima. Tal fato se pode explicar pelo uso de um sistema irrigação localizado, onde ocorre uma redução na lâmina de água aplicada.

A perda por drenagem foi de 51,6 mm no período, que corresponde a 18,96% da lâmina aplicada via irrigação. Isto constata que este componente do balanço, apesar de difícil determinação, não pode ser desprezado no estudo do balanço hídrico das culturas (Silveira E Stone, 1979).

CONCLUSÕES

Os valores mínimos da evapotranspiração da mamoneira deram-se no estágio vegetativo e os máximos ocorreram no estágio de floração – frutificação.

O valor médio da evapotranspiração da cultura da mamona no estágio vegetativo foi de 4,4 mm dia⁻¹ e de 5,9 mm dia⁻¹ no estágio de floração – frutificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a FUNCAP pela concessão de bolsa PIBIC/FUNCAP ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, N.E. de M.;ARAÚJO, A.E.de;GONÇALVES,N. P.;AMARAL, J.A.B. do;SEVERIANO, L.S.;CARDOSO, G.D. **Ordenamento ambiental e época de plantio da amamoneira (*Ricinus communis* L.) para a região Norte de Minas Gerais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004, 6p (Comunicado Técnico, 207)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.
- LIMA, J.R.S.;ANTONINO,A.C.D.;SILVA,I.de F.da;SOUZA, C.de;LIRA, C.A.B.de O. Avaliação dos componentes do balanço de energia num solo cultivado com mamona no Brejo paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA,1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande:Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
- REICHARDT, K., **Processo de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 466p.
- SILVEIRA, P. M. do; STONE, L. F. Balanço de água na cultura em latossolo vermelho-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 14, n. 2, p. 11-115, abril 1979.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

IMPACTO DA IRRIGAÇÃO EM SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ACARAÚ, CEARÁ

ANDRADE, E. M.¹; RODRIGUES, J. O.²; LOPES, J. F. B.³;
CRISOSTOMO, L. A.⁴ & LOBATO, F. A. O.⁵

¹Engo. Agro, Ph.D., Prof^a do Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

²Eng^o Agr^o; Mestrando em Irrigação e Drenagem, Bolsista CNPq, Av. Mister Hull, s/n^o, Bloco 804, Campus do Pici, CEP: 60455 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, e-mail: wilson_agronomia@hotmail.com

³Estudante de Graduação em Agronomia, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

⁴Eng^o. Agr^o, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE.

⁵Estudante de Graduação em Agronomia, Bolsista CNPq, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo analisar o processo de salinização em campos de agricultura irrigada. O experimento foi conduzido em área cultivada e nativa nos Distritos de Irrigação Baixo Acaraú (DIBAU) e Araras Norte (DIPAN), Ceará. As coletas de solo ocorreram nos anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 e as profundidades avaliadas foram de 0-30, 30-60 e 60-90 cm. Avaliou-se nesse estudo os incrementos da Condutividade Elétrica do solo, a qual reflete o nível de salinidade. De acordo com os resultados, no DIBAU, o total precipitado no período chuvoso de 2004 foi suficiente para promover a lixiviação dos sais, levando o solo cultivado à uma condição semelhante a da mata nativa. Nesse distrito a maiores concentrações de sais foram verificados para a camada inferior do solo (60-90 cm). Para o DIPAN foi identificado incremento de sais em todas as camadas, durante todo o período monitorado, sendo os maiores incrementos registrados no ano de 2007, principalmente, na camada superior do solo (0-30 cm). Em ambos os distritos foi identificado um efeito acumulativo de sais em todas as camadas estudadas.

Palavras chave: salinidade, degradação do solo, lixiviação.

IRRIGATION IMPACT IN THE SOILS AT ACARAÚ BASIN, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: To identify the soil salinity process due to irrigation management this work was carried out to compare the salinity levels, under irrigation condition, with another one, in an undisturbed land. The investigation occurred at the Distritos Irrigados Baixo Acaraú (DIBAU) and Araras Norte (DIPAN), both sited in Acaraú Basin, Ceará, Brazil. Soil samples occurred from 2003-2007, in the following layers: 0-30, 30-60 e 60-90 cm. It was evaluated the enhanced of soil electric conductivity values, which is used to express the salinity level. According to the results, the rainfall depth registered at DIBAU in 2004 was enough to leach the salts added by irrigation. In this area, the highest salt concentration occurred in the deeper layer (60-90 cm). In the DIPAN, it was identified salt addition in all layers and the highest concentration was registered to the year of 2007, principally, in the up layer (0-30 cm). In both fields were identified a salt accumulative effect in all studied layers.

Key words: salinity, soil degradation, leaching

Figura 1 – Localização do DIBAU e do DIPAN na Bacia do Acaraú, Ceará



com chuvas de outono). Já a região onde está situado o DIPAN apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima do tipo BSw'h', semi-árido quente com chuvas de verão-outono excedendo 750 mm. A água que abastece o DIBAU e o DIPAN provém, respectivamente, da Barragem Santa Rosa (C₁S₂) e do Açude Público Paulo Sarasate (C₁S₂).

As campanhas de coleta de solo foram realizadas nos meses de maio e setembro dos anos de 2003, 2004 e 2005, para o ano de 2006 as coletas foram realizadas somente na estação seca, enquanto para 2007 apenas na chuvosa. Elegeram-se as coletas dos meses de maio e setembro por representativos da estação chuvosa e seca respectivamente. As profundidades amostradas corresponderam as camadas de 0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm em área de mata nativa, a qual representava a condição natural do solo e em área irrigada como forma de avaliar o impacto provocado pela irrigação. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados, e enviadas ao Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical para a determinação da Condutividade Elétrica (CE). A metodologia utilizada foi a recomendada por Richards (1954). Foi obtida uma suspensão de solo:água na proporção 1:1, em que foram tomados 150 g da amostra e adicionados 150 mL de água deionizada. A inspeção do impacto da irrigação nos dois distritos de irrigação considerados neste estudo, baseou-se na análise do incremento de sais, que representa a quantificação percentual da CE na área irrigada com relação a CE no solo da mata nativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 2 e 3 estão evidenciados os incrementos da condutividade elétrica do extrato solo:água 1:1 das áreas irrigadas com relação a mata nativa dos dois distritos de irrigação durante o período de estudo. Percebe-se pela Figura 2 uma intensa redução nos incrementos de sais no solo do DIBAU para o período chuvoso de 2004 comparativamente ao período seco do mesmo ano (set/04) e até mesmo em relação aos demais anos avaliados. Tal fato é resultante da alta lâmina precipitada (596 mm) no mês de janeiro, sendo, “672%” superior a média mensal da região, isso proporcionou uma lixiviação dos sais do solo. Tal fato significa que as chuvas ocorridas na estação chuvosa de 2004, levaram os solos da área irrigada a condição de mata nativa. Tem sido demonstrado por pesquisadores (Hoorn, 1971; Kodva et al., 1973), citados por Holanda e Amorim, (1997) que a lixiviação no perfil do solo é maior quando se registra concentrações de chuvas em um curto espaço de tempo. Percebe-se, também que os maiores incrementos foram registrados na estação chuvosa de 2007 para a camada inferior do solo (60-90 cm) onde foi verificado incremento de sais de 240% (Figura 2), expressando a lixiviação dos sais para as camadas mais profundas. Observa-se que a partir da estação chuvosa de 2004 a

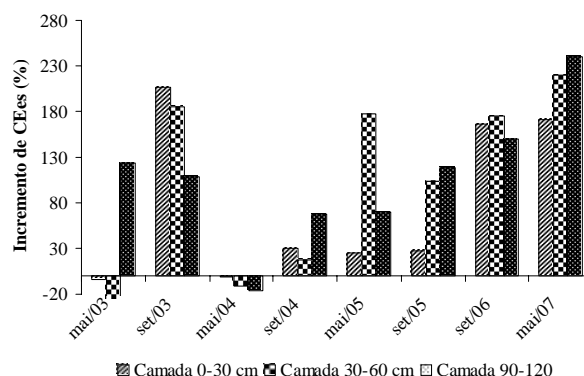


Figura 2 – Incremento de sais em diferentes camadas no DIBAU

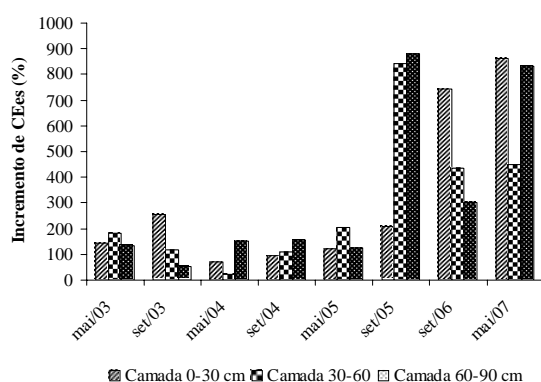


Figura 3 – Incremento de sais em diferentes camadas no DIPAN

concentração salina na área irrigada foi sempre superior a condição da mata nativa, apesar da textura do solo ser leve com um percentual de areia superior a 70%. Tal fato evidência um manejo inadequado da irrigação nessa área.

Um efeito acumulativo de sais ao longo do período estudado, também, foi observado para o DIPAN (Figura 3), sendo os maiores valores registrados para os anos de 2006 e 2007, principalmente na camada superior do solo. Esta maior concentração na camada de 0-30 sugere a existência da deposição de sais na superfície pelos processos da ascensão capilar e evaporação da superfície do solo. Uma vez que a água empregada na irrigação apresenta baixas concentrações de sais totais (C_1S_2) acredita-se que parte desses sais possam ser oriundos dos fertilizantes químicos, em torno de $4,6 \text{ ton ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, empregados como fonte de nutrientes para as plantas. Aumento nos teores de sais do solo devido o emprego de adubos minerais foi, também, constatado por D'Almeida em estudo sobre salinização de solos na Chapada do Apodi-CE. Para a estação seca de 2005 registrou-se incremento de sais na magnitude de 841,18 e 880% nas camadas de 30-60 e 60-90 cm, respectivamente. Isso demonstra que as precipitações e as irrigações promovidas nesse perímetro não estão sendo suficientes para lixiviar os sais para as



camadas mais profundas, e portando, podendo reduzir o potencial produtivo do solo ou promover a degradação dos mesmos. Pesquisadores como Andrade et al. (2004) e D’Almeida (2002) discutem o risco de degradação do solo e da água em decorrência de um manejo incorreto da irrigação.

CONCLUSÕES

- Com exceção das camadas de 0-30 e 30-60 cm em 2003 e da estação chuvosa de 2004, o Distrito de irrigação Baixo Acaraú (DIBAU) apresentou incremento de sais nos solos para todas as camadas estudadas.
- O Distrito de Irrigação Araras Norte (DIPAN), expressou um efeito acumulativo maior do aquele registrado no DIBAU.
- Maiores concentrações de sais na camada superior foram registradas no DIPAN
- O DIBAU apresentou um menor risco de salinização dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E.M.; D’ALMEIDA, D.M.B.A.; MIERELES, A.C.M.; LEMOS FILHO, L.C.A.; DE ARRUDA, F.E.R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.9-16, jan/jun. 2004.

ANDRADE, E.M.; D’ALMEIDA, D.M.B.A. A Irrigação e os Riscos de Degradação dos Recursos Naturais. In: ROSA, M. F; GONDIM, R. S; FIGUEREDO, M. C. B. de. *Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe*, Ceará. Fortaleza: Embrapa, 2006. cap. 9, p.221-244.

CHAVES, L. C. G. **Salinidade e impacto da irrigação no Distrito de irrigação do perímetro Araras Norte, DIPAN, Ceará, 2006**. 79f. Dissertação (Mestrado em irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará,. Fortaleza, 2006.

D’ALMEIDA, D. M. B. A. **Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodi-CE**. Fortaleza, 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

RICHARDS, L. A. (ed) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. **USDA Agricultural Handbook 60**, Washington: U.S: Departament of Agriculture, 1954. 160p.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação In: GHEYEI, H. R.; QUEIROZ, J. E; MEDEIROS, J. F. de (Ed). **Manejo e Controle da Salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. cap. 5, p. 137-169.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA ENRIQUECIDA COM DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) NO PH DO SOLO

PAULA. F. L.M. DE¹; FRIZZONE, J. A.²; PAULA, A. L. DE³;
BOTREL, T. A.⁴; PAULUS, D.⁵ & BORGES, A.C.F.⁶

¹Aluna de Pós-Graduação, ESALQ-USP, CEP 13420-004, , Piracicaba, SP. Fone (19) 3435-4140 e-mail:
flmpaula@esalq.usp.br

²Prof. Titular, Dep^{to} de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

³Aluno de Pós-Graduação. Dep^{to} de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

⁴Prof. Associado, Dept^o de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

⁵Aluna de Pós-Graduação, Dep^{to} de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

⁶Aluna de Graduação, Curso de Agronomia, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o pH do solo em função das aplicações de CO₂ via água de irrigação. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com 4 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos aplicados foram 4 doses de CO₂: 0 (T1), 187,5 (T2); 281,0 (T3) e 375,0 (T4) kg ha⁻¹. A cultura utilizada foi a pimenta (*Capsicum futescens* L.) cv Tabasco mcllhenny. O CO₂ foi injetado via irrigação por gotejamento com frequência de aplicação de quatro dias. A medição do pH do solo foi realizada com auxílio de um aparelho de leitura direta. Verificou-se que o pH do solo quando aplicado a maior dose de CO₂ (T4) reduziu de 6,0 para 4,9, evidenciando uma variação grande de pH. Com isso pode-se ocasionar um desequilíbrio no fornecimento, disponibilidade e na absorção de alguns nutrientes, dentre eles nitrogênio e zinco, sintomas estes não observados na cultura da pimenta. O CO₂ aplicado via água de irrigação faz com que o pH em torno das raízes seja modificado por ação dos íons bicarbonatos, ocorrendo um aumento da acidez do solo, fazendo com que a absorção de nutrientes seja aumentada. Mesmo na dose mais alta, o pH do solo não teve efeitos prejudiciais à cultura.

Palavras-chave: pH do solo, irrigação por gotejamento, dióxido de carbono

INFLUENCE OF IRRIGATION WATER ENRICHED WITH CARBON DIOXIDE(CO₂) SOIL PH

ABSTRACT: The objective work aimed evaluate the pH soil was evaluated in function of the applications of CO₂ saw irrigation. The experimental design was for timing was randomized blocks with four treatments and eight replications. The applied treatments were 4 doses of CO₂: 0 (T1), 187,5 (T2); 281,0 (T3) and 375,0 (T4) Kg ha⁻¹. The used culture was to pepper (*Capsicum futescens* L.) cv. Tabasco mcllhenny. The CO₂ was injected saw dripping irrigation with frequency of application of four days. The measurement of the pH soil was accomplished with tester of direct reading. It was verified that the pH soil when applied the largest dose of CO₂ (T4), it reduced of 6,0 for 4.9, evidencing a great variation of



pH and could cause an unbalance in the supply, availability and in the absorption of some nutrients, then nitrogen and zinc, symptoms these not observed in the culture of the pepper. The CO₂ applied saw irrigation water it makes with that pH around the roots is modified by action of the íons bicarbonates, happening an increase of the acidity of the soil, making with that the absorption of nutrients is increased. The pH soil didn't have injurious effects the culture, even in the highest dose.

Key-words: Soil pH, dripping irrigation, carbon dioxide

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos de melhor qualidade requer o uso de tecnologias que minimizem os efeitos que limitam a produtividade. Dentre estas tecnologias tem-se o uso do dióxido de carbono (CO₂) aplicado via irrigação, com o objetivo de maximizar a produtividade, melhorar a qualidade de frutos e reduzir os custos de produção (Furlan et al., 2002).

O CO₂ aplicado via irrigação reage com os cátions da solução do solo produzindo bicarbonatos, sendo então absorvido pelas plantas. O CO₂ provoca redução do pH do solo e este por sua vez interfere na disponibilidade de nutrientes para a planta. O efeito do pH do solo sobre a absorção de íons, principalmente dos cátions, dá-se pela sua influência no funcionamento das bombas de prótons existentes na membrana plasmática (Furlani, 2001). Estas bombas desempenham um papel decisivo para a absorção de nutrientes, pois são responsáveis pelo influxo de íons para dentro das células vegetais. Também há influência do pH no desenvolvimento de microorganismos do solo, como fungos e bactérias, (Taiz & Zieger, 1998), influenciando assim a população de microorganismos benéficos, importantes para a otimização da absorção de nutrientes.

Outro ponto importante da influência do pH sobre a absorção de nutrientes diz respeito à solubilidade dos nutrientes na solução do solo. Alguns micronutrientes, como o manganês apresenta alta solubilidade em faixas de baixo pH, podendo causar fitotoxidez às plantas. Devido a estes fatores, o objetivo do trabalho foi verificar os efeitos de diferentes doses de dióxido de carbono (CO₂), aplicados via irrigação por gotejamento no pH do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido instalado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, ESALQ – USP, localizada no município de Piracicaba, São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com 4 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos aplicados foram 4 doses de CO₂: 0 (T1), 187,5 (T2); 281,0 (T3) e 375,0 (T4) kg ha⁻¹ divididas em 32 aplicações, durante o ciclo da cultura,. A cultura utilizada foi a pimenta (*Capsicum futescens* L.) cv Tabasco mcIlhenny.

O sistema de aplicação de CO₂ foi composto de cilindro (11 kg), equipado com uma válvula reguladora de pressão, manômetro e fluxômetro com escala de 0,2 a 2,0 L .min⁻¹ para quantificar o volume de CO₂ injetado via água de irrigação, com frequência de quatro dias. A avaliação do pH foi realizada antes e após a aplicação de CO₂ para quantificar o aumento da acidez no solo. A medição do pH do solo foi realizada com auxílio de um aparelho de leitura direta, Soil Tester modelo DM-S, marca Demetra Tokyo, Japan, introduzido no solo a 0,10 m para a obtenção dos valores de pH nos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo teve variação após a aplicação de CO₂ (Figura 1), com uma variação média de 0,5 (T2 e T3); 0,7 (T4). O pH do solo quando aplicado a maior dose de CO₂ (T4), ocorreu uma redução do pH de 6,0 para 4,9, diferença essa de 1,1, evidenciando uma variação grande de pH, podendo ocasionar um desequilíbrio no fornecimento, disponibilidade e na absorção de alguns nutrientes, dentre eles nitrogênio e zinco (Kimball et al. 1983).

Nakayama & Bucks (1980) obtiveram uma redução de pH do solo de 1,5 com aplicação de água carbonatada. A água enriquecida com dióxido de carbono tem influência no pH do solo, podendo reduzir o pH em torno das raízes para valores próximos 4,9 em T4, valor esse considerado tóxico na disponibilidade de ferro, manganês e zinco (Lopes, 1989). Entretanto não foi observado sintomas de toxidez de nutrientes na cultura da pimenta. Nos tratamentos T2 e T3 os valores de pH ficaram na faixa de 5,5 a 6,0, considerada ideal para a maioria dos cultivos.

Storlie & Heckman (1996) observaram que com a adição de CO₂ pode causar uma redução momentânea no pH do solo, disponibilizando alguns nutrientes. O CO₂ provoca redução do pH do solo, aumentando a disponibilidade de fósforo e cálcio na solução do solo e favorece a absorção de zinco e manganês (Pinto et al, 2000; Basile et al., 1993). Essas variações da mobilidade dos nutrientes podem causar diferentes efeitos na absorção (Andriolo, 2002). Moore (1990) comenta que o dióxido de carbono possui comportamento de quelato, podendo associar-se a elementos do solo como cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês e cobalto, formando complexos facilmente carregáveis até as raízes das plantas para absorção. A mudança do pH do solo é rápida, voltando ao valor inicial após alguns minutos de aplicação de água carbonatada.

Com pH inferior a cinco, a quantidade disponível destes íons (alumínio, ferro e manganês) pode tornar-se tóxicos as plantas. Num solo ácido em que o pH foi elevado de 5 para 7,5 a redução da solubilidade de nutrientes como ferro, manganês e zinco pode ocasionar deficiências nas plantas. A faixa de pH de 6,0 a 6,5 tem sido considerada como ótima para o crescimento da maioria das plantas cultivadas, havendo exceções mesmo em culturas de interesse econômico (Lopes, 1989).

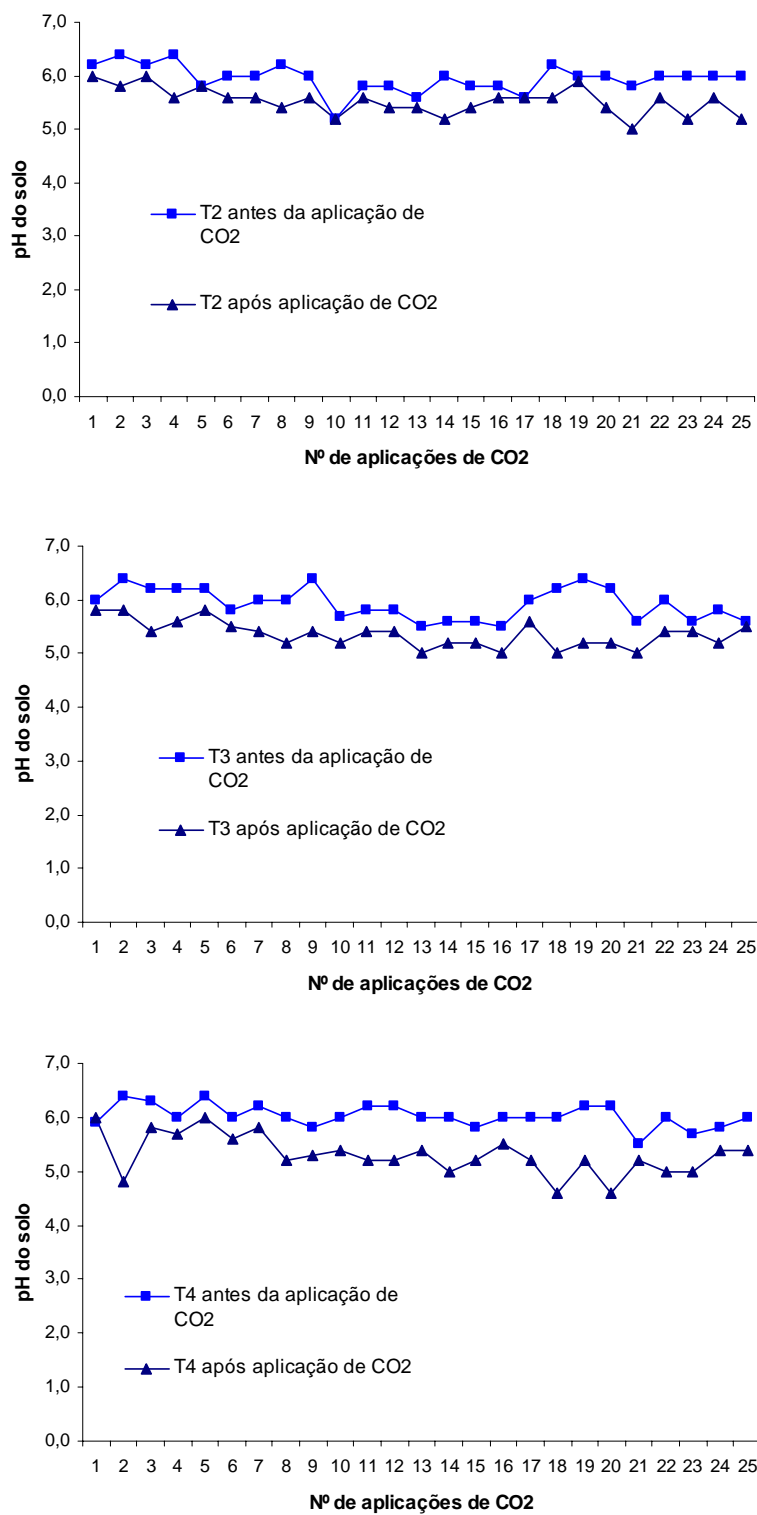


Figura 1. Variação do pH do solo antes e após a aplicação de CO₂

CONCLUSÃO

Ocorreram variações momentâneas no pH do solo em todas as doses de dióxido de carbono aplicadas. As variações de pH ocasionadas pelos tratamentos aplicados não causaram sintomas de toxidez para a cultura da pimenta tabasco, cultivada em ambiente protegido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO, J.L. Emprego de CO₂ na produção de hortaliças. Olericultura Geral, princípios e técnicas. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002. Cap. 6, p. 121-142.
- BASILE, G., ARIENZO, M., ZENA, A. Soil nutrient mobility in response to irrigation with carbon dioxide enriched water. Communications in Soil Science and Plant Analysis, London, v.24, n.11/12, p.1183-95, 1993.
- FURLAN, R.A.; REZENDE, F.C.; ALVES, D.R.B.; FOLEGATTI, M.V. Lâmina de irrigação e aplicação de CO₂ na produção de pimentão cv. Mayala, em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.4, p.547-550, 2002.
- FURLANI, A.M.C. Absorção de nutrientes pelas plantas In: Curso de atualização em nutrição mineral de plantas perenes. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. p.2-13. resumos.
- KIMBALL, B. A. Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage and analysis of 430 prior observation. Agronomy Journal, Madison, v.75, n.5, p.779-88, 1983.
- LOPES, A.S. Manual de fertilidade do Solo (Tradução), ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MOORE, F.D. Potential for irrigation with carbon dioxide. Acta Horticulturae, n.278, p.171-178, 1990.
- NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. Using subsurface trickle system for carbon dioxide enrichment. In. National Agricultural plastic congress, 15, Tucson, p.13-17, 1980.
- PINTO, J.M.; BOTREL, T.A.; MACHADO, E.C. Uso do dióxido de carbono na agricultura: revisão bibliográfica. Ciência Rural, Santa Maria, v.30, n.4, p.919-925, 2000.
- STORLIE, C.A.; HECKMAN, J.R. Soil, plant, and canopy responses to carbonated irrigation water. Hort Technology, v.6, n.2, p.111-114, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 7, 8 e 9, p. 139-219.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE FÍSICO – QUÍMICA DA ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE JUAZEIRO DO NORTE E CRATO – CEARÁ

PASSOS, C. R. L. DOS¹; ALVES, F.K. DE S.¹; ARAÚJO, M. F.¹ & ALCÂNTARA, R. DE L.²

¹Graduanda do curso Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte, CE, Fone: (88)35125259.E-mail: cicerarobstania@zipmail.com.br

²Doutora em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB, Coordenadora do curso de Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental e Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte, CE

RESUMO O estudo teve como objetivo, avaliar a qualidade físico – química da água para consumo humano, dos municípios de Juazeiro do Norte (bairro Antônio Vieira) e Crato (bairro Seminário). Considerando que os municípios dispõem da utilização de águas subterrâneas para o consumo humano e outros fins, é necessária a verificação da qualidade da água consumida, para a garantia da saúde pública. Em cada município foi estudado o bairro de maior índice de doenças de veiculação hídrica, escolhendo-se os pontos estratégicos de coleta (escolas, residências, postos de saúde e creches). A qualidade da água foi avaliada comparando-se os resultados obtidos nas análises físico-químicas com os valores máximos permitíveis (VMP) recomendados na Portaria n° 518, de 24 de março de 2004, do Ministério da Saúde - água para consumo humano. Os valores obtidos, à exceção do potencial hidrogeniônico (pH) em alguns pontos, apresentaram - se em conformidade com a Portaria do Ministério da Saúde.

Palavras chave: Análise de água, Consumo humano, Padrões de potabilidade.

PHYSICAL QUALITY CHEMISTRY OF THE WATER OF THE CITIES OF JUAZEIRO OF NORTH AND CRATO – CEARÁ

ABSTRACT: The study it had as objective, to evaluate the physical quality - chemical of the water for human consumption , of the cities of Juazeiro of the North (district Antônio Vieira) and Crato (district of the Seminário). Considering that the cities make use of the groundwater water use for the human consumption and other ends, it is necessary the verification of the quality of the consumed water, for the guarantee of the public health. In each city the quarter of bigger index of illnesses of hídrica propagation was studied, choosing the strategical points of collection (schools, residences, ranks of health and day-care centers). The quality of the water was evaluated comparing the results gotten in the analyses physicist-chemistries with the permissible maximum values (VMP) recommended in Portaria n ° 518, of 24 of March of 2004, the Health department - water for human consumption. The gotten values, to the exception of the hydrogenionico potential (pH) in some points, had presented compliance with Portaria of the Health department.

Key-words: Analysis of water, human Consumption, Standards of potable.

INTRODUÇÃO

A água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais. É a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades, em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada a substitui, pois sem a mesma a vida não pode existir (Donadio et al., 2005).

No Brasil, embora a água seja considerada recurso abundante, existe áreas muito carentes a ponto de transformá-la em um bem limitado às necessidades do homem. Normalmente, a sua escassez é muito mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, constata – se assim, que no manejo dos recursos hídricos, é importante considerar os aspectos de qualidade e quantidade (Mota, 1997).

A água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesianos, e no aquífero não confinado ou livre, este último está mais suscetível à contaminação (Silva & Araújo, 2003).

Nos múltiplos usos da água, há necessidade de que a mesma tenha determinada qualidade. No Brasil a Norma de Qualidade de Água para Consumo Humano, aprovada na Portaria nº 518 de 24 de março de 2004, do Ministério da Saúde, define os valores máximos permissíveis (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável. De acordo com o art. 4º dessa portaria, água potável é a água para consumo humano que atende ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde.

No sul do Ceará se encontra a maior reserva de água subterrânea do Estado, a Bacia Sedimentar do Cariri, onde fazem parte dela o Vale do Cariri e a Chapada do Araripe (Cariri..., 2003). Juazeiro do Norte e Crato são alguns dos municípios que constituem o Vale do Cariri e são abastecidos pela reserva de água subterrânea. Porém, as ações antrópicas vêm comprometendo a sua qualidade e a garantia do consumo humano de água potável dessa reserva. Para que a mesma seja propícia ao consumo humano, é necessário que esteja livre de microorganismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde, e desta forma, constitui-se em ação eficaz de prevenção das doenças de veiculação hídrica.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química da água de alguns bairros dos municípios de Juazeiro do Norte e Crato, utilizada para consumo humano, seguindo os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria vigente.

MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi desenvolvida em Juazeiro do Norte e Crato, municípios brasileiros do extremo sul do Estado do Ceará, localizados a 600km e 588km da capital – Fortaleza, respectivamente.

Em cada município avaliou-se a qualidade da água distribuída pelo setor responsável pelo abastecimento de água e foi estudado o bairro com maior incidência de doenças de



veiculação hídricas de acordo com os dados fornecidos pela Vigilância Epidemiológica de cada município: Juazeiro do Norte - bairro Antônio Vieira; Crato – bairro Seminário. Os locais para a coleta da água foram estratégicos (escolas, creches, residências, chafarizes e lavanderias); e os pontos escolhidos para a coleta foram torneiras que eram as mais utilizadas pelos usuários; totalizando em cada município nove (09) pontos estudados.

As amostras de água foram coletadas entre agosto de 2006 e janeiro de 2007, sempre no período da tarde, com uma temperatura média de 25° C. As coletas foram realizadas conforme métodos especificados em “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (Apha, 1998). A qualidade da água foi avaliada comparando-se os resultados obtidos nas análises físico-químicas com os valores máximos permissíveis (VMP) recomendados na Portaria nº 518/04, do Ministério da Saúde, água para consumo humano. Para a comparação dos resultados foram calculadas médias aritméticas.

As análises foram realizadas no laboratório de Análises Físico – Químicas de Águas e Efluentes, pertencentes aos Cursos de Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental e de Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia CENTEC–Cariri, Juazeiro do Norte, CE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Juazeiro do Norte foram realizadas quatro coletas com nove pontos estudados. No que concerne à caracterização físico-química (Tabela 1), os valores médios obtidos, com exceção do potencial hidrogeniônico (pH), estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde - água para consumo humano. Com relação aos valores de pH, onde os valores estabilizaram-se entre 4,57(P8) e 6,41(P4) sendo semelhantes aos valores obtidos por Silva e Araújo (2003) e Freitas; Brilhante e Almeida (2001) que também estudaram a qualidade da águas subterrânea para consumo humano. Através da Portaria 518/04, em que admitem uma faixa de 6,0 a 9,5 para o potencial hidrogeniônico, os valores apresentaram acidez, que pode ser explicado considerando que as águas subterrâneas estão propícias a esta característica, em decorrência da dissolução de rochas (Feitosa & Manuel Filho, 2000). Vale ressaltar que os pontos P3 (6,06) e P4 (6,41) enquadram-se nos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria vigente.

No município do Crato foram realizadas cinco coletas com nove pontos. No que concerne à caracterização físico-química (Tabela 2) os valores médios encontrados, à exceção do potencial hidrogeniônico(pH), estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/04 para água para consumo humano. Com relação aos valores encontrados para o pH

Tabela 1 – valores médios dos parâmetros físico-químicos do município de Juazeiro do Norte

Parâmetros estudados	Unidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	VMP*
Potencial Hidrogeniônico (pH)	-	5,87	5,96	6,06	6,41	4,77	4,69	4,59	4,57	4,67	6,0-9,5
Turbidez	UT	1,28	1,65	2,70	1,08	0,25	0,57	0,31	0,15	0,25	5UT
Dureza	mg/L	149,10	179,90	157,50	151,20	118,30	72,10	99,40	113,90	105,70	500mg/L
Cálcio	mg/L	72,10	92,40	78,92	65,10	30,10	28,00	15,40	12,60	19,60	-
Cloretos	mg/L	26,90	32,01	39,12	31,76	33,41	37,61	37,77	33,76	38,88	250mg/L
Ferro	mg/L	0,05	0,48	0,19	0,07	0,04	0,05	0,04	0,12	0,03	0,3mg/L
Amônia	mg/L	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,5mg/L
Nitrito	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1mg/L
Alumínio	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02	0,02	0,2mg/L-
Magnésio	mg/L	18,70	21,07	16,53	20,91	20,91	10,70	20,39	24,64	20,90	-
Sódio	mg/L	15,02	15,02	16,27	12,54	12,54	13,78	16,27	20,00	21,24	200mg/L-

Obs.: P1, P2 e P3 – residência; P4 – Posto de Saúde; P5 e P6 – escola; P7 e P8 – chafariz público; P9 - lavanderia pública.
* Valor máximo permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Tabela 2 – valores médios dos parâmetros físico-químicos do município do Crato

Parâmetros estudados	Unidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	VMP*
Potencial Hidrogeniônico (pH)	-	6,24	5,98	5,61	5,78	6,13	6,09	5,66	5,70	5,92	6,0-9,5
Turbidez	UT	0,75	0,34	1,21	0,37	0,32	0,13	0,35	0,21	0,24	5UT
Dureza	mg/L	136,1	140,90	133,60	105,90	128,80	130,40	112,40	116,50	92,40	500mg/L
Cálcio	mg/L	81,24	103,24	95,40	58,03	71,35	63,61	58,61	60,66	71,62	-
Cloretos	mg/L	31,71	29,29	27,89	29,91	30,37	31,35	51,34	41,59	48,61	250mg/L
Ferro	mg/L	0,10	0,08	0,13	0,11	0,06	0,05	0,01	0,07	0,02	0,3mg/L
Amônia	mg/L	0,22	0,19	0,17	0,12	0,17	0,06	0,10	0,17	0,01	1,5mg/L
Nitrito	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1mg/L
Magnésio	mg/L	13,34	14,00	9,29	17,10	13,77	16,24	13,06	13,56	5,05	-
Sódio	mg/L	37,05	22,90	22,90	25,26	25,56	22,56	22,90	18,19	25,26	200mg/L

Obs.: P1 e P2 – creche; P3 e P4 – Posto de Saúde; P5 e P6 – escola; P7, P8 e P9 – residência. * Valor máximo permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.



variaram de 5,61 (P3) a 6,24 (P1), portanto, estão fora dos padrões estabelecidos pela Portaria vigente, que admite uma faixa de 6,0 a 9,5. Sendo uma característica levemente ácida, semelhantes aos valores obtidos pelos os autores anteriormente citados. Possivelmente por se tratar de água proveniente de manancial subterrâneo, tende a essa característica (Feitosa & Manuel Filho, 2000). Vale ressaltar que os pontos P1(6,24) P2 (6,11), P5 (6,22), P6 (6,22) e P9 (6,01) enquadram-se nos padrões de potabilidade exigidos pela referida Portaria.

CONCLUSÕES

Com relação à comparação entre os resultados avaliados nessa pesquisa e os valores estabelecidos pela Portaria 518/04 do MS, pôde ser constatado que apenas o parâmetro potencial hidrogeniônico em alguns pontos encontra-se em concentrações inferiores aos estabelecidos pela referida Portaria. Desta forma, a qualidade físico – química da água para consumo humano dos locais estudados, apresentou condições satisfatória para o seu aproveitamento em um sistema público de abastecimento d'água. Essa informação foi comunicada aos responsáveis pelos pontos de coleta, após o término e conclusão desse estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão das bolsas de Iniciação Científica Tecnológica(ICT).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. Washington: APHA, 1998. 1203p.
- CARIRI: Fonte de águas subterrâneas. Pesquisas FUNCAP: Revistas de Ciência e Tecnologia, Fortaleza, ano 5, n. 3, p. 7-8, dez. 2003.
- DONADIO, Nicole M. M.; GALBIATTI, João A.; PAULA, Rinaldo C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2005.
- FEITOSA, Fernando A.; MANOEL FILHO, João. Hidrologia: conceito e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPMR: CABHID-UFPB, 2000.391p.
- FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, 2001.
- MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1997.292p.
- SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAUJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, 2003.
- BRASIL.MINISTÉRIO DA SAÚDE.Portaria nº518,de 25 de março de 2004.Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicação/portaria518_2004.pdf>.Acesso em16 de março de 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA(MICROASPERSÃO), COM A CULTURA DA GOIABA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BARBALHA DA UC CENTEC CARIRI

CORREIA, C.B.G¹ ; LIMA, C.F. DE² ; BARBOSA, R. S² ; NOGUEIRA, B. M.² ; PAULO, E.H.²

¹Mestre em irrigação e Drenagem, Professora da FATEC – Cariri, e-mail: criabg@hotmail.com, (88) 3566-4045;

²Tecnólogo de Nível Superior em Recursos Hídricos/Irrigação, formado na FATEC - Cariri

RESUMO: Esse trabalho foi desenvolvido no intuito de avaliar o desempenho do sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba. Desenvolvido na estação experimental da UC CENTEC Cariri, localizada na cidade de Barbalha – CE. Onde foram seguidos todos os parâmetros necessários para uma ótima avaliação do sistema. Foram coletados todos os dados necessários, aonde, chegou-se aos seguintes resultados: CUC: 63,22%, CU: 11,09% , V:46,70% e Ea: 10,55%. Conclui-se que o sistema de irrigação implantado na área não atende de forma eficiente a necessidade da cultura. Isso pode ter ocorrido devido a uma má manutenção do sistema.

Palavras chaves: Avaliação, Microaspersão, Goiaba.

EVALUATION OF AN OVERHEAD IRRIGATION LOCATED (MICROASPERSÃO), WITH THE CULTURE OF THE GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) IN THE EXPERIMENTAL STATION OF BARBALHA OF UC CENTEC CARIRI

ABSTRACT: This work was developed in intention to evaluate the performance of the system of irrigation for microaspersion in the culture of goiaba. Developed in the experimental station of UC CENTEC Cariri, located in the city of Barbalha - CE. Where the necessary parameters for an excellent evaluation of the system had been followed all. The necessary data had been collected all, where, it was arrived the following results:: CUC: 63.22%, CU: 11.09%, V: 46.70% and Ea: 10.55%. One concludes that the system of irrigation implanted in the area does not take care of of efficient form the necessity of the culture. This can have occurred due to an bad maintenance of the system.

Key-words: Evaluation, Microaspersão, Guava.



INTRODUÇÃO

A irrigação tem se configurando como um importante fator no texto de segurança da agricultura, notadamente, em regiões de clima semi-árida, onde a escassez aliada a inconstância das precipitações pluviométricas comprometem a produção agrícola Sousa et al. (2005) afirmam q não adotar um método de controle de irrigação, o produtor rural usualmente irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Dentro deste contexto, é de suma importância a avaliação do quadro em que se encontra o sistema de irrigação utilizado, através de teste em campo, com a finalidade de fornecer subsídios a tomada de decisão a cerca do manejo de irrigação. Bernardo (1995) recomenda que após a instalação do sistema e durante o primeiro ciclo, fazer-se necessário a análise e calibração do sistema a fim de possibilitar sua implementação, de modo que as demais irrigações sejam conduzidas com eficiência. A eficiência de irrigação é um conceito largamente utilizado, tanto em projetos como em manejo de sistema de irrigação (Reis, 2005). De acordo com conceição (2004) a uniformidade das vazões de um sistema de microaspersão reflete as diferenças entre os volumes aplicados pelos emissores na parcela durante a irrigação. Baixos valores de uniformidade das vazões representam falhas no dimensionamento do sistema de irrigação ou problemas de entupimentos e desgastes. A goiaba tem grau de aceitação nos mercados interno e externo, sendo uma das principais matérias-primas utilizadas pela indústria brasileira de conservas, permitindo várias formas de aproveitamento. Atualmente se tem uma alta demanda por polpa congelada de goiaba no País, tanto para indústria de sucos como para a produção de sorvetes, doces e geléias. Esta fruta apresenta um dos maiores teores de vitamina C, com valores superiores em até seis vezes aos do fruto cítrico, que é uma fonte tradicional dessa vitamina. A goiaba se destaca ainda pelo seu elevado conteúdo de açúcar, vitamina A e vitaminas do grupo B. A espécie produz em praticamente todo o território brasileiro.

Desenvolvendo-se satisfatoriamente em quase todo o tipo de clima e solo. Para aperfeiçoar a produção quantitativa e qualitativamente, é fundamental que haja maior incremento do nível técnico dos cultivos, desde o plantio de variedades selecionadas até os cuidados com a apresentação dos frutos destinados ao mercado. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de goiaba. Os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco respondem juntos, por aproximadamente 74% da produção nacional da fruta. Tem sido exportada quase que exclusivamente para a Europa, por via aérea, cujo mercado tem nítida preferência por frutas de aroma e sabor delicados, e de frutos de primeira qualidade, com uma ótima apresentação visual. Na comercialização da fruta, exigem-se bom aspecto, tamanho proporcionalmente grande e sem defeitos na aparência, característica que exerce

uma grande atração no consumidor. No mercado para consumo *in natura*, as frutas são classificadas pelo seu tamanho, aparência e estado de maturação.

As exportações brasileiras de goiaba são insignificantes, devendo-se isso a diversos fatores, entre os quais: o pouco conhecimento do produtor por parte dos consumidores nos mercados externos, a fragilidade do produto na fase pós-colheita, falta de tradição do Brasil como exportador de frutas e o fato de o preço final de venda no mercado externo ser elevado. Originária da América Tropical, a goiabeira adapta-se a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos que são aproveitados deste a forma artesanal até a industrial. É cultivada no Brasil e em outros países sul americanos, bem como nas Antilhas e nas partes mais quentes dos Estados Unidos, como a Flórida e a Califórnia. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais juntamente com a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela. Irrigando a lavoura e fazendo podas programadas é possível colher durante todo o ano, permitindo ao produtor a comercialização dos frutos no período de entressafra. Efetuando-se o devido controle de pragas e doenças, é possível obter 800 frutos por planta adulta, com produtividade superior a 40 toneladas por hectare. A goiaba é um alimento de grande valor nutritivo. Apesar de ser nativa de região tropical, a goiabeira vegeta e produz bem, desde ao nível do mar até à altitude de 1.700 m, sendo, por essa razão, amplamente difundida em várias regiões do país. A temperatura ideal para a vegetação e produção situa-se entre 25 e 30°, sendo muito exigente ao fotoperíodo. A temperatura não só limita, mas determina a época de produção da goiabeira. As goiabeiras sofrem danos em regiões sujeitas a geadas e ventos fortes. A quantidade de chuvas por ano não deve ser inferior a 600mm, sendo que o intervalo ideal é de 1000 a 1600mm anuais, com boa distribuição ao longo do ano.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação, por microaspersão em relação às vazões dos microgotejadores, na cultura da Goiaba de variedades: paloma, rica e 1AC, e verifica a uniformidade de distribuição de água, e compara os resultados com o da literatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na estação experimental da UC CENTEC Cariri, localizada na cidade de Barbalha - CE, tendo latitude Sul 7° 18" , longitude 39° 8", oeste e altitude de 408m, situada na bacia do salgado, na zona fisiografica do cariri oeste, do estado do Ceará. As avaliações foram realizadas numa área de pesquisa da estação experimental, que utilizam o sistema de irrigação por microaspersão. Encontra-se implantada a cultura da goiaba de três variedades com espaçamento entre linhas de 4,5 x 5,5m entre plantas, contando com um emissor por planta. O sistema de irrigação constava de 14 linhas laterais com 13 emissores



autocompensantes. A avaliação do sistema de irrigação foi baseada na teoria de MERRIM e KELLER (1978) e, de acordo com a qual, foram determinadas vazões de 16 emissores de uma subunidade representativa da área. Desse modo foram selecionadas as primeiras linhas laterais, situadas a 1/3 da linha, e a 2/3 e a última. Do mesmo modo, em cada lateral foram selecionados quatro emissores com o mesmo critério de seleção. As vazões foram medidas utilizando o cronômetro e três provetas de 1L, coletando o volume liberado pelo aspersor no espaço de tempo de 5 minutos. Foram realizadas duas repetições para uma maior confiabilidade dos dados, empregando-se a média aritmética para cálculo dos coeficientes. De posse dos dados, foram calculados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade (CU) seguindo a metodologia proposta por MERRIM e KELLER (1978). A eficiência de aplicação (EA) e o coeficiente de variação (v) foram obtidos de acordo com a indicação de GOMES (1997). O primeiro foi calculado pelo produto entre coeficiente de uniformidade de transmissividade (Tr). O Tr varia de acordo com o clima, a profundidade do sistema radicular e a textura do solo. O valor utilizado no cálculo foi de 95% seguindo a proposta de TELLER e KARMELI (1974). O coeficiente de variação foi obtido a partir da razão entre o desvio amostras e a vazão média dos emissores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O valor dos coeficientes calculados encontra-se disposto na tabela 1. A partir dos resultados obtidos constata-se para valores de CUC de 63,32%, de acordo com a classificação de MANTOVANI (2002), os sistemas funcionaram sob REGULAR condições de uniformidade. SANTOS et al (2005) obtiveram resultados quase semelhantes observando valores de 70,99% para microaspersão. Outros autores encontraram valores mais expressivos de uniformidade. PEIXOTO et al (2005) trabalhando com coqueiro anão irrigado por microaspersão, encontraram valores de CUC superiores a 93%. MOREIRA et al (2005) alcançaram valores de 89,3% a 96,8% em pomares de banana irrigados por microaspersão. SILVA e SILVA (2003) obtiveram valores superiores a 95%, avaliando as características hidráulicas de um microdifusor autocompensante BARRETO FILHO et al (2000) encontraram valores de CU da ordem de 89% a 94% em um sistema de irrigação por microaspersão. SILVA e SILVA (2003) observaram uma variação entre 88,99% e 93,44% desse coeficiente. FAVETTA e BOTRE (2001), encontraram CU entre 90,94% e 92,47%, trabalhando com dois modelos de microaspersor. Verifica-se portanto, que os valores de CU foram inferiores ao CUC. Isso ocorre devido ao tratamento mais rigoroso do CU a problemas de distribuição, que ocorre ao longo da linha lateral, LOPEZ et al (1992 citados por REIS et al, 2005). O manual 36 da FAO recomenda uma faixa entre 90% a

95% para a eficiência de aplicação (EA). Esse projeto estudado encontra-se em funcionamento deficiente. CONCEIÇÃO (2004) salienta que dentre os fatores que afetaram o sistema de microaspersão estão uniformidade das vazões, a evaporação, deriva da água durante a aplicação e a percolação abaixo da região radiculada da cultura. A frequência de irrigação pode, também, afetar a eficiência de aplicação devido as perdas por evaporação, sendo que quanto mais frequente for a irrigação, maior será o percentual a ser perdido por evaporação do solo. Com relação aos coeficientes de variação (v) 6,7% de acordo com a classificação apresentada por PEREIRA et al(2005) se enquadram numa situação de uniformidade de baixo rendimento. Estudando o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalando ao nível de campo, BARRETO FILHO et al (2000) encontraram V entre 8 e 11%. Com o objetivo de se obter as características hidráulicas do microaspersor, NASCIMENTO et al (1999) encontraram um valor igual a 17%. Salienta que para os coeficientes de fabricação do emissor. De modo geral podem ser observados uns valores fora do padrão de coeficientes de uniformidade. Contudo, é de suma importância a implementação de ações que venha melhorar o desempenho dos sistemas de irrigação. MOREIRA et al (2005) recomenda dentre as possíveis atividades que podem ser desenvolvidas destacam-se a intensificação das limpezas dos emissores, tubulações e dos cabeçais de controle, com o uso de produtos como o hipoclorito ou ácido fosfórico, manutenção geral dos emissores e linhas laterais e substituição dos emissores como um todo ou em parte. Vale lembrar que novas avaliações dos sistemas são imprescindíveis para verificar a eficiência das ações corretivas implantadas.

TABELA 1: coeficientes resultantes da avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão.

Coeficientes	Unidade	Valores
qa	L h ⁻¹	31,25
qn	L h ⁻¹	8,6
cuc	%	63,22
cu	%	11,09
v	%	46,70
Ea	%	10,55

CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados apresentados verifica-se que as condições de uniformidade dos sistemas de irrigação avaliadas podem ser classificadas como de baixo rendimento. Entretanto, o sistema de irrigação empregado possui capacidade para maior eficiência do uso da água. Desse modo faz-se necessário a realização de ações que visem à melhoria do desempenho do sistema para isso, é de suma importância à elaboração de um plano de manutenção além de novas avaliações dos sistemas de irrigação.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO FILHO, A. A.; DANTAS NETO, J.; MATO, J. A. GOMES, E.M. Desempenho de um Sistema de Irrigação por Microaspersão, instalado em nível de campo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4. n.3. p. 309-314. 2000.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6 ed. Viçosa; UFV. Imprensa Universitária, 2002. 656p.
- CONCEIÇÃO, M.A.F. Irrigação de Fruteiras por Microaspersão. Brasília; Página 3 Embrapa/SPI, 2004, 20p. (EMBRAPA-CNPUV. Circular Técnica, 9)
- MANTOVANI, E. C. AVALIA – Manual do Usuário. Viçosa: DEA/UFV – P&D/café/EMBRAPA, 2002, 100p.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; AZEVEDO, C.A.V. DE. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.30-33. 1999.
- PEIXOTO. J.F.S.; CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.C.C. Uniformidade de distribuição de fertirrigação no distrito de irrigação Platô e Neopolis. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Vol. 5, n.2, Campina Grande 2005.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIAGNÓSTICO DA PRECISÃO E EXATIDÃO NAS ANÁLISES DE FERTILIDADE NO LABORATÓRIO DE SOLOS, ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO E TECIDOS VEGETAIS DA FACULDADE DE TECNOLOGIA CENTEC DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ, BRASIL

FONSECA, J. F. G. DA¹; NESS, R. L. L.² & MATOS, J. D. P.³

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Pós-Graduando em Gestão Administrativa, Versátil consultoria, Russas-CE.

²Dr. Sc. Agronomia, UFC, Juazeiro do Norte.

³Graduanda em Tecnologia de Alimentos, FATEC Limoeiro do Norte, 34113041, Trav. Aníbal, 539 – Centro Russas – CE. Cep 62900000

RESUMO: O seguinte Trabalho diagnosticou os índices de precisão e exatidão nas análises de fertilidade de solo realizadas no Laboratório de solos, água para fins de irrigação e tecidos vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Limoeiro do Norte. Foram realizadas 08 (oito) determinações (pH, Ca, Mg, Al, Na, K, C e Matéria Orgânica) tendo para cada uma 60 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente, tomando como referência um índice de dispersão adimensional, o Coeficiente de Variação (CV%), buscando assim a estimativa de um valor próximo ao que se poderia considerar verdadeiro ou correto (exatidão), bem como da concordância dos valores de todas as análises com esse valor verdadeiro (precisão). Com isso foi possível estabelecer um padrão para a amostra de solo analisada, podendo-se tomá-la como uma amostra controle, já que se determinou também um intervalo de resultados considerados ideais, ou seja uma Faixa Ideal, como também uma Faixa de Precaução e uma Faixa de Rejeição, podendo-se com isso identificar análises com possíveis erros, sejam eles humanos ou mesmo na calibração inadequada e limitações de equipamentos do Laboratório.

Palavras chaves: Estatística, variáveis, amostragem

DIAGNOSIS OF THE PRECISION AND EXACTNESS IN THE ANALYSES OF FERTILITY IN THE LABORATORY OF SOIL, WATER FOR IRRIGATION ENDS AND VEGETAL FABRICS OF THE COLLEGE OF TECHNOLOGY CENTEC OF LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The following Work diagnosed the indices of precision and exactness in the analyses of carried through ground fertility in the Laboratory of Soil, water for Irrigation ends and vegetal fabrics of the College of Technology CENTEC of Limoeiro do Norte - Brazil. 08 determination had been carried



through (pH, Ca, Mg, Al, Na, K, e C e Material Organically) having for each one 60 repetitions. The data had been analyzed statistic, taking as an index of adimensional dispersion, the Coefficient of Variation referential (CV%), thus searching the estimate of a value next what if it could consider true or correct (exactness), as well as to the agreement of the values of all the analyzes with this true value (precision). With this she was possible to establish a standard for the soil sample analyzed, being able itself to take it as a sample has controlled, since an interval of considered results was also determined ideal, that is a Band Ideal, as well as a Band of Precaution and a Band of Rejection, being able itself with this to identify analyses with possible errors, they human or same in the inadequate calibration and equipment limitations of the Laboratory are.

Key-words: Statistics, variable, sampling

INTRODUÇÃO

O solo é um material quimicamente e fisicamente heterogêneo, portanto está sujeito a variações maiores em seus resultados do que outros materiais mais homogêneos. Portanto no processo de análise laboratorial, deve-se levar em consideração, como em qualquer outro método analítico, dois conceitos que na priori parecem se tratar da mesma coisa mas que diferem-se significativamente, Exatidão e Precisão. A Exatidão de uma análise está relacionada com a proximidade da medida determinada no processo analítico em relação ao valor verdadeiro ou correto, enquanto a Precisão está relacionada a reprodutibilidade deste valor, ou seja, o fato das análises atingirem sempre valores concordantes entre si.

Segundo Bacchan et al (1985) existem dois tipos de erros analíticos que podem prejudicar a Precisão e a Exatidão de uma análise laboratorial. São eles: Erros determinados ou sistemáticos – conhecidos e com valores definidos, sendo possível corrigi-los, e Erros Indeterminados – que ocorrem aleatoriamente, não possuem valores definidos e só podem ser considerados através de processos estatísticos.

Segundo Estefanel, 1987, a variação dos dados experimentais pode ser expressa por três medidas de dispersão: o erro-padrão da média, a variância (s^2) ou desvio-padrão (s), e o coeficiente de variação (CV%).

Já para determinar um controle de qualidade em laboratórios de solos no Brasil, ao longo dos anos, o método mais utilizado tem sido o uso de amostras controle. Trata-se de uma amostra de solo, com resultados bem conhecidos que diariamente é analisada entre as demais amostras de rotina no laboratório. Quando esta amostra apresenta resultados discrepantes, deve-se observar se não houve erros de análise. Com ela é possível identificar tanto Erros Indeterminados como Erros Determinados.

Atualmente, existem no Brasil, programas de controle de qualidade interlaboratoriais divididos por região geográfica e métodos de análise.

O Laboratório de solos, água para fins de irrigação e tecidos vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Limoeiro do Norte está associado ao Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade - PAQLF, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS da EMBRAPA. Deste programa fazem parte, atualmente, mais de 80 laboratórios que utilizam a metodologia EMBRAPA de análise de solos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O seguinte trabalho foi realizado no período compreendido entre março e julho de 2006, onde efetuou-se determinações de pH, Ca, Mg, Al, Na, K, C e Matéria Orgânica em uma amostra de solo proveniente de uma trincheira localizada na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – UEPE, localizada na Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará, pertencente ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC. A seguinte amostra foi analisada no Laboratório de Solos, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC, pertencente também ao supracitado Instituto. A Metodologia utilizada nas determinações foi a da EMBRAPA de análises de solos.

O trabalho dividiu-se em três etapas. A primeira baseava-se no preparo de sub-amostras. A segunda nas determinações em laboratório e a terceira nos cálculos estatísticos, bem como na interpretação dos resultados.

Ao chegar ao laboratório, a amostra, cerca de 60kg, foi secada e posteriormente destorroada, por último o solo foi peneirado em malha de 2mm. Após este processo se obteve a TFSA (Terra fina seca ao ar) no qual foi dividida em 60 sub-amostra de 0.500 kg cada. O restante do solo foi reservado para possíveis re-testes ou contraprovas.

As determinações obedeciam a seguinte sequência: Extração, Determinação, cálculos e emissão de laudo.

Na extração, que simula o efeito das raízes das planta, utilizou-se as soluções extratoras de Mehlich (Mehlich1, Duplo Ácido, ou Carolina do Norte), obtida pela diluição de ácido sulfúrico e ácido clorídrico, para determinar Na, K e P, isso porque o H^+ dos ácidos extraem tais elementos contidos na CTC; e a solução extratora de KCl (Cloreto de potássio) a 1M que desloca os íons de Ca, Mg e Al adsorvidos á CTC tomando seus lugares.

No caso do Carbono Orgânico e pH não é efetuada a extração. No primeiro utilizou-se a digestão úmida com dicromato de potássio e no segundo utilizou-se pH em água a 1:2,5.

Uma vez feitas as determinações os resultados foram repassados para planilhas onde se foi feito os cálculos de ajuste e posterior obtenção dos laudos com resultados expressos em $mg\ dm^{-3}$, $mmol\ dcm^{-3}$, PST.



Para as análises estatísticas definiu-se alguns conceitos de estatística elementar para se chegar aos resultados almejados.

A média das determinações dão idéia de conjunto, porém não permitem avaliar a dispersão, ou a precisão das determinações. Para se avaliar a dispersão utilizou-se o desvio padrão. Através da determinação da média e do desvio padrão se foi possível chegar a estimativa do valor verdadeiro (exatidão) e da reprodutibilidade (precisão).

Para a determinação da amostra padrão, foi-se necessário o cálculo do coeficiente de variação (CV%) que é obtido pela razão entre o desvio padrão e a média. O coeficiente de variação, definido como o desvio-padrão em porcentagem da média, é a medida estatística mais utilizada pelos pesquisadores na avaliação da precisão dos experimentos. Isso foi necessário para que se obtivesse uma padronização de resultados, caso o coeficiente de variação ultrapassasse 20%, os resultados discrepantes eram descartados e novas análise efetuadas até que se alcançasse a faixa estabelecida como ideal.

Os resultados próximos da média eram classificados dentro da faixa ideal, obedecendo-se as relações descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores dentro das faixas ideal, de precaução e de rejeição. Onde m = média e s = desvio padrão

Faixas	Intervalos
Ideal	$m+1s / m / m-1$
Precaução	$m+2s/m+1s$ ou $m-2s/m-1s$
Faixa de rejeição	$> m+2s$ ou $< m-2s$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média e desvio padrão das análises realizadas, como se pode verificar na Tabela 2, mostraram variações menores nas determinações de pH do que nas demais. Isso devido ao método analítico que utiliza aparelhagem, no caso do pH, ser mais preciso do que aqueles que utiliza titulação, pois independem do analista. Com isso, diminui-se consideravelmente os riscos de erros de prejulgamento, onde o analista após a primeira determinação força os resultados das demais afim de se obter valores concordantes.

Outro aspecto importante a ser levado em consideração é que mesmo nas determinações que utilizam titulação, os valores de desvio padrão e coeficiente de variação apresentaram variações maiores ou menores dependendo do elemento, como é o caso do Na e K, que atingiram coeficientes de variação maiores que 20% . Isso reflete uma maior dificuldade dos analistas, na determinação de Na e K, para determinar o momento exato, na titulação, em que o indicador muda a cor da solução.

No caso do Al, pelo fato do solo analisado não apresentar tal elemento, apresentou valores 0,0 (zero) em todas as repetições.

Em relação ao estabelecimento da amostra padrão, para que se chegasse a valores próximos da média, foram descartados os valores dentro da faixa de rejeição, e com isso a diminuição do coeficiente de variação, conforme pode-se verificar na Tabela 3.

A tabela 4 mostra os valores encontrados para serem tomados como referência na amostra controle que poderá ser utilizada internamente no laboratório para medir seu grau de qualidade nas análises de fertilidade.

Tabela 2. Resultados obtidos através dos cálculos da média, desvio padrão e coeficiente de variação da amostra analisada.

Determinação	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação %
pH	7,3	0,099	1,35
Ca	7,6	0,64	8,44
Mg	17,8	4,52	25,4
Al	0,0	0,0	0,0
Na	7,0	2,03	29,2
K	14,5	4,61	31,8
C	8,4	0,52	6,16
Matéria Orgânica	14,5	0,891	6,14

Tabela 3. Diminuição do coeficiente de variação após o descarte de valores da faixa de rejeição .

Dados	pH	Ca	Mg	Al	Na	K	C	M.O
Completo	1,35	8,44	25,4	0,0	29,2	31,8	6,16	6,14
Fora da faixa de rejeição	1,35	7,72	14,1	0,0	19,8	26,0	5,27	5,131

Tabela 4. Valores de referência da amostra controle.

Determinações	Valores ideais da amostra padrão
Ph	$7,201 > 7,3 < 7,399$
Ca	$6,96 > 7,6 < 8,24$
Mg	$13,28 > 17,8 < 20,32$
Al	0,0
Na	$4,97 > 7,0 < 9,83$
K	$9,89 > 14,5 < 19,11$
C	$7,88 > 8,4 < 8,92$
M.O	$13,609 > 14,5 < 15,391$



CONCLUSÕES

1. O coeficiente de variação demonstrou que as determinações de Mg, Na e K estão mais susceptíveis a erros indeterminados por prejulgamento.
2. Os resultados obtidos revelaram a precisão nas análises de pH.
3. Tomando-se como referencia os valores obtidos para a amostra controle, é possível se estabelecer um programa interno de controle de qualidade do laboratório.

REFERÊNCIAS

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12.ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1987b. 467p.

PIMENTEL-GOMES, F. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1507-1512, 1984.

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

GALETI, Paulo Anestar. **Guia do Técnico Agropecuário: “solos”**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983. 142p.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., 1987, Londrina. **Anais...** Londrina: Univ. Estadual de Londrina / Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 1987. p.115-131.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DA ÁGUA DO PERÍMETRO IRRIGADO TABULEIROS LITORÂNEOS DO PIAUÍ

FERREIRA, J. R.¹; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.²

¹Estudante de graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Bolsista CNPq / PIBIC.
agrojuci@yahoo.com.br.

²Engº Agr., D.Sc., Professor Adjunto UESPI / Campus Parnaíba. figueredojunior@yahoo.com.br

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, situado em Parnaíba, PI, de forma a contribuir para o manejo adequado da água utilizada neste perímetro irrigado. De acordo com os padrões da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), foram analisadas características físico-químicas que definem a qualidade da água para irrigação. As coletas foram realizadas no período de outubro/2005 a julho/2007, em cinco pontos que abrangem desde o canal de aproximação do Rio Parnaíba, até os lotes situados no final da área de produção. Os resultados indicam que os valores obtidos atendem aos padrões exigidos pelas normas vigentes para utilização em irrigação, sem causar diminuição na produtividade das culturas.

Palavras chave: manejo da água; concentração de sais, irrigação.

QUALITY OF THE WATER ON THE IRRIGATED PERIMETER COASTAL BOARDS OF PIAUI STATE

ABSTRACT: The present work has for objective to evaluate the quality of the water of the District of Irrigation Coastal Boards of Piaui – DITALPI, form to contribute for the appropriate handling of the water used in this irrigated perimeter. In agreement with the standards of the Organization of the United Nations for the Feeding and the Agriculture (FAO), they were analyzed characteristics physical-chemistries that define the quality of the water for irrigation. The collections had been carried through in the period of outubro/2005 until julho/2007, in five points that it enclose since the conduit of approach of River Parnaíba, until the situated lots in the end of the production area. The obtained results indicate that the found values assist to the patterns demanded by the effective norms for use in irrigation, without causing decrease in the productivity of the crops.

Keywords: handling of the water; concentration of salts; irrigation.



INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um fator de suma importância quando se destina a irrigação. Diversos agentes físicos, químicos e biológicos podem influenciar negativamente na qualidade da água, podendo causar prejuízos às culturas irrigadas e aos empreendimentos agrícolas. Em áreas irrigadas, portanto, necessita-se do monitoramento de forma contínua da água utilizada, pois sua qualidade pode variar significativamente ao longo do tempo e segundo a distribuição espacial, sendo influenciada principalmente pelo tipo e quantidade de sais dissolvidos. Estes se encontram em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, e têm sua origem na dissolução e intemperização das rochas e solos, além de serem transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam na medida em que a água se evapora ou é consumida pelas culturas (Reichardt & Timm, 2003). O monitoramento da qualidade da água destinada à irrigação, normalmente é feito com a finalidade de identificar e corrigir possíveis problemas de salinidade, toxidez, poluição, etc., devendo ser considerado como parte de um programa (macro) de utilização racional dos recursos hídricos na região (Ayers & Westcot, 1999). A qualidade da água utilizada nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, contudo, não é monitorada continuamente, havendo uma carência na aplicação de métodos científicos destinados à eficiência de avaliação e manejo das águas superficiais, tanto para fins de consumo humano, quanto para irrigação. A partir da importância econômica, social e científica de trabalhos de monitoramento da água, o presente trabalho visa contribuir com informações para que sejam aplicadas medidas preventivas ou minimizadoras, acerca de possíveis impactos ambientais e gerenciamento integrado dos recursos hídricos na região, bem como, suporte para a orientação de políticas mais gerais na conservação do solo e da água. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí, de forma a contribuir para o manejo adequado da água neste perímetro irrigado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A qualidade das águas superficiais do Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí – DITALPI (2°55' latitude Sul, 41°50' longitude Oeste, 40 m de altitude), proveniente do Rio Parnaíba, foi monitorada com base nas análises realizadas em amostras de água coletadas diretamente no canal de irrigação, com frequência bimestral, totalizando 08 (oito) coletas no período de outubro de 2005 à julho de 2007, em 05 (cinco) pontos estratégicos identificados na área de estudo (Tabela 1). As análises dos diversos padrões de qualidade da água foram realizadas nos laboratórios da EMBRAPA MEIO NORTE, conforme procedimento descrito por

Machado et al. (1998), Silva & Hermes (1999) e Moraes (2001), referente aos parâmetros para fins de irrigação, sendo observadas as características que determinam a qualidade das águas em relação à cultura, manejo e efeitos no solo (pH, condutividade elétrica, razão de adsorção de sódio – RAS, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , carbonatos e bicarbonatos), em função das classes de uso estabelecidas pela resolução do CONAMA nº 357/05, segundo padrões para irrigação.

Tabela 1. Identificação dos pontos de coleta selecionados para análise.

Pontos de coleta	Nº. de amostras /coleta	Identificação dos pontos de coleta
EBP*	01	01 – antes da captação
EBV** 04	01	02 – junto a EBV
EBV 05	01	03 – junto a EBV
EBV 08	01	04 – junto a EBV
EBV 08	01	05 – LP 08 – Lote 65

*Estação de Bombeamento Volumétrica

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos até o momento referentes às características físicas-químicas da água utilizada no DITALPI permitem classificá-la como de boa qualidade para irrigação, com risco desprezível de salinização do solo a curto e médio prazo (Tabela 2). O pH da água de irrigação apresentou valores dentro dos limites normais, indicando não haver necessidade de se investigar problemas afins. De acordo com as diretrizes propostas por AYERS & WESTCOT (1999) para interpretação da qualidade da água empregada na irrigação, obteve-se resultados considerados normais para irrigação em todos os parâmetros analisados, sem apresentar grau de restrição para uso.

Tabela 2. Resumo das análises físico-químicas realizadas na água de irrigação do DITALPI no período de outubro/2005 a julho/2007.

Parâmetros	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	CO_3^{--}	Cl^-	C. E.	RAS
	(H_2O)	meq.L ⁻¹							dS m ⁻¹	
VN*	6,0 a 8,5	≤ 20,0	≤ 5,0	≤ 40,0	≤ 2,0	≤ 10,0	≤ 0,1	≤ 30,0	≤ 3,0	≤ 15,0
Média	6,87	0,66	0,42	0,54	0,04	0,79	0,00	0,05	0,10	0,70
Desvio padrão	0,473	0,186	0,134	0,267	0,006	0,109	0,000	0,016	0,052	0,285

*Valores normais em irrigação



A classificação proposta pelo U.S. Salinity Laboratory STAFF, bastante difundida na literatura (BERNARDO et al., 2006), baseia-se na condutividade elétrica (CE) e na Razão de Adsorção de Sódio (RAS). Com base nesta classificação, os resultados indicam que a água deste perímetro irrigado apresenta baixo perigo de salinização (C1) e baixo perigo de sodificação (S1) do solo, podendo ser usada na maioria das culturas.

Conforme relato de diversos produtores do DITALPI, os maiores problemas relacionados à qualidade da água são de ordem física, ocasionando entupimentos nos emissores dos sistemas de irrigação, devido à deposição de sedimentos e presença de sólidos em suspensão na água do canal. Para contornar esse problema, em maio de 2006 a administração do DITALPI realizou a limpeza do canal de irrigação, retirando impurezas e sedimentos depositados em toda sua extensão, o que reduziu consideravelmente os frequentes entupimentos dos emissores.

Analisando-se o conteúdo de Na^+ e $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (Figuras 1 e 2, respectivamente) durante o período de estudo, observa-se uma tendência de aumento dos valores de ambos os parâmetros até o mês de maio/07, havendo a partir de então, diminuição do valor de Na^+ e estabilização do valor $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Contudo, o aumento na quantidade desses sais na água não foi suficiente para ultrapassar a classe C1S1, mantendo-se com baixo perigo de salinização e de sodificação do solo, de acordo com a classificação proposta pelo laboratório U.S. Salinity Laboratory STAFF – U.S.D.A. A razão de adsorção de sódio (RAS) apresentou variação semelhante à de Na^+ , em virtude do conteúdo deste íon ter maior peso no cálculo da RAS (Figura 3). Ressalta-se a importância da continuidade do monitoramento da qualidade da água neste perímetro irrigado, como forma de subsidiar a tomada de decisão com relação ao manejo da água e do solo em médio e longo prazo.

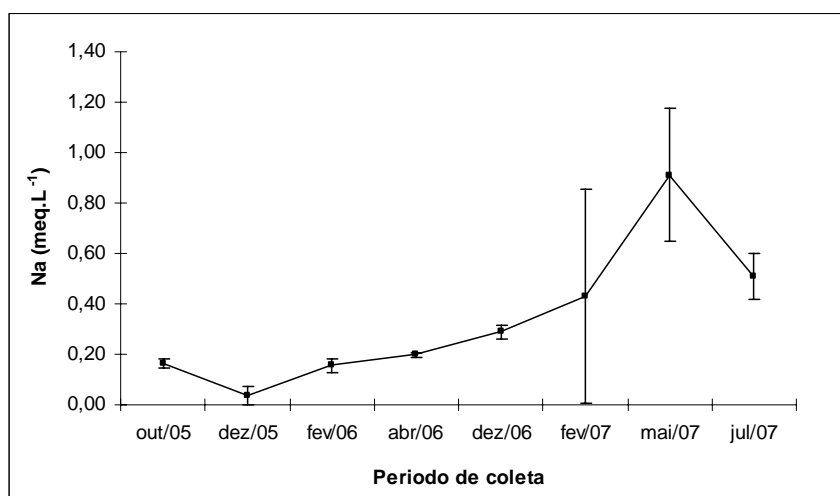


Figura 1. Variação no conteúdo de Na^+ na água do DITALPI, no período de outubro/05 a julho/2007.

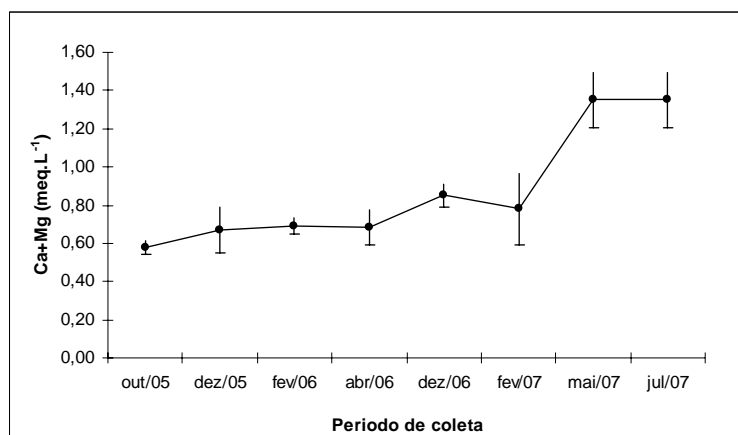


Figura 2. Variação no conteúdo de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ na água do DITALPI, no período de outubro/05 a julho/2007.

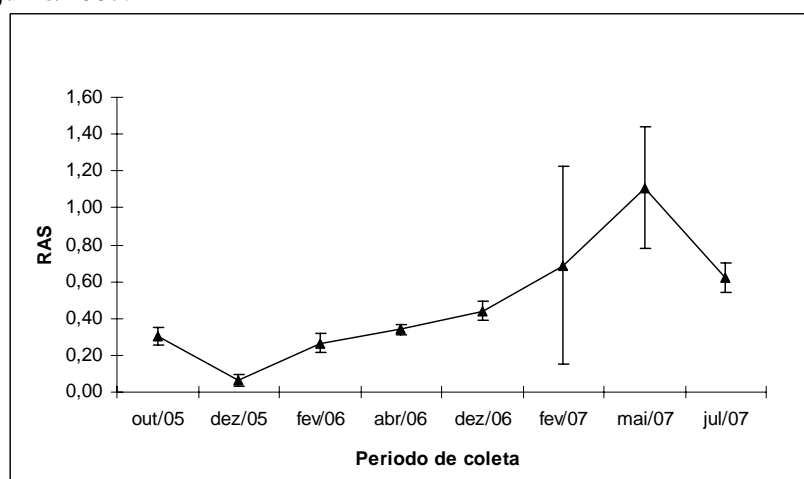


Figura 3. Variação da razão de adsorção de sódio (RAS) na água do DITALPI, no período de outubro/05 a julho/2007.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a água utilizada nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí apresenta valores considerados normais para irrigação, com baixo perigo de salinização e de sodificação do solo, podendo ser utilizada na maioria das culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A Qualidade da Água na Agricultura**. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros, F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- BERNARDO, S. MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 611p.



MACHADO, P.L.O. de; FABRICIO, A.C.; PRIMAVESI, A.C. et al. **Água**. In: NOGUEIRA, A.R.A.; MACHADO, P.L.O.A.; SANTANA do CARMO, C.A.F. et al., ed. Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: EMBRAPA-CCPSE, 1998. p.24-31.

MORAES, A. J. **Manual para a avaliação da qualidade da água**. São Carlos: Rima, 2001. 44p.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2003. 500p.

SILVA, A.S.; HERMES, L.C. **Avaliação da Qualidade das Águas**: manual prático. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 55p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM MALHA IMPLANTADOS EM CAPINEIRAS

FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.¹; SANTOS, J. DE A.²;
PIRES, J. B.³ & SANTOS, F. J. DE S.⁴

¹Engº Agr., D.Sc., Professor Adjunto da Universidade Estadual do Piauí - UESPI / *Campus* de Parnaíba. figueredojunior@yahoo.com.br;

²Estudante de graduação em Agronomia – UESPI.

³Eng. Agrônomo da Cooperativa Delta; ⁴Engº Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio Norte.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a uniformidade de distribuição da água em sistemas de irrigação por aspersão em malha, sob diferentes pressões de serviço. Os experimentos foram realizados em três propriedades rurais do município de Parnaíba, PI, no período de 07 a 20 de junho de 2007. Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, onde testou-se três valores de pressão de funcionamento do aspersor (1,0 kgf.cm⁻², 1,75 kgf.cm⁻² e 2,5 kgf.cm⁻²) e a presença ou ausência de válvula, dispostos em delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. Os resultados obtidos indicam que os valores de CUC, CUD e vazão registraram tendência de aumento nos valores à medida que se elevou a pressão de serviço, segundo modelo linear.

Palavras chave: Eficiência de irrigação; aspersão em malha.

EVALUATION OF SYSTEMS OF IRRIGATION FOR ASPERSION IN MESH IMPLANTED IN CAPINEIRAS

ABSTRACT: The present work has for objective to evaluate the uniformity of distribution of the water in systems of irrigation for aspersion in mesh, under different pressures of service. The experiments had been carried through in three country properties of the city of Parnaíba, PI, in the period of 07 the 20 of June of 2007. An factorial project 3 x 2 was used, where it tested three values of pressure of functioning (1,0 kgf.cm⁻², 1,75 kgf.cm⁻² and 2,5 kgf.cm⁻²) and the presence or absence of valve, made use in experimental delineation of blocks casualizados with three repetitions. The gotten results indicate that the values of CUC, CUD and outflow had registered trend of increase in the values to the measure that if raised the service pressure, according to linear model.

Key-words: Efficiency of irrigation; aspersion in mesh



INTRODUÇÃO

A irrigação pode ser uma alternativa para aumentar o rendimento das culturas, pois se sabe que no cultivo tradicional de sequeiro geralmente o rendimento é baixo (Paz et al, 2002). Além disso, a prática de irrigação possibilita produzir durante todo o ano, podendo-se planejar a quantidade de volumoso obtida em função da área disponível na propriedade. Deve-se, entretanto, considerar a importância da disponibilidade de água e os custos da implantação e operacionalização do sistema de irrigação, sendo ideal que este apresente uma boa eficiência e custos reduzidos.

Um sistema que está sendo bastante utilizado na produção de pastos é o sistema de irrigação por aspersão em malha, que se insere no contexto da nova agricultura irrigada por tratar-se de um sistema simples e de alta eficiência. Caracteriza-se por funcionar com baixa pressão, exigirem diâmetros reduzidos, menor potência de conjunto moto-bomba e consequentemente custo mais baixo de implantação e manutenção (Drumond & Aguiar, 2005).

A aplicação da água por sistemas de irrigação não é perfeitamente uniforme. Muitos fatores podem interferir no nível de uniformidade de distribuição da água, como espaçamento entre aspersores, velocidade e direção do vento, pressão de operação dos aspersores, velocidade e uniformidade de rotação, entre outros (Azevedo et al., 2000). Para que se garanta o manejo da água com a máxima eficácia, o desempenho dos sistemas de irrigação deve ser avaliado periodicamente para correção de eventuais falhas, podendo-se com isso economizar água, mão-de-obra, energia e gerar um aumento no rendimento das culturas (Moura, 2005).

Um dos parâmetros utilizados na avaliação é a uniformidade de distribuição da água, a qual pode ser representada pelo coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), entre outros. Segundo Resende et al. (1998), o CUC expressa a variabilidade da lâmina de irrigação aplicada na superfície do solo em relação à lâmina média aplicada, por meio de medidas de dispersão expressas na forma adimensional, enquanto o CUD é uma medida frequentemente utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação. Um baixo valor de CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda, se a lâmina mínima aplicada corresponde à lâmina necessária. Os valores de CUD são, geralmente, menores que os valores de CUC. A baixa eficiência de aplicação da irrigação por aspersão está relacionada com a não-uniformidade de distribuição de água e com as perdas de água por evaporação e arrastamento pelo vento.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a uniformidade de distribuição da água em sistemas de irrigação por aspersão em malha, sob diferentes pressões de serviço, instalados em áreas destinadas à produção de capineiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em três propriedades destinadas a criação de bovinocultura leiteira, localizadas na zona rural do município de Parnaíba – PI. Os ensaios aconteceram no período de 07 a 20 do mês de junho de 2007, em áreas destinadas a produção de pastagens. O clima da região é Aw' tropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual de aproximadamente 1000 mm (Bastos et al, 2000).

O sistema avaliado foi o de irrigação por aspersão em malha, com linhas principais, de derivação e laterais fixas e enterradas, com mudanças apenas dos aspersores, instalados a uma altura de 1,50 m em relação à superfície do solo. O aspersor utilizado foi o Pingo giro completo 360° da marca Fabrimar, com diâmetro de bocais 2,6 x 2,4 mm, vazão nominal de 0,70 m³.h⁻¹, espaçamento 12,0 m x 12,0 m e intensidade de aplicação de 4,9 mm.h⁻¹. O sistema foi avaliado sob três diferentes pressões: 1,0 kgf.cm⁻², 1,75 kgf.cm⁻² e 2,5 kgf.cm⁻², sendo que as duas maiores pressões também foram avaliadas com a utilização de válvulas reguladoras de pressão da marca Fabrimar, com pressão de regulação de 2,1 kgf.cm⁻². Em todos os projetos as linhas são compostas com tubos PVC PN 60, sendo os diâmetros da linha principal e linhas laterais de 50 mm e 25 mm, respectivamente.

A área entre os aspersores foi subdividida em quadrículas de três metros de lado; no centro de cada quadrícula foi colocado um coletor a uma altura de 0,5 m da superfície do solo, para receber parte da água aplicada durante os testes, que tiveram duração de 40 minutos. No início dos testes foram medidas a pressão de serviço e a vazão dos aspersores, e no final determinou-se o volume coletado em cada pluviômetro, utilizando-se proveta graduada a cada 0,5 mm. As determinações foram realizadas com três repetições para cada pressão escolhida.

O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC, %), considerado por muitos autores como o principal parâmetro que descreve a uniformidade de irrigação, foi calculado através da seguinte equação:

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n * \bar{x}} \right] * 100$$

em que: x_i = precipitação obtida no coletor de ordem i (mL); \bar{x} = precipitação média dos coletores (mL); n = número de amostras coletadas.



Outro parâmetro utilizado para avaliar o sistema foi o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD, %), muito utilizado por relacionar as menores lâminas aplicadas no quartil da área total, calculado pela equação seguinte:

$$CUD = \frac{L_q}{L_m} * 100$$

em que: L_q = média dos 25 % menores valores de lâminas coletadas na avaliação; L_m = lâmina média de todas as observações.

Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, onde testou-se três valores de pressão de funcionamento do aspersor e a presença ou ausência de válvula, dispostos em delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. Os dados experimentais foram interpretados por meio de análise de variância e regressão polinomial utilizando-se o programa SAS (*Statistic Analysis Sistem*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de uniformidade (CUC e CUD) e a vazão média para as diferentes pressões de funcionamento, com e sem a presença da válvula reguladora de pressão são apresentados na Tabela 1. Para a mesma pressão de funcionamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem presença de válvula. A análise estatística indicou o modelo linear como adequado aos parâmetros avaliados para o intervalo de pressão de 1 a 2,5 kgf.cm⁻², sendo os coeficientes obtidos apresentados na Tabela 2.

Em sistemas de irrigação por aspersão, o valor mínimo do CUC adotado como referência na literatura é 80%. Todavia, valores inferiores podem ser admitidos se a precipitação pluvial tem um valor significativo durante a estação de cultivo, ou se a diminuição dos custos do sistema com a redução da uniformidade compensar a diminuição da receita devido à redução na

Tabela 1. Coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e vazão média (Qmédia) para as diferentes pressões de funcionamento (PS).

PS (kgf.cm ⁻²)	CUC (%)	CUD (%)	Qmédia (L.h ⁻¹)
1,0 (S/V*)	67,79	54,924	556,08
1,75 (S/V)	71,32	59,218	652,05
2,5(S/V)	72,00	61,274	728,70
1,75(C/V**)	70,15	61,281	625,80
2,5(C/V)	73,664	63,928	703,50

*S/V: sem válvula; **C/V: com válvula.

Tabela 2. Coeficientes do modelo linear ($Y = a.X + b$) determinados na análise estatística. A variável independente “X” corresponde à pressão de funcionamento do aspersor.

Coeficiente	CUC (%)	CUD (%)	Qmédia (L.h ⁻¹)
a	2,52167	3,84167	80,01000
b	65,41167	51,57444	477,01500
R ²	0,5180	0,2956	0,6317

produção da cultura (AZEVEDO et al., 2000). Portanto, os resultados obtidos indicam que os sistemas testados podem apresentar falhas de operação ou estão sendo afetados pelas condições climáticas, devendo ser testadas alternativas para melhoria da uniformidade nesses sistemas.

O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), por ser calculado com base nos menores valores, torna-se mais sensível a valores extremos. No presente trabalho registrou-se tendência de aumento nos valores de CUD à medida que se elevou a pressão de serviço (Tabela 1).

A vazão média apresentou correlação positiva com a pressão de serviço, sendo que os tratamentos de 2,5 kgf.cm⁻² (com e sem válvula) resultaram em valores próximos ao indicado pelo fabricante para esta pressão (700 L.h⁻¹).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que os valores de CUC, CUD e vazão registraram tendência de aumento nos valores à medida que se elevou a pressão de serviço, segundo modelo linear;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECOM, P. R. **Influência de Fatores Climáticos e Operacionais sobre a Uniformidade de Distribuição de Água, em um Sistema de Irrigação por Aspersão de Alta Pressão**. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2. 2000.
- BASTOS, E. A.; NUNES, B. H.; ANDRADE JUNIOR, A. S. **Dados Agrometeorológicos para o Município de Parnaíba, PI**. Teresina: EMBRAPA, 2000. 27p. (Documento, 46).
- DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. de P. A. **Irrigação de Pastagem**. Uberaba: L. C. D. Drumond. 2005. 210p.
- MOURA, E. N. de. **Avaliação de Desempenho de Sistemas Pressurizados em Fruticultura**. Curitiba: Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais, v.3, n.1, 2005. p.67-74.



PAZ, V. P. da S.; FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. FOLEGATTI, M. V. **Otimização do Uso da Água em Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.3, 2002. p.404-408.

RESENDE, R.; FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L. de. **Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo**. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3. 1998. p.257-261.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO – BUBBLER PARA OS PRODUTORES DO POLÍGONO DAS SECAS NO NORDESTE BRASILEIRO

**SOUZA, I. H. DE¹; CARVALHO, F. W. A. DE¹; SOUZA, A. O. G. DE²;
TORRES, F. R. G.²; SILVA, T. O. DA² & BARBOSA, M. A. G.²**

¹Professores da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE. Rodovia Iguatu – Várzea Alegre, km 05, Campus II – Vila Cajazeiras. Cep. 63500-000. Tel. (088) 35820987. wagrotec@hotmail.com

²Estudantes do Curso Tecnológico de Irrigação e Drenagem da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE. Iguatu – Ceará.

RESUMO: O presente trabalho busca obter parâmetros de funcionamento hidráulico do sistema de irrigação “bubbler” sob condições de clima semi-árido e utilização do cajueiro anão (*Anacardium occidentale*) conduzido sob diferentes tensões da água no solo. Os resultados apresentaram – se bastante satisfatórios com uma redução nos custos de implantação de até 300% em relação aos sistemas tradicionais de irrigação.

INTRODUÇÃO:

O Sistema Bubbler desenvolvido para regiões semi-áridas, onde a escassez de água é predominante, está sendo utilizado na região do Arizona, USA e no Egito com sucesso em pomares de citrus, uva, pêssigo e árvores para quebra-vento e arborização. Tem funcionado como substituto da irrigação por sulcos, economizando água, evitando erosão e menor trabalho no manejo. Um ponto importante é que, mesmo sendo um sistema por gravidade, aplica água de forma localizada sob a copa das plantas em microbacias (REYNOLDS, 1993). Ante a escassez de água no semi-árido, faz-se necessária a associação entre o avanço de tecnologia dos sistemas que resultem numa utilização melhor dos recursos naturais de tais áreas. Estudos são necessários para que se possa determinar a quantidade de água a ser aplicada em uma cultura, para que esta produza satisfatoriamente com o menor consumo de água e energia possíveis.

MATERIAL E MÉTODOS:

O procedimento metodológico empregado na condução desta pesquisa se baseou no uso do aplicativo Bubbler (versão 1.1), para dimensionar o sistema de irrigação; na avaliação do



sistema instalado no campo para irrigar o cajueiro anão precoce; no monitoramento da umidade do solo e das variáveis de crescimento do cajueiro. Na condução da pesquisa foram utilizadas mudas de cajueiro anão precoce, CCP

76, produzidas pelo Centro Nacional de Pesquisa Agroindustrial Tropical, integrante da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CNPAT).

O experimento foi instalado numa área útil de 256 m² (16 x 16 m) com a implantação do sistema de irrigação por gravidade bubbler, e estabelecimento do pomar. O referido sistema fornecia água à cultura através de mangueiras emissoras, com vazão nominal média de 64,65 L.h⁻¹. Os valores das tensões aplicadas por tratamento, foram:

T₀ – A lâmina de irrigação aplicada era aquela requerida para elevar a tensão da água do solo para 10kPa (correspondente à capacidade de campo); T₁– A lâmina de irrigação aplicada era aquela requerida para elevar a tensão da água do solo para 20kPa; T₃– A lâmina de irrigação aplicada era aquela requerida para elevar a tensão da água do solo para 30kPa; T₄– A lâmina de irrigação aplicada era aquela requerida para elevar a tensão da água do solo para 100kPa; As equações das curvas de retenção da água no solo foram obtidas com o modelo de van Genuchten (1980), dado por:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\Psi_m |\alpha|)^n\right]^m},$$

onde: θ – umidade a base de volume, m³ . m⁻³; θ_r - umidade residual, m³ . m⁻³, θ_s - umidade de saturação, m³ . m⁻³; Ψ_m - potencial matricial da água no solo, kg; α, m, n - parâmetros empíricos do modelo matemático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O clone do cajueiro anão precoce, CCP 76 apresentou alto grau de tolerância ao estresse hídrico, na fase estudada; b) A irrigação com tratamento T3, tensão de 100kPa, representou economia de água da ordem de 250%, em relação ao tratamento To (testemunha); c) Os custos variam de R\$ 104,30 a R\$ 840,22 por área irrigada (de 0,25 a 1,0 ha respectivamente), de acordo com o aumento dos diâmetros e comprimento das tubulações; d) Constata-se redução nos custos em 300% em relação aos sistemas convencionais de micro-irrigação; e) O sistema testado apresentou desempenho excelente, com um coeficiente de uniformidade (CUD) 95,6% e CUC 96,64%, sendo a eficiência de aplicação (EA) de 86,98%; f) A simplicidade de instalação e manejo, aliada a elevada eficiência de irrigação do sistema bubbler podem permitir sua adoção por parte do pequeno produtor.

CONCLUSÃO:

Os dados sugerem que o sistema de irrigação bubbler apresenta-se como boa opção a ser implantada junto aos pequenos produtores rurais que não dispõem de recursos financeiros

suficientes para usufruir de um sistema convencional de irrigação, uma vez que o mesmo apresenta baixo custo inicial, além de não requerer consumo de energia elétrica ou combustível, pelo fato de funcionar com energia hidráulica baixa, além de apresentar uma alta eficiência de uniformidade de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ – Departamento de Física e Meteorologia, 1993. 505 p.
- REYNOLDS, C.A. **Design and evaluation of bubbler irrigation systems**. 1993. 134 f. Thesis (Master Irrigation Engineering) – University of Arizona, Arizona.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1989. 657 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NOS ASSENTAMENTOS DO MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE-CE

ARAÚJO, I.C.S.¹; BARBOSA, F.E.L.¹; SANTOS, F.S.S.²;
CHAVES, L.C.G.³; CHAVES, A. F.⁴; SILVA, F.L.⁴

¹Bolsista FUNCAP, Estudante do Curso de RH/Irrigação, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE. (88) 3423 6915. e-mail: isabelcsa@yahoo.com.br

²Tecnólogo em RH/Irrigação. Prof. MSc. da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

³Tecnólogo em RH/Irrigação. MSc. Bolsista FUNCAP, FUNCEME, Fortaleza, Ceará.

RESUMO: O trabalho consistiu em diagnosticar a qualidade da água em cinco assentamentos localizados no município de Tabuleiro do Norte - CE, destinados à caracterização agronômica das águas para uso em irrigação. As amostras foram coletadas mensalmente no período de abril/2004 a julho/2004, condicionando a análise dos seguintes parâmetros: Cl^- , Na^+ , $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$, K^+ , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^- , pH e Condutividade Elétrica (CE). As análises foram realizadas no Laboratório de Solos, Água para fins de irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC - Limoeiro do Norte. Com base nestas análises foi calculada a Razão de Adsorção de Sódio (RAS), para juntamente com a Condutividade Elétrica (CE) obter-se a classificação da água para cada localidade. Dos resultados obtidos conclui-se as águas analisadas apresentaram boa qualidade, podendo ser utilizadas para fins de irrigação, devendo-se destacar o assentamento Donato, quanto a necessidade de um monitoramento constante, não apenas da água, como do solo e da cultura a ser implantada, tendo em vista a tendência do aumento da concentração de alguns íons que podem no futuro tornar a água dessa localidade em fonte potencial de salinização e/ou sodificação do solo.

Palavras-chave: qualidade de água, salinidade e sodicidade, toxicidade de íons.

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NOS ASSENTAMENTOS DO MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE-CE

ABSTRACT: The main goal of the work was to evaluate the water quality in five settlement projects in Tabuleiro do Norte, Ceará, Brazil, identifying the agronomic characterization of the water used to irrigation. Samples were taken from April/2004 to July/2004. In this work were considered the following attributes: Cl^- , Na^+ , $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$, K^+ , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^- , pH, Electrical Conductivity (EC) and Sodium Adsorption Ratio (SAR). Attributes were analyzed in Laboratório de Solos, Água para fins de irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC - Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. Sodium

Adsorption Ratio (SAR) and Electrical Conductivity (EC) were applied to classify the water in each settlement projects studied. Results showed that analyzed water can be classified like good quality to irrigation. In settlement projects Donato its necessary monitoring water quality, monitoring soil and monitoring crop to diagnostic ions increasing in long time and prevent salts and sodium in soil.

Key works: water quality, salinity and alkaline, ionic toxicity.

INTRODUÇÃO

O sucesso da agricultura irrigada depende tanto da qualidade quanto da quantidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização (Krause e Rodrigues, 1998). Esta situação, todavia, está assumindo uma configuração diferente em muitos lugares.

Pode-se definir a qualidade da água por suas características físicas, químicas ou biológicas, sendo que as águas que se destinam à irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos, considerados importantes na determinação da qualidade agrônômica das mesmas, sendo eles: salinidade, sodicidade e toxicidade de íons.

Para Rhoades et al. (1992), a qualidade da água pode variar segundo o tipo e a quantidade de sais dissolvidos, que são encontrados em quantidades pequenas, porém, muitas vezes significativas, tendo sua origem na intemperização das rochas e dos solos, pela dissolução lenta do calcário e de outros minerais, que são levados pelas águas de irrigação e se depositam no solo, acumulando à medida que a água evapora ou é consumida pelas culturas, fazendo com que a sua qualidade seja um dos mais importantes fatores responsáveis, e dos menos remediáveis. Além disso, deve-se analisar como a água oriunda da irrigação afetará a permeabilidade e o potencial da salinização do solo. Assim, deve-se ponderar sobre dois outros aspectos: o incremento do teor de elementos tóxicos no solo e o comprometimento dos sistemas de irrigação em termos operacionais, especialmente quando se trata de gotejamento e microaspersão (localizada). Nesse sentido, a produção pode ser afetada tanto em termos quantitativos, como qualitativos, podendo ainda inviabilizar a atividade agrícola em determinados locais e situações.

Face ao exposto, é de suma importância o conhecimento das características da águas disponíveis às comunidades com a finalidade de se efetuar recomendações técnicas fundamentadas e precisas acerca dos sistemas produtivos, contribuindo, desse modo, para promoção social e econômica das comunidades rurais.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade da água, sob os aspectos de salinidade, sodicidade e toxidade de íons, em cinco assentamentos no município de Tabuleiro do Norte, Ceará.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cinco assentamentos do município de Tabuleiro do Norte, situado no Estado do Ceará. O município possui uma área total de 832,7 km², altitude em torno de 40 m acima do nível do mar, latitude 5° 14' 28'' S e longitude 38° 07' 50'' W. O clima nessa região apresenta temperatura média que variam de 24 °C a 36 °C, a precipitação pluvial oscila em torno de 800 mm anuais (IPLANCE, 2007).

Foram realizadas quatro coletas de amostras de água, durante o período de 09 de Abril a 21 de julho de 2004, condicionando assim, a análise dos seguintes parâmetros: cloreto, sódio, cálcio e magnésio, potássio, pH, condutividade elétrica (CE), sulfato, carbonato e bicarbonato. Com base nestas análises foi calculado a Razão de Adsorção de Sódio (RAS), que juntamente com a condutividade elétrica (CE) obteve-se a classificação da água de cada localidade.

As coletas foram realizadas nos poços de maior potencial de uso para a irrigação nos respectivos assentamentos. As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos, Água para fins de Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC-Limoeiro do Norte.

Os parâmetros potássio, sódio, cloreto, CE e pH foram determinados seguindo a metodologia proposta por Apha (1995). Para os demais, foram adotadas a metodologia da EMBRAPA (1979).

Os parâmetros utilizados na avaliação da salinidade foram o pH e a CE. Quanto ao risco de sodificação do solo pelo uso da água de irrigação, utilizou-se o índice de Razão de Adsorção de Sódio (RAS), obtido através da Equação de Richards (1954).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nas análises de água dos poços situados nos cinco assentamentos do município de Tabuleiro do Norte bem como sua respectiva classificação (Tabela 01), mostraram-se adequados, não havendo restrição da utilização da água para a maioria das culturas nos assentamentos avaliados.

Tabela 01: Valores médios dos parâmetros de qualidade de água dos poços situados nos assentamentos rurais no município de Tabuleiro do Norte, Ceará, 2007.

Assentamento	Parâmetros										
	Cl ⁻	Na	Ca	Mg	K	pH	Carbonatos	Bicarbonatos	RAS	CE	Classificação
	mmol _c L ⁻¹					–	mmol _c L ⁻¹		–	dS m ⁻¹	–
Barra do Feijão	5,53	2,57	3,65	1,13	0,27	6,8	0,0	1,77	1,66	0,39	C ₂ S ₁
Donato	13,05	5,98	8,00	2,61	1,04	6,2	0,0	0,14	2,70	0,97	C ₃ S ₁
Lagoa Grande	0,68	0,32	0,25	0,20	0,12	6,7	0,0	0,30	0,68	0,06	C ₁ S ₁
Nova Floresta	0,79	0,51	0,15	0,23	0,16	6,0	0,0	0,17	1,18	0,06	C ₁ S ₁
Groelândia	3,19	1,11	1,15	0,87	0,37	6,4	0,0	0,37	1,10	0,20	C ₁ S ₁

Os valores médios obtidos dos parâmetros avaliados dos cinco assentamentos foram inferior ao valor máximo estabelecido na literatura consultada (Tabela 02). Porém quando se observa esses valores de uma forma individual para cada assentamento, pode-se perceber que, para alguns parâmetros em dois assentamentos, estão situados acima do recomendado para o uso na irrigação.

Entre os parâmetros analisados na água para fins de irrigação deve-se destacar C.E., o pH e a RAS. A CE juntamente com a RAS, classifica a água quanto ao risco de salinidade e/ou sodicidade. Os valores elevados de condutividade elétrica proporcionam grau de restrição para o uso da água, tanto para as plantas quanto ao solo, (Ayres e Westcot, 1991). Os valores médios encontrados de condutividade elétrica na água estão na faixa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, superando o padrão de qualidade para água utilizada na irrigação.

Porém no assentamento de Donato, apesar do valor desse atributo não ser superior ao recomendado nessa prática agrícola, deve-se está atento ao seu aumento, tendo em vista que há uma tendência de aumento dos teores de cálcio, magnésio e sódio para essa localidade. Nesta situação, é recomendado cuidados na seleção da cultura a ser irrigada e um monitoramento nas propriedades físico-químicas do solo, através de análises periódicas, bem como alternativas de manejo para evitar danos as plantas pelo excesso de sais.

Quanto a RAS, o valor médio de 1,5 não indica nenhum risco de sodicidade ao solo que vem ser irrigado pelas águas avaliadas nos cinco assentamentos. Para utilização desta água na agricultura, segundo Ayres e Westcot (1991) os valores médios do pH estiveram dentro dos padrões de água para irrigação ($6,4 < \text{pH} < 8,5$), na maioria dos assentamentos, tendo como média geral de 6,4 para esse atributo.

Em relação aos assentamentos de Donato e Nova Floresta, onde o pH foi de 6,2 e 6,0 respectivamente, percebe-se que esta água poderá causar problemas de corrosão no sistema de irrigação, devendo-se ter cuidados, principalmente quanto a manutenção do sistema.

Quanto aos cátions e os ânions analisados podemos observar (Tabela 01) que de forma geral podem ser considerados normais para uso na irrigação. O cloro e o sódio são tidos como íons tóxicos para a grande maioria das culturas as plantas se encontrados acima de 30. e 40 $\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$, respectivamente Neja et al (1978). Contudo, em relação ao sódio, o maior risco

Tabela 02: Comparação dos valores médios dos parâmetros encontrados com a média geral dos poços situados nos assentamentos rurais no município de Tabuleiro do Norte, Ceará, 2007, Fonte: FAO, 1973.

	Cl ⁻	Na	Ca	Mg	K	pH	Carbonatos	Bicarbonatos	RAS	CE
	$\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$					—	$\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$		—	dS m^{-1}
Média Geral	4,65	2,01	2,64	52,69	0,39	6,42	0,0	0,55	1,46	0,34
Valor limite	0 a 30	0 a 40	0 a 20	0 a 5	0 a 2	6,4 a 8,5	0 a 0,1	0 a 10	0 a 15	0 a 3



causado pelo elemento se dá, quando este se encontra em maior proporção do que outros íons, sobretudo cálcio e magnésio acarretando problemas de infiltração no solo. No caso particular da irrigação por aspersão associada à alta evaporação o cloro pode causar queima nas folhas das plantas, quando encontrado acima do recomendado. Os valores de cloreto para os cinco assentamentos foram em média de $4,6 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$, não implicando em restrição alguma na utilização destas águas para irrigação na maioria das culturas. Para o sódio, os valores encontrados nas amostras avaliadas foi da ordem de $2,1 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$, valor esse situado-se dentro da normalidade em água para irrigação.

Em relação aos resultados médios obtidos para cálcio, magnésio e potássio das amostras avaliadas, observa-se que ficaram em torno de $2,6 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$, $1,01 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$ e $0,4 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$ respectivamente, encontrando-se na faixa aceitável de utilização para fins de irrigação. O cálcio pode ser precipitado na forma de carbonato de cálcio (CaCO_3), o qual leva ao aumento da proporção de sódio em relação á esse íon, caracterizando um aumento da RAS nos solos e conseqüente diminuição da infiltração. O magnésio (Mg), assim como cálcio pode vir a formar precipitado (quando reagir com o bicarbonato) causando entupimentos nas tubulações dos sistemas de irrigação. Já presença do potássio na água de irrigação implica em fonte do elemento para as culturas, contudo, é importante ressaltar que o excesso na absorção desse nutriente pela planta, pode ocasionar deficiência na absorção de elementos como cálcio e magnésio.

No que diz respeito aos parâmetros analisados, os teores de carbonatos e bicarbonatos, também se destacam por favorecer na formação de precipitados, comprometendo os sistemas de irrigação causando entupimentos. Vale ressaltar que, para solos com altos teores de cálcio a precipitação também pode ocorrer, quando houver presença de bicarbonatos nas águas de irrigação, pois reduz a concentração de cálcio e magnésio no solo e, conseqüentemente aumenta a proporção de sódio, podendo provocar problemas de infiltração da água no solo, promovendo a potencialização da RAS. No presente estudo, a probabilidade da ocorrência dos processos descritos anteriormente, é praticamente nula tendo em vista que, a média obtida dos teores de bicarbonatos foi de $0,49 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$ com ausência total de carbonatos em todas as águas analisadas, não havendo restrição de uso quando se analisa os teores de carbonatos e bicarbonatos para os cinco assentamentos.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que as águas analisadas podem ser utilizadas para fins de irrigação, uma vez que estas se encontram dentro dos padrões recomendados.

Contudo, o acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água se faz necessário para promoção da sustentabilidade da atividade agrícola em todos os assentamentos.

Vale ressaltar que o Assentamento Donato merece destaque quanto à necessidade de um monitoramento constante, não apenas da água, mas também do solo e da cultura a ser implantada, dada a tendência do aumento da concentração de alguns íons que podem no futuro tornar a água em fonte potencial de salinização e/ou sodificação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 19th Edition, American Public Health Association, USA. 1995.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do solo. **Manual e métodos de análise de conservação de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979.

INSTITUTO DE PESQUISA E INFORMAÇÃO DO CEARÁ, Perfil Básico Municipal: Tabuleiro do Norte. Disponível em: <
http://www.ipece.ce.gov.br/Arquivos/3/1/2000/PBM_Tabuleiro%20do%20Norte.pdf > Acesso em: 24 de julho de 2007.

KRAUSE, G.; RODRIGUES, A. F. **Recursos hídricos do Brasil**. MMA – SRH. Brasília, 1998. 33p.

NEJA, R. A., AYERS, R. S., KASIMATIS, A. N. **Salinity appraisal of and water for successful production of grapes**. Berkeley, University of California, 1978.

RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. *Soil Sci.*, n. 113, p. 277-84, 1972.

RICHARDS, L. A. (1954). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, U. S. Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture handbook, 60)



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

REÚSO DE ÁGUA COM A MACRÓFITA AQUÁTICA (*Eichornia crassipes*)

KOCH, J. ¹; LIMA, E. S. S. ²; CAVALCANTE, M. R. A. ²;
SILVA, J. R. M. ³ & CAVALCANTE, A. R. S. ³

¹Professora, Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, Av. Dr. Guarani, 317, Sobral, CE. Fone (88) 36111033. e-mail: jeanetekochdias@yahoo.com.br.

²Pesquisadora, Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, Sobral, CE.

³Graduando, Curso Tecnologia do Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Sobral, CE.

RESUMO: Em função do aumento das atividades agrícolas, industriais, e urbanas, associadas à falta de disciplina nos usos dos recursos hídricos e ao aumento contínuo pela demanda por água, o reúso de água torna-se cada vez mais importante nos nossos tempos. A unidade experimental recebeu água do Espelho D'água do Rio Acaraú, Sobral/CE, assim como as coleta de macrófitas *Eichornia crassipes*. Durante o período de monitoramento observou-se absorção acentuada dos nutrientes: nitrato, nitrito, ortofosfato e fósforo. Este fato se deve a grande eficiência da macrófita *eichornia crassipes* na assimilação de nutrientes (nitrogênio e fósforo). Utilizando-se a Resolução CONAMA 357/2005, observou-se inicialmente o não enquadramento da água como classe 2. A utilização da macrófita *Eichornia crassipes* contribui para o enquadramento desta água na referida Resolução, com exceção do oxigênio, devido ao próprio clima e das condições do experimento.

Palavras Chave: reúso, nutrientes

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos vêm sendo amplamente degradados, em todo o mundo, devido às inúmeras atividades humanas que se desenvolvem com grande intensidade em torno das bacias hidrográficas, sendo a qualidade e a quantidade da água disponível é constantemente alterada.

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, ou seja, 13,8% do deflúvio médio mundial. O conhecimento das variações de tempo, espaço das chuvas, descargas dos rios, de fatores ambientais, sócio-culturais, condições de uso e conservação dos seus recursos naturais permitem planejar, evitar ou atenuar os efeitos do excesso ou da falta de água (Tundisi, 2005).

Os cursos d'água do estado do Ceará são alimentados diretamente pelas águas pluviais e não dispõem de qualquer ação de fontes perenes. A concentração de chuvas num curto período impõe a característica de intermitência a todos os rios que correm no território estadual.

Neste contexto, o estudo das macrófitas aquáticas torna-se importante componente estrutural e do metabólico dos ecossistemas aquáticos, pois nesses ambientes, cerca de 95% da biomassa total concentra-se nessas plantas, e macrófitas como a *Eichornia crassipes* apresenta um desempenho atraente na remoção de nutrientes dos esgotos domésticos.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da macrófita *Eichornia crassipes* na redução de nutrientes da água e sua posterior liberação na coluna d'água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado nas proximidades do bloco de Saneamento ambiental e as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Água do Departamento de saneamento Ambiental da Faculdade Tecnológica CENTEC, unidade Sobral. A unidade experimental foi um tanque circular de PVC, com volume de 2000L. Para desenvolver a pesquisa foi captada água no espelho d'água do rio Acaraú (margem esquerda) pertence à bacia hidrográfica do Acaraú e fica localizado no município de Sobral, posicionado entre as pontes Jose Euclides Ferreira Gomes e Othon de Alencar e conduzido por um carro pipa cedido pela Prefeitura Municipal De Sobral. A Tabela 01 apresenta as variáveis analisadas nas amostradas de água do tanque durante o período de estudo.

Tabela 01 – Variáveis físicas e químicas analisadas nas amostradas do tanque.

Parâmetros	Método	Fonte
Temperatura	Filamento de Mercúrio	APHA, 1995-
OD (mg.l ⁻¹)	Winkler Modificação Azida	APHA, 1995
pH	Potenciométrico	APHA, 1995-
Amônia (mg.l ⁻¹)	Nesslerização Direta	APHA, 1995
Nitrito (µg.l ⁻¹)	Reação de Griess por Bendschneider e Robinson (1952) e descrito por Aminot e Chasseupied (1983)	APHA, 1995
Nitrato (mg.l ⁻¹)	Salicilato de Sódio	APHA, 1995
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	Espectrofotométrico do Ácido Ascórbico	APHA, 1995
Ortofosfato (µg l ⁻¹)	Espectrofotométrico do Ácido Ascórbico	APHA, 1995
Clorofila a, b, c e Feofitina "a" (µg.l ⁻¹)	Extração a Frio com Acetona 90%	Lorezen, 1974



As plantas aquáticas de espécie de *Eichornia crassipes* foram coletadas no espelho d'água, em estágio intermediário de desenvolvimento, e foram transportadas para o tanque no mesmo dia de coleta. As plantas foram lavadas e pesadas e dispostas no tanque. A pesquisa foi dividida em duas etapas, onde na primeira fase chamou-se ME (Mês Experimental) e a segunda fase MD (Mês Depois). Na primeira fase foi acompanhado o grau de remoção de nutrientes e ganho de biomassa pela *Eichornia crassipes* através de análises físico-químicas realizadas durante os meses de fevereiro e março no período matutino com frequência semanal. Na segunda fase, após um mês (abril) foi realizada uma última bateria de análises para ver o tempo em água atingia as condições iniciais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de temperatura se mantiveram altos (próximos de 30°C), fato esse já esperado em se tratando de ambientes de clima tropical semi-árido e também em função das condições do experimento (cobertura de macrófitas na superfície e volume limitado de água). As concentrações de oxigênio dissolvido médio encontrado foi de 3,68 mg L⁻¹, com mínimo de 3,42 mg L⁻¹ e maior 5,01 mg L⁻¹ no mês posterior à retirada as macrófitas.

Os valores máximos e mínimos de oxigênio dissolvido no tanque foram influenciados principalmente pela cobertura de macrófitas que inibem a crescimento dos organismos clorofilados (algas) responsáveis pela oxigenação da água.

As maiorias dos lagos tropicais possuem pH entre (6 e 8). Durante o período de pesquisa os valores de pH se mantiveram com tendência a neutro, com valor mínimo de 6,95 e maior valor de 7,73. Os valores de pH apresentaram pouca variação, provavelmente associados aos íons responsáveis pela alcalinidade da água. A Resolução CONAMA 357/05, estabelece valor máximo entre 6 e 9 para águas de classe 2, de maneira que os valores obtidos estão dentro do permitido.

Os valores das formas de nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato) de modo geral se apresentaram baixos, sendo que valores de amônia não foram detectados e que os valores de nitrito e nitrato sofreram redução pelas aguapés ou conversões a formas oxidadas.

A maior absorção de amônio pelas macrófitas ocorre por esta ser a forma de nitrogênio, energeticamente mais viável para o metabolismo celular, não necessidade de sua transformação para ser incorporado na biomassa como ocorre com o nitrato, que precisa ser reduzido até amônia (Esteves, 1998). Os valores de nitrito apresentaram uma redução de 99,95% ao longo do período experimental.

A concentração de fósforo total inicial foi de 0,11 mg L⁻¹ e final não detectado, mostrando a redução deste parâmetro pelas macrófitas aquáticas. Após a retirada das plantas aquáticas do tanque a concentração de fósforo total presente na amostra foi de 0,46 mg L⁻¹, de modo que este valor pode esta associada às quantidades de fósforo no sedimento. Durante o período de pesquisa o ortofosfato solúvel apresentou um valor inicial de 20 µg/L e não foi mais detectado ao longo da pesquisa.

As concentrações de clorofila_a encontrados observadas inicialmente foi de 3,1 µg/L e final não detectada. Dessa maneira observou-se uma redução dessa variável durante o período

em que o tanque apresentava a cobertura vegetal, fator que limitava a atividade fotossintética. Um mês depois após a retirada dos aguapés obteve-se um valor de $9,62 \mu\text{g L}^{-1}$, evidenciando a grande influência da macrófitas na produtividade primária do meio.

A quantidade de massa fresca colocada no inicialmente no tanque foi de 6,045 kg. A primeira retirada foi de 1,115 kg que ocorreu logo após duas (2) semanas. A *Eichornia crassipes* é uma macrófitas com grande habilidade de adaptação, alto potencial de propagação e crescimento vegetativo que apresenta desenvolvimento intenso no verão (Lima *et al*, 2003). Em regiões tropicais onde a temperatura não é um fator limitante, as macrófitas aquáticas em especial a *Eichornia crassipes* são capazes de produzir grandes quantidades em biomassa em curto espaço de tempo. O valor de massa fresca da retirada total dos aguapés foi de 12,71 kg, mostrando um aumento de aproximadamente 100% em biomassa no período de (25) dias. Sua facilidade de retirada dos lagos e as amplas possibilidades de aproveitamento de biomassa colhida facilitam o monitoramento e manejo do aguapé para que este dê continuidade ao seu papel de agente purificador.

CONCLUSÕES

Durante o período de monitoramento observou-se absorção acentuada dos nutrientes: nitrito, nitrato, ortofosfato e fósforo. Este fato se deve a grande eficiência da macrófita *eichornia crassipes* na assimilação de nutrientes (nitrogênio e fósforo).

Utilizando a Resolução CONAMA 357/05, a água inicialmente não se enquadrava dentro do permitido para águas de classe 2. A utilização da macrófita *Eichornia crassipes* contribui para o enquadramento desta água para classe 2, com exceção do oxigênio, devido à temperatura e condições do experimento.

A macrófita *Eichornia crassipes* apresentou um aumento de produção primária de aproximadamente 100% no período de 25 dias. Diante da rápida adaptação, incorporação de biomassa e potencial de redução de nutrientes, o uso do aguapé se torna uma alternativa eficiente, econômica e viável, com amplas possibilidades para tratamento de água para reúso.

A fácil retirada das macrófitas em excesso, dá subsídios para um programa de controle e monitoramento associado à estratégia de manejo, além disso, o continuo ciclo de vida da macrófitas em ambientes tropicais demonstra a necessidade do controle dos aguapés em excesso a fim de evitar que sua decomposição contribua ainda mais coma elevação de nutrientes na água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.P.H.A. **Standard Methods for the Examiniatio of Water and Waste-water**. 20 ed. Washington: A.P.H.A., A.W.W.A. and W.E.F., 1998.
- BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e



padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 01 dez. 2005.

LIMA, M.R.; et al. Crescimento e Absorção de Alguns Elementos Químicos em Aguapé, Alfaca D'água e Lentilha D'água, no Período de Inverno em Pinhais-PR. In: SEMINARIO DO PROJETO INTERDISCIPLINAR SOBRE EUTROFIZAÇÃO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA BACIA DO ALTÍSSIMO IGUAÇU, CURITIBA-PR, 2003.

TUNDISI, J. G. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos, 2003.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO, ATRAVÉS DE PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS, FLORIANÓPOLIS, SC

KOCH, J.¹; MATIAS, W. G.,² PINTO, C. R. S. C.³ & CAVALCANTE, M.R.A.⁴

¹Professora Doutora do Curso de Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, Av. Dr. Guarani, 317, Sobral, CE. Fone (88) 36111033. e-mail: jeanetekochdias@yahoo.com.br.

²Prof. Doutor, Depto de Engenharia Ambiental, UFSC, Florianópolis, SC.

³Profa. Doutora, Depto de Engenharia Ambiental, UFSC, Florianópolis, SC.

⁴Pesquisadora, Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC Sobral, Sobral, CE.

RESUMO: As lagoas costeiras ocupam uma área considerável da zona costeira dos continentes. Na Ilha de Santa Catarina, a Lagoa da Conceição é um sistema conspícuo, além do interesse ecológico é um patrimônio paisagístico e econômico. Com o objetivo de avaliar-se o estado trófico da Lagoa da Conceição foram coletadas amostras em dez estações, assim distribuídas na coluna d'água: superfície, meio e fundo. A amostragem foi feita de forma sazonal, verão e inverno, nos anos de 2004 e 2005, caracterizando uma amostra por período, perfazendo um total de quatro coletas. Observou-se um acelerado processo de eutrofização antropogênica, ocasionada pela ocupação inadequada de seus entornos e mal uso de seus recursos. Tal fato está sendo minimizado pelo seu grande volume d'água e hidrodinâmica do corpo lagunar. Mas, pode-se afirmar que o input dos estressores está sendo maior que a ciclagem de água do corpo lagunar e que medidas preventivas devem ser tomadas.

Palavras chave: eutrofização, nutrientes

INTRODUÇÃO

As lagoas costeiras ocupam uma área considerável da zona costeira dos continentes. Na América do Sul, cerca de 12.2% da extensão da costa se apresenta sob forma lagunar, o que representa 10.3% da extensão mundial ocupada por lagoas costeiras (Cromwel, 1971).

Na ilha de Santa Catarina, a Lagoa da Conceição representa além do interesse ecológico, um patrimônio paisagístico e econômico, bem como um expoente da identidade histórico cultural do povo catarinense. Com relação à interferência ambiental ocasionada pela ocupação humana na lagoa, tanto da faixa junto à orla do sistema lacustre, quanto da restinga, têm sido



observados problemas pela falta de ordenamento, infra-estrutura e critérios que orientem uma utilização adequada, levando em conta a fragilidade do ecossistema existente e a necessidade de se proteger e conservar as condições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

A Lagoa da Conceição, doravante denominada, Lagoa da Conceição localiza-se na porção centro-leste da Ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas de 27°34'S e 48°27'W. Possui uma área aproximada de 20 km², que se estende por 13,5 km em sentido norte sul, com largura variável entre 0,15 e 2,5 km e volume d'água de aproximadamente 50.000.000 m³ (Muehe & Caruso Gomes Jr., 1989; Knoppers *et al.*, 1984).

Este trabalho foi efetuado por 24 meses, a partir de fevereiro/2004. A amostragem foi feita de forma sazonal, verão e inverno, nos anos de 2004 e 2005, caracterizando uma amostra por período, perfazendo um total de quatro coletas. Foram analisadas amostras da água, coletadas em 10 (dez) pontos distintos, assim distribuídos na coluna d'água: superfície, meio e fundo. As amostras de água foram obtidas do corpo lacustre com o auxílio de uma embarcação do tipo baleeira e amostrador de garrafa do tipo Van Dorn em três níveis, superfície, meio e fundo, sendo as amostras homogeneizadas, acondicionadas em recipientes de polietileno previamente lavados e resfriados em caixa térmica até o laboratório.

Variáveis e Métodos

A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos em campo através de oxímetro digital DM-04 Digimed, porém a confirmação dos valores de oxigênio dissolvido foi efetuada através da coleta de água em frascos de DBO e utilização do método Winkler Modificação Azida (APHA, 1998). Os nutrientes e biomassa fitoplanctônica foram analisados segundo metodologia apropriada. Para averiguar-se a diferença significativa ($p < 0,05$) entre as regiões e as áreas amostrais na lagoa da Conceição, foi aplicado uma Análise de correlação através do uso dos pacotes estatísticos Statística 6.0 e Spadn 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do método de ligação simples (Simple Linkage), que determinou a similaridade entre os elementos com características mais parecidas entre si, observou-se uma grande correlação negativa entre temperatura e pH e salinidade e clorofila, detectando diferenças significativas nas correlações entre os outros elementos.

Variáveis físicas

A temperatura da água oscilou entre mínima de 19°C nos meses de agosto de 2004 e 2005 e 29,8°C em março de 2005, sendo a média no período amostrado de 24,05 °C, com uma amplitude térmica de 10,8°C. Foi observada estratificação térmica nas estações amostrais mais profundas, profundidade superior a 3 metros, conforme observado por Porto-Filho (1993), Koch-Dias (1999) e Fonseca (2002). O período de verão coincide, na região sul do Brasil com a maior pluviosidade e, portanto, com nível d'água mais elevado desses ambientes, neste período encontram-se frequentemente estratificações mais duradouras, este fenômeno é resultante da pequena variação diária da temperatura do ar, que resulta em pequenas perdas de calor do ecossistema para a atmosfera, mesmo no período noturno, outro fator que facilita a estratificação térmica neste período é a profundidade da coluna d'água.

A salinidade variou espacialmente com valor médio mínimo de 18,5 em agosto de 2005 na estação 01, valor máximo de 35 em agosto de 2004 na estação 05, sendo o valor médio encontrado de 27,2, com uma amplitude salina de 6,5. Observou-se um decréscimo da salinidade no mês de agosto de 2005, tal fato pode ser explicado pelo aporte de águas doces provindas das chuvas que ocorreram no período que antecedeu a coleta.

Parâmetros Físico-químicos

O pH variou espacialmente no período amostrado de 8,24 em agosto de 2005 a 7,4 em agosto de 2004 e março de 2005, sendo o valor médio 8,04 com amplitude de 0,74 (Figura 06). Considerando-se que a água de origem marinha possui pH em torno de 8, espera-se que a região central e canal da lagoa que apresentem maior interferência do sistema marinho costeiro adjacente e que a região sul apresente maior influência de água continental pelo seu isolamento físico. A região norte apresentou os maiores valores de pH nos meses de março de 2004 e março de 2005, 8,23 e 8,15 respectivamente.

Tal como encontrado por Koch-Dias (1999) e Fonseca (2004) a análise de correlação de Pearson não detectou correlação significativa entre a salinidade e o pH no período estudado, porém o mesmo possui alta correlação negativa com a temperatura ($r^2 = -0,7151$, $p < 0,20$) o que indica que o ambiente é fortemente influenciado pelo metabolismo do sistema, produção e decomposição de matéria orgânica, e indiretamente pela influência do ingresso de água marinha e precipitação (Fonseca, 2004).

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) variaram de forma distinta nos períodos amostrais, tendo sido as maiores concentrações médias encontradas na estação 05 (canal da Barra) 8,5 mg/L em março de 2005, ocasionada pelo input de águas marinhas com maiores



concentrações de oxigênio e as menores concentrações foram de 4,47 mg/L na estação 03 (Ponto dos Floripinhas) em agosto de 2005, com média geral de 6,28 mg/L durante o período estudado. A estagnação das águas ocasionadas pelo confinamento natural da região sul da lagoa, está diretamente ligada à baixa circulação física e ao aporte de nutriente que diminuem a taxa de OD através da degradação da matéria orgânica. Observou-se uma visível estratificação das concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 08), obtendo-se um perfil clinogrado na área de estudo.

Nutrientes

Na região sul da lagoa são encontradas elevadas concentrações de macroalgas bênticas (*Enteromorpha* sp., *Padina* sp. e *Ulva* sp.), gêneros estes típicos de ambientes eutrofizados, sendo possivelmente os maiores responsáveis pela assimilação de fósforo.

A laguna possuía em 1940, cerca de 3.451 habitantes que viviam da exploração agrícola do local, sendo as culturas de café, mandioca e cana-de-açúcar as principais (IBGE, Censo 1940). Nos últimos 10 anos de acordo com o censo de 2000 do IBGE, a área da Lagoa da Conceição, se projetou como a terceira área que mais cresceu em Florianópolis, sendo que a sua taxa anual de crescimento proposta pelo IBGE é de 5,95%, na tabela 01 foi utilizado tal valor para calcular-se o número médio de habitantes em 2005.

Foram observados valores altos de nitrato na região norte indicando que o Rio João Gualberto, maior tributário de águas doces para a lagoa e que é margeado por uma área extremamente urbanizada e sem saneamento básico e a intensa ocupação das encostas dos morros na região da costa da lagoa é uma grande fonte de compostos nitrogenados.

As concentrações de nitrato obtiveram correlação inversa com a clorofila a (r^2 -0,5419 $p < 0,106$) e positiva com a sílica (r^2 0,5574 $p < 0,094$), para nitrogênio total foram observadas as mesmas correlações.

Koch-Dias (1999), encontrou em toda a coluna d'água em final de fevereiro de 1998, nas proximidades da estação amostral 04, altas concentrações de clorofila a, associadas a um afloramento de cianobactérias identificadas como *Trichodesmium* sp., fixadora de nitrogênio, esta estação pelas suas características de localização e profundidade funciona como um sorvedouro de nutrientes nitrogenados e matéria orgânica.

Observou-se uma relação negativa entre carbono orgânico total e silicatos (r^2 -0,5541 $p < 0,096$) e positiva com oxigênio dissolvido (r^2 0,6249 $p < 0,053$), o que sugere que a alta carga orgânica recebida pela lagoa ocasionada pela ocupação desordenada de seus entornos auxilia no incremento de material orgânico de origem antrópica ao sistema. A média da razão N/P variou de 14,66 na década de 80 (Knoppers *et al.*, 1984), para valores de 40,9 em setembro de 2000 (Fonseca, 2002) e 41,4 entre março de 2004 a agosto 2005 (este trabalho), considerando-se a pequena variação do fósforo no mesmo período, os resultados sugerem que o aumento destes valores estão associados ao incremento das formas nitrogenadas.

Tabela 01: Tabela comparativa do aumento das concentrações de nutrientes em mg/L, de nitrato (N-NO₃), nitrito (N-NO₂), N-amoniacoal, fosfato (P-PO₄) e da razão N/P entre 1980 e 2005 na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC.

Ano	No Hab.	Referência	Amostragens	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P-PO ₄	N/P
1980	7.897	KNOOPERS et al. 1984	jun/82	0,362	0,002	0,013	0,004	7,0 8,0 29,0
		SOUZA-SIERRA e al. 1987	nov/83 anov/84	0,056	0,004	-	0,008	-
1991	14.794	PERSICH, 1990	dez/ 87 adez/ 88	0,029	0,012	-	0,031	-
2000	27.432	FONSECA et al, 2002	set/00	0,258	0,012	0,102	0,017	40,9
2005	32.625*	Este estudo	mar/04 a ago/05	1,055	0,010	0,020	0,02	41,4

(Adaptado de Fonseca, 2002)

Podemos afirmar que os altos valores obtidos para o Carbono orgânico total são diretamente ligados às áreas de urbanização abrigadas do vento e não sujeitas a correntes, observou-se também que a profundidade influi também de forma significativa.

CONCLUSÃO

A Lagoa da Conceição vem sofrendo um acelerado processo de eutrofização antropogênica, ocasionada pela ocupação inadequada de seus entornos e mal uso de seus recursos, tal fato está sendo minimizado pelo seu grande volume d'água e hidrodinâmica do corpo lagunar. Mas, pode-se afirmar que o input dos estressores está sendo maior que a ciclagem de água do corpo lagunar e que medidas preventivas devem ser tomadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CROMWELL, J. E., Barrier coastal distribution, a world-wide survey. Abstr. Nat. Coast. Shallow. Water. Res. Conf., 1971.

FONSECA, A., Variação sazonal e espacial das características hidroquímicas, dos fluídos de nutrientes e do metabolismo na interface sedimento água da Lagoa da Conceição; Santa Catarina, Brasil. Tese de doutorado em Ciências área de Oceanografia química e Geológica, 2004.

FONSECA, A.; E.S. BRAGA & B.B. EICHLER. Distribuição espacial dos nutrientes dissolvidos e pigmentos fotossintetizantes no sistema pelágico da Lagoa da Conceição; Santa Catarina, Brasil. (setembro 2000). Atlântica, 24 (2): 15-29, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1940. Censo demográfico

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Censo demográfico



KNOPPERS, B.A.; OPTIZ, S.S.; SOUZA, M.P.; NUGYEZMC, F., The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in Conceição Lagoon, SC, Brasil. Arq. Biol. Tecnol., 1984

KOCH-DIAS, J., Avaliação do grau de Eutrofização da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC monografia de Conclusão do Curso de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 120p. 1999.

MUEHE, D. & CARUSO GOMES, F., Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, SC, Brasil. Mem. VII Simp. Ocean. Biol. UNESCO/, Montevideo, Uruguai, 1989.

PORTO FILHO, E., Sedimentometria e algumas considerações sobre a biogeoquímica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Geografia, UFSC, SC., Brasil, 1993.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DA ZONA RURAL DE IGUATU-CE

CARDOSO, P.H.G.¹; SILVA, D. G. DA²; CARVALHO, J.F.DO C.²;
SANTOS, J.C. DE F.² & SILVA, M. A. N. DA³

¹Graduando em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri, Juazeiro do Norte-CE. Fone: (88) 92221939 e-mail: pedroherlleison@yahoo.com.br.

²Graduando em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri, Juazeiro do Norte-

³Especialista em Saúde e Meio Ambiente pela Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri; Graduada em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental pelo CENTEC; Técnica da FATEC-Cariri e pesquisadora do CNPQ

RESUMO Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água para consumo humano dos poços das comunidades rurais de Barra I e II, Gameleira e do Cavaco município de Iguatu-CE, através de parâmetros físico-químicos recomendados pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. Foram feitas análises de pH, Ferro, Turbidez, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal (amônia), Dureza e Cloretos. Com base nos resultados das análises laboratoriais, constatou-se que água consumida de abastecimento não se encontra dentro dos padrões de potabilidade, para os parâmetros Ferro, Turbidez e Nitrogênio Amoniacal (amônia). Diante dos resultados obtidos, se faz necessário à conscientização da população quanto aos riscos à saúde a que estão expostos, bem como, ação dos poderes públicos competentes, no sentido de criar ferramentas para o tratamento da água na comunidade.

Palavras-chave: Consumo humano, água subterrânea, qualidade

EVALUATION PHYSICAL-CHEMICAL OF THE QUALITY OF THE WATER OF THE WELLS OF THE RURAL ZONE FROM IGUATU-CE

ABSTRACT: This work had the objective of the evaluate the water of the quality to human consumption of the wells of the rural communities of the Barra I and II, Gameleira and Cavaco city of Iguatu-CE, through by control information physical-chemical recommended by the regulation 518/04 from the Ministry from the health. They have been made analyses of pH, iron, turbidity, nitrate, nitrogen amoniacal, hardness and chlorides. The analyses verified that the water consumed of the supply isn't within of the norms of potabilidade, for the control information iron, turbidity and nitrogen amoniacal. Ahead of the gotten results, It's necessary that it does require one conscientization from the population with relation to the risk the health as well action of the public poderes apt, in an effort to breed toolds for it's handling from the water at the community.

Keywords: Human consumption, subterranean water, quality



INTRODUÇÃO

Com o processo de urbanização acelerado a partir da segunda metade do século XX, técnicas foram sendo desenvolvidas de modo que é possível o fornecimento de água potável em grandes volumes para atender a milhões de habitantes que se concentram nas médias e grandes cidades espalhadas por todo o globo terrestre. No entanto, a água potável não está atualmente disponível para todas as pessoas em muitas sociedades. De fato, os países do mundo desenvolvido conseguem atender, na maioria das vezes e de forma universal, às necessidades de suas populações por meios de sistemas coletivos de distribuição que caracterizam um acesso adequado à água potável para todos. Ao contrário, os demais países apresentam parcelas significativas de suas populações urbanas e rurais sem ter acesso ou com um acesso precário à água potável (Soto et al., 2006).

Como definição o sistema público de abastecimento de água constitui-se do conjunto de obras, instalações e serviços destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade suprimindo as necessidades da população para fins domésticos, serviços públicos, consumo industrial, comercial, lazer e outros usos. Um abastecimento de água caracteriza-se pela retirada de água da natureza passando por um processo de purificação que vai retirar da mesma, substâncias nocivas à saúde humana. Portanto, o homem sempre se preocupou com o problema de obter água e com qualidade para seu consumo.

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea no qual podemos destacar o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques séptico, a disposição inadequada de resíduos sólidos e a modernização da agricultura, representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias, vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas não degradáveis, nitrato, gás sulfídrico, metais pesados, fluoretos, arsênico, cloretos, ferro, manganês, sódio e sulfato, pesticidas, combustíveis, etc. Entre os constituintes inorgânicos nocivos à saúde, o nitrato é aquele que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade nos sistemas aeróbios de águas subterrâneas. Envenenamentos sérios e ocasionais fatais têm ocorrido em crianças devido à ingestão de água de poço contendo nitrato a uma concentração de 10 mg/l (Silva, 2001).

O município de Iguatu – Ce, mas precisamente nas comunidades de Barra I e II, Gameleira e Cavaco, a água para o consumo humano é de poços profundos, nessas localidades há ausência de uma estrutura de captação e monitoramento por parte do poder público quanto a sua potabilidade, colocando em risco a saúde dos que usufruem desse recurso. Essa pesquisa foi desenvolvida pela necessidade de se levantar dados sobre a qualidade da água consumida pelos

moradores das comunidades acima especificadas e também pela eventual necessidade de conhecer o padrão de potabilidade da água ingerida. O objetivo principal foi fazer um levantamento teórico e prático sobre o sistema de monitoramento da água utilizada, avaliando-a através de análises físico-químicas, e também conhecendo a real necessidade destas comunidades com o intuito de propiciar um maior conforto e qualidade de vida.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em quatro pontos localizados na zona rural do município de Iguatu, na região Centro - Sul do estado do Ceará, ($6^{\circ} 21'34''$ S e $39^{\circ} 17'55''$), com uma área de 1029 Km², e altitude de 217,8m acima do nível do mar, com população de 85.615 habitantes (IPECE, 2004). As amostras foram coletadas entre os meses de dezembro de 2005 a julho de 2006 quinzenalmente no período da manhã, com realização das seguintes análises físico-químicas: pH, Turbidez, Nitrato, Ferro, Nitrogênio Amoniacal (amônia), Dureza e Cloretos. Para a realização dos ensaios foram seguidas as diretrizes gerais da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

A escolha dos pontos foi feita através de uma pesquisa de campo, onde observou-se os pontos mais sujeitos à contaminação e que abastecem um maior contingente de famílias. Foram escolhidos 04 (quatro) poços artesianos, sendo que o poço 01(um) estava localizado na comunidade rural de Barra I, o poço 02 (dois) na comunidade de barra II, o poço 03 (três) na comunidade da Gameleira e o poço 04 (quatro) na comunidade rural do Cavaco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os pontos analisados os valores médios de pH não apresentaram diferenças significativas, variando de 6,77 a 7,62 se enquadrando, portanto na legislação vigente do Ministério da Saúde que indica que a faixa de pH ideal para o consumo humano é de 6,0 a 9,5. Em relação aos valores encontrados para Ferro, as menores médias obtidas foram nos pontos P4 (0,02 mg/L), P2 (0,27mg/L), e as amostras do poço 01 (0,76 mg/L) e poço 03 (1,45 mg/L) apresentaram-se fora dos padrões estabelecidos pela portaria 518/04 do Ministério da Saúde, que é de 0,30 mg/L. Quanto aos valores obtidos para Turbidez os poços P2 e P4 apresentaram as menores médias, 0,37 UT e os poços P1 e P3 respectivamente as maiores médias 5,79 e 5, 88, também não se enquadrando dentro dos padrões para consumo humano que estabelece um valor máximo de 5 UT .



Em relação aos valores encontrados de Amônia, o poço P4 apresentou a menor média 1,15 mg/L, e o poço P2 a maior média 3,72 mg/L. Apresentando, portanto valor elevado, pois fato este, que no poço 02, esse valor pode ser atribuído a possível contaminação pelo lançamento de esgotos domésticos *in natura* na área adjacente a esse poço. Segundo a Portaria dos padrões de potabilidade o valor máximo permissível para Amônia é de 1,5 mg/L.

Em relação aos valores encontrados na análise de Nitrato, os pontos que apresentaram menores médias foram os poços P1 (0,45 mg/L), P3 (0,47 mg/L) e P2 (0,56 mg/L) o poço que obteve a maior média foi o poço P4 (1,29 mg/L) estando todos dentro dos padrões da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, pois o valor máximo permissível para o Nitrato é de 10mg/L. Os valores obtidos na análise de Cloretos, as menores médias foram nos pontos P3 (127,95 mg/L) e P1 (191,83 mg/L) e as maiores médias foram nos pontos P2 (297,54 mg/L) e P4 (308,25 mg/L) estando fora dos padrões de potabilidade para consumo humano da Portaria em vigor que estabelece um valor máximo de 250 mg/L.

Os valores médios para Dureza situaram-se entre 207,38 mg/L e 385,89 mg /L, enquadrando-se dentro dos padrões para consumo humano que é de até 500mg/L.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nas análises físico-químicas pode-se concluir que a água consumida de abastecimento não se encontra dentro dos padrões da portaria 518/04 do Ministério da Saúde para os parâmetros Ferro, Turbidez e Nitrogênio Amoniacal (amônia), podendo ocasionar varias doenças de veiculação hídrica. Vale ressaltar que os poços são as únicas fontes de abastecimento de água nessas comunidades, exercendo um papel vital para estas famílias. Por esta razão, é de suma importância a sua proteção, com eliminação das possíveis causas contaminantes, bem como a filtração e desinfecção para reduzir a possibilidade de transmissão de patógenos. Diante do exposto é fundamental a conscientização das pessoas para a importância da manutenção dos poços e fossas. Desde a sua construção, os poços devem seguir os padrões técnicos evitando contaminações, e as fossas devem ser limpas periodicamente para a remoção do lodo, de modo a prevenir vazamentos do efluente que podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas oferecendo risco à saúde das pessoas daquela comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – AWWA – WEF (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th edition. American Public Health Association, American water works Association and water Environment Federation, Washington, D. C.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 518/GM. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília DF. FUNASA. 2004.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal- Iguatu-CE Fortaleza-CE, 2004. Disponível em www.ipece.ce.gov.br/publicações/perfilbasico/pbm2004_PDF/iguatu.pdf. Acesso em 10 ago. 2007

SOTO, F.R.M., FONSECA, Y.S.K., RISSETO, M.R., AZEVEDO, S. S., ARINI, M.de L.B., RIBAS, M.A., MOURA, C.R.V., MARCHETTE, D.S. Monitoramento da qualidade da água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do Município de Ibiúna/ SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. Rev Inst Adolfo Lutz, v. 65(2), p. 106-111, 2006.

SILVA, R. de C.A. Qualidade Bacteriológica e Físico –química do manancial subterrâneo de Feira de Santana-BA - Junho 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa: ABES, 2001. (CD-ROM).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

PROPOSTA DA GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM JUAZEIRO DO NORTE-CE

CARDOSO, P.H.G.¹; ARAÚJO, F.F.DE ²; PAULO, J.M.³ & SILVA, D.G.DA⁴

¹Graduando em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri, Juazeiro do Norte-CE. Fone: (88) 92221939 e-mail: pedroherlleysen@yahoo.com.br

²Graduanda em Saneamento Ambiental pela FATEC-Cariri.

³Graduanda em Saneamento Ambiental pela FATEC-Cariri.

⁴Graduando em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pela FATEC-Cariri..

RESUMO A qualidade e oferta de água condicionam a saúde e o bem-estar das populações, e deve ser considerada, portanto como fator essencial no desenvolvimento das ações de serviços de abastecimento de água, bem como, a gestão da qualidade da mesma. A caracterização da gestão da qualidade da água da cidade de Juazeiro do Norte - CE documentará o monitoramento dos resultados obtidos das análises físico-químicas e microbiológicas, apresentará uma visão geral da qualidade da água nos ambientes monitorados e fará recomendações para controle dos principais problemas ambientais detectados. Neste contexto, o monitoramento sistemático, adotará como unidade de análise, pontos estratégicos de coleta de água, a partir do estabelecimento dos resultados dos questionários aplicados, uma vez aferidos. A análise do monitoramento informará o estado da qualidade das águas, permitindo a utilização do monitoramento como instrumento de gestão de recursos hídricos e qualidade da água no contexto ambiental, informando o cenário atual da degradação a que estão submetidos estes ambientes e identifica as oportunidades de equacionamento dos mesmos.

Palavras chave: Caracterização, recursos hídricos, gestão.

PROPOSAL OF THE MANAGEMENT OF THE QUALITY OF THE WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN JUAZEIRO OF THE NORTE-CE

ABSTRACT: The quality and offers of water conditions the health and well-being of the populations, and must be considered, therefore as essential factor in the development of the actions of services of water supply, as well the quality of the same one. The characterization of the management of the quality of the water in Juazeiro of the Norte - CE, It will register the monitoramento of the results of the analyses physicist-chemistries and microbiological, it will present a general vision of the quality of the water in monitored environments and It will make recommendations for control of the main detected ambient

problems. In this context, the systematic monitoramento, It will adopt as unit of analysis, strategical points collection of water, from the establishment, of the results of the questionnaires applied a time surveyed. The analysis of the monitoramento will inform the state of the quality of water, It is allowing the use of the monitoramento as instrument of management of hídricos resources and quality of the water in the ambient context, It is informing the current scene of the degradation the one that are submitted these environments and It identifies the chances of equacionamento of the same ones.

Key-words: Characterization, hidricos resources, and management.

INTRODUÇÃO

De todos os bens existentes no mundo, a água destaca-se como o mais precioso desses, devido suas importâncias nas maiores diversas áreas e formas de consumo. Pode-se encontrar no Brasil uma quantidade significativa de água doce em relação ao mundo, contudo sofre problemas de desabastecimento devido a uma gestão precária das reservas disponíveis e a interesses políticos e econômicos, que desconsideram as reais necessidades da sociedade. Já as empresas sofrem com o custo da água em seus processos e as novas políticas de saneamento têm obrigado que elas melhorem seus níveis de consumo e reuso.

A crescente demanda de água e a multiplicidade de seu uso têm provocado, em grande parte, crises de escassez e conflitos de interesse, competição institucional, perturbações sociais e até obstáculos ao crescimento econômico e a preservação ambiental, resultando, daí, a necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos, sob os aspectos quantitativos e qualitativos (Campos e Studart, 2003).

Segundo Rebouças (2006), o bom gerenciamento dos recursos hídricos depende de decisões políticas, que devem ser tomadas por toda a sociedade, e não apenas pelo governo. Para ele, todas as cidades com menos de 20 mil habitantes podem ser abastecidas exclusivamente por poços artesianos. As vantagens disso são muitas. Uma delas está ligada à economia.

A água além de promover a vida, também pode servir de agente de inúmeras doenças relacionadas a ela, principalmente se estiver poluída. Em geral, a infecção humana decorre da ingestão de água contaminada: cólera, amebíase, giardíase, salmonelose, hepatite A, leptospirose e diversos tipos de diarreia; por contato com a água contaminada: esquistosomose, teníase, ascaridíase, outras verminoses e leptospirose; por meio de insetos que se desenvolvem na água: dengue, febre amarela, filariose, malária e leishmaniose (Ecoaché, 2002).

A disponibilidade dos Recursos Hídricos da cidade em estudo é bastante comprometida do ponto de vista de gestão sanitária em regiões onde o desenvolvimento se processou de forma desordenada, provocando a poluição das águas pelo lançamento desordenado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes. A qualidade da água para



consumo humano deve ser considerada, portanto, como fator essencial no desenvolvimento das ações dos serviços de captação, qualidade e abastecimento de água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída ao usuário tenha todas as características de qualidade determinadas pela legislação vigente.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

A pesquisa será realizada na zona urbana do município de Juazeiro do Norte-CE Localiza-se no sul do Estado, a 600 km da capital Fortaleza. Sua área é de 248,558 km², a uma altitude média de 350 metros. A população do município é estimada em 240.638 habitantes. A taxa de urbanização é de 95,3% (IPECE, 2004).

A metodologia usada para o desenvolvimento do projeto será dividido em 03 (três) etapas facilitando sua execução.

Etapa 01: Basicamente será feito estudo bibliográfico para reconhecimento de campo que verificará a demanda e qualidade da água para consumo humano, analisando a gestão como uso sustentável. Os cadastramentos das fontes de consumo de água serão elaborados por questionários sócio-econômico e ambiental em pontos estratégicos do referente município, com marcação das suas coordenadas geográficas com GPS. Todas as informações obtidas serão analisadas com estudo estatístico, possibilitando a formação de um banco de dados e elaboração dos mapas, tabelas e gráficos.

Etapa 02: Após o cadastramento serão escolhidos no mínimo 15 (quinze) pontos de coleta de água para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas. As coletas serão realizadas mensalmente, coletando quantidades suficientes para determinação da qualidade de acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde., sendo transportadas para os Laboratórios de Análises Físico-químicas de Água e Efluente (LAE) e para o Laboratório de Análises Microbiológicas de Água e Efluente (LMAE) da Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri durante um período de 12 (doze) meses. Para a análise Físico-química serão pesquisados parâmetros de aceitação para consumo humano: alcalinidade, cloreto, cor, dureza, pH, turbidez, nitrato, ferro, nitrogênio amoniacal (amônia) e sólidos totais dissolvidos. Os métodos analíticos seguirão as recomendações de APHA et al. (1995). As amostras destinadas às análises microbiológicas serão submetidas à técnica dos Tubos Múltiplos para análise do N.M.P. coli total/fecal através dos testes presuntivo, confirmativo e *Escherichia coli*.

Etapa 03: A partir os resultados das análises serem detectados e os questionários serem respondidos, haverá a elaboração do diagnóstico local, fazendo-se uma comparação entre os

resultados já existentes das pesquisas feitas na companhia de abastecimento da referida cidade com os obtidos no decorrer do projeto. O desenvolvimento das ações, tais quais: palestras para que a população seja sensibilizada sobre a importância da qualidade e gestão da água, mobilização da mesma para que haja sustentabilidade do recurso analisado por meio de intervenções humanas e ambientais; procurando minimizar os impactos negativos ocorridos no município. Será realizada de acordo com as comparações medidas favoráveis a população visto os resultados.

CONCLUSÕES

Ao se caracterizar as condições dos pontos de coleta de água e a qualidade da mesma, que esta sendo consumida pelas comunidades da cidade de Juazeiro do Norte – CE, acredita-se que tais informações oferecerão subsídios e orientação à comunidade e a gestão dos programas que faz parte do planejamento e execução de atividades que lidam com a gestão e qualidade da água da cidade em questão, bem como, criar estratégias que melhore as condições de saúde pública e abastecimento, diminuindo a procura da população aos programas assistenciais de saúde, que é precário, bem como, a proporção de uma boa qualidade de vida, tendo-se um bom sistema de abastecimento de água, que não seja inoperante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA; AWWA; WEF. Standart methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. Washington: APHA, 1998.
- CAMPOS, N; STUDART, T. Gestão da Águas – Princípios e Práticas. 2.ed. Porto alegre, ABRH, 2003. 242p.
- ECOACHÉ. Água, todos precisamos dela para viver. Revista Amigos da Ecologia. Editora Informal. Ano 1. 2002.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal- Juazeiro do Norte. Fortaleza-CE, 2004. [http://www.ipece.ce.gov.br/publicações/perfilbasico/pbm2004_PDF/juazeiro do norte. pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicações/perfilbasico/pbm2004_PDF/juazeiro_do_norte.pdf). Acesso em: 14 ago. 2007. Disponível em:
- REBOUÇAS. Economizar Água: A Única Solução Viável para Todos. Revista Banas Qualidade, São Paulo, SP, ano XVI, outubro de 2006, nº 173, editora de produtos e serviços Ltda, 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA DIMENSÃO FRACTAL DO SOLO¹

PAIXÃO, F. J. R.²; ANDRADE, A. R. DOS S. DE³; AZEVEDO, C. A. V. DE⁴,
COSTA, T. L.⁵; SOUSA, J. DOS S.⁶; FRANCO, E. S.²

¹Parte da Dissertação de Mestrado do 1º. Autor, apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg, Centre de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB;

²MSc Eng. Agric. Bolsista do CNPq. Doutorando, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande-PB, e-mail:

jardel.paixao@gmail.com;

³Pesquisador Dr. Bolsista DRC/CNPq, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande – PB, Br; 3 - Eng. Agric. Profª. Dra. DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande – PB, Br.

⁴Profª. Dr. DEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, Br.

⁵MSc. Eng. Agric., Bolsista do CNPq, Prof. FATEC-SERTÃO CENTRAL.

⁶MSc. Eng. Agric., Bolsista do CNPq, Doutorando, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande-PB

RESUMO: Objetivando avaliar dois métodos de estimativa da dimensão fractal do solo (D) realizou-se uma pesquisa onde foram coletadas amostras de solo deformadas nas profundidades de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm de profundidade, em um total de 36 pontos amostrais, em que se determinou a curva característica e curva de distribuição de partículas para posterior determinação da dimensão fractal (D). O experimento foi conduzido na Área Experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias – EMEPA, localizada no município de Lagoa Seca, Estado da Paraíba, a uma altitude média de 335 m, apresentando as coordenadas geográficas de 07° 13' S; 35° 52' W. A teoria fractal por meio da determinação da dimensão fractal (D) baseada na curva de retenção de água no solo e na curva de distribuição de partículas, estimou com excelente precisão os valores da dimensão fractal do solo.

Palavra chave: física do solo, curva de retenção, irrigação, modelos físicos-matemáticos

METHODOLOGY TO DETERMINE THE SOIL FRACTAL DIMENSION

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate two methods of estimate the soil fractal dimension (D) soil samples were collected at depth of 0-20, 20-40 and 40-60 cm, in a total of 36 points, the characteristic curve and particle distribution curve for further fractal dimension determination. The experiment was conducted in sandy soil of the experimental area of the State Enterprise of Agricultural Research, located in the Lagoa Seca city, Paraíba State, Brazil, with an average altitude of 335 m, and geographic coordinates 07° 13' S; 35° 52' W. The fractal theory by the determination of fractal dimension (D) based on the soil water retention curve and particle distribution curve, gave with an excellent precision the values of the soil fractal dimension.

Key word: soil physics, retention curves, irrigation, mathematical physical models

INTRODUÇÃO

A geometria fractal foi introduzida, nos anos 70, por Benoit Mandelbrot, matemático polonês, que propôs, através dela, uma maneira que possibilitasse melhor capacidade de representar estruturas complexas e irregulares da natureza. Ao contrário da geometria euclidiana, a fractal se apresenta como ferramenta eficientemente capaz de quantificar e qualificar série de dados temporais e espaciais descrevendo, com maior exatidão, a sua complexidade.

Pela definição de MANDELBROT (1982) citado por REICHARDT e TIMM (2004) e HOTT (2005), o termo fractal provém do latim *fractus*, que significa fragmentar, quebrar as partes, opostamente ao termo álgebra, que se refere à junção das partes, ou seja, fractais são objetos cujos valores de suas dimensões são números reais não inteiros.

Em ciências do solo, os fractais são utilizados para descrição do percurso de infiltração e redistribuição da água, além de modelar, de forma eficiente, a ocorrência de fenômenos durante esses dois processos, uma vez que o solo é um corpo tridimensional. A dimensão fractal pode ser determinada com alguns atributos físicos do solo, permitindo estudos com novas abordagens fundamentadas em parâmetros físicos, passando a ocupar o espaço de estudos utilizando-se parâmetros puramente empíricos (HOTT et al., 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias – EMEPA, localizada no município de Lagoa Seca, Estado da Paraíba, a uma altitude média de 335 m, apresentando as coordenadas geográficas de 07° 13' S; 35° 52' W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw'i (clima tropical úmido com estação seca da primavera a início do verão). O solo da área é classificado como um Neosolo Reolítico (EMBRAPA, 1999). Apresentando uma camada superficial bastante arenosa, tendo a seguinte composição: de 00-20cm: areia; 75,27 g kg⁻¹, silte; 8,08 g kg⁻¹ e argila; 16,65 g kg⁻¹ de 20-40cm: areia; 72,24 g kg⁻¹, silte; 10,10 g kg⁻¹ e argila; 17,66 g kg⁻¹, sendo caracterizado como um solo franco-arenoso nas duas profundidades, respectivamente.

Foram coletadas amostras de solo deformadas de uma área cultivada com Gergelim irrigado nas profundidades de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm de profundidade, em um total de 36 pontos amostrais. A análise granulométrica foi realizada pelo Método do Hidrômetro.

Uma das metodologias capazes de determinar a dimensão fractal do solo é baseada na distribuição do tamanho médio das partículas sólidas do solo uma vez em que o tamanho médio das partículas do solo bem como dimensão fractal, estão ligadas com a estrutura do solo e pode ser estimada através da expressão:



$$W(R) = c R^{\frac{3D^2 - 13D + 14}{D^2 - 5D + 4} + 1} \quad (1)$$

Sendo que, $W(R)$ – massa acumulativa das partículas do solo, c – constante, R – raio médio das partículas do solo, D – dimensão fractal.

A equação (1) é a expressão através da qual se estima o percentual da massa acumulativa das partículas, em função dos raios das partículas do solo. No sentido de se estimar D , aplica-se o método dos mínimos quadrados para obtenção dos coeficientes da reta linearizada e, por via de consequência da própria dimensão fractal (D). A dimensão fractal D , obtida por este procedimento, resulta na dimensão fractal de superfície (baseada na distribuição do tamanho das partículas do solo) representada por D_{PSD} .

Com base na equação de proposta por BROOKS e COREY (1964), modificada por PIERRER et al (1996) citado por ANDRADE, 2002, aplica-se o processo de regressão não linear aos dados de tensão de água no solo. Uma maneira mais específica entre o volume de poros e o seu raio, foi encontrada por PERRIE et al. (1996) e se escreve da seguinte forma:

$$-\frac{dV(\geq r)}{dr} = \beta(E - D)r^{E-D-1} \quad (2)$$

em que : E - representa a dimensão euclidiana, β - uma constante e r – raio do poro.

Para estimar o teor de água no solo, assume-se que o valor que o raio de poro é inversamente proporcional ao potencial hidráulico h , assim como $h=A/r$, em que A é uma constante. Tradicionalmente, usam-se valores absolutos das tensões de água no solo, em lugar de tensões negativas. A equação (2) é muito usada para se estimar a curva de retenção de água no solo, mesmo havendo outras formas de se correlacionar os poros do solo com as tensões da água (Tyler & Wheatcraft, 1990; BIRD et al., 1996).

O modelo para se estimar a curva de retenção de água proveniente da equação (2) apresenta uma rígida relação com uma lei física, o conteúdo de água do solo e a tensão com que esta água encontra-se retida entre as partículas sólidas do solo (PIERRER et al., 1996). Com base na equação de proposta por BROOKS e COREY (1964), modificada por PIERRER et al (1996) citado por ANDRADE, 2002, a dimensão fractal (D_{SWRC}) foi determinada aplicando-se o processo de regressão não linear aos dados de umidade do solo (θ) versus o potencial matricial de água no solo (ψ_m) por meio da seguinte expressão:

$$\theta_{(h)} = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(\frac{h_s}{h} \right)^{3-D} \quad (3)$$

sendo que: $\theta(h)$ - umidade do solo em base de volume, na tensão h , θ_s - umidade do solo em base de volume na saturação, θ_r a umidade residual do solo (correspondente ao ponto de

murcha permanente), h_0 - valor absoluto da tensão de água no ponto de entrada de ar e D representa dimensão fractal distribuição dos tamanhos de poros do solo (D_{SWRC}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo estatístico de D_{SWRC} encontra-se na Tabela 1 para as três profundidades estudadas e o resumo estatístico dos dados experimentais da curva de retenção de água no solo, determinada através das placas de Reichardt, está discriminado na Tabela 1.

Os valores de D_{SWRC} , apresentados na Tabela 1, são superiores aos valores de D_{PSD} . Andrade (2002), trabalhando com solos de textura franco argilosa no Estado de São Paulo também encontrou valores de D_{PSD} inferiores aos determinados pelo método D_{SWRC} .

Ainda na Tabela 1, pode-se observar que nos valores de D_{SWRC} , ocorreram uma menor variabilidade dos dados, uma vez que os parâmetros estatísticos de D_{SWRC} foram inferiores aos de D_{PSD} , com exceção do valor da variância na profundidade de 0-20 cm que foi superior pelo método D_{SWRC} (0,00016). Com relação aos demais parâmetros estatísticos analisados, o método D_{SWRC} foi o que se mostrou mais coerente, devido à menor variação dos valores dos parâmetros analisados, que foi de 2,880 a 2,845 (00-20 cm), 2,875 a 2,854 (20-40 cm) e 2,873 a 2,807 (40-60 cm), respectivamente, com uma amplitude total media de 0,035, 0,021 e 0,066. Os desvios padrões indicaram uma menor variação dos dados (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo estatístico da dimensão fractal do solo determinada pelo método baseado na curva de retenção de água do solo (D_{SWRC}) e baseado na distribuição do tamanho de partículas (D_{PSD})

Parâmetro estatístico	Dimensão fractal (D_{SWRC})		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Média	2,863	2,864	2,837
Variância	0,00016	0,00008	0,00045
CV (%)	0,005	0,003	0,007
Desvio padrão	0,013	0,009	0,021
Valor máximo	2,880	2,875	2,873
Valor mínimo	2,845	2,854	2,807
Amplitude total	0,035	0,021	0,066
Dimensão fractal do solo (D_{PSD})			
Média	2,811	2,829	2,834
Variância	0,0013	0,00093	0,00083
CV (%)	0,013	0,011	0,010
Desvio padrão	0,035	0,030	0,029
Valor máximo	2,841	2,857	2,863
Valor mínimo	2,751	2,772	2,782
Amplitude total	0,098	0,085	0,081



De forma geral, os menores valores dos parâmetros estatísticos da D_{SWRC} indicam que quando comparados com os de D_{PSD} , para as três profundidades estudadas, pode ter sido possivelmente em decorrência das pequenas variabilidades das características físicas nos horizontes texturais do solo. A grande importância de se obter uma dimensão fractal o mais confiável possível deve-se ao fato de que essa propriedade é usada como parâmetro para determinação de propriedades físico-hídricas de extrema importância para irrigação e drenagem, cuja determinação das mesmas é difícil e/ou dispendiosa com os métodos tradicionais, como condutividade hidráulica saturada e não saturada.

Estatisticamente constata-se que os valores de D_{PSD} apresentaram pequena variabilidade nas profundidades estudadas, fato este mostrado pelos baixos valores dos parâmetros estatísticos (Tabela 1). Os resultados variam de 2,841 a 2,751 (00-20 cm), 2,857 a 2,782 (20-40 cm) e 2,863 a 2,782 (40-60 cm), respectivamente, com valores médios de 2,811, 2,829 e 2,834 e amplitude total de 0,098, 0,085 e 0,081.

ANDRADE (2002) e CARVALHO et al. (2002) estudando solos de textura média, também encontraram valores com baixas variabilidades da dimensão fractal e coeficiente de correlação (R^2), através do método D_{PSD} .

Os menores valores de D_{PSD} foram encontrados na profundidade de 0-20 cm e os maiores na de 40-60 cm que corresponde aos solos que indicando um acréscimo nos valores de areia muito fina e silte (Tabela 1), estando coerentes com os valores mencionados por Kravchenko (1997) e Kravchenko (2000). Rawls & Brakesek (1995) obtiveram valores de D_{PSD} de 2,42 em solos arenosos e de 2,87 para solos argilosos e ANDRADE (2002) trabalhando com solos de textura média encontrou valores de D_{PSD} que variaram de 2,700 a 2,970, também com baixos valores dos parâmetros estatísticos.

CONCLUSÕES

A teoria fractal por meio da determinação da dimensão fractal (D) baseada na curva de retenção de água no solo e na curva de distribuição de partículas, estimou com excelente precisão os valores da dimensão fractal do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. R. S. de. Aplicação da teoria fractal e da geoestatística na estimativa da condutividade hidráulica saturada e do espaçamento entre drenos. Botucatu, Universidade

- Estadual Paulista “Julio de Mesquita” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, Botucatu, SP, 2002. (Tese de Doutorado)
- CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.4, p.701-709, 2000.
- BIRD, N.R.A., BARTOLI, F. DEXTER, A.R. Water retention models for fractal soil structures. J. Soil Sci., v.47, p.1-6, 1996.
- BROOKS, R.H. & COREY, A.T. Hydraulic properties of porous media Hidrol. Pap. 3, Colorado State Univ. Fort Collins, 1964. 180p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.
- GUERRA, H.C. Física dos solos, 1 ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 173 p.
- PREVEDELLO, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. 1º. ed. Curitiba: C.L, 1996. 446p.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da Água no Solo. Piracicaba – ESALQ, 2000, 497 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

INFLUENCIA DE DIFERENTES NÍVEIS MATÉRIA ORGÂNICA NA DENSIDADE DO SOLO¹

ANDRADE, A. R. S.²; PAIXÃO, F. J. R. DA³; AZEVEDO, C. A. V. DE⁴;
SILVA, E. J.⁵; PIMENTEL, J. V. F.⁶ & FRANCO, E. S.³.

¹Parte da Dissertação de Mestrado do 2º. Autor, apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg, Centre de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB;

²Pesquisador Dr. Bolsista DRC/CNPq, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande – PB, Br;

³MSc Eng. Agric. Bolsista do CNPq. Doutorando, DEAg/CCT/UFCG, Campina Grande-PB, e-mail: jardel.paixao@gmail.com;

⁴Profº. Dr. DEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, Br. e-mail: cazevedo@deag.ufcg.edu.br ;

⁵Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008 9762. e-mail: emsufo@gmail.com

⁶Eng. Agro. Mestrando, Bolsista do CNPq, DEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, Br..

RESUMO: Objetivando avaliar o efeito de diferentes fontes e quantidades de matéria orgânica na densidade do solo (Ds), conduziu-se na estação experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias da Paraíba, EMEPA-Lagoa Seca, PB, um experimento de campo em blocos casualizados com quatro repetições e nove tratamentos compostos de torta de mamona (TM₁ = 3000, TM₂ = 6000, TM₃ = 10.000 e TM₄ = 13.33 kg ha⁻¹), torta de algodão (TA₁ = 400, TA₂ = 800, TA₃ = 1.200 e TA₄ = 1.600 kg ha⁻¹), e a testemunha (ST - sem matéria orgânica). Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com matéria orgânica, porém, o tratamento sem matéria orgânica diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade apenas do tratamento com torta de algodão na quantidade de 16.000 kg ha⁻¹.

Palavra chave: propriedades físicas, irrigação, densidade do solo.

THE INFLUENCE OF DIFFERENT LEVELS ORGANIC MATTER IN THE SOIL DENSITY

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the different sources and quantities of organic matter in the soil density (Ds), The experiment was conducted in sandy soil of the experimental area of the State Enterprise of Agricultural Research, located in the Lagoa Seca city, Paraíba State, Brazil. The field experiment was in randomized blocks with four repetitions and nine treatments castor oil plant pie (TM₁ = 3000, TM₂ = 6000, TM₃ = 10.000 and TM₄ = 13.33 kg ha⁻¹), cotton pie (TA₁ = 400, TA₂ = 800, TA₃ = 1.200 e TA₄ = 1.600 kg ha⁻¹), and a witness (ST – without organic matter). It was verified that didn't occur significant differences between the organic matter treatments, however, the treatment without organic matter differed statistically at rate of 5% probability level of the cotton pie only, with 16.000 kg ha⁻¹.

Key word: physical properties, irrigation, soil density.

INTRODUÇÃO

A densidade do solo é uma propriedade física do solo mais afetada pelo grau de compactação, manejo e tipo de cultura, havendo uma tendência desta propriedade em aumentar com o acréscimo da profundidade do solo pelo fato de ter-se uma redução no teor de matéria orgânica à medida em que se estuda em camadas mais profundas (Americo, 1979; Cavalcante & Fernandez, 1979). Para Reichardt (2004) a densidade é um índice do grau de compactação do solo uma vez em que ao se compacta o solo, esse reduz seu volume e a densidade sofre um acréscimo, quando o solo é arenoso as partículas de solo não apresentam um bom arranjo e conseqüentemente não são grandes, o que ocorre ao inverso em solos de características argilosas. A densidade global é um dos atributos do solo que interfere de forma direta no manejo de irrigação e crescimento vegetal, sendo muito importante sua determinação em projetos de irrigação e drenagem. A densidade do solo é um atributo que é afetado pela estrutura do solo, grau de compactação, manejo e tipos de culturas (Andrade et al, 2005). Frasso (1991) constatou que o manejo do solo tem grande influencia na densidade global do solo, e conseqüentemente na porosidade total, uma vez em que esta propriedade varia com o grau de compactação em que o solo se encontra, sendo que áreas cultivadas continuamente apresentam densidades mais elevadas que as camadas superficiais de áreas sob florestas. A pesquisa teve como objetivo avaliar a influencia da aplicação de diferentes níveis de matéria orgânica no solo advindas da torta de mamona (TM) e da torta de algodão (TA).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental da Empresa Estadual de Pesquisas Agropecuárias – EMEPA, localizada no município de Lagoa Seca, PB. Com uma altitude média de 335m apresento as coordenadas geográficas aproximadas de 07°13' S; 35°52' W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw'i, a temperatura média anual é de 23,3 °C e a precipitação média anual de 764,3mm, e umidade relativa média é de 82,7%. O solo da área é classificado como neossolo reolítico (EMBRAPA, 1997). A área do experimento era cultivada com gergelim e irrigada com sistema de irrigação por aspersão convencional.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, onde cada bloco teve uma área de 126 m² (3,5 x 36 m), que foi dividida em 9 parcelas experimentais de 14 m² (4 x 3,5 m) cada uma. Havendo quatro repetições, a área total do experimento foi de 504 m². Os blocos foram separados entre eles em 0,70 m. O espaçamento da cultura foi de 0,70 m entre fileiras e 0,10 m entre plantas, havendo cinco fileiras por bloco, sendo as duas mais externas disponibilizadas



para o efeito bordadura. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de matéria orgânica advindas da torta de mamona (TM₁ = 3.000, TM₂ = 6.000, TM₃ = 10.000 e TM₄ = 13.000 kg ha⁻¹) e quatro provenientes da torta de algodão (TA1 = 4.000, TA2 = 8.000, TA3 = 12.000 e TA4 = 16.000 kg ha⁻¹), mais a testemunha, que foi sem a aplicação de nenhuma torta (ST) (Figuras 1).

Após 90 dias em que as doses de matéria orgânica foram incorporadas manualmente ao solo, foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0-20, em um total de 9 por bloco, uma amostra por parcela, com estrutura indeformada, para determinação da densidade do solo totalizando 36 amostras. Para a coleta das amostras indeformadas foram utilizados anéis volumétricos de bordos cortantes de 10 cm de altura e 5 cm de diâmetro.

O amostrador utilizado foi do tipo Uhland, conforme GUERRA (2000). A densidade do solo foi determinada pelo Método do Anel Volumétrico, de acordo com o procedimento recomendado pela EMBRAPA (1999).

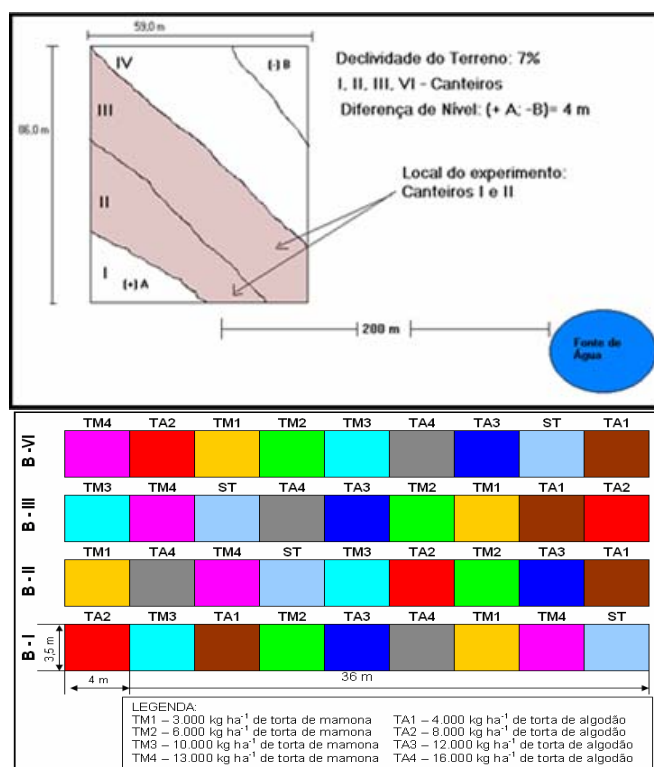


Figura 1. Croqui da área experimental e diagrama esquemático das parcelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão discriminados os resultados da análise de variância para a densidade do solo (Ds). Através do teste F pode-se verificar que a aplicação dos tratamentos proporcionou diferenças estatisticamente significativas a 5%.

Com aplicação do teste de Tukey (Figura 2A) constatou-se que houve diferenças estatísticas entre os valores da densidade do solo (Ds) quando submetidos aos tratamentos TM e TA em relação a qualquer uma das quantidades aplicadas por meio das duas fontes, quando comparadas com o tratamento testemunha (ST). Observa-se na Figura 2B que houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos de forma mais acentuada quando estes são comparados com o tratamento testemunha (sem adição de torta), indicando que as quantidades de matéria orgânica aplicadas ao solo por meio das duas fontes, foram capazes de melhorar a estrutura do solo.

Observa-se com a Figura 2A, que os valores médios da densidade do solo diferiram estatisticamente do tratamento testemunha, muito embora não tenham diferenciados entre si, exceto para o tratamento de 16.000 kg ha⁻¹ de torta de algodão (TA₄) que proporcionou os melhores resultados da densidade do solo (Ds), possivelmente devido ser o tratamento que incorporou maior quantidade de matéria orgânica no solo; nota-se ainda observando a Figura 2A que o valor da Ds tende se reduzir a partir dos tratamentos com 3.000 kg ha⁻¹ de torta de mamona (TM₁) e 4.000 kg ha⁻¹ de torta de algodão (TA₁).

Objetivando verificar as tendências e o comportamento da densidade do solo (Ds) realizou-se uma análise de regressão (Figura 2B). Na Figuras 2B, é possível observar que quando foram aplicadas no solo tortas de algodão e de mamona, a Ds tendeu a decrescer com um comportamento polinomial, indicando uma maior sensibilidade da Ds para o tratamento com 16.000 kg ha⁻¹ de torta de algodão (TA₄), tratamento este que forneceu maior quantidade de matéria orgânica (Figura 2A). Verifica-se na figura 1B, que a densidade do solo reduziu-se de forma polinomial negativa quando o solo foi submetido aos tratamentos com torta de algodão (TA) e torta de mamona. O melhor incremento da Ds, ocorreu quando o solo foi submetido ao tratamento TA4 (Figura 2B).

Tabela 1. Análise da variância da, densidade do solo (Ds), submetidas aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	QUADRADO MÉDIO
		Densidade do solo (Ds)
Tratamentos	8	0,0125*
Blocos	3	0,003ns
Resíduo	24	0,005
CV (%)		4,75

**, * e ns, respectivamente, significativo a 1 e 5% e não significativo

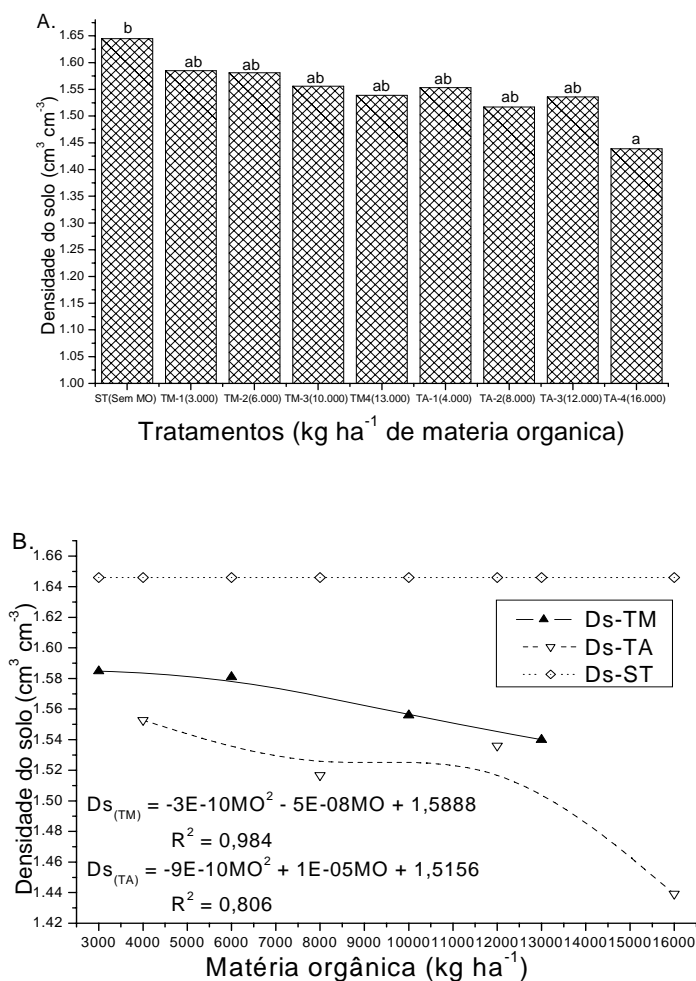


Figura 2. valores médios de densidade do solo (Ds), estudados quando o solo foi submetido as diferentes quantidades de torta de mamona e de algodão, Campina Grande, PB, 2006

CONCLUSÕES

Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com matéria orgânica e o tratamento sem matéria orgânica diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade apenas do tratamento com torta de algodão na quantidade de 16.000 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. R. S. de. Características físico-hídricas dos solos da estação experimental da Embrapa-algodão: Variabilidade espacial. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1997. 78p. Dissertação (Mestrado em Eng. Agrícola) – UFPB, Universidade Federal da Paraíba, 1997.

ANDRADE, A. R. S. de. Aplicação da teoria fractal e da geoestatística na estimativa da condutividade hidráulica saturada e do espaçamento entre drenos. Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita” Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu, Botucatu, SP, 2002. (Tese de Doutorado)

AMÉRICO, J.L. Características Físicas e fator de Erodibilidade de Quatro Solos Representativos do Município de São Mamede Paraíba-Areia. Departamento de Solos e Engenharia Rural, CCA/UFPB, 87 p 1979. (Dissertação de Mestrado).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1997. 412p.

GUERRA, H.C. Física dos solos, 1 ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 173 p.

REICHARDT, K & TIMM, L. C. SOLO PLANTA E ATMOSFERA, Conceitos, processos e aplicações. Manole editora Piracicaba- São Paulo, 2004, 471p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTUDO COMPARATIVO DA AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSSÃO UTILIZANDO METODOLOGIAS CONHECIDAS

SOUSA, C. H. C.¹, SOUSA, A. E. C.², GOMES FILHO, R. R.³,
VALNIR JÚNIOR, M.⁴, LIMA, S. C. R. V.⁵ & CARVALHO, C. M. DE⁶,

¹Professor, M.Sc., Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – EAFI. Rodovia Iguatu-Várzea Alegre, CEP: 63.500-000 – Iguatu – CE. Fone (88) 9611 8016. e-mail: sousaibiapina@yahoo.com.br

²Professor, M.Sc., Faculdade Tecnológica CENTEC – SOBRAL.

³Professor, D.Sc., Faculdade Tecnológica CENTEC – LIMOEIRO DO NORTE.

⁴Professor, D.Sc., Faculdade Tecnológica CENTEC – SOBRAL.

⁵Professor, Doutorando, Faculdade Tecnológica CENTEC – SOBRAL.

⁶Professor, M.Sc., Faculdade Tecnológica CENTEC – SOBRAL.

RESUMO: O sistema de irrigação localizada apresenta uma série de vantagens, quando comparado com outros sistemas, principalmente pelo uso econômico da água. No entanto para que esse sistema funcione adequadamente, é necessário um manejo correto e avaliações de campo que determinem parâmetros identificadores do grau de eficiência do sistema de irrigação. Este estudo foi realizado em uma área de 2,7 ha implantada com a cultura do COCO (*Cocos Nucifera* L.), pertencente à Fazenda Santa Helena, localizada no Perímetro Irrigado de Curu-Paraipaba no município de Paracuru-CE. Constituiu-se em avaliar um sistema de irrigação por microaspersão e para tanto se utilizou três metodologias diferentes: Keller & Karmelli, Bernardo e Christiansen. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que: A metodologia de Christiansen foi a única a apresentar coeficiente de uniformidade ideal para a irrigação localizada de acordo com as recomendações do Manual 36 da FAO. A eficiência de aplicação foi considerada baixa para todas as metodologias em empregadas

Palavras-chave: coeficiente de uniformidade, eficiência de aplicação, irrigação localizada.

COMPARATIVE STUDY TO EVALUATION OF THE LOCATED IRRIGATION SYSTEM (MICROIRRIGATION) USING KNOWN METHODOLOGIES

ABSTRACT: The located irrigation system presents many advantages, when it is compared with other systems, mainly the economic use of the water. However to this system functions adequately, it's necessary a correct management and evaluations in locus that determine the parameters relationed with values of the efficiency in the irrigation system. This study carried in a field of 2.7 ha cultivated with COCONUT (*Cocos Nucifera* L.), located in the Farm Saint Helena, at the Irrigated Perimeter of Curu-

Paraipaba, Paracuru City, Ceará, Brazil. This study consisted in evaluating an irrigation system type microaspiration under three different methodologies: Keller & Karmelli, Bernardo and Christiansen. Results showed that methodology of Christiansen was the only one to present ideal coefficient of uniformity for the located irrigation according with the recommendations of the Handbook 36 FAO. The application efficiency of the system was considered low for all the employed methodologies.

Key words: uniformity coefficient, application efficiency, located irrigation system.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste é altamente dependente da prática de irrigação para garantir a produção dos cultivos e atender a crescente demanda por alimentos, devido à má distribuição das precipitações pluviométricas. Nesta região, a agricultura irrigada cresce a cada dia e passa a ser uma atividade de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável do Nordeste, pelo aumento da produção e produtividade, permitindo desta forma, que se alcance a estabilidade de ofertas dos produtos agrícolas. Os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão são indicados para serem utilizados em regiões onde existe escassez de água. Dentro desse contexto, observa-se um aumento substancial do emprego desses sistemas de irrigação, acarretando, por outro lado, uma crescente preocupação com relação à baixa eficiência de aplicação e a desuniformidade da distribuição de água que vêm sendo verificado em virtude do manejo inadequado da irrigação. A uniformidade da irrigação tem efeito no rendimento das culturas e é considerado um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. Reduzidos valores de uniformidade determinam, em geral, maior consumo de água e energia, maior perda de nutrientes e, ao mesmo tempo, podem proporcionar plantas com déficits hídricos, em significativa proporção da área irrigada (Scaloppi & Dias, 1996). O objetivo deste trabalho foi avaliar um sistema de irrigação por microaspersão na cultura do coco, comparando três metodologias de autores diferentes que são: Keller & Karmelli, Bernardo & Christiansen, utilizando-se os parâmetros de coeficiente de uniformidade, coeficiente de uniformidade absoluta, eficiência de aplicação e coeficiente de variação da vazão para obter o método de avaliação do sistema de irrigação mais eficiente em campo a fim de mostrar ao produtor, medidas eficientes para o melhor aproveitamento da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba no município de Paracuru - CE, numa área pertencente à Fazenda Santa Helena. No estudo, considerou-se uma área de 2,7 hectares, contendo 19 fileiras de plantas, com 18 plantas cada. O sistema de irrigação era constituído por linhas de polietileno com 16 mm de diâmetro e emissores do tipo



microaspersor autocompensante, com vazão de 55 L.h^{-1} , sendo um emissor por planta. Para a avaliação das vazões foram medidas primeiramente com base no método de Keller & Karmelli (1975) que sugere a seleção de quatro pontos na linha lateral e quatro pontos na linha de derivação distribuídos na seguinte forma: no início; a 1/3; a 2/3 e final da linha de derivação e início; a 1/3; a 2/3 e final da linha lateral. Após, foi utilizado o método dos oito pontos proposto por Bernardo (1995) onde foram selecionadas quatro posições na linha de derivação em funcionamento, as quais se encontravam nas seguintes posições: início; a 1/3; a 2/3 e final da linha de derivação. Posteriormente, foram selecionados oito pontos ao longo da linha lateral que são: início; 1/7; 2/7; 3/7; 4/7; 5/7; 6/7 e último da linha em funcionamento.

Finalmente, foi realizada a coleta das taxas de vazões utilizando-se o método de Christiansen, citado por Bernardo (1995) que consiste em coletar as taxas de vazões de todos os emissores da área em estudo. Os equipamentos usados para medir as taxas de vazão dos emissores foram um cronômetro e uma proveta graduada de 100 mL. Após a avaliação de campo calculou-se a média aritmética. Para a determinação do Coeficiente de Uniformidade (CU) das vazões utilizou-se a metodologia de Keller & Karmelli (1975) consistindo no quociente da média de 25% dos emissores de menores descargas (q_n) e a média das vazões (q_a) dos 16 emissores testados na área, para a metodologia dos oito pontos sugerida por Bernardo utilizando as equações de Keller e Karmelli (1975) consistindo no quociente da média de 25% dos emissores de menores descargas (q_n) e a média das vazões (q_a) dos 32 emissores testados na área. Posteriormente, calculou-se a média dos 342 emissores da área em estudo empregando-se a metodologia de Christiansen, citado por Bernardo (1995). Para calcular o parâmetro indicador da uniformidade de distribuição, denominado coeficiente de uniformidade (CU), utilizou-se a seguinte expressão:

$$CU = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (1)$$

em que:

q_n = média das 25% menores descargas dos emissores, em L.h^{-1} ; q_a = média das descargas de todos os emissores, em L.h^{-1} .

Para calcular o coeficiente de uniformidade de CHRISTIASSEN (CU), foi usada a expressão:

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n \bar{q}} \right) \quad (2)$$

m que:

q_i = vazão de cada emissor em $L.h^{-1}$.

Para calcular o coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), foi usada a expressão:

$$CUa = \left[\frac{\frac{q_n + q_a}{q_a} - \frac{q_x}{q_a}}{2} \right] \times 100 \quad (3)$$

em que:

q_x = média do 1/8 das maiores descargas de todos os emissores, em $L.h^{-1}$.

Para o cálculo da eficiência de aplicação, utilizou-se a expressão:

$$Ea = Ks \times CU \quad (4)$$

em que:

Ks = coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%.

A variação em razão do processo de fabricação é medida pelo coeficiente de variação da vazão:

$$cv = \frac{\left[\left(\sum q_i^2 - n q_a^2 \right) (n-1)^{-1} \right]^{\frac{1}{2}}}{q_a} \quad (5)$$

em que:

cv = coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal; n = número de emissores testados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de vazão, coeficiente de uniformidade e eficiência de aplicação demonstrados nas três metodologias de avaliação são mostrados na Tabela 1. Observa-se que a vazão média encontrada para as três metodologias empregadas apresentaram valores inferiores aos recomendados pelas especificações do fabricante que é de $55 L h^{-1}$. Analisando os valores de coeficiente de uniformidade, percebe-se que apenas o CUC encontrado pela metodologia de Christiansen que apresentou valor entre os recomendados por Vermeiren (1997), que estão entre 85% e 95%. Por outro lado, o Cud obtido pela metodologia de Keller & Karmelli (1975) foi o que apresentou menor valor, sendo classificado por Bralts (1986) como ruim. Este mesmo valor do coeficiente de uniformidade de distribuição encontra-se classificado como regular (68% a



Tabela 1: Coeficiente de uniformidade e eficiência de aplicação empregados nas três metodologias.

Avaliações	Metodologias		
	Keller & Karmelli	Bernardo	Christiansen
$q_a (L\ h^{-1})$	45,85	46,49	47,24
$q_n (L\ h^{-1})$	31,72	37,86	37,41
$q_x (L\ h^{-1})$	55,38	56,56	58,22
CU (%)	69,18	81,45	87,50
CUa (%)	75,99	81,82	80,17
E_a (%)	62,26	70,30	78,75
Cv (%)	20,57	16,86	16,01

75%) de acordo com os valores recomendados por Assae (1996). Lopez et al. (1992), afirmam que o emprego desse coeficiente em avaliação de sistemas de irrigação localizada é o mais indicado, pois possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo mais água. Dos valores de coeficiente de uniformidade absoluta encontrados no teste, dois deles são classificados como bom segundo Bralts (1986). De acordo com o mesmo autor, o Cua para a metodologia proposta por Keller & Karmelli (1975) foi classificado como regular.

O sistema apresentou eficiência de aplicação variando de 62,26% a 78,75% para as metodologias empregadas, estando muito abaixo da faixa recomendada por Vermeiren (1997), que varia entre 90% e 95%. Considerando-se que em um sistema de irrigação podem ocorrer perdas por percolação profunda de até 10%, pode-se dizer que apenas a eficiência de aplicação obtida na metodologia de Christiansen, citado por Bernardo (1995) apesar de está abaixo da recomendada, pode ser aceitável. Os coeficientes de variação de vazão para as três metodologias empregadas foram elevados porém, os valores de coeficientes de variação atribuídos às metodologias de Bernardo (1995) e a de Christiansen, citado por Bernardo (1995), apesar de demonstrarem uma pequena elevação, podem ser considerados aceitáveis.

CONCLUSÕES

Os parâmetros de avaliação obtidos pela metodologia proposta por Christiansen, citado por Bernardo (1995) foram os que apresentaram melhores resultados. Essa melhor performance do método deve ser atribuída ao fato de se trabalhar com todos os emissores da área. Outro fator que pode está contribuindo para esta baixa eficiência pode está relacionado com a variação física do equipamento, devido ao tempo de uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV. 2006. 611p.
- BRALTS, V. F.; EDWARD, D.M.; WU. L. P. Drip irrigation design end evaluation based on statistical uniformity concept. In HILLEL, D. **Advances in irrigation**. Orlando: Academic Press, 1987. v.4, p. 67 – 117.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 651p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle Irrigation Desing**. Califórnia: Rain Bird Sprinkler, 1975. 133p.
- SCALOPPI, J.E.; DIAS, K.F.S. **Relação entre a pressão de operação e a uniformidade de distribuição de água de aspersores rotativos por impacto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1996, Bauru. Resumos... Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. CD Rom.992, 369p.
- VERMEIREN, L. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB - Universidade Federal da Paraíba. (Estudos da FAO 36), 1997.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO CENTRO SUL DO CEARÁ ANTES E APÓS A CONSTRUÇÃO DO AÇUDE DE ORÓS-CE

LIMA, F. P.¹; OLIVEIRA, J. B.²; FERNANDES, R. A.³;
SILVA, L. L.³; FARIAS, C. D.³ & XEREZ, F. N. F. B.³.

¹Discente do Curso de Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Caixa Postal 38, CEP 63500-000, assis_p@hotmail.com.

²Prof. MS. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Caixa Postal 38, CEP 63500-000, joaquimbrancodeoliveira@gmail.com.

³Discentes do Curso Técnico Agrícola. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Caixa Postal 38, CEP 63500-000, rondipu@yahoo.com.br.

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar a tendência temporal do regime das chuvas de 10 localidades da Região Centro Sul do Ceará. Foram utilizados dados de chuva de 77 anos em 10 localidades, obtidos junto a ADENE. Os dados tiveram sua homogeneidade testada pelo teste de run e a análise de temporal foi realizada pela técnica da regressão linear. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa pelo teste t da inclinação da equação de regressão ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos indicam há tendência de mudança no regime pluviométrico em algumas localidades quando se compara às séries anteriores com as posteriores a construção do Açude de Orós.

Palavras-chave: precipitação, tendência temporal.

ANALYSIS OF THE PRECIPITATION IN THE AREA SOUTH CENTER OF CEARÁ BEFORE AND AFTER THE CONSTRUCTION OF THE DAM OF ORÓS-CE

ABSTRACT The present study had as objective evaluates the temporary tendency of the regime of the rains of 10 places of the Area South Center of Ceará. Data of 77 year-old rain were used at 10 places, obtained from the ADENE. The data had his homogeneity tested by the run test and the storm analysis was accomplished by the technique of the lineal regression. The results showed that there was not significant difference for the test t of the inclination of the regression equation at the level of 5% of probability. The obtained results indicate there is change tendency in the regime of the precipitation in some places when it is compared to the series previous with the subsequent ones the construction of the Dam of Orós.

Key-words: precipitation, temporal tendency.

INTRODUÇÃO

Devido à possibilidade de mudanças do clima global provocada pelo aumento do efeito estufa, causado pela ação humana e em face do aquecimento global há a expectativa de que o fenômeno venha afetar mais intensamente o planeta. O aumento da temperatura global pode afetar o regime pluviométrico das precipitações, principalmente nas regiões semi-áridas afetando ainda mais a produção agrícola.

O comportamento das chuvas na região Nordeste sempre se constitui da preocupação dos que se dedicam às atividades agropecuárias na região. Por outro, as irregularidades das chuvas afetam a economia regional, dada a alta dependência desta ao setor agrícola (Silva et al., 1989).

No Ceará, RAPELLI & ALVES (1992) verificou que há irregularidade temporal na intensidade de precipitação bem acentuada do que se supunha embora nas regiões serranas a quantidade de chuva seja maior.

A dificuldade de detectar se há um aumento progressivo nas precipitações médias anuais está em modelar corretamente a tendência, em outros termos, de avaliação da estacionariedade de séries temporais.

Berlato et al. (1995), trabalhando com séries de precipitação de 74 a 78 anos no Rio Grande do Sul, verificaram que não há tendência de longo prazo da precipitação pluvial no RS, creditando as reduções e incrementos observados à flutuação natural da precipitação.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a tendência temporal do regime pluviométrico anual das cidades de Solonópoles, Jaguaribe, Lima Campos, Icó, Iguatu, Cedro, Cariús, Várzea Alegre, e Acopiara, que compõem o entorno do Açude de Orós, bem como da média regional.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados pluviométricos de Solonópoles, Jaguaribe, Lima Campos, Icó, Iguatu, Cedro, Cariús, Várzea Alegre e Acopiara no Estado do Ceará foram obtidos da ADENE (Agência de desenvolvimento do Nordeste) no período compreendido entre 1913 e 1989, passando pelo teste de rum para verificar a homogeneidades das séries. As eventuais falhas dos 77 anos de precipitação foram preenchidas com base em estimativas conforme metodologia proposta por TUBELIS & NASCIMENTO (1980).

A análise da tendência temporal chuva foi realizada pelo o método clássico de análise de uma série temporal Z_t que pode ser escrito como (MORETIN e TOLOI, 1987) em três séries distintas: a série total, a série de 1930 a 1959 (30 anos antes da construção do reservatório de Orós) e a série de 1960 a 1989 (30 após a construção do reservatório).



$$Z_t = T_t + S_t + \alpha_t \quad (1)$$

Onde:

Z_t	série temporal;
T_t	tendência temporal da série;
S_t	componente sazonal da série;
α_t	termo aleatório da série;
t	Número de observações da série.

No caso em que os estudos são feitos utilizando os totais anuais da precipitação pluvial a componente sazonal é filtrada, ficando a análise dos totais anuais de precipitação da seguinte forma:

$$Z_t = T_t + \alpha_t \quad (2)$$

A tendência temporal foi estimada por um polinômio de primeiro grau (tendência linear) dado por:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad (3)$$

Em que:

β_0	coeficiente linear da regressão;
β_1	coeficiente angular da regressão;
t	ano civil;

As estimativas dos coeficientes β_0 e β_1 foram feitas pelo método dos quadrados mínimos considerando-se o ano do calendário civil como variável independente, com β_1 sendo testado ao nível de 5% de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 fornece os dados da análise de tendência temporal para as 10 localidades estudadas mais a média da Região Centro Sul do Estado do Ceará.

No período de 1930-1950 a análise do coeficiente β_1 indica que houve redução no regime pluviométrico ($\beta_1 < 0$) em Jaguaribe, Icó, Cedro, Cariús, Iguatu, Várzea Alegre e na média da região (Figura 1a), enquanto que em Solonópoles, Lima Campos e Acopiara, o $\beta_1 > 0$ indica houve aumento da precipitação.

Analisando o período de 1960-1989, Orós, Cedro, Cariús, Várzea Alegre, Iguatu, Acopiara e Região Centro Sul (Figura 1a) apresentaram $\beta_1 > 0$, já Solonópoles, Jaguaribe, Lima Campos e Icó apresentaram $\beta_1 < 0$ indicando decréscimo de precipitação. Embora Jaguaribe e Icó apresentem $\beta_1 < 0$ antes e depois da construção do reservatório de Orós, em Jaguaribe há tendência de aumento da precipitação (de $\beta_1 = -8,055$ para $\beta_1 = -0,507 \text{ mm} \cdot \text{ano}^{-1}$) enquanto que em Icó a tendência da precipitação é de queda (de $\beta_1 = -0,637$ para $\beta_1 = -2,276 \text{ mm} \cdot \text{ano}^{-1}$).

Tabela 1 - Estatística da análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica anual de 10 cidades do Estado do Ceará e da Média da Região Centro Sul nos períodos 1930-1959, 1960-1989 e 1913-1989.

Local / Período	Média (mm)	β ₀ (mm)	β ₁ (mm)	Teste t	Local / Período	Média (mm)	β ₀ (mm)	β ₁ (mm)	Teste t
Solonópoles					Cedro				
1930-1959					1930-1959				
1960-1989	603,1	45,1	0,287	0,0731 ^{ns}	1960-1989	844,4	4722,2	-1,994	-0,3533 ^{ns}
1913-1989	801,3	6098,5	-	-0,5414 ^{ns}	1913-1989	1006,1	-4237,7	2,656	0,4110 ^{ns}
	729,8	-428,7	2,683	0,4172 ^{ns}		925,6	-2613,5	1,814	1,1359 ^{ns}
Jaguaribe					Cariús				
1930-1959			-	-1,3746 ^{ns}	1930-1959				
1960-1989	576,5	16240,2	8,055	-0,0902 ^{ns}	1960-1989	783,0	8767,7	-4,106	-0,7315 ^{ns}
1913-1989	748,3	1748,8	-	0,507 ^{ns}	1913-1989	1010,9	-23923,6	12,628	1,7405 ^{ns}
	678,2	-561,9	0,636	0,4319 ^{ns}		916,6	-2821,4	1,916	1,0671 ^{ns}
Lima					Várzea				
Campos					Alegre				
1930-1959	624,0	-8685,5	4,788	0,8621 ^{ns}	1930-1959	806,4	3175,3	-1,191	-0,2132 ^{ns}
1960-1989	782,4	19306,4	-	-1,8708 ^{ns}	1960-1989	1097,1	-7416,7	4,312	0,8093 ^{ns}
1913-1989	692,2	-3716,3	2,260	0,4172 ^{ns}	1913-1989	989,2	-3537,8	2,320	1,5780 ^{ns}
Icó					Acopiara				
1930-1959			-	-0,1488 ^{ns}	1930-1959				
1960-1989	646,4	1885,2	0,637	-0,4178 ^{ns}	1960-1989	696,1	-119,2	0,419	0,1051 ^{ns}
1913-1989	806,0	5299,6	-	0,5536 ^{ns}	1913-1989	868,3	862,6	0,003	0,0005 ^{ns}
	742,3	-684,9	0,732			783,6	-2911,0	1,894	1,3952 ^{ns}
Orós					Iguatu				
1930-1959	708,5	5233,3	-	-0,4603 ^{ns}	1930-1959	701,0	-1489,6	1,127	0,2217 ^{ns}
1960-1989	825,9	-	2,327	1,4198 ^{ns}	1960-1989	879,0	-9497,8	5,255	0,7978 ^{ns}
1913-1989	825,9	17609,6	9,394	1,7632 ^{ns}	1913-1989	793,2	-3534,9	2,218	1,5345 ^{ns}
		-4649,1	2,806						
Local / Período					Média da Região				



Considerando todo o período (1913-1989), em todas as localidades estudadas, o coeficiente β_1 foi maior que zero, indicando aumento na precipitação regional (Figura 1b) em média de $1,719 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$.

As localidades que tiveram sua tendência de precipitação alteradas, estão na trajetória da corrente de ventos “Aracati”, sendo essa, aliada ao grande espelho d’água, a possível causa de mudança da tendência da precipitação.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que apesar de não apresentar mudança significativa à longo prazo, houve variações na precipitação nos pequenos intervalos de tempo.

Nas localidades a barlavento da corrente de ventos “Aracati” em comparação com as localidades a sotavento, ocorreram mudanças na tendência da precipitação, embora sejam não significativas pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Faz-se necessário verificar o comportamento da precipitação pluvial em outras regiões do Estado com e sem grandes reservatórios a fim de verificar se os grandes açudes influenciam ou não o regime pluviométrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 111-113, 1995.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Séries temporais: métodos quantitativos**. 2. ed. São Paulo: Atual, 1987. 136 p.
- SILVA, B. B. da, KUMAR, K. K., LACERDA, F. F. Início Duração da Estação de Cultivo mais Prováveis em São Gonçalo-PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, VI, 1989, Maceió-Al. **Anais...** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 57-78, 1989.
- REPELLI, C.A; ALVES, J.M.B.. Variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El-Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992.
- TUBELIS, A., NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva**. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ESTIMATIVA PROBABILIDADE DE CHUVA POR FUNÇÕES DE DENSIDADE DE SENHOR DO BONFIM-BA

SILVA, I. N.¹; OLIVEIRA, J. B.²; UCHOA, P. H. A.;
OLIVEIRA, A. C.¹; GONÇALVES, J. L. G.² & CARVALHO, F. W. A.²

¹Discente do Curso de Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Caixa Postal 38, CEP 63500-000, assis_italonunes.igt@hotmail.com;

²Profs. MS. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Caixa Postal 38, CEP 63500-000, joaquimbrancodeoliveira@gmail.com.

RESUMO - No presente trabalho foi analisado as distribuições de probabilidade exponencial, gama, log-normal, normal, Weibull e Gumbell. Os testes, não-paramétricos, de qui-quadrado e de Kolmogorov-Smirnov foram utilizados para verificar a aderência das probabilidades estimadas às frequências observadas. O presente trabalho teve por objetivo: testar o ajuste de diferentes funções densidade de probabilidade aos dados pluviométricos da Cidade de Senhor do Bonfim-BA.

Palavras-chave: precipitação, densidade de probabilidade, probabilidade.

ABSTRACT - In this work was analyzed the distributions of exponential probability, it loves, log-normal, normal, Weibull and Gumbell. The no-parametrics of the tests, of the qui-square and of Kolmogorov-Smirnov were used to verify the adherence of the dear probabilities to the observed frequencies. The objective of the present work was: to test the adjustment of different functions, density of probability to the data pluviométricos of the Senhor do Bonfim City in Bahia State of Brazil.

Key words: precipitation, probability density function, probability.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento adequado dos recursos hídricos requer o uso de técnicas de planejamento que se baseiam, principalmente, na estimativa das probabilidades associadas a precipitação. Nesse sentido, a aplicação de funções de densidade de probabilidade aos dados de



precipitação observados como instrumento para tentar prever a quantidade e a ocorrência de precipitações, é de fundamental importância para o planejamento do uso dos recursos hídricos.

Segundo CATALUNHA et al. (2002), o uso de funções densidade de probabilidade está diretamente ligado à natureza dos dados a que ela se relacionam. Algumas têm boa capacidade de estimação para pequeno número de dados, outras requerem grandes séries de observações.

A forma das equações mais utilizadas depende do número de parâmetros que ela contém. Algumas são mais elegantes podendo assumir diferentes formas, adaptando-se em um número maior de situações, outras são mais conservadoras não conseguindo se adaptar a situações além daquela para qual foram originalmente elaboradas.

Esses modelos de Distribuição são resumidos para indicar dados de frequência e de precipitações de modo a facilitar a sua compreensão e apresentam fórmulas ou equações que delimitam o seu modelo graficamente.

O presente trabalho teve por objetivo: testar o ajuste de seis funções densidade de probabilidade ao total pluviométrico anual da Cidade de Senhor do Bonfim-BA.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 75 anos de um posto pluviométrico pertencente Agência de Desenvolvimento do Nordeste (ADENE) situado à 10° 27' S de latitude, 40° 11' W de longitude oeste e 544 m de altitude em Senhor do Bonfim-BA, no Nordeste do Estado.

A consistência dos dados foi verificada pelo teste de Run conforme procedimento descrito na nota técnica nº 81 (THOM, 1966). Para fins de análise a precipitação foram considerado somente os totais anuais de chuva.

As distribuições normal, exponencial, gama, de Gumbel foram utilizadas conforme os procedimentos descritos por ASSIS et al. (1996) e as distribuições de Weibull e log-normal de acordo com os procedimentos descritos por CATALUNHA et al. (2002).

O ajustamento das distribuições foi verificada através testes Qui-quadrado ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de homogeneidade mostrou que é possível usar todo o período (1911-1985) como uma única série em Senhor do Bonfim-BA.

A função exponencial apresentou grande oscilação (Figura 1a e 1b), sendo significativa tanto ao nível de 1 quanto de 5 % pelo teste qui-quadrado, não fornecendo ajuste adequado as frequências observadas.

As funções de distribuição de probabilidade normal, log-normal, weibull, gama e gumbel, foram não significativas aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, demonstrando que não existem diferenças entre a frequência observada e esperada verdadeira a hipótese de nulidade (Figura 1c, 1d, 1e, 1f e Figura 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f).

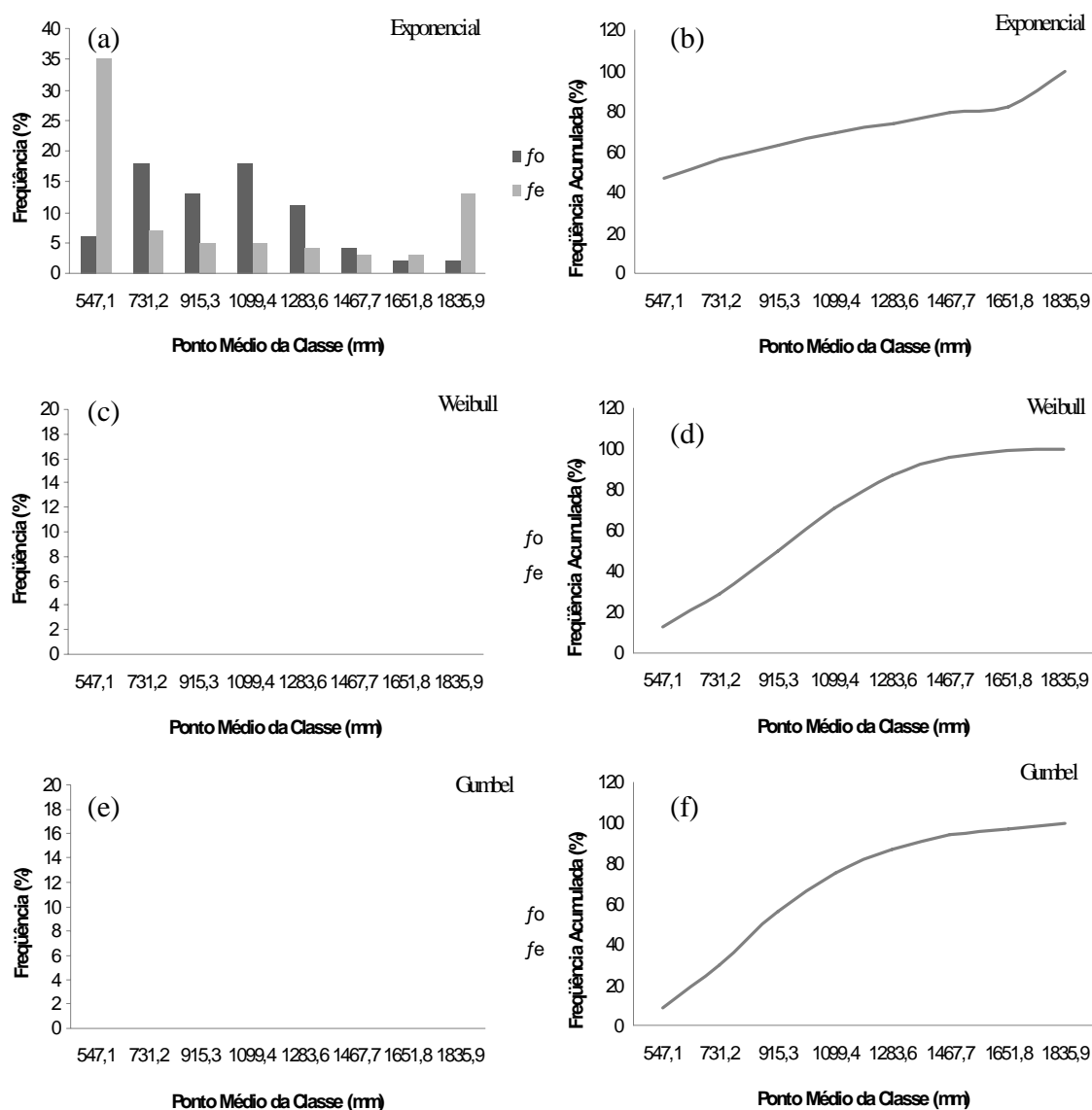


Figura 1 – Frequência observada, frequência esperada e frequência esperada acumulada das funções de densidade de probabilidade exponencial, weibull e gumbel.

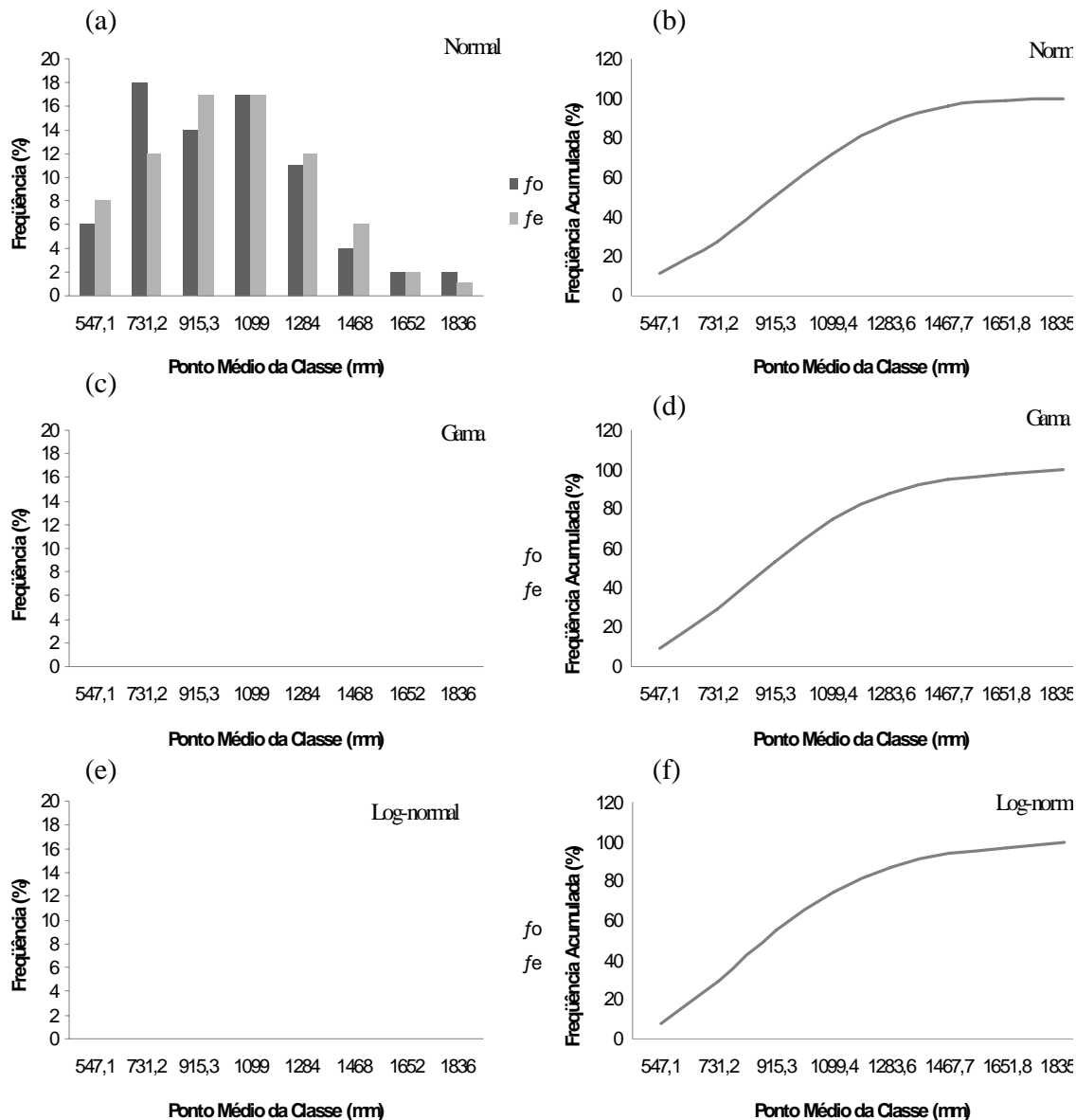


Figura 2 – Frequência observada, frequência esperada e frequência esperada acumulada das funções de densidade de probabilidade normal, gama e log-normal.

CONCLUSÕES

O teste qui-quadrado para a função exponencial rejeitou a hipótese de nulidade entre as frequências observadas e esperadas, sendo significativo tanto a 1 quanto a 5% de probabilidade indicando que ela não se ajusta as frequências esperadas.

As funções normal, gumbel, log-normal, gama e weibull podem ser aplicadas para Senhor do Bonfim, resultando em boas estimativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicação de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária, 1996. 161p.
- CATALUNHA, M.J., et all. **Avaliação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no estado de Minas Gerais**, Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 153-162, 2002.
- THOM, H.C.S. **Some methods of climatological analysis**. Geneva: World Meteorological Organization, 1966, (Reprinted in 1971). 53 p. (Technical Note, nº 81).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

CULTIVO SEM SOLO: ALTERNATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO

MELO, P. R. A.¹

¹Professor MsC, Centro Vocacional Técnico do Crato, Av Padre Cícero 1260, cvtec_crato@centec.org.br. Crato, Ce. Fone: (088) 3521-4690. e-mail: hidroponiaguiar@ig.com.br

RESUMO: O cultivo sem solo, através da sub-irrigação em sistema inerte e fechado, permite uma melhor eficiência na irrigação e fornecimento dos nutrientes, sem perdas e contaminações ao meio ambiente. Permite o reuso da água e exploração agrícola em áreas degradadas ou não agricultáveis. O sistema consiste no fornecimento de uma solução nutritiva, através de canaletas de cultivo niveladas, que pelo do método do pavio dosam o suprimento hídrico e nutricional de acordo com as necessidades das plantas e das condições físicas do substrato utilizado. Os canais podem apresentar dimensões variadas, mas em geral possuem uma sub-câmara onde permanecerá a solução nutritiva protegida da luminosidade. A solução nutritiva era elevada até o substrato, orgânica ou inerte, através de pavio de algodão distribuído no comprimento das canaletas, disponibilizando ao sistema radicular as reais necessidades das culturas. O trabalho foi realizado em empresa concedente de estágios curriculares a alunos do curso de Recursos Hídricos – Irrigação da Faculdade Tecnológica – FATEC – CARIRI.

Palavras-chave: hidroponia, sub-irrigação.

ABSTRACT: The culture without ground, through the sub-irrigation in inert and closed system, allows to one better efficiency in the irrigation and supply of the nutrients, without losses and contaminations to the environment. It allows reuse it of the water and agricultural exploration in degraded or inwokable areas. The system consists of the supply of a nutritional solution, through leveled narrow channels of culture, that for the one of the method of the Wick System dose the water and nutrient suppliment in accordance with the necessities of the plants and the physical conditions of the used substratum. The narrow channels can present varied dimensions, but in general they possess a sub-chamber where it will remain the protecting nutritional solution of the luminosity. The nutritional solution will be raised until the substratum, organic or inert, through pavio of cotton distributed in the length of the narrow channels, disposing to the system to roots the real necessities of the cultures. The work was carried through in company concede of curricular periods of training the pupils of the course of Waters Resources - Irrigation of Technological College - FATEC - CARIRI.

Keywords: hidroponics, sub-irrigation.

INTRODUÇÃO

Considerando um solo agricultável normal, é muito difícil manejá-lo, de forma que as plantas nele cultivadas consigam no mesmo os alimentos que lhes são necessários. Mesmo fertilizando esse solo corretamente, os nutrientes essenciais às plantas são dele desviados pelas águas da chuva ou da irrigação artificial, perdendo-se para áreas superficiais não utilizáveis, para cursos de águas, e mesmo para o sub-solo, atingindo até os lençóis freáticos (Bernardes, 1999). O cultivo sem solo, também denominado de hidroponia, tem se destacado como um importante meio de produção vegetal nas grandes cidades, sobretudo na produção de hortaliças folhosas.

Existem várias maneiras de praticar-se a hidroponia, as quais se denominam como sistemas hidropônicos. Estes sistemas podem ser divididos em dois grupos básicos: os Sistemas Ativos e os Sistemas Passivos. Os sistemas ativos são os mais utilizados atualmente, consistem no fornecimento da solução nutritiva através de um filme de nutrientes, com a recirculação da solução nutritiva. Os sistemas passivos, a solução nutritiva permanece estática, e é conduzida às raízes das plantas, geralmente, por capilaridade (Furlani, 1998). Isto se consegue, utilizando-se um meio de cultura de alto poder capilar, adicionado de um pavio, como aquele utilizado em lamparinas ou em lâmpadas de óleo. Quando se utiliza um pavio, o sistema é denominado como Sistema de Pavio, ou, utilizando o termo em Inglês, Wick System.

No Brasil, os cultivos hidropônicos podem ser encontrados ao redor de grandes centros urbanos e em muitos já superando empecilhos climáticos e de informação, como na região norte e nordeste do país (Martinez 1997).

No estado do Ceará, a hidroponia comercial iniciou-se na década de 90 e atualmente existem cerca de 10 produtores comerciais em todo estado, entretanto ainda persiste a não utilização correta da técnica, a má adequação do sistema e falhas na sua execução devido quase que totalmente à importação de tecnologias adequadas a outras regiões de condições climáticas diferentes das locais (Guazzelli 2000).

Hortaliças folhosas de grande massa foliar, hortaliças fruto e raízes comestíveis tem sido alvo de estudos no sistema de pavio pois não acometem êxito nos sistemas hidropônicos convencionais - NFT. O missivo artigo demonstra que o sistema de pavio, com uma sub-câmara contendo a solução nutritiva e um substrato, geralmente inerte, é possível a produção de raízes e hortaliças em regiões típicas do semi-árido (Melo 2002).

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

Algumas culturas têm dificuldade em se desenvolver no cultivo hidropônico pela necessidade de fixação no meio de cultivo, caracterizado na propriedade de estrutura do solo. O



equilíbrio e a disposição foliar durante o desenvolvimento de hortaliças folhosas têm ocasionado o surgimento de adaptações e técnicas de cultivo sem solo, geralmente utilizando substratos. A sub-irrigação pelo método do pavio, com substrato inerte, tem sido utilizado no interior do Estado do Ceará, no município de Juazeiro do Norte, com resultados promissores para a cultura da alface americana.

A alface pertence à divisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Campanulales, família Compositae espécie *Lactuca sativa* L. A alface é considerada uma cultura para uso em salada devido ao seu consumo ser in natura (Joly, 1975).

As raízes são do tipo pivotante, podendo atingir até 60 cm de profundidade, porém apresentam ramificações delicadas, finas e curtas, explorando os primeiros 25cm do solo. Trata-se de uma planta anual que não exige época fria para o florescimento e que sua fase vegetativa termina quando o máximo desenvolvimento em suas folhas e a emissão de um pendão que pode chegar até 100 cm de altura, terminando por uma inflorescência ramificada, com numerosas flores hermafroditas (Filgueiras 1982).

As numerosas cultivares existentes no mundo ocidental podem ser classificadas considerando-se o aspecto das folhas e o fato das mesmas reunirem-se ou não para formarem cabeça repolhuda, em cinco grupos a saber: repolhuda manteiga, repolhuda crespa, solta lisa, solta crespa e romana, todas com características específicas obtidas através do melhoramento vegetal (Filgueiras, 1982) .

A cultura do alface é a que mais tem sido usada em sistemas hidropônicos devido a mudanças, através do melhoramento genético, de cultivares melhor adaptadas ao sistema NFT (Jensen, 1997).

Com o avanço tecnológico e com a implantação do cultivo protegido e da hidroponia esses índices alcançaram marcas de 30% de crescimento ao ano (Vecchia, 1999)

Cultivares de folhas crespas (Brisa, Marisa e Verônica) produzem maior biomassa seca e fresca que as cultivares de folhas lisas (Elisa e Regina) para as condições climáticas do estado do Ceará (Guazzelli, 2000).

A cultivar repolhuda mais utilizada atualmente no estado do Ceará para o cultivo hidropônico é a da variedade Lucy Brow, cujas sementes são peletizadas e pré-germinadas, garantido a eficiência no processo de germinação e bom desenvolvimento durante a fase inicial do cultivo (Melo, 2002).

A alface americana caracteriza-se por apresentar folhas largas, lisas, suculentas e crocantes, além de formarem cabeça. O peso médio é de 450 gramas aos 50 DAS e o manejo nutricional e condições de cultivo seguem recomendações para as demais variedades e sistemas de cultivo.

A alface americana precisa de apoio radicular para favorecer o seu desenvolvimento uniforme da parte central. Quando cultivada em NFT (técnica do filme de nutrientes) a alface americana não forma cabeça nem atinge o peso médio de 450 gramas, por tais motivos a sub-irrigação por pavio, utilizando uma calha de polipropileno, denominada de calha autocompensadora tem demonstrado resultados satisfatórios e importantes a se denotar.

A calha autocompensadora possui um reservatório inferior do qual um “pavio” traz a solução para umedecer o substrato que se encontra na parte superior e de onde a planta vai retirar a água e os minerais de que necessita. Assim, à medida em que a planta vai consumindo a solução nutritiva do substrato o pavio, por uma diferença osmótica e por capilaridade vai repondo automaticamente.

O micro reservatório possui uma micro bóia que regula o fluxo da solução nutritiva que vem do reservatório principal. Esta bóia suporta uma altura manométrica de até 8m de altura e mantém o nível da solução no micro reservatório sempre na altura certa. (FIGURA 1)

A partir do micro reservatório, pela parte de baixo sai um microtubo que se une com a parte de baixo da calha onde se localiza o reservatório. E por ser colocado no mesmo nível do reservatório da calha, por vasos comunicantes ele abastece o reservatório da calha, de maneira totalmente automática. (Figura 1)

Esse sistema já é utilizado experimentalmente em Universidades do Sul e Sudeste, assim como já é utilizado comercialmente por alguns produtores hidropônicos.

No município de Juazeiro do Norte-Ce é utiliza-se a calha autocompensadora com substrato único de vermiculita e com a solução nutritiva recomendada por Furlani, conforme Tabela 1.

O manejo da condutividade elétrica e pH são realizados diariamente, e a adição de fertilizantes se dava sempre ao se atingir CE inferior a 1,0mS-cm, sendo renovada a solução nutritiva a cada 30 dias de utilização (FaquiN, 1999).

Tabela 01 - Concentração de macro e micronutrientes para solução nutritiva utilizada no sistema hidropônico com calha autocompensadora para alface americana cv. Lucy Brow, Juazeiro do Norte, CE. 2007.

Macronutrientes	g / 1000 litros	Micronutrientes	g / 1000 litros
Nitrato de Cálcio	850 – 1000	Ácido Bórico	2,0
Nitrato de Potássio	450 – 600	Sulfato de Zinco	0,5
Fosfato Monoamônico	100 – 150	Sulfato de Cobre	0,1
Sulfato de Magnésio	250 – 400	Sulfato de Manganês	2,0
		Molibdato de Sódio	0,1
		Fe – EDTA (20%)	15,0

Fonte: (FURLANI, 1999)



FIGURA 01– Modelo de calha autocompensadora, com detalhes do pavio de algodão e da sub câmara, utilizadas no cultivo da alface americana, variedade Lucy Brow, Juazeiro do Norte, CE. 2007.

CONCLUSÕES

A sub-irrigação pelo método do pavio, com o auxílio da calha autocompensadora com a subcâmara já desenvolvida comercialmente para este fim, possibilita sobretudo a reutilização da solução nutritiva em cultivos hidropônicos comerciais, que antes eram descartadas; Possibilita a maximização dos recursos hídricos e dos nutrientes adicionados na solução nutritiva, dispensa energia elétrica e permite um auto ajuste de potencial hídrico e de concentração salina no substrato utilizado de acordo com as necessidades da cultura. O cultivo de hortaliças através deste método dispensa o uso do solo natural, possibilita o cultivo em áreas não agricultáveis e apresenta índices de produtividade superior ao cultivo convencional.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

BERNARDES, L.J.L. , CARMELLO, Q.A.C. A solução nutritiva. Hidropomanias & Cia, Chaqueada, SP, n.2, p.6, 1996.

FAQUIN, V. & FURLANI, P.R. Cultivo de Hortaliças de Folhas em Hidroponia em Ambiente Protegido. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, 1999. v.20, n.200/201, p 99-104.

FILGUEIRA, F. A. R. Manual de Oleicultura: cultura e comercialização de hortaliças \ 2. ed. rev. e ampl. - São Paulo : Ed. Agronômica Ceres, 1982. cap 03. 357p.

FURLANI, P.R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NTF. Campinas, Instituto Agronômico, 1998. 30p. (Boletim Técnico 168)

GUAZZELLI, E.S., Cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico: Dissertação de doutorado. Fortaleza, 2000. 97p.

JOLY, A.B. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 2. Ed. São Paulo: Nacional; Universidade de São Paulo, 1975. P 628-638.

JENSEN, M.H. Hydroponics. HortScience, Alexandria, VA, v. 32, n. 6, p. 1018-1021, 1997.

MARTINEZ, H.E.P. Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais. Jaboticabal, FUNEP, 1997. 31p.

MELO, P.R.A. Aspectos gerais do cultivo hidropônico da alface, no sistema NFT, submetido a diferentes coberturas e suportes das plantas, Fortaleza, 2002. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Ceará, UFC.

VECCHIA, P. T. D & KOCH, P. S. História e Perspectivas da Produção de Hortaliças em Ambiente Protegido no Brasil. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, 1999. v.20, n.200/201, p5-10.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

SUB IRRIGAÇÃO EM CRISÂNTEMOS DE VASO

MELO, P.R.A.¹

¹Professor MsC, Centro Vocacional Técnico do Crato, Av Padre Cícero 1260, cvtec_crato@centec.org.br. Crato, Ce. Fone: (088) 3521-4690. e-mail: hidroponiaguair@ig.com.br

RESUMO: A irrigação de flores decorativas e mini-margaridas são realizadas em sua maioria sob irrigação localizada, onde há perdas por lixiviação e ou salinização do substrato. No cultivo hidropônico de crisântemos em vaso, a solução nutritiva chega ao sistema radicular através da sub-irrigação, penetrando pelos orifícios dos vasos e restando-se no substrato geralmente inerte. Essa técnica, também denominada de DFT (Deep Technique Film) permite a recirculação, oxigenação e a reutilização da solução nutritiva, possibilita um incremento na produtividade e principalmente mantém as condições de solo e meio ambiente inalterado, mostrando-se viabilidade técnica e econômica.

palavras-chave: Crisântemo, Hidroponia

SUMMARY: The irrigation of decorative flowers and mini-daisies is carried through in its majority under located irrigation, where it has losses for leaching and or salinization of the substratum. In the hydroponics culture of flower in vase, the nutritional solution arrives at the system to roots through the sub-irrigation, penetrating for the orifices of the vases and holding back themselves in the generally inert substratum. This technique, also called of DFT (Deep Technique Film) allows the recirculation, oxygenation and the reutilizes of the nutritional solution, makes possible an increment in the productivity and mainly it keeps the ground conditions and unchanged environment, revealing to viability economic and technique.

Keywords: Chrysanthemum, hydroponics.

INTRODUÇÃO

O uso de tensiômetros no monitoramento da irrigação resultou em níveis de tensões ótimas na faixa de -1 a -5 Kpa para o crisântemo em vaso. Esses autores demonstraram que quantidades excessivas de água são usadas na produção comercial do crisântemo, e que uma mesma qualidade comercial pode ser obtida utilizando-se menor lâmina de água total no ciclo (Farias *et al*, 2005).

A maior parte da água que absorve a planta se perde no processo de transpiração. Uma pequena quantidade de água se utiliza nos processos de crescimento e outra parte está involucrada nos processos de hidratação e desidratação dos diferentes órgãos (Método, 2006).

O cultivo na água, "floating", as plantas ficam dispostas em vasos ou bandejas de isopor com a solução nutritiva em forma de uma lâmina profunda (5 a 20cm), ficando as raízes submersas e sem a existência de canais, mas com uma mesa plana onde circula a solução através de um sistema de entrada e drenagem características (Bolonhezi et al., 1999).

A solução nutritiva é o principal instrumento técnico para uma perfeita eficiência e sucesso do cultivo hidropônico, pois ela deve conter todos os macro e micronutrientes essenciais ao bom desenvolvimento vegetal (Faquin et al. 1996).

O crisântemo dos floristas, ou *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitam. (sin. *D. grandiflora* Tzvelev., *D. morifolia* Ramat. e *Chrysanthemum morifolium* Ramat.) família Asteracea, e um híbrido complexo, que se produzido por semente segrega em muitas formas diversas. A maioria das espécies que compõem as linhagens dos cultivares atuais são originados da Ásia, em especial da China. A palavra crisântemo significa flor dourada. Existem relatos de seu cultivo há mais de 2000 anos como flor de jardim na Ásia, sendo ela a flor nacional do Japão (Gruszynski, 2006).

O crisântemo tem sido melhorado e selecionado, e não só em relação ao formato e cor, mas também na sua adequação ao cultivo durante o ano todo, resistência ao frio e calor, e também, na sua resistência pós-colheita. Com técnica desenvolvida para controle da produção pelo número de horas escuras do dia, o que permitiu a colheita durante o ano todo, a produção foi voltada inicialmente para corte e posteriormente para plantas em vaso (Gruszynski, 2006).

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) é uma planta ornamental com grande demanda pelo mercado consumidor. Apesar de haver pouca informação sobre a exigência hídrica, sabe-se que irrigações deficitárias ou excessivas prejudicam seu desenvolvimento reduzindo a produtividade e qualidade (Farias & Saad, 2005).

As plantas ornamentais principalmente as de ciclo curto, por possibilitarem alto retorno econômico, adequam-se bem ao cultivo sob hidroponia. O cultivo hidropônico resulta em flores de melhor qualidade, no aspecto nutricional e fitossanitário, com conseqüente aumento na vida pós-colheita (Barbosa, 2003).

O crisântemo é uma planta de dia curto (PDC), com fotoperíodo crítico de 13 horas. Assim, para que ocorra o crescimento vegetativo, é necessário comprimento do dia maior que 13 horas, enquanto, sob comprimento do dia abaixo de 13 horas haverá indução ao florescimento.



Aplicação de dias longos (DL) é feita usando-se lâmpadas incandescentes ao longo dos canteiros de plantio. Na suplementação luminosa contínua aplica-se 4 horas de luz durante a noite no inverno e 3 horas durante o verão.

O dia curto (DC) é obtido pelo uso de plástico ou pano preto, cobrindo-se totalmente o canteiro, para obter-se 10 horas de luz. Nos dias mais curtos do ano, geralmente a partir de abril-maio, pode-se aplicar o dia curto natural (Barbosa, 2003).

As variedades para cultivo em vaso devem apresentar as seguintes características: emitir brotações laterais vigorosas, planta com formato adequado, produzir flores rapidamente em hastes curtas, crescimento baixo ou médio.

As variedades para vaso em geral tem tempo de reação de 8 a 9 semanas, resultando em um ciclo de produção total em torno de 12 semanas. Os fornecedores das estacas dispõem de variedades específicas, adaptadas às condições de produção. As variedades brancas e principalmente as brancas decorativas são as preferidas no mercado, chegando a representar 40% do total. Depois vêm as amarelas, vermelhas e as demais cores (Gruszynski, 2006).

A vermiculita é um substrato de origem mineral originado da alteração de uma rocha denominada MICA. Quando exposta a um choque térmico, a vermiculita expande-se formando blocos levíssimos, com grande volume de vazios o que faz com que ela possa absorver de quatro a cinco vezes o seu próprio peso em água (Castellane, 1995).

De acordo com Douglas (1987), vermiculita é um mineral classificado como silicato hidratado de alumínio e magnésio. O produto resultante é estéril, leve, com elevada capacidade absorvente de reter água e ar.

O cultivo em vermiculita (V) - substrato mineral inerte, originado do aquecimento a 1090°C do mineral mica, apresenta uma granulometria específica (número 4 - 0,75-1,0 mm) para o cultivo hidropônico.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

Ensaio preliminares demonstraram a possibilidade de se cultivar crisântemos em vasos através de sub-irrigação com solução nutritiva, tornando o meio de cultivo fechado e inerte.

Foram testadas variedades de crisântemo decorativo e minimargaridas para vasos nº 11 e nº 13, assim como o número de estacas por vaso. Também foram testados substratos diversificados submetidos a uma altura da lâmina de solução nutritiva circulante.

As variedades testadas foram White Cherrie e Giovani como mini margaridas e as Fine Time e White Diamond como decorativas, sendo adquiridas da DEKER DE WIT – Agri floricultura, Holambra-SP e enraizadas em bandejas de 128 células com vermiculita.

Para o processo de enraizamento, as mudas receberam 4 horas de luz extra no início da noite e 7 dias após o plantio, as bandejas eram colocadas em solução nutritiva e recebiam mais 7 dias de luz.

Após 15 dias do plantio as mudas foram transplantadas para os vasos de Nº 11 e nº 13 tendo como substratos areia lavada, fibra de coco e vermiculita, assim como mistura entre si na proporção de 50%. Esses vasos ficaram dispostos ao acaso, em estufa tipo túnel, sendo 3 mudas por vaso Nº11 e 4 mudas para vasos nº13. (Figura 01)

A lâmina de solução nutritiva foi testada em três níveis de profundidade e sua composição a recomendada pelo IAC e encontra-se na Tabela 1.

Para permitir a recirculação da solução nutritiva, piscinas de alvenaria foram construídas, dispondo um adaptador lateral que possibilitava o retorno da solução ao atingir o nível dinâmico requerido para cada parcela. Essa solução retornava para um reservatório de 3.000 litros, também em alvenaria protegida por tinta asfáltica (Neutrol), onde era oxigenada e a cada 30 minutos era disposta a recirculação novamente. O acionamento do conjunto motobomba era automático, realizado por controlador temporizado.

A poda apical foi realizada 15 dias após o transplante para os vasos e 7 dias após se confirmaram a emissão de brotos laterais de 3 brotos por planta.

Aos 50 dias após o enraizamento, a solução nutritiva foi modificada para suprir o florescimento das plantas e aos 60 dias apareceram os primeiros botões.(Figura 01)



Figura 01. Disposição dos vasos com diferentes variedades, submetidos a diferentes substratos em sub-irrigação com solução nutritiva, Juazeiro do Norte-Ce. 2007.



Tabela 01. Solução nutritiva para 1000L de água usada na fase do crescimento e florescimento do crisântemo na Hidropônica Saúde Tenente Aguiar, Juazeiro do Norte, 2006.

FERTILIZANTE	CRESCIMENTO (g)	FLORESCIMENTO (g)
Nitrato de Cálcio	400	600
Sulfato de Magnésio	240	360
MAP	230	345
Nitrato de Potássio	850	1475
Ferro	50	75



Figura 02- Sub irrigação em Crisântemo de vaso submetidos a diferentes lâminas de solução nutritiva e tipos de substrato, Juazeiro do Norte - Ce. 2007

CONCLUSÕES

O florescimento do crisântemo de vaso, cultivado sob sub-irrigação com solução nutritiva ocorreu conforme com 7 dias de antecedência em relação ao citado na literatura. O substrato que apresentou maior número de botões por vaso foi quando utilizado apenas vermiculita e não foram observadas diferenças estatísticas nas alturas das lâminas de 1,0cm, 2,0cm e 3,0cm de altura. Após os ensaios, passou-se a trabalhar em escala comercial utilizando-se dos parâmetros obtidos.

A produção de crisântemos por sub-irrigação com solução nutritiva possibilita o perfeito desenvolvimento de botões, tanto para mini margaridas como para decorativas e representa incremento de 30% na produtividade e antecipação de colheita.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

BARBOSA, JOSÉ GERALDO. Crisântemo-produção de mudas-cultivo para corte de flor-cultivo em vaso-cultivo hidropônico. Viçosa: Aprenda fácil, 2003.234p.

BOLONHEZI, D., FURLANI, P.R., SILVEIRA, L.C.P. ; FAQUIN, V. Estruturas para o cultivo hidropônico. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, 1999. v.20, n.200/201, p72-80.

- CASTELLANE, P.D., ARAUJO, J.A.C., Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal, FUNEP, 1995. 43p.
- DOUGLAS, JAMES SHOLTO. Hidroponia: cultivo sem terra/ James Sholto Douglas; tradução e prefácio Zilmar Ziller Marcos. São Paulo: Nobel, 1987.144p.
- FARIAS, MARYZÉLIA F.; SAAD, JOÃO C.C. Crescimento e qualidade do crisântemo cultivado em vaso sob ambiente protegido. Horticultura brasileira, V.23, nº 3, Jul-Set, 2005. p740.
- FAQUIN, V., FURTINI NETO, A.E., VILELA, L.A.A. Produção de alface em hidroponia. Lavras, MG: UFLA, 1996. 50p.
- GRUSZYSNKI CIRILO. Produção de crisântemo. Disponível em: < <http://www.cultivodeflores.com.br/crisantemos.htm>>. Acesso em: 09 jun 2006.
- MÉTODOS e práticas de rega em cultivo de rosas sem solo. Disponível em: <http://kidmais.sites.uol.com.br/boletim4.html>. Acesso em: 02 jun 2006.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DE PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS NO EM GARANHUNS/PE PARA FINS DE DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO

ANDRADE, A. R. DOS S. DE¹, PAIXÃO, F. J. R.², AZEVEDO, C. A. V. DE³,
GOUVEIA, J. P. G. DE³ & OLIVEIRA, É. DE⁴

¹UAG/UFRPE, Garanhuns, PE. E-mail: arsauag@uag.ufrpe.br

²Doutorando em Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG. E-mail: jardel.paixao@gmail.com

³DEAg/CTRN/UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-115, Campina Grande, PB. Fone: 83 3310.1056.
E-mail: cazevedo@deag.ufcg.edu.br;

⁴Graduanda em Agronomia, UAG/UFRPE, Garanhuns, PE. E-mail: ericaapx@yahoo.com.br

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram de estimar a precipitação mensal provável com diferentes níveis de significância e determinar as probabilidades de ocorrências de períodos secos e chuvosos para o município de Garanhuns/PE. Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica mensal da série de dados compreendida entre os anos de 1913 a 1987. Os critérios discriminantes para identificar períodos secos e chuvosos, baseiam-se em quatro classes de chuvas acumuladas mensais: (S) mês seco, de 0 a 50 mm; (PC) mês pouco chuvoso, de 50 a 100 mm; (C) mês chuvoso, de 100 a 200 mm e (BC) mês bastante chuvoso, acima de 200 mm. Foi utilizada distribuição teórica de probabilidade gama para estimativa da precipitação mensal provável, em níveis de 90, 80, 75, 70, 60, 50, 40 e 30% de probabilidade. Concluiu-se que a distribuição gama apresentou bom ajuste aos dados, possibilitando sua utilização para estimativas de precipitação pluvial provável mensal. As menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm mês⁻¹ são registradas nos meses de outubro, novembro e dezembro, onde deve concentrar-se a agricultura irrigada, recomendando espécies e cultivares de ciclo curto para semeaduras em outubro, e de ciclo longo para agosto a fim de evitar prejuízos na colheita.

Palavras chaves: precipitação, modelos probabilísticos, irrigação

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF DRY AND RAINY SPELLS IN GARANHUNS/PE FOR IRRIGATION PROJECTS DIMENSION ENDS

ABSTRACT: The objectives of this work were of estimate the probable monthly precipitation with different levels of significant and determine the probability of occurrence of dry and rainy spells in Garanhuns/PE. The historical data from 1913 to 1987 were utilized. The criteria for identify dry and rainy spells periods, using in four monthly classes of rains accumulated: (S) dry month, of 0 to 50 mm;

(PC) rainy little month, of 50 to 100 mm; (C) rainy month, of 100 to 200 mm and (BC) rainy enough month, more than 200 mm. It was utilized theoretical distribution of probability range for estimate of the probable monthly precipitation, at 90, 80, 75, 70, 60, 50, 40 and 30% probability levels. It was concluded that the values estimated, using the gamma distribution, showed a good adjustment in relation to the measured values for both cities, and that this estimated values can be use in order to generate synthetic data for monthly rainfalls. The smaller probable precipitations, below 50 mm month-1 saints recorded us months of october, november and december, where should concentrate the agriculture irrigated, recommending species and you will cultivate of short cycle for sowings in october, and of long cycle for august in order to avoid damages in the harvest.

Keywords: precipitation, probabilistic models, irrigation,

INTRODUÇÃO

Situada no meridional do Estado de Pernambuco, o município de Garanhuns tem a agropecuária principal atividade econômica desse município é fortemente influenciada pela ocorrência de períodos secos e chuvosos, fenômenos que muitas vezes causam sérios prejuízos aos produtores. Previsões precisas sobre a ocorrência de períodos secos e chuvosos, principalmente a longo prazo, são ainda inviáveis. Por esse motivo, estimativas probabilísticas desses fenômenos têm grande utilidade, pois possibilitam que muitas atividades agrícolas, tais como semeadura e colheita, possam ser realizadas em épocas mais favoráveis, reduzindo assim os riscos e as perdas. Além disso, o conhecimento dos aspectos fundamentais dos cálculos da precipitação provável do período é uma necessidade essencial para o dimensionamento de barragens, de abastecimento de água, para o planejamento agrícola e dimensionamento de sistema de irrigação complementar (Bernardo, 1995, Araújo et al., 2001).

Admitindo-se que a ocorrência de dias secos ou chuvosos está associada com as condições pluviométricas anteriores, pode-se utilizar os modelo probabilísticos teóricos. Vários modelos de distribuição teóricas de probabilidade têm sido utilizados, visando a estimativa da precipitação provável para diferentes períodos de ocorrência. Dentre eles, destacam-se as distribuições normal (Frizzone, 1979; Andrade Júnior e Bastos, 1997), distribuição gama (Ribeiro e Lunardi, 1997) e Gumbel (Assis et al., 1996). Os autores recomendam o uso de funções probabilísticas fazendo-se, posteriormente, a verificação do ajuste através de testes de aderência.

Considerando a influência que as condições climáticas exercem em muitas atividades agrícolas, realizou-se este trabalho, cujo objetivo foi determinar a probabilidade de ocorrência de períodos secos (S) e chuvosos (C) para o município de Garanhuns/PB, considerando-se mês seco, de 0 a 50 mm; mês pouco chuvoso, de 50 a 100 mm; mês chuvoso, de 100 a 200 mm e mês bastante chuvoso, acima de 200 mm.



MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram obtidos a partir dos registros pluviométricos diários do município de Garanhuns/PE, disponíveis no Departamento de Agronomia - DEPA da UFRPE, sobre 75 anos de observação no período 1913 a 1987. A estimativa de precipitação pluviométrica mensal provável foi obtida para os níveis de 90, 80, 75, 70, 60, 50,40 e 30% de probabilidade, utilizando-se a função de distribuição gama, conforme apresentado por Assis et al. (1996). Foram criadas quatro classes de chuvas acumuladas mensais. Considerou-se como mês seco, de 0 a 50 mm; mês pouco chuvoso, de 50 a 100 mm; mês chuvoso, de 100 a 200 mm e mês bastante chuvoso, acima de 200 mm. Dessa forma, foram analisados os totais de cada mês dentro das duas classes de chuvas acumuladas, anteriormente apresentada, e verificou-se a porcentagem de ocorrência. As probabilidades (P) de ocorrerem períodos secos (S), pouco chuvosos (PC), chuvoso (C), bastante chuvoso (BC) e as probabilidades condicionais, dias secos dados que o dia anterior também teve seco (S/S) e dias chuvosos dado que o dia anterior foi chuvoso (C/C), foram determinadas pelas frequências de dias secos (FS), dias pouco chuvoso (FPC), de chuvosos (FC), de dias bastante chuvosos (FBC), dias secos precedidos de dias secos (FSS) e chuvosos precedidos de dias chuvosos (FCC), conforme método propostas por Robertson (1976) e Fietz et al. (1998). As probabilidades de ocorrência de períodos consecutivos secos ($P(S,S,S...n)$) e chuvosos ($P(C,C,C...n)$) foram determinadas segundo metodologia proposta por Robertson (1976). Para avaliar o ajuste dos dados das precipitações observadas às das estimados pela distribuição de probabilidade teórica gama aplicou-se o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) ao nível de significância de 5% (Bussab, 2003).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros da distribuição gama e as estimativas das precipitações prováveis mensais em diferentes níveis de probabilidades, a qual se torna uma ferramenta útil para uma possível programação de irrigação suplementar, se necessário.

Nota-se pela Tabela 1, que os valores estimados do parâmetro α foram menores no período de meses secos (fevereiro, março e abril), e maiores nos meses mais chuvosos (maio, junho, julho); este fato sugere que, os maiores valores de α estão associados com maiores precipitações. Logo este parâmetro poderia ser usado como um indicador de precipitação mensal da região, estimativas menores e iguais que 3, sugerem precipitações mensais menores que 20 a 100 mm, valores maiores que 3, precipitações superiores a 100 mm. Nota-se pela Figura 1, que quantidade do número de precipitações mensais superior a 200 mm (classe

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama (α , β), da precipitação média mensal (mm) e precipitação mensal média provável (mm) para diversos níveis de probabilidade em Garanhuns, PE (1913 a 1987).

Mês	α	β	Média (mm)	Nível de probabilidade $P(X \geq x_i)$							
				90	80	75	70	60	50	40	30
Jan.	2,08	21,62	38,14	86,70	67,05	60,42	54,84	45,64	38,04	31,34	25,12
Fev.	1,99	28,43	46,46	110,29	84,87	76,31	69,12	57,28	47,52	38,96	31,05
Mar.	1,97	40,81	76,96	156,82	120,50	108,27	98,00	81,12	67,21	55,02	43,77
Abr.	1,62	57,23	81,14	189,54	142,16	126,39	113,24	91,83	74,44	59,45	45,88
Mai.	3,19	54,88	109,29	228,58	177,77	160,57	146,08	122,15	102,28	84,73	68,38
Jun.	3,87	34,48	124,66	224,23	184,56	170,78	158,99	139,07	122,03	106,45	91,35
Jul.	3,38	36,95	117,43	216,14	175,77	161,82	149,92	129,93	112,92	97,48	82,63
Ago.	2,38	33,73	74,81	150,04	117,80	106,83	97,58	82,22	69,41	58,03	47,34
Set.	2,62	11,52	36,69	71,04	58,13	53,65	49,83	43,39	37,90	32,89	28,05
Out.	2,71	13,28	20,51	65,31	51,98	47,42	43,55	37,10	31,68	26,82	22,22
Nov.	2,54	9,61	19,70	58,23	47,55	43,86	40,70	35,39	30,86	26,73	22,76
Dez.	2,70	12,10	23,43	64,45	51,82	47,48	43,79	37,61	32,39	27,68	23,18

denominada bastante chuvosa - BC) em toda a série amostral de 75 anos, apresentou o menor número de frequência sem chuvas, totalizando 32 valores dos 900 observados (75 anos x 12 meses), que representa 4% da série, ou seja, aproximadamente cada 25 anos 1 não chove.

Analisando-se os valores de $P(S)$ apresentados na Tabela 2, pode-se identificar os meses nos quais é esperado o maior número de dias secos. Em outubro, novembro e dezembro são esperados o maior número de dias secos. O mês de junho foi o que apresentou o menor número de dias secos que corresponde a probabilidade de 5,3%.. Da mesma maneira, com base em $P(PC)$, verificou-se que julho e agosto apresentaram a maior probabilidade de ocorrência de meses chuvosos (36 e 49,3%, respectivamente). Nos meses de maio e junho é esperado o maior número de dias com bastante chuvosos (BC) do ano (cerca de 9,3%).

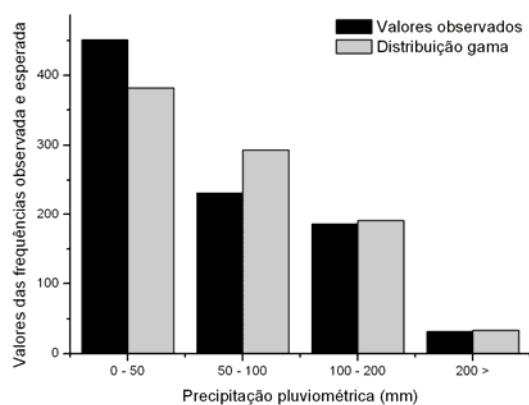


Figura 1. Quantidade do número de precipitações mensais no município de Garanhuns, PE, ajustados a distribuição gama, para o período de 1913 a 1987.



Tabela 2. Probabilidades de ocorrência em Garanhuns, PE para o período de 1913 a 1987

Mês	Média (mm)	Probabilidades de ocorrência (P) de precipitações							
		P(S)	P(C)	P(PC)	P(BC)	P(S/S)	P(C/C)	P(S,4)	P(C,4)
Jan.	38,14	0,760	0,160	0,067	0,013	0,754	0,200	0,326	0,001
Fev.	46,46	0,587	0,293	0,107	0,013	0,545	0,000	0,095	0,000
Mar.	76,96	0,373	0,360	0,240	0,027	0,286	0,278	0,009	0,005
Abr.	81,14	0,387	0,253	0,293	0,067	0,379	0,364	0,021	0,014
Mai.	109,29	0,200	0,253	0,453	0,093	0,133	0,559	0,000	0,079
Jun.	124,66	0,053	0,320	0,533	0,093	0,000	0,575	0,001	0,115
Jul.	117,43	0,080	0,360	0,480	0,080	0,167	0,333	0,000	0,018
Ago.	74,81	0,293	0,493	0,187	0,027	0,409	0,214	0,020	0,002
Set.	36,69	0,667	0,333	0,000	0,000	0,680	0,000	0,026	0,000
Out.	20,51	0,880	0,080	0,027	0,013	0,864	0,000	0,182	0,000
Nov.	19,70	0,880	0,080	0,040	0,000	0,864	0,000	0,567	0,000
Dez.	23,43	0,853	0,093	0,053	0,000	0,828	0,000	0,513	0,000

(P) de precipitações de dias secos (S), pouco chuvosos (PC), chuvosos (C), bastante chuvosos (BC), e dias secos dados que o dia anterior também teve seco (S/S) e dias chuvosos dado que o dia anterior foi chuvoso (C/C)

Com as expressões pospostas Robertson (1976) pode-se determinar as probabilidades de ocorrência de períodos contínuos secos ou chuvosos, com duração de até quatro dias. Assim, por exemplo, pela Tabela 3 a probabilidade de ocorrer 4 dias seguidos sem chuvas no mês de novembro é de 56,7%, ou em um a cada quatro anos. Da mesma forma, a probabilidade de ocorrer 4 dias consecutivos de chuvas no mês de junho, em Garanhuns, é de 11,5%.

CONCLUSÕES

As menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm.mês⁻¹ são registradas nos meses de outubro, novembro e dezembro, onde deve concentrar-se a agricultura irrigada, recomendando espécies e cultivares de ciclo curto para semeaduras em outubro, e de ciclo longo para agosto a fim de evitar prejuízos na colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S. DE; BASTOS, E.A. Precipitação pluviométrica provável em municípios do cerrado piauiense. Teresina: EMPRABA-CPAMN, 1997. 22p. Documentos, 25
- ARAÚJO, WELLINGTON F.; JÚNIOR, A. S. A.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.563-567, 2001.
- ASSIS, F.N. et al. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 1996.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. Estatística básica. 5a ed. São Paulo, Saraiva, 2003. 526p;

FIETZ, C.R., FRIZZONE, J.A., FOLEGATTI, M.V. Precipitação esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados, MS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 29-34, 1998.

FRIZZONE, J.A. Análise de cinco modelos para o cálculo da distribuição e frequência de precipitação na região de Viçosa, MG. Viçosa: UFV, 1979, 100p. Dissertação Mestrado

RIBEIRO, A.M. DE A.; LUNARDI, C. A precipitação mensal provável para Londrina, PR, através da função gama. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v.12, p.37-44. 1997.

ROBERTSON, G. W. Dry and wet spells: Project Field Report Agrometeorology A-6: UNDP/FAO Technical Assistance to the Federal Land Development Authority. Jerantut: Tun Razak Agriculture Research Centre, 1976. 30 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO VISANDO A REMOÇÃO DE ALGAS

CORREIA, J. L.¹; PEREIRA, L. R.² & ARAÚJO, G. M.³

¹Discente do curso Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte - CE, Fone: (88) 35118035. e-mail: jomavialacerda@yahoo.com.br.

²Discente do curso Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC – Cariri, Juazeiro do Norte, CE.

³Mestre em Engenharia Sanitária, UFRN, Rio Grande do Norte, RN, Professor da Faculdade de Tecnologia CENTEC - Cariri, Juazeiro do Norte, CE.

RESUMO: Esse trabalho avaliou a remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização através do processo físico-químico, via coagulação-floculação-decantação. O efluente utilizado era proveniente da lagoa de maturação do sistema de tratamento de esgotos da cidade de Juazeiro do Norte, os resultados dos ensaios de floculação realizados no período de Março/2006 a Fevereiro/2007. Foi utilizado a moringa como coagulante, com uma concentração 0,3%. Foram obtidas remoções de, 56,66% de Fósforo Total, 49,92% de Nitrogênio Amoniacal, 42,30% de Sólidos Suspensos e 30,02 de Clorofila "a".

Palavras chaves: Coagulante natural; tratamento de esgoto; processo físico-químico.

EVALUATED THE REMOVAL OF ALGAE OF EFLUENTES OF PONDS OF STABILIZATION

SUMMARY: This work evaluated the removal of algae of efluentes of ponds of stabilization through the process physical-chemical road coagulation-floculation-decantation. The used sewage was originating from the pond of maturation of the system of treatment of sewers of the city of Juazeiro of the North, CE, the results of the floculation rehearsals accomplished in the period of March/2006 February/2007. The water-cooler was used as coagulante, com to a concentration 0,3%. Where obtained removals of the, 56.66% of Total Phosphorus , 49.92% of Ammoniac Nitrogen, 42.30% of Suspended Solids and 30,02 of Chlorophyll "a".

Key-words: Clotting natural; treatment of sewage; processes physical-chemical.

INTRODUÇÃO

Nos dois últimos séculos a população cresceu oito vezes enquanto a quantidade de água utilizada aumentou 35 vezes. Em apenas quarenta anos (1950 a 1990), o consumo mundial passou a estimados 1360 km³ / ano para 4130 km³ / ano, distribuídos entre vários setores Araújo (2000).

Como consequência da utilização da água, há a geração de esgotos. Caso não seja dada uma adequada destinação aos mesmos, estes acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e subterrâneas, e freqüentemente passam a escoar a céu aberto constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças.

Existe a necessidade de tratar os esgotos gerados principalmente nas cidades onde há um maior contingente populacional. Nas grandes zonas urbanas o risco de contaminação dos mananciais e contração de doenças é maior devido o rápido crescimento das cidades e o lento avanço da infra-estrutura de saneamento.

A decisão quanto o processo a ser adotado no tratamento de esgotos deve ser derivada fundamentalmente de um balanceamento entre critérios técnicos e econômicos, com apreciação dos méritos quantitativos e qualitativos de cada alternativa.

O processo conhecido geneticamente como lagoas de estabilização é um dos processos de tratamento de esgotos mais difundido no mundo. Por tratar de processo de baixo custo de implantação e grande facilidade operacional, as lagoas de estabilização são bastante atrativas, mesmo comparadas com técnicas mais modernas de tratamento, principalmente em países onde a disponibilidade de área não é um fator limitante e em regiões de clima quente.

Entretanto com a crescente exigência dos órgãos ambientais de uma melhor qualidade dos efluentes das estações de tratamento, as lagoas de estabilização passam a ter seu uso limitado em função da freqüente presença de sólidos suspensos em seu efluente. Os sólidos suspensos podem provocar consequências indesejáveis no corpo receptor, como o aumento da demanda de oxigênio no mesmo ou o surgimento de problemas de cor, odor e sabor na água, em função de algas, causadas por um eventual aproveitamento da água para o consumo humano.

As algas são extremamente importantes dentro do sistema de tratamento com lagoas de estabilização, são elas que fornecem o oxigênio para as bactérias degradarem a matéria orgânica (simbiose natural), mas quando o efluente sai do sistema de tratamento as algas tornam-se um inconveniente podendo demandar oxigênio nos corpos receptores e causar a eutrofização dos corpos aquáticos.

A constatação do processo de eutrofização em muitos corpos receptores, principalmente aqueles que sevem como manancial de água para abastecimento publico, levou a uma melhor



avaliação com relação aos efluentes neles lançados. Buscando garantir a qualidade dos seus corpos d'água em áreas consideradas sensíveis, desde o início dos anos 80 diversos países em todo o mundo vem estabelecendo padrões de lançamento mais exigentes ($DQO < 90\text{mg/l}$ e $SST < 30\text{mg/l}$) Oliveira & Gonçalves (1999).

O objetivo desse trabalho é avaliar a viabilidade do tratamento terciário utilizando processo físico-químicos no efluente de lagoas de estabilização, no tocante a remoção de algas, utilizando coagulante natural.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de lagoas de estabilização em série, está localizado no município de Juazeiro do Norte, CE (latitude (S) $7^{\circ} 12' 47''$, longitude (W) $39^{\circ} 18' 55''$, área $235,4 \text{ km}^2$ quadrados, altitude $377,3\text{m}$ acima do mar). Região do Cariri, Porção Sudoeste do Estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Caririaçu, Missão Velha, Barbalha e Crato. O referido sistema é constituído por duas lagoas anaeróbias, duas facultativas e uma de maturação.

A remoção de algas foi realizada através de processo físico-químico via coagulação-floculação-decantação através de ensaios de floculação. O efluente utilizado advinha da lagoa de maturação do sistema de tratamento de esgotos da cidade de Juazeiro do Norte.

Foi utilizado um becker de dois litros, onde foi colocada a amostra do efluente da lagoa de maturação, adicionando seis gramas do coagulante após um período de intensa agitação (1 minuto), com a finalidade de dispersar completamente o coagulante e promover a coagulação em seguida agitação diminuirá por um período de 15 minutos posteriormente será a etapa de sedimentação por 1 hora.

Foram coletados cerca de 50 litros de amostra do efluente da lagoa de maturação, sempre no mesmo horário para testes laboratoriais, durante o período de março/2006 a fevereiro/2007. Foi empregada a amostragem pontual do tipo simples, com coletas sendo feitas na caixa de saída, realizadas quinzenalmente. O horário estabelecido para as coletas foi compreendido no período da tarde, em seguida as amostras foram encaminhadas para o laboratório de análises físico-químicas de efluentes do Instituto CENTEC onde serão realizadas os ensaios de floculação.

Nesta pesquisa foi testado a *moringa oleifera* como coagulante natural.

As análises foram realizadas no efluente da lagoa de maturação e em um becker após o período de sedimentação. Os métodos analíticos que foram utilizados seguiram as recomendações de APHA et al. (1995), exceto para o parâmetro clorofila "a" que será determinada segundo Jones (1979). Os parâmetros analisados foram pH pelo método eletrométrico, DBO pelo método Frascos Padrões, DQO por Refluxação Fechada, Sólidos

Suspensos pelo método gravimétrico, Fósforo Total por Salicilato de Sódio APHA et al. (1995), e Clorofila “a” através do método Extração com Metanol (JONES, 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante a pesquisa verificaram a eficiência do tratamento terciário utilizando ensaios de floculação com um coagulante natural (moringa). As análises das amostras foram realizadas no efluente da lagoa de maturação (LM) e no sobrenadante de um becker de 2 litros, no período de Março/2006 a Fevereiro/2007. Os valores médios respectivamente para a Lagoa de maturação e sobrenadante do Becker, foram de 52,00 e 30,00 de Sólidos Suspensos, respectivamente, o que gerou uma eficiência de 42,30% de remoção. A variável Clorofila “a” os valores médios foram de 96,60 e 69,00 havendo uma eficiência de 30,02% de remoção, com relação ao Fósforo Total, os valores médios foram de 17,40 e 7,54 onde houve uma remoção de 56,66%, já o Nitrogênio Amomiacal obteve valores de 31,67 e 15,86 onde a remoção foi de 49,92%. Quanto aos valores de DBO e DQO não obtiveram resultados satisfatórios, obtendo um aumento nos valores médios de ambas as variáveis, isso se deve ao fato de a moringa ser um coagulante natural orgânico e quando adicionado ao becker junto ao efluente a matéria orgânica contida na moringa era liberada ao meio, implicando assim no aumento dos valores obtidos.

Segundo Carvalho et al. (2005), ao utilizar sulfato de alumínio, cloreto férrico, policloreto de alumínio, obteve melhores remoções de DBO e DQO, comparando-se com a moringa (coagulante natural). Mas deve-se ressaltar que por se tratarem de coagulantes químicos pode deixar vestígios no caso de ser utilizado para algum fim.

Comparando os resultados com tecnologia utilizada por Araújo (2004), que trabalhou com filtros anaeróbios simplificados para remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização, os percentuais de remoção foram superiores nos parâmetros DQO, SST e Cl “a”.

Ao contrário da DBO e DQO que não obtiveram bons resultados com a moringa, vale citar os demais parâmetros que apresentaram uma boa eficiência de remoção, tais como: Sólidos Suspensos, Clorofila “a”, Fósforo Total e Nitrogênio Amomiacal.

CONCLUSÃO

A utilizar o coagulante em escala piloto, proporcionou um considerável desempenho no pós-tratamento de efluentes de lagoas de estabilização, quando utilizado o coagulante natural (moringa), foi obtido maiores remoções de Sólidos Suspensos, Clorofila “a”, Fósforo Total e Nitrogênio Amomiacal, isso sendo atribuído ao fenômeno de coagulação-floculação-decantação.



A análise do conjunto de dados obtidos durante a pesquisa com o efluente, permitiu concluir que o tratamento físico-químico é uma excelente alternativa para polimento de efluentes de lagoas de estabilização. Sem elevados gastos pode-se atender a padrões de lançamentos, de reutilização, inclusive os mais exigentes.

No sobrenadante do becker que foi utilizado moringa, obtiveram remoções de 56,66% Fósforo Total; 49,92% de Nitrogênio Amomiacal; 43,30% de Sólidos Suspensos e 30,02% de Clorofila "a". Somente com relação as variáveis DBO e DQO não obtiveram resultados satisfatórios, obtendo um aumento nos valores médios de ambas as variáveis, isso se deve ao fato de a moringa ser um coagulante natural orgânico e quando adicionado ao becker junto ao efluente a matéria orgânica contida na moringa era liberada ao meio, implicando assim no aumento dos valores obtidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

APHA /AWWA / WEF (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19ª ED., 1995.

ARAÚJO, LUCIA DE FÁTIMA. Reuso com Lagoas de Estabilização, potencialidades no Ceará – Fortaleza: SEMACE, p.132. 2000.

ARAÚJO. G. M. Avaliação da utilização de filtros anaeróbio simplificados na remoção de algas de efluentes de lagoa de estabilização. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN. 2004.

JONES, G. J. A guide to methods for estimating microbial numbers and biomass in fresh water. Amble side: Freshwater Biological Association – Scientific Publication, v. 39. 1979.

OLIVEIRA, F. F.; GONÇALVES, R. F. Principais tecnologias empregadas no polimento do efluente de lagoas de estabilização. Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, Rio de Janeiro. p. 402 -. 1999

PIOTTO, Z. C. Regeneração do potencial de coagulação dos lodos químicos de estação de tratamentos de água para reutilização no tratamento físico-químico de diferentes tipos de águas residuárias. Dissertação submetida ao programa de Mestrado e Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, 1995.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

PLANEJAMENTO DE MICROBACIA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO NUMA PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE

TIBURCIO, E. C.¹; CASTRO, M. A. H. DE² & RODRIGUES, E. M.³

¹Prof. Doutor, Curso de Irrigação/Recursos Hídricos, FATEC, Juazeiro do Norte, CE, Rua João Maciel, 126, CEP 63040-790, e-mail: eulimar@lycos.com

²Prof. PhD, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará

³Pesquisadora, Curso de Saneamento/Recursos Hídricos, FATEC, Juazeiro do Norte, CE

RESUMO: Este trabalho apresenta uma proposta metodológica visando um planejamento integrado dos recursos hídricos e ambientais no nível de microbacia que aborde aspectos físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental e a análise de oferta e demanda de água na microbacia do Rio Maranguapinho no Estado do Ceará.

Palavras chave: Desenvolvimento sustentável, demanda hídrica, oferta hídrica.

PLANNING OF MICROBASIN IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID IN A PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT: This work presents a methodology that aims at an integrated planning of the water resources and ambient in micron basin that approaches aspects physical, social, economic and ambient and the analysis of supply of water and water demand in the micron basin of Rio Maranguapinho in the State of the Ceará.

Key-words: Sustainable development, water demand, water supply.

INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro é amplamente conhecido no cenário científico tanto nacional quanto internacional pela sua problemática do ponto de vista dos recursos hídricos e tem sido



palco de acirradas discussões voltadas para o desenvolvimento sustentável desta região.

O planejamento dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas precisa proporcionar o desenvolvimento sustentável nesses sistemas físicos que recebem e acumulam ou deixam escoar as águas precipitadas.

A opção pelo desenvolvimento sustentável (processo que deve compatibilizar, no espaço e no tempo, o crescimento econômico, com a conservação ambiental, a qualidade de vida e a equidade social) precisa considerar a pressão demográfica e as interações do homem com os resíduos gerados por tais atividades.

Planejar para o desenvolvimento sustentável em microbacia que apresenta sérios quadros socioeconômicos e ambientais não parece fácil. Também não é razoável promover o crescimento econômico baseado no uso imprudente dos recursos disponíveis, pois esse processo caracteriza-se como um pseudodesenvolvimento, um desenvolvimento que não se auto-sustenta em longo prazo.

Este artigo apresenta uma proposta metodológica visando um planejamento integrado dos recursos hídricos e ambientais no nível de microbacia que aborde seus aspectos físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental, bem como suas análise de oferta e demanda hídrica e, finalmente, que possa tirar conclusões sobre o nível de interferência desses aspectos na auto-sustentabilidade da região hidrológica a ser estudada.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do semi-árido brasileiro

O semi-árido brasileiro representa 18% do território nacional e abriga 29% da população do país. Possui uma extensão de 858.000 km², representando cerca de 57% do território nordestino, sendo que a área designada como *Polígono das Secas* (ocorrência de secas periódicas) é estimada em 1.083.790,70 km². No semi-árido, vivem 18,5 milhões de pessoas, onde 8,6 milhões pertencem à zona rural, com índices de qualidade de vida muito abaixo da média nacional. Sua densidade demográfica de 20 hab/km² não parece alta quando comparada com a média nordestina que é de 28 hab/km². Contudo, tomando por base outras regiões semi-áridas no mundo, apresenta-se como uma das mais elevadas. Isso devido às próprias características naturais ali predominantes.

Como principal característica climática, destacam-se as temperaturas médias elevadas e precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, extremamente concentradas, gerando os períodos de chuva e estiagens. Cerca de 50% dos terrenos do semi-árido são de origem cristalina, rocha dura que não favorece a acumulação de água, sendo os outros 50% representados por terrenos sedimentares, com boa capacidade de armazenamento de águas subterrâneas. Suas feições de relevo refletem a dinâmica climática e estrutural, mas apesar de dominar grandes extensões dissecadas, é possível registrar significativas áreas ocupadas por serras e vales úmidos.

São apenas dois os rios permanentes que cortam o semi-árido: o São Francisco e o Parnaíba, sendo os demais temporários.

A agricultura tradicional, baseada no sistema de policultura (principalmente milho e feijão) e pecuária (rebanhos de bovinos, ovinos e caprinos), a vulnerabilidade à existência das secas é elevada recaindo sobre os pequenos agricultores.

Nesse cenário, têm sido marcantes, principalmente até a década de 80, as migrações inter-regionais como alternativa à falta de sustentabilidade para a população mais vulnerável no semi-árido, sendo que, nos últimos anos e nas últimas secas, tem sido registrado um fluxo maior para as cidades (periferias) de porte médio na região Nordeste. Ficam patentes a desestruturação das unidades familiares, diante da impossibilidade de sobrevivência nos períodos de seca, e a ineficiência das ações do poder público historicamente baseadas em medidas emergenciais e políticas setoriais. É necessário partir para estratégias de políticas públicas com foco integrado de objetivos simultaneamente socioeconômico, político-institucionais, culturais e ambientais.

Caracterização da microbacia a ser estudada

A microbacia do Rio Maranguapinho está localizada nos municípios de Maranguape, Maracanaú e Fortaleza no Estado do Ceará.

O Rio Maranguapinho, principal afluente do Rio Ceará, também denominado de Maranguape ou Siqueira nasce na serra de Maranguape e percorre o município de Fortaleza nas proximidades do parque Alto Alegre, Mondubim, Siqueira, sob a ponte próxima ao FRIFORT (Frigorífico de Fortaleza) na BR 222 nos limites com o município de Caucaia e, finalmente, une-se ao Rio Ceará apenas próximo à sua foz, não exercendo muita influência sobre a fluviometria da microbacia do Rio Ceará como um todo, comportando-se como uma microbacia



independente. Composto por cursos d'água de caráter intermitente, que fluem somente durante a época das chuvas. Podem-se observar inúmeras lagoas na região de baixo curso do Rio Maranguapinho, com destaque para as lagoas da Parangaba e do Porangabuçu, ambas situadas na malha urbana de Fortaleza.

A grande característica da microbacia do Maranguapinho é que ela é localizada em uma zona predominantemente residencial com densidade demográfica elevada e sua população está situada nas classes de renda média e baixa. Observa-se que as margens deste recurso hídrico foram ocupadas indevidamente ou assoreadas pela deposição de lixo (existem cerca de 5.000 pessoas no distrito de Sapupara localizado às margens desse rio) que comprometem a hidrografia pela redução da capacidade de vazão e pela poluição. A região da microbacia que intercepta o município de Fortaleza é urbanizada e, portanto, o seu uso é para edificações; a região que corresponde ao município de Maracanaú também é uma área urbanizada, mas um pouco menos que a de Fortaleza e de uso industrial.

Este trabalho será desenvolvido em quatro etapas:

A primeira etapa consistirá de um diagnóstico local obtido pela realização de entrevistas orais e escritas à população e representantes dos poderes públicos constituídos, incluindo o comitê da bacia hidrográfica que engloba a área a ser estudada. Estas entrevistas alimentarão os diagnósticos físico-conservacionista (levantamento hidrografia e determinação de parâmetros hidrológicos básicos como medida de avaliação das potencialidades hídricas da área de estudo), sócio-econômico (produção agropecuária, nível de mecanização da produção agrícola, nível de instrução, principais atividades econômicas, condições de moradia) e ambiental (levantamento de todos os elementos causadores de degradação para que se possa identificar os pontos de maior índice de degradação, recomendar práticas de recuperação e preservação ambiental visando a conservação dos recursos hídricos). Nesta etapa também a confecção de mapas básicos de uso do solo, cobertura vegetal e de hidrografia através do georeferenciamento dos dados espaciais e de imagens orbitais com o software ArcMap (ESRI,2007), revisão histórica sobre o modo de ocupação da região e estudo da eficácia da política estadual de recursos hídricos e do comitê da bacia hidrográfica que engloba a microbacia do Rio Maranguapinho, que servirão de subsídio na identificação das potencialidades hídricas ambientais. A metodologia para os diagnósticos físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental da microbacia estudada se baseia na metodologia de Rocha (1997) adaptada para a realidade semi-árida por Barachuy (2001). Esta metodologia consiste num levantamento qualitativo e

quantitativo das condições do sistema hidrológico em estudo que possibilite a identificação dos principais problemas socioeconômicos e ambientais existentes.

A segunda etapa que, trata da análise de demanda hídrica, consiste em identificar as necessidades de água potável através dos usos finais. A partir do número de pessoas residentes na microbacia serão levantados os dados básicos sobre o consumo de água potável por indivíduo proposto pela Organização Mundial de Saúde para comparação com o nível de consumo de água fornecido pela empresa responsável (CAGECE).

Na terceira etapa (análise de oferta hídrica) serão levantados os diversos usos (abastecimento urbano, irrigação, indústria, piscicultura, pecuária, agroindústria) dos recursos hídricos principais (lagoas da Parangaba e do Porangabuçu), bem como a dependência da população da microbacia quanto a água armazenada.

A quarta etapa consistirá do cruzamento destas informações para dar suporte à tomada de decisões envolvendo o planejamento dos recursos hídricos e ambientais numa perspectiva de sustentabilidade.

DISCUSSÃO

A sustentabilidade hídrica corresponde ao máximo número de usuários e demandas associadas que determinado ambiente pode prover de forma permanente (Carey, 1993). Dessa forma, ao planejar e usar os recursos hídricos de uma dada microbacia, deve-se priorizar a satisfação de necessidades básicas e de proteção dos ecossistemas. Uma vez satisfeitas tais necessidades, os recursos hídricos têm a característica de um insumo básico indispensável ao desenvolvimento econômico. Isso significa que os usuários da água devem pagar tarifas adequadas. Segundo as regras atuais do comércio global, a não consideração de um valor de tarifa para o insumo água poderá configurar situação de *dumping ambiental*. Assim, a viabilidade de determinada alternativa de uso da água disponível já não pode ser definida com base no simples balanço entre oferta física e demanda de água, mas também em termos econômico-financeiros dos níveis de produtividade e de competitividade mundial que deverão ser alcançados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o planejamento de uma microbacia hidrográfica deve englobar os seus



recursos hídricos numa perspectiva de sustentabilidade ambiental, a presente metodologia é uma importante contribuição para os planejadores, notadamente os comitês de bacias hidrográficas que atuam no semi-árido brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARACHUY, J. G. Vasconcelos. **Manejo Integrado de Microbacias Hidrográficas no Semi-Árido Nordestino**: estudo de um caso. Campina Grande: UFPB/ Tese de doutorado. 2001. 221 p.

CAREY, D.I. Development based on carrying capacity: A strategy for environmental protection. In: **Global Environmental Change**, 1993.

MAGALHÃES, A. R. E GLANTZ, M. H.(1992) Socio-economic impacts of climate variates and policy response in Brazil. United Nations Environment Programme, Secretaria do Planejamento do Estado do Ceará e Fundação Esquel do Brasil.

ROCHA, José S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária. 1997. 493 p.

ESRI – Environmental Systems Research Institute Inc. **The GIS Software Leader**. Disponível em: < <http://www.esri.com> >. Acesso em: 27 ago. 2007.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

TENDÊNCIA TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL DA BACIA DO BANABUIÚ – CEARÁ

SILVA, J. A. ¹; OLIVEIRA, ²; GONÇALVES, J. L. G. ²;
CARVALHO, F. W. A. ²; NOGUEIRA, D. H. ³ & ARRAES, F. D. D.

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem – Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE, Rua Alvino Cândido da Silva, 151, Vila Coqueiros, Iguatu – CE, email: jenair_alves@yahoo.com.br

²Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem – Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE, dirceutid@yahoo.com

³Profs MS da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, joaquirbrancodeoliveira@gmail.com

⁴Prof. Dr. da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, dijaumah@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a tendência temporal da precipitação pluvial anual na Bacia do Banabuiú, no Estado do Ceará. Para tanto foram tomadas séries de precipitação pluvial de 10 municípios que compõem a bacia, com períodos de observação de 75 anos, sendo a tendência avaliada pela técnica de regressão linear. Os resultados mostram que não há tendência significativa de longo prazo da precipitação pluvial anual para essa região do Estado.

Palavras-chave: precipitação, tendência temporal, Bacia do Banabuiú.

TIME TREND OF ANNUAL RAINFALL OF THE BASIN OF BANABUIÚ – CEARÁ

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the time trend of the annual pluvial precipitation in the Basin of the Banabuiú, in the State of the Ceará. For pluvial precipitation series of 10 cities that compose the basin, with periods of observation of 75 years, being the trend evaluated for the technique of linear regression. The results show that it does not have significant trend of long stated period of the annual pluvial precipitation for this region of the State.

Key words: precipitation, time trend, Basin of the Banabuiú.

INTRODUÇÃO

A provável mudança climática do planeta provocada pelo aquecimento global, como consequência de danos provocados pela ação humana, vêm tendo seu impacto debatido. Uma das grandes preocupações da comunidade científica na última década diz respeito às alterações climáticas e suas consequências para a humanidade, (Back, 2001).



A correlação entre precipitação pluvial e produção agrícola é importante, tanto para os produtores familiares como para os grandes empresários agrícolas, daí o interesse pelo estudo do regime pluviométrico ao longo de séries na possibilidade de observar algum tipo de mudança.

Em análise de tendência temporal para o Rio Grande do Sul, BERLATO et al. (1993) mostraram não haver tendência significativa nem de redução nem de aumento da precipitação anual média em todo o Estado.

Sobre outros estudos nessa linha, Castañeda & Barros (1994), citados por Berlato et al. (1995) analisando a tendência temporal da precipitação pluvial anual na região do Cone Sul (Argentina, Uruguai, Paraguai e sul do Brasil), encontraram tendência positiva na maioria das séries utilizadas, embora nem todas estatisticamente significativas, especialmente nos últimos 35 anos (1956-91).

Mais tarde, Berlato et al. (1995) usando a regressão linear em séries históricas e homogêneas de 17 localidades do Estado do Rio Grande do Sul observou que não houve tendência de longo prazo da precipitação pluvial no Estado.

Esse trabalho teve o objetivo de avaliar a tendência temporal da precipitação pluvial anual de 10 localidades do Ceará que fazem parte da Bacia do Banabuiú, bem como analisar a tendência temporal da Bacia do Banabuiú utilizando-se desse conjunto de séries.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação pluvial foram obtidos da Rede Hidroclimatológica do Nordeste, alimentada pela ADENE e disponível via Internet. Foram utilizados os dados anuais de 10 municípios do Estado do Ceará, sendo eles Boa Viagem, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Milhã, Mombaça, Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu. As séries utilizados para análise foram de períodos de 75 anos de observação (1911 a 1985). Para avaliar a Bacia do Banabuiú utilizou da média anual do conjunto de cidades. Nos casos de falta de dados de precipitação anual de algumas estações a estimativa foi feita com base na precipitação pluvial anual de estações vizinhas, seguindo o método de Tubelis & Nascimento (1980).

Sobre as séries de dados foram feitos ajustes e calculadas as variações cíclicas. A análise da tendência temporal chuva foi realizada pelo o método clássico de análise de uma série temporal Z_t que pode ser escrito como (Moretin & Toloi, 1987) em três séries distintas: a série total, a série de 1930 a 1959 (30 anos antes da construção do reservatório de Orós) e a série de 1960 a 1989 (30 após a construção do reservatório).

$$Z_t = T_i + S_t + \alpha_t \quad (1)$$

Onde: Z_t série temporal;
 T_i tendência temporal da série;
 S_t componente sazonal da série;
 α_t termo aleatório da série;
 t Número de observações da série.

No caso em que os estudos são feitos utilizando os totais anuais da precipitação pluvial a componente sazonal é filtrada, ficando a análise dos totais anuais de precipitação da seguinte forma:

$$Z_t = T_i + \alpha_t \quad (2)$$

A tendência temporal foi estimada por um polinômio de primeiro grau (tendência linear) dado por:

$$Tt = \beta_0 + \beta_1 t \quad (3)$$

Em que: β_0 coeficiente linear da regressão;
 β_1 coeficiente angular da regressão;
 t ano civil;

As estimativas dos coeficientes β_0 e β_1 foram feitas pelo método dos quadrados mínimos considerando-se o ano do calendário civil como variável independente, com β_1 sendo testado ao nível de 5% de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma tendência de redução da precipitação pluvial para metade das estações estudadas (Figura 1). A inclinação da reta no gráfico da série pluviométrica da localidade de Mombaça, Quixadá, Senador Pompeu, Monsenhor Tabosa e Milhã foram de $\beta_0 < 0$, muito embora essa tendência não é estatisticamente significativa.

Para as outras 5 cidades a inclinação da reta na análise de regressão foi positiva, o que demonstra uma tendência de aumento na precipitação pluvial anual para estas localidades, no entanto não estatisticamente significativa. Para Pedra Branca $\beta_0 > 0$ assim como para Quixeramobim, Piquet Carneiro, Boa Viagem e Morada nova. Ver figura 2.

Para a média anual da Bacia do Banabuiú (Figura 3) observou-se uma tendência negativa da precipitação anual, com uma inclinação da reta de -0,37, $\beta_0 < 0$ não significativa estatisticamente.

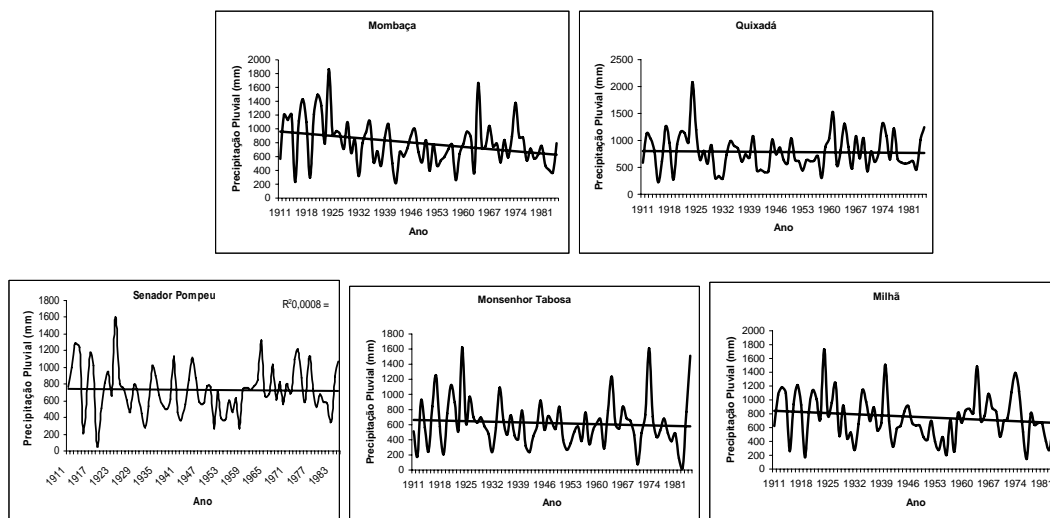


Figura 1. Gráficos das cidades com tendência pluviométrica negativa:

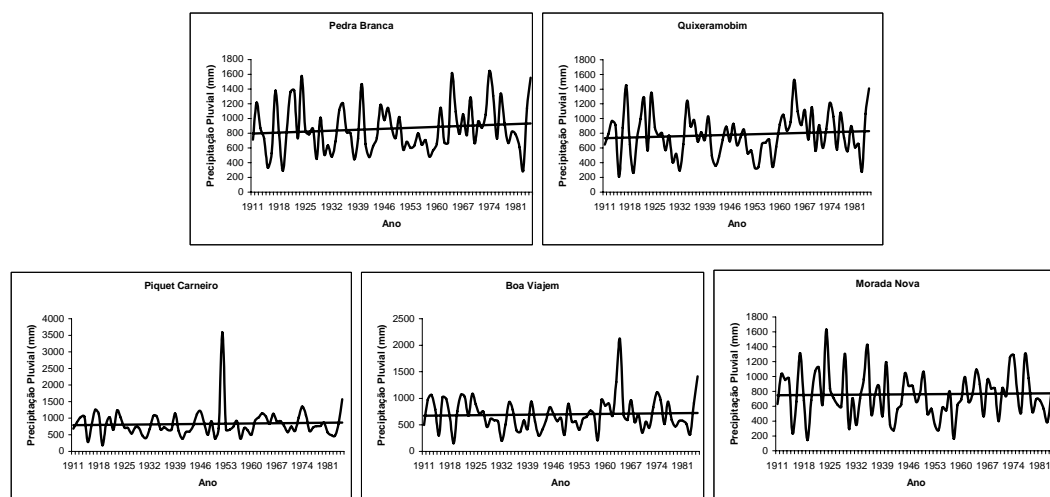


Figura 2. Gráficos das cidades com tendência pluviométrica positiva:

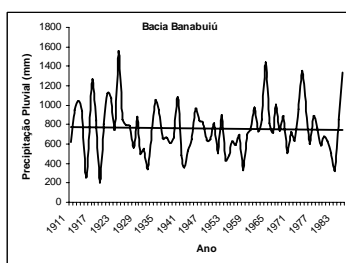


Figura 3. Tendência de precipitação pluvial ao longo do período 1911-1985

Os resultados foram de acordo com as conclusões de BERLATO et al. (1995), quando estudava a tendência da precipitação pluvial anual para o Rio Grande do Sul, onde não encontrou tendência significativa para a análise de séries de longo prazo.

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou que o regime pluviométrico anual da Bacia do Banabuiú não mudou significativamente, segundo do teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Embora tenha sido observado flutuações naturais de tendência positiva e negativa entre o período a média da região indica tendência de queda na precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE, Rede Hidroclimatológica, www.adene.gov.br
- BACK, A. J. Aplicação estatística para tendências climáticas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 5, p. 717-726, maio 2001.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul – Revista Brasileira de Agrometeorologia, 1995.
- CASTAÑEDA, M. E.; BARROS, V. Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de America al este de los Andes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., CONGRESSO LATINO AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2., 1994, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. v. 1.
- SUDENE, **Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Ceará**, Recife-PE, 1990.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva**. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS OF THE EVAPOTRANSPIRATION PROCESS FOR THE CURU PARAIPABA VALLEY, CEARA, BRAZIL.

OLIVEIRA, C.W.¹; COSTA, G. M. DA²; CAVALCANTE, L. C.² & GOMES, P. M. C.²

¹ Ph. D. Biosystems Engineering, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Limoeiro do Norte-CE, Rua. Estevão Remígio 1145, CENTRO CEP 62.930-000 Fone:(88) 3423 6911.

²Graduando em Tecnologia da Irrigação – CENTEC/Limoeiro do Norte.

RESUMO: Neste trabalho a importância relativa das diferentes variáveis climáticas envolvidas no processo da evapotranspiração foram avaliadas numa base diária. Os dados foram coletados próximo a cidade de Paraipaba na bacia do Curu Paraipaba, no estado do Ceará, Brasil. As variáveis testadas foram dia do ano (dia), radiação solar ($Mj/m^2/day$), temperatura do ar de 24-h ($^{\circ}C$), temperatura máxima ($^{\circ}C$), temperatura mínima ($^{\circ}C$), temperatura ponto de orvalho ($^{\circ}C$), umidade relativa de 24-h (%), umidade relativa máxima (%), umidade relativa mínima (%), velocidade vento (m/s), razão do vento dia/noite, média vento diurna (m/s), déficit da pressão de vapor (kPa), vapor de pressão real (kPa) e precipitação (mm). Desses dados temperatura ponto de orvalho ($^{\circ}C$), déficit da pressão de vapor (kPa), e vapor de pressão real (kPa) foram estimados dos dados originais registrados. O modelo com todas variáveis estimadas e medidas foi capaz de explicar 89% da variação dos dados, com 63% de correlação com ET medida pelo lisímetro de pesagem. Um modelo reduzido com menos variáveis foi capaz de explicar 99,71% da variação dos dados com 68,57% de correlação com ET.

Palavras Chave: componentes principais, correlação, evapotranspiração.

ABSTRACT: On these work the relative importance of different climatologic variables involved on the evapotranspiration (ET) process on a daily basis were evaluated. The data was collect near the city of Paraipaba on the Curu Paraipaba watershed, in the state of Ceará, Brazil. The variables tested were day of the year (days), solar irradiance ($Mj/m^2/day$), 24-h average air temperature ($^{\circ}C$), maximum air temperature ($^{\circ}C$), minimum air temperature($^{\circ}C$), dew point temperature ($^{\circ}C$), 24-h average relative humidity (%), maximum relative humidity (%), minimum relative humidity (%), wind speed (m/s), day/night wind ratio, average wind speed day time (m/s), vapor pressure deficit (kPa), actual vapor pressure (kPa) and precipitation (mm/d). Out of this data set, dew point temperature ($^{\circ}C$), vapor pressure deficits (kPa) and actual vapor pressure (kPa) were estimated from the original recorded data. The model with all measured and estimated variable was able to explain 89% of the total variance, with 63% correlation with ET measured by a weight lysimeter. A reduced model with fewer variables was able to explain 99.71% of the total variance with 68.57% correlation with measured ET.

Key words: principal component, correlation, evapotranspiration.

INTRODUCTION:

Evapotranspiration (ET) is one of the major processes within the hydrologic cycle. Both the long and short term water budgets of the soil profile and basin depend to a significant degree on the evapotranspiration rate. The ideal approach is to measure ET and weighing lysimeters are considered the most practical and reliable way to measure direct evapotranspiration in short time periods, e.g., daily or hourly (Howell et al., 1985). Another possible step is ET estimation using equations that utilize climatologic data. Those equations uses several parameters which, to be obtained, also require a number of ongoing equations to be plugged in. These peculiarities allow such equations be found in the literature in several different forms depending on methodology used, available data, and assumptions taken (Allen et al., 1998). Most of ET estimations methodologies diverge from one to another in complexity, accuracy, and number of inputs required. The selection of the method to use is the one that gives the minimum error with the available variables (Oliveira et al., 1998). Other point that come across is how to select the variables that best fits a model to estimate ET, and to assure the quality (integrity) of the assess data. Some work has been done to assure quality of data (Allen, 1996). The objective of this work was to evaluate a technique for assessing the inputs most relevant in the ET process. A relation between measured ET by a weighing lysimeters and meteorological data such as, air temperature, humidity, solar irradiance, wind, etc is to be found for the Curu Paraipaba conditions.

MATERIAL E METHODS:

The data for this work is from January to December of 1998 collected at the weather station installed at the Curu Valley Experimental Station near Paraipaba, in the state of Ceará, Brazil (Latitude 3°45' S, longitude 39°21' W Greenwich. and 20 m above sea level). This region has a rainy season from March though June and a dry season for the remainder of the year. We had 365 observations of which some had to be discarded because of maintenance on the weighting lysimeters, to result with 310 observations. The width and length of the lysimeter is 1.5 m, giving a surface area of 2.25 m², and the depth is 1.0 m, with 4500kg (10,000 lb) capacity, and accuracy of 0.45 kg (1 lb or 0.2041 mm of water). There were fifteen variables analyzed which were day of the year (days), solar irradiance (Mj/m²day), 24-h average air temperature (°C), maximum air temperature (°C), minimum air temperature(°C), dew point temperature (°C), 24-h average relative humidity (%), maximum relative humidity (%), minimum relative humidity (%), wind speed (m/s), day/night wind ratio, average wind speed day time (m/s), vapor pressure deficit (kPa), actual vapor pressure (kPa) and precipitation (mm/d). Out of this data set, dew point temperature (°C), vapor pressure deficit (kPa), actual vapor pressure (kPa), were



estimated from the original recorded data, using the following relations (Howel and Dusek, 1995)

$$T_{dew} = 237.3 / ((1 / ((\ln(RH/100) / 17.27) + (T / (237.3 + T)))) - 1) \quad (1)$$

where: T_{dew} is the current dew point temperature (°C),

\ln is the Neperian logarithmic

RH is the current relative humidity (%)

T is the current air temperature (°C)

The saturated vapor pressure $e(T)$ was computed using hourly air temperature according with the base equation for vapor pressure used in the FAO-56 (Allen et al., 1998). The actual vapor pressure e_a and VPD was computed using its relation with relative humidity as:

$$e_a = 0.611 * \exp((17.27 * T) / (T + 237.3)) * (\text{Hourly Relative Humidity} / 100) \quad (2)$$

$$VPD = 0.611 * \exp((17.27 * T) / (T + 237.3)) * (1 - \text{Hourly Relative Humidity} / 100) \quad (3)$$

The daily e_a value was obtained by the 24-h average of the computed hourly e_a values. To find the relative importance on the ET process, a coefficient of correlation was computed between each variable and the ET measured. The correlation coefficient (r) assesses the linear dependence between two random variables ranging from $-1 < r < +1$ (Ott, 1992).

$$r = S_{xy} / (S_{xx} S_{yy})^{0.5} \quad (4)$$

where: S_{xy} is the standard deviation between x e y given by $E[(x - \mu_x)(y - \mu_y)]$

S_x is the standard deviation of x given by $\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n$

S_y is the standard deviation of y given by $\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2 / n$

If a linear relation is found between the variables and the ET measured, a linear regression curve can be adjusted which will then explain these relationship. When the variables are correlated with each other, principal component analysis (PCA) can be used. PCA decomposes the data matrix X (m samples, n variables) as the sum of the outer product plus a residual matrix E . The number of principal components k , to retain in the model will be less than the number of inputs if the data is correlated.

RESULTS AND DISCUSSION:

Compared with measured ET the highest correlation was found with solar irradiance (0.68). The other variables are fairly related, maximum temperature (0.55) and vapor pressure deficit (0.57). Since solar irradiance and maximum temperature are not independent variables (0.77). This may be an indicative that we are dealing with an ill-posed problem. Ill-conditioned

Table 1. Correlation coefficients of the climatic variables.

	Irada	Tavg	Tmax	UR24	URmn	VPDf	ET
JDay	0.4581	-0.1064	0.2286	-0.6842	-0.6055	0.6575	0.3366
Irada	1	0.4552	0.7717	-0.7365	-0.7568	0.7706	0.6764
Tavg	0.4552	1	0.6942	-0.2669	-0.2093	0.3273	0.435
Tmax	0.7717	0.6942	1	-0.579	-0.708	0.6523	0.5527
Tmin	-0.2688	0.5457	-0.0705	0.2764	0.4093	-0.2751	-0.1122
Tdew	-0.53	0.2218	-0.2685	0.8771	0.8368	-0.8401	-0.3269
UR24	-0.7365	-0.2669	-0.579	1	0.9114	-0.9859	-0.5247
URmx	-0.2876	-0.1974	-0.1286	0.5713	0.3598	-0.5249	-0.2094
URmn	-0.7568	-0.2093	-0.708	0.9114	1	-0.9236	-0.5019
Vent	0.6023	0.2056	0.4051	-0.8724	-0.7373	0.8379	0.3954
vd/n	-0.0234	0.0982	0.0533	0.3515	0.2484	-0.2995	0.0148
Vdia	0.3952	0.3452	0.3532	-0.4192	-0.3355	0.4371	0.3455
VPDf	0.7706	0.3273	0.6523	-0.9859	-0.9236	1	0.5686
ea24	-0.5308	0.2232	-0.262	0.8708	0.8269	-0.8346	-0.3302
PPT_	-0.6076	-0.3821	-0.5759	0.5619	0.5694	-0.5743	-0.4138
ET	0.6764	0.435	0.5527	-0.5247	-0.5019	0.5686	1

means that the samples are only marginally independent and the condition number is high. The condition number is defined as the ratio of the largest eigenvalue to the smallest eigenvalue. This number should be below 100 for stability, and a number less than 10 is best, for these data set the condition number found was 8.3749e+007.

Table 2. Results variance and accumulated variance, and components

Components	% Explained	% Exp. Ac.	Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
PC1	55.437	55.437	JDay	0.2361	-0.2822	0.0865	-0.2653
PC2	17.145	72.582	Irada	0.3116	0.1793	-0.1481	0.0737
PC3	10.519	83.101	Tavg	0.1904	0.4648	0.1873	0.2292
PC4	6.380	89.480	Tmax	0.284	0.263	-0.136	0.2352
PC5	3.486	92.966	Tmin	-0.1011	0.3234	0.6091	0.0574
PC6	2.647	95.614	Tdew	-0.2937	0.3046	0.0701	0.07
PC7	1.867	97.481	UR24	-0.3408	-0.0135	-0.0615	-0.0462
PC8	0.897	98.378	URmx	-0.1923	-0.0004	-0.4893	0.3866
PC9	0.703	99.081	URmn	-0.3313	0.0199	0.113	-0.1428
PC10	0.490	99.571	Vent	0.3158	-0.0611	0.21	-0.0325
PC11	0.287	99.858	vd/n	-0.0601	0.3761	-0.4396	-0.3687
PC12	0.083	99.940	Vdia	0.1186	0.3403	-0.0829	-0.6725
PC13	0.034	99.974	VPDf	0.3399	0.0418	0.0407	0.056
PC14	0.022	99.996	ea24	-0.2878	0.3137	0.0691	0.0968
PC15	0.004	100.000	PPT_	-0.2349	-0.2096	0.1858	-0.1854



We use PCA to reduce the number of variables and deals with the problem of collinearity. The total variance found on the data was 20, and the first principal component (PC) explains 55.44% of it. The first four components explain together 89.48% of the total variance of the data. From the eighth PC forward they explain less than 1% of total variability, which it is worst than the original variables values.

The first PC correlates 63% with measured ET. Selecting a data set with the best correlated variables in respect with measured ET, which were solar irradiance, 24-h air temperature, maximum air temperature, 24-h relative humidity, minimum relative humidity, and vapor pressure deficit, a new principal component analysis, was found.

Table 3. Results variance and accumulated variance, and components with few variables

Components	% Explained	% Exp. Ac.	Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
PC1	84.1549	84.155	Irada	0.4225	-0.0034	0.3827	-0.8153
PC2	10.3794	94.534	Tavg	0.3308	0.8241	-0.3311	0.0514
PC3	3.4823	98.017	Tmax	0.4173	0.2341	0.5611	0.4121
PC4	1.699	99.716	UR24	-0.4228	0.274	0.4799	0.046
PC5	0.2125	99.928	URmn	-0.4178	0.3749	-0.2066	-0.4005
PC6	0.0719	100.000	VPDf	0.4296	-0.2245	-0.3952	0.0178

These six variables, originated six components where the first four components were sufficient to explain 99.71% of the total variance of the data which was down to 8. For these components the first PC correlates 68.57% with measured ET. These results was better than the one found by Silveira (2000) which for the Metropolitan area, Acaraú and Curu watershed had a model that explain respectively, 89%, 91% and 93% of the total variance of each site on the estimated ET.

CONCLUSION:

For the Curu Paraipaba Valley the model with all measured and estimated variable was able to explain 89% of the total variance, with 63% correlation with measured ET by weight lysimeters. A reduced model with fewer variables was able to explain 99.71% of the total variance with 68.57% correlation with measured ET. The results revealed that solar irradiance and vapor pressure deficit were the climatologic variables with highest weight on the evapotranspiration process.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. *Journal of irrigation and drainage engineering*. v. 122.(2) p 97-106. 1996.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome. 1998.
- HOWELL, T.A.; McCormick, R.L.; Phene, C.J. Design and installation of large weighing lysimeters. *Transactions of the ASAE*. v. 28, p. 106-112, 117. 1985.
- HOWELL, T.A.; DUSEK, D.A. Comparison of vapor-pressure-deficit calculation methods – Southern High Plains. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 121. (2), p 191-198. 1995.
- OLIVEIRA, C.W.; SOUZA, F.; YODER, R.E.; RIBEIRO, R.S.F.; MIRANDA, F.R. Estimating reference evapotranspiration in northeast Brazil. Orlando: ASAE, 14p. (ASAE Paper, 982184). 1998.
- OTT, R.L. An introduction to statistical methods and data analysis. 4th Edition. Belmont, CA: Duxbury press, 1051p. 1992.
- SILVEIRA, S. S. Análise de componente principal como ferramenta para estimar os parâmetros meteorológicos de maior influência para o processo de evapotranspiração no Estado do Ceará. Fortaleza, 60p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. 2000.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

IMPACTO DA IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DO PERÍMETRO IRRIGADO FORQUILHA, CEARÁ

LOPES, F. B.¹, ANDRADE, E. M.¹, LOPES, J. F. B.³ & CRISOSTOMO, L. A.⁴

¹Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, bolsista do CNPq, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008 9762, e-mail: lopesfb@yahoo.com.br.

² Eng. Agr., Ph.D., Prof. do Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC.

³ Estudante de Agronomia, Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC.

⁴ Engº. Agrº Ph.D., Pesquisador da EBRAPA/CNPAT, Fortaleza, CE.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar os níveis de salinidade e sodicidade de solos irrigados com outro em condição natural. O estudo foi realizado no Perímetro Irrigado Forquilha, Ceará. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0-0,30; 0,30-0,60; 0,60-0,90 e 0,90-1,20 m nas áreas cultivadas e na mata nativa. As campanhas de coleta ocorreram bimestralmente de janeiro de 2003 a setembro de 2005. O trabalho foi desenvolvido em um campo de feijão, irrigado com águas classificadas como C₁S₂. A irrigação é por superfície do tipo sulco. Os resultados mostraram que o total precipitado na região não foi suficiente para lixiviar os sais totais adicionados pelo manejo da irrigação. Os maiores incrementos para a Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes) foram registrados nas camadas mais profundas durante a estação seca atingindo taxas de até 600%. Já com relação a RAS, o maior incremento foi de 225%. Apesar das elevadas taxas de incrementos, a CEes e RAS apresentaram valores bem inferiores aos limites de salinidade e sodicidade. Para a RAS, condição de mata nativa é alcançada a cada período chuvoso, enquanto para a CEes esta condição não é observada em nenhum período.

Palavras-chave: condutividade elétrica, RAS, lixiviação

IRRIGATION LAND USE IMPACTS IN PERÍMETRO IRRIGADO FORQUILHA, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The purpose of this work was to compare the salinity and sodium risk levels in the soil, under irrigation condition, with another one, in an undisturbed land (MN) sited at Irrigated Perimeter of Forquilha, Ceará, Brazil. Soil was sampled each two month, from Jan/2003 to Sept/2005, in the depths of 0-0.30; 0.30-0.60; 0.60-0.90 and 0.90-1.20 m in sites under irrigation condition and undisturbed land (MN) respectively. The appraised area was cultivated with beans, and the water requirement was applied by furrow irrigation. The irrigation water is classified as C₁S₂. The total rainfall was not enough to leaching the total salts added due to irrigation management. The highest Electrical Conductivities (EC) and Sodium Adsorption Rate (SAR) increments, 600% and 225% respectively, were registered in deeper layers during dry season. Although increment rates were high, EC and SAR showed values bellow than salinity and sodium risk limits. During wet season, the SAR values are equal to those reached in undisturbed land, while EC, always, presented values upper to those one registered in undisturbed land.

Keywords: Electrical Conductivity, SAR, leaching

INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semi-áridas do nordeste do Brasil são caracterizadas por prolongados períodos secos, por altas taxas de evaporação e pela má distribuição de chuvas no tempo e no espaço e, na maioria das vezes, os solos são rasos ou apresentam uma camada impermeável no seu perfil. Sendo as chuvas insuficientes para um bom desenvolvimento das culturas, a irrigação é de suma importância como forma de garantir a produção agrícola.

A evolução da área irrigada no mundo cresceu de 8 milhões de hectares em 1880, 48 milhões em 1900, 94 milhões de hectares em 1950, 198 milhões de hectares em 1970 e cerca de 220 milhões de hectares em 1990 (Jensen et al. 1990). Atualmente, estima-se uma extensão de 270 milhões de hectares irrigadas, as quais correspondem a apenas 15% da terra cultivada e respondem por 40% da produção global (Wichelns et al. 2002). Deste total de hectares irrigados, em torno de 110 milhões estão inseridas nas regiões secas do globo. A restante é situada em condições climáticas mais úmidas, onde o total anual precipitado é suficiente para lixiviar os sais e prevenir o acúmulo destes no solo (mace & amrhein, 2001). A salinização do solo, a um grau que inibe a produção agrícola, está se expandindo a uma taxa maior que 1 milhão de hectares por ano (Villiers, 2002), sendo que, em geral, o problema de salinidade é restrita as zonas áridas e semi-áridas do globo.

Embora a salinização dos solos não esteja ligada somente à qualidade da água de irrigação, dependendo também das concentrações físico-químicas do solo em seu estado natural e das técnicas de manejo a ele aplicadas, é comum o surgimento da salinidade em áreas cujas técnicas não visam a aplicação suficiente de água, a conservação da capacidade produtiva dos solos, o uso eficiente de sistemas de drenagem e a aplicação excessiva de fertilizantes (D'Almeida, 2002; andrade & d'almeida, 2006). Vários pesquisadores tem estudado os impactos da irrigação em perímetros irrigados, como Chaves (2005), Lopes (2005) e Andrade et al. (2006). O objetivo deste estudo foi avaliar o incremento de sais e o risco de sodicidade nas áreas irrigadas do Perímetro Irrigado Forquilha pelo manejo da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas do Perímetro Irrigado Forquilha, localizado na Região Norte do Estado do Ceará e situado entre as coordenadas 3° 46' de latitude Sul e 40° 17' de longitude Oeste. Esta área é caracterizada como lote de Pequeno Produtor Qualificado, ou seja, áreas com 2,46 hectares. O clima da região de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo BSh Semi-Árido quente, com temperatura média anual de 27,5 °C.. A precipitação média anual,



no período de 60 anos é de 679 mm, caracterizando-se o regime pluviométrico pela irregular distribuição das chuvas, ao longo do ano, com período de 6 a 7 meses praticamente seco. A velocidade dos ventos é moderada, não ultrapassando $2,0 \text{ m s}^{-1}$.

A área do Perímetro está constituída por duas planícies: a grande planície aluvial do rio Madeira e a pequena planície aluvial do seu afluente, o rio Sabonete. Nos solos de textura leve, apenas em manchas de pouco extensão, a topografia é plana e francamente ondulada. Ao longo dos dois rios, os aluviões, são geralmente constituídos de solos médios e pesados (SHR, 2007). As amostras de solo foram coletadas nas camadas de: 0-0,30 m ; 0,30-0,60 m; 0,60-0,90 m e 0,90-1,20 m em quatro pontos distintos, elaborando-se uma amostra composta para cada camada. Também foram efetuadas amostras em um campo não trabalhado, o qual expressava a condição de uma área não alterada pelo manejo da irrigação. As campanhas de coleta ocorreram bimestralmente de janeiro de 2003 a setembro de 2005. Nos meses de março e maio de 2003 a Condutividade Elétrica (CE) não foi determinada.

O trabalho foi desenvolvido em um campo de feijão. A água utilizada para irrigação é classificada como C_1S_2 (Andrade et al. 2006). O sistema de irrigação é por superfície do tipo sulco. As amostras de solo, coletadas nas respectivas camadas, eram acondicionadas em sacos plásticos identificados e posteriormente encaminhadas ao laboratório de água e solo CNPAT/EMBRAPA, onde foram determinados: pH, CE, conteúdo de Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Cl^- e RAS de acordo com a metodologia apresentada pela EMBRAPA (1997). Tomando-se como base a CE do extrato de saturação (CEes) e a RAS avaliou-se a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação no Perímetro Irrigado Forquilha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da média da precipitação mensal para o posto pluviométrico de Forquilha, os incrementos da condutividade elétrica (CEes), e os incrementos da razão de adsorção de sódio (RAS) da área irrigada em relação a área que não sofre influência do manejo da irrigação são apresentados nas Figuras 1A, 1B e 1C, respectivamente. Os riscos de degradação gerados devido ao acúmulo de sais pela irrigação nas regiões semi-áridas são discutidos por Smedema & Shiati (2002) e Benhur et al. (2001). Percebe-se, que de um modo geral, para todo o período em estudo houve incremento dos valores da CEes (Figura 1B). Observa-se ainda que estes incrementos dentro do mesmo mês tendem a ser maiores nas camadas inferiores (60–90; 90–120 cm), o que sugere uma lixiviação dos sais para as referidas camadas. Resultados semelhantes foram observado por Lopes et al. (2005), estudando os riscos de salinidade e sodicidade em áreas do Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú, Ceará.

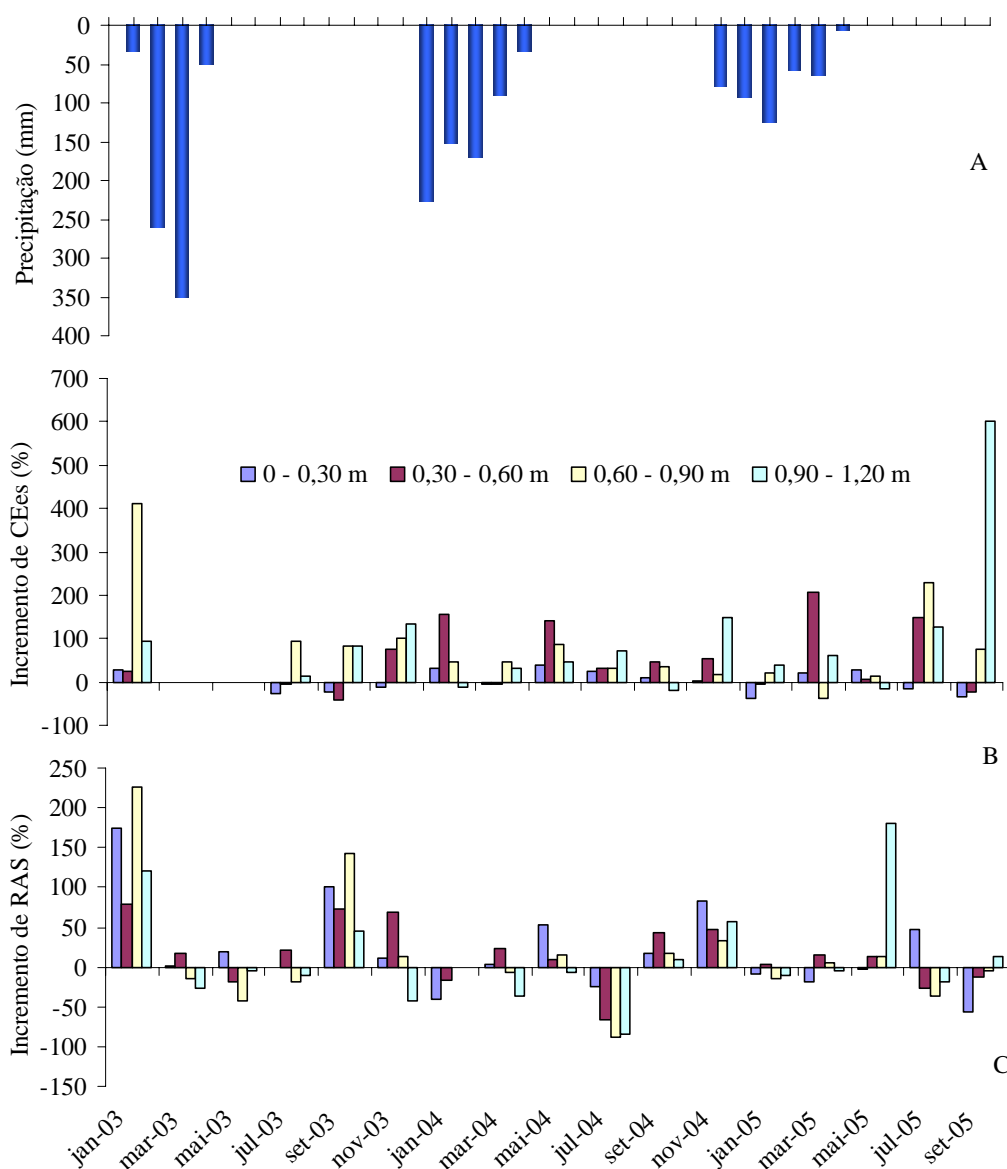


Figura 1. (A) Precipitação mensal para o posto de forquilha durante o período estudado, (B) incrementos da CEes e (C) incrementos da RAS na área irrigada em relação a mata nativa.

O maior incremento ocorreu na camada de 0,90–1,20 m, no mês de setembro de 2005, atingindo 600%. Resultados diferentes foram obtidos por D’Almeida (2002), Lopes et al. (2005) e Andrade & D’Almeida (2006), onde encontram os maiores incrementos na camada de 0,60-0,90 m. No período do estudo, os valores das precipitações ocorridas na região foram 697, 682 e 439 mm (Funceme, 2007), respectivamente, para os anos de 2003, 2004 e 2005, os quais não foram suficientes para promover a lixiviação total dos sais adicionados pelo manejo da irrigação, em relação a mata nativa. No entanto, não encontrou-se valores que caracterizem o solo como salino (CEes > 4,0 dS m⁻¹), já que nas análises o maior valor encontrado foi de 0,32 dS m⁻¹ (Tabela 1).



Tabela 1. Valores médios da CEes e RAS, nas quatro camadas do solo em condições de área irrigada (AI) e mata nativa (MN), no Perímetro Irrigado Forquilha, Ceará.

	0-0,30 m		0,30-0,60 m		0,60-0,90 m		0,90-1,20 m	
	AI	MN	AI	MN	AI	MN	AI	MN
CEes (dS m ⁻¹)	0,31	0,30	0,24	0,16	0,22	0,13	0,28	0,15
RAS	1,90	0,92	1,05	1,02	1,09	1,19	1,18	1,26

Com relação ao incremento da RAS, os resultados podem ser vistos através da Figura 1C. Observa-se que em janeiro de 2003, as taxas de incrementos são elevadas chegando a 225% para a camada (0,60–0,90 m). Este comportamento é decorrente da adição de sais advindo do manejo da irrigação. Nos meses subsequentes as precipitações ocorridas (697 mm) foram suficientes para levar os valores de RAS a condição de mata nativa. Ainda pela referida figura observa-se que os incrementos da RAS para o período seco de 2003 aumentaram. Este mesmo comportamento foram observado por Lopes et al. (2005). O comportamento verificado em 2003 é observado nos anos subsequentes, 2004 e 2005, apesar da precipitação ocorrida neste último ano, ser 35% inferior a média da região. Isto mostra que as precipitações pluviométricas têm promovido uma lavagem eficiente do elemento sódio adicionado por ocasião do manejo da irrigação.

Os dados mostram que os solos do Perímetro Irrigado Forquilha não apresentam riscos de sodicidade, já que a maior média para a RAS foi de 1,90 (Tabela 1), o qual é bem inferior a 14,0 (limite de classificação dos solos sódicos).

Verifica-se ainda pela Figura 1 que no geral os solos do Perímetro Irrigado Forquilha apresentam uma maior predisposição à salinidade em comparação com o risco de sodicidade, uma vez que os valores da CEes na área irrigada são sempre superiores aos registrados na mata nativa. Já em relação a RAS, esta condição é alcançada nos períodos chuvosos de cada ano. Outro fator observado é que os incrementos médios da CEes alcançam 58%, enquanto que para RAS este valor fica em torno de 18%.

CONCLUSÃO

O manejo da irrigação adotado na área resultou em incrementos de sais totais nas camadas estudadas durante todo o período estudado. Os maiores incrementos para a CEes foram registrados nas camadas mais profundas na estação seca, atingindo taxas de até 600%. Os incrementos médios foram de 58% e 18%, respectivamente, para CEes e RAS. Apesar dos incrementos, a CEes e RAS apresentaram valores médios bem inferiores aos limites de salinidade e sodicidade. Para a RAS, condição de mata nativa é alcançada a cada período chuvoso, enquanto para a CEes esta condição não é observada em nenhum período.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; MEIRELES, M. SOUSA, B. F. S. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.37 n.3 p. 279- 286, 2006.
- ANDRADE, E.M.; D'ALMEIDA, D.M.B.A.; MIERELES; A.C.M.; LEMOS FILHO, L.C.A.; ARRUDA, F.E.R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi – CE. **Revista. Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.9-16, 2004.
- ANDRADE, E.M.; D'ALMEIDA, D.M.B.A. A Irrigação e os Riscos de Degradação dos Recursos Naturais. In: ROSA, M. F; GONDIM, R. S; FIGUEREDO, M. C. B. de. **Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: Embrapa, 2006. cap. 9, p.221-244.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 7 ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2005. p.611.
- CHAVES, L. C. G.; ANDRADE, E. M.; LOPES, J. F. B.; CRISOSTOMO, L. A. Impacto da irrigação em áreas do Perímetro de Irrigação Araras Norte, Ceará. In: XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Teresina-PI. **Anais...**2005.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2a ed., Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solos, 212p. 1997.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A . Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodí-CE. Fortaleza, 2002. 68p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal do Ceará.
- JENSEN, M.E.; RANGELEY, W.R.; DIELEMAN, P.J. **Irrigation legends in world agriculture**.In: Irrigation of agriculture crops. Madison: Amer. Soc. Agron., 1990. p.31-67.
- LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M L.; CHAVES, C. G.; CRISOSTOMO, L. A.; RODRIGUES, E J. O. Estimativa dos riscos de salinidade e sodicidade em áreas do Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú, Ceará, Brasil. In: XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Teresina-PI. **Anais...**2005.
- MACE, J. E. and AMRHEIN, C. Leaching and reclamation of a soil irrigated with moderate SAR waters. **Soil Science American Journal**, v.65, p.199-204, 2001.
- SHR - Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br/obras/Irriga/22.asp>> Acesso em: 7 de ago. 2007.
- VILLIERS, M. **ÁGUA**. 1. ed. Rio de Janeiro:Ediouro, 2002. 457p.
- WICHELNS, D.; CONE, D.; STUHR, G. Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability. **Irrigation and Drainage Systems**, v.16, p.1-14, 2002.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA PISCICULTURA

TEIXEIRA, R. M. L.¹; COSTA, I. S. A. DA²;
SILVA FILHO, V. R. DA³ & SOUZA FILHO, A. L. DE⁴

¹Estudante, Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Juazeiro do Norte – CE, e-mail: rlteixeira@yahoo.com.br;

²Estudante, Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Juazeiro do Norte – CE;

³Estudante, Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Juazeiro do Norte – CE, e-mail: v_rodriz@yahoo.com.br;

⁴Estudante, Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Juazeiro do Norte – CE, e-mail: matrix_filho@hotmail.com.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo analisar e estudar a qualidade da água (parâmetros físico-químicos) na produção de tilápia nilótica, através de medições diárias de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, nos viveiros, além de identificar possíveis problemas referentes a fatores físico-químicos e comprovar a importância da qualidade da água na piscicultura. Foi desenvolvido no período de 05 de Fevereiro a 30 de Abril de 2007 na Estação de Piscicultura do Centro Vocacional Tecnológico de Barbalha - CVTEC, localizado no município de Barbalha, Estado do Ceará. Os resultados indicaram que o monitoramento da qualidade da água, nas condições do experimento, promoveu acréscimo na produtividade de tilápia do Nilo, melhorou a qualidade do pescado além de contribuir para a irrigação das áreas vizinhas, uma vez que água que sai dos viveiros está completamente adubada em função das atividades metabólicas realizadas pelos peixes.

Palavras chave: Tilápia, água, Adubação.

EVALUATION FÍSICO-QUÍMICA IN THE QUALITY OF THE WATER FOR PISCICULTURA

ABSTRACT: The present work had for objective to analyze and to study the quality of the water (parameters physico-chemistries) in the production of nilotic tilapia, through daily measurements of temperature, pH and dissolved oxygen, in the fisheries, beyond identifying to possible referring problems the factors physico-chemistries and proving the importance of the quality of the water in the pisciculture. It was developed in the period of 05 of February the 30 of April of 2007 in the Station of Pisciculture of the Technological Vocational Center of Barbalha - CVTEC, located in the city of Barbalha, State of the Ceará. The results had indicated that the monitoring of the quality of the water, in the conditions of the experiment, promoted addition in the productivity of tilapia of the Nile, improved the quality of the fished one beyond contributing for the irrigation of the neighboring areas, a time that water that leaves the fisheries completely is fertilized in function of the metabolic activities carried through by the fish.

Key words: Tilapia, water, Fertilization.

INTRODUÇÃO

A piscicultura, entendida como a criação de peixes de forma racional destaca-se dentro da zootecnia por ser uma atividade que possibilita melhor uso das águas, garantindo a disponibilidade e a qualidade da alimentação humana além de insumos para outras atividades agrícolas, gerando emprego e renda, proporcionando excelentes oportunidades de lazer e mantendo harmonia com o meio ambiente. Neste segmento de cultivo a espécie que vem se destacando no mundo e no Brasil é a Tilápia do Nilo. A expansão desta espécie no mercado nacional se deu devido a sua rusticidade, excepcional qualidade de sua carne, além de se adaptar como nenhuma outra as condições climáticas.

Garantir a qualidade da água é sem sombra de dúvidas, um dos segmentos mais importantes para se obter o sucesso desejado numa piscicultura, seja da ordem de crescimento, eficiente da conversão alimentar para uma boa sanidade dos peixes. Faz-se necessário que haja uma interação entre os fatores físicos, químicos e biológicos para que só então aconteça a dinâmica da qualidade da água nos processos de criação de peixes. Tal interação pode ser conseguida se produtores e técnicos, fizerem uso das técnicas e dos equipamentos e produtos para monitoramento e correção da qualidade da água, disponíveis no mercado (Kubitza, 1999).

Os objetivos deste trabalho foram descrever o cultivo de tilápia e analisar a qualidade da água, na produção desta espécie (parâmetros físico-químicos), através de medições diárias de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, nos viveiros

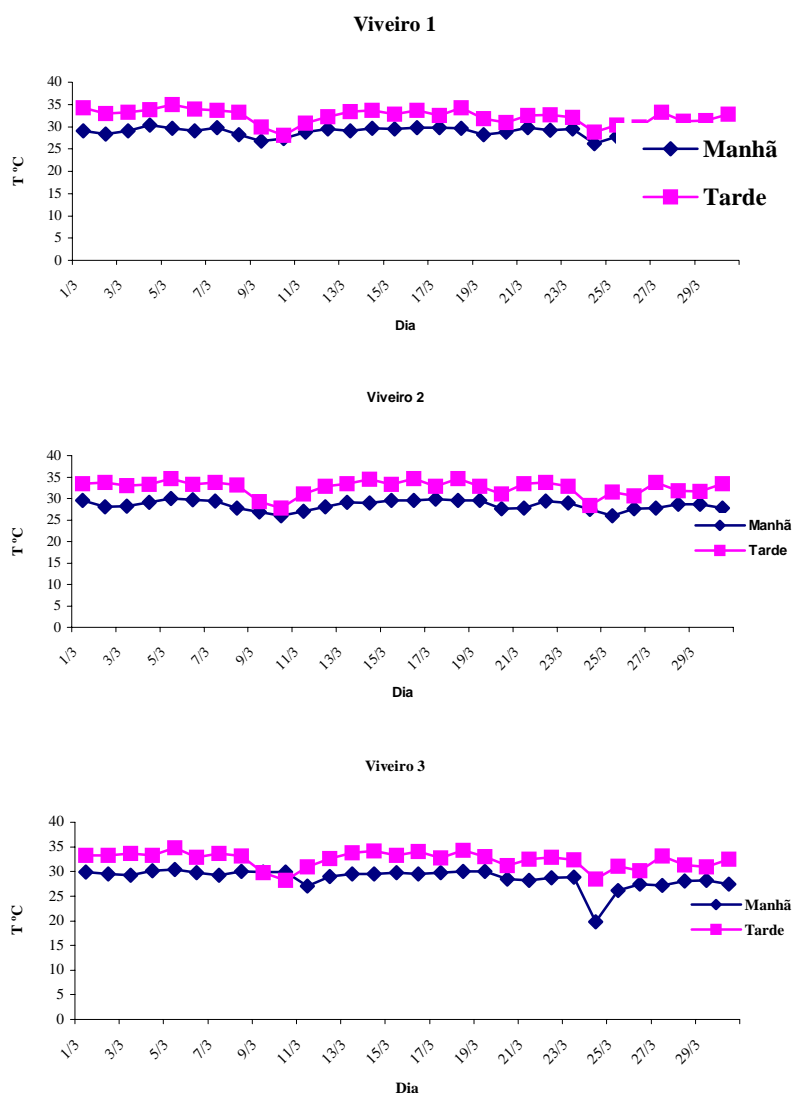
Este trabalho foi desenvolvido no período de 05 de Fevereiro a 30 de Abril de 2007 na Estação de Piscicultura do Centro Vocacional tecnológico de Barbalha - CVTEC, localizado no município de Barbalha, Estado do Ceará. Situa-se entre as coordenadas geográficas de 07°19'S de Latitude, 39°18'W de Longitude e 409.00 de altitude. Tomando como foco o acompanhamento dos padrões físico-químicos da água, dentre eles a temperatura, o oxigênio dissolvido e o potencial hidrogeniônico. Para a realização das análises dos parâmetros físico-químicos (Temperatura, pH e Oxigênio Dissolvido), foram utilizados os seguintes materiais: pHmetro digital, oxímetro e termômetro eletrônico.

A avaliação destes parâmetros foi baseada na metodologia usada para piscicultura e está especificada a seguir: foram selecionados três (03) viveiros 1, 2 e 3, respectivamente, e, nestes, procedeu-se às medições duas vezes ao dia: no início da manhã (06h00min) e no final da tarde (17h00min), durante 30 dias seguidos, o que significa 180 medições.

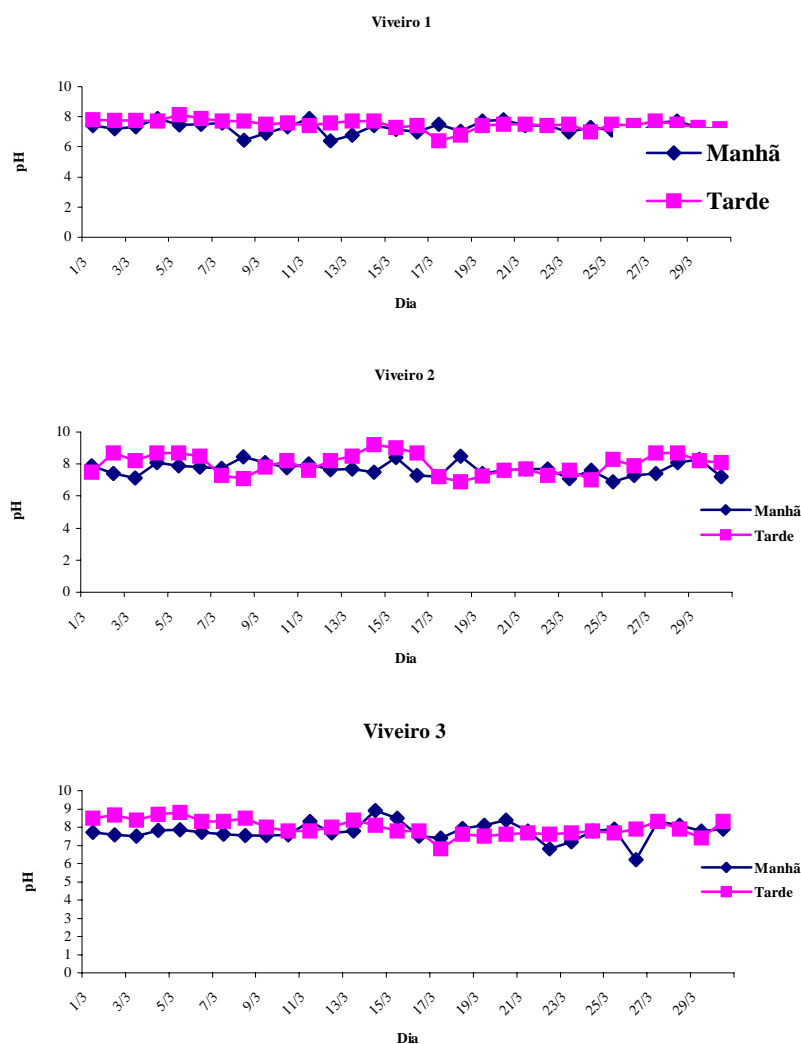


Os resultados obtidos e suas análises estatísticas são apresentados nos gráficos que representam os seguintes parâmetros: Temperatura, Ph e Oxigênio Dissolvido.

- **Temperatura:** Observou-se que não houve variação significativa durante o período das medições. A Temperatura máxima registrada ocorreu no viveiro 01 (um), no dia 30 de Março as 17:00 horas (35°C) e a mais baixa, no dia 26 de Março as 06:00 horas (26,2). Na média geral se manteve em torno de 30,05°C, portanto, dentro do aceitável para produção de tilápia, que é em torno de 27°C e 32°C.



pH: o pH das águas naturais varia entre 3,0 e 12, sendo raro valores abaixo de 6,0 e acima de 9,0. A tolerância dos peixes ao pH situa-se entre as faixas de 5,0 a 10, mas a ideal está entre 6,5 e 9,0.



- Oxigênio Dissolvido:** Sabe-se que as condições desse gás estão diretamente relacionadas com a temperatura e como esta se manteve dentro dos níveis aceitáveis, o OD não sofreu nenhuma mudança irreversível, apenas em um único dia se mostrou preocupante. O registro ocorreu no dia 02/01 no viveiro 02, 4,4mg L⁻¹, as 06:00horas. O valor mais elevado foi no dia 1/2, as 17:00 horas no viveiro 01 24,3mg L⁻¹.



Por todas essas informações coletadas, pode-se concluir que os parâmetros físico-químicos avaliados encontram-se dentro dos padrões aceitáveis para o cultivo de peixes tropicais, especificamente as tilápias.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

KUBITZA, Fernando. **Qualidade de água na produção de peixes**. 3º ed. Revista Jundiaí, 1999. 97 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

PLANILHA ELETRÔNICA PARA PLANEJAMENTO DE CALENDÁRIOS DE IRRIGAÇÃO

PINTO, F. A.¹; FREITAS, C. A. S. DE² & RIBEIRO, R. S. DA F.³.

¹Estudante de mestrado em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia, UFC, Fortaleza, CE.
fabricioapinto@yahoo.com.br. Fone (85) 3088 1234.

²Estudante de mestrado em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia, UFC, Fortaleza, CE.

³Prof. Adjunto, Ph.D., Depto de Engenharia, UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO Este trabalho teve por objetivo permitir a utilização de planilha eletrônica no planejamento de calendários de irrigação em cultivos anuais. A planilha elaborada recebeu a denominação de CALIRRIG, nela é estimada a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith e realizado o balanço hídrico do solo para uma dada situação. O resultado final apresentando é a programação diária da irrigação, onde é possível se verificar “quando irrigar” e “quanto irrigar”. Para validação deste trabalho foi realizada uma comparação usando dados obtidos em um experimento de campo previamente realizado e uma simulação para as mesmas condições. A simulação mostrou resultados semelhantes para Eto, Etc, número de irrigações e para a lâmina total a ser aplicada. Diante dos resultados obtidos concluímos que há uma indicação de que o CALIRRIG possa ser utilizado para o planejamento de calendários de irrigação em cultivos anuais.

Palavras-chave: programação de irrigação, software, evapotranspiração

IRRIGATION SCHEDULE PLANNING USING ELECTRONIC WORKSHEET

ABSTRACT: The goal of this work was to allow the usage of electronic worksheets for irrigation schedule planning. The developed worksheet was named CALIRRIG, and it estimates the reference evapotranspiration using the Penman-Monteith method, and the soil water budget. The resulted worksheet presents a daily irrigation plan. A validation was performed comparing data from a field experiment using beans. The simulation presented similar data of ETo, ETC, number of irrigations, and total irrigation depth. This is an indication for the use of the CALIRRIG for irrigation scheduling and planning.

Keywords: irrigation planning, software, evapotranspiration



INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial acarreta obrigatoriamente uma maior demanda pela produção de alimentos, que deverá ser equacionada, pela utilização em grande escala, da tecnologia de irrigação. Diante desta demanda crescente a agricultura moderna deverá buscar maiores produtividades e uma qualidade superior de seus produtos, contudo a rentabilidade desta atividade pode estar comprometida se não houver um uso eficiente dos insumos, da energia e da água utilizada de irrigação. Quando não se utiliza recomendações técnicas adequadas, a irrigação se configura apenas em uma tentativa para solucionar o problema de disponibilidade de água às plantas, podendo resultar no desperdício dos recursos hídricos e de solo. Para o sucesso da agricultura irrigada, duas variáveis são de extrema importância: o bom dimensionamento do sistema e o manejo da irrigação. O manejo da irrigação é definido como o processo decisório de “quando irrigar” e “quanto irrigar”. Embora existam inúmeros métodos que se proponham a auxiliar nessa tomada de decisão, na prática, a utilização destes ainda é limitada em virtude da dificuldade de obtenção dos dados necessários, e da complexidade das decisões envolvidas. Com os avanços da informática e o acesso cada vez mais facilitado aos microcomputadores, a utilização de planilhas eletrônicas pode trazer resultados rápidos e confiáveis para o manejo da irrigação. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma planilha eletrônica baseada na equação do balanço hídrico do solo, para planejamento de calendários de irrigação em cultivos anuais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com base no programa CADIR (calendário de irrigação) apresentado por Ribeiro (1992). O CALIRRIG foi desenvolvido com o uso da planilha eletrônica Excel da Microsoft, sendo constituído por seis planilhas: Entrada de Dados, Clima, ETo, Solo, Cultura e Balanço Hídrico. Na planilha Entrada de Dados foram reservadas células que permitem ao usuário escolher o município, a textura do solo, o sistema de irrigação, a data do plantio, a cultura e a duração de seus estádios fenológicos. Na planilha Clima foram elaboradas tabelas com os valores médios mensais de temperatura, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento para treze municípios do estado do Ceará (Cabral, 2000). Esta serviu como banco de dados para a planilha ETo que estimou a evapotranspiração de referência através do método de Penman-Monteith. Na planilha Solo foram relacionados, de acordo com Gomes (1994), a textura do solo e a disponibilidade total de água no solo. Na planilha Cultura foram inseridas tabelas com parâmetros para dez culturas, dentre eles os coeficientes de cultura,

para diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Bernardo, 2005), a profundidade do sistema radicular segundo Freitas (2006), e o fator de depleção proposto por Gomes (1994). Na planilha Balanço Hídrico foram reunidos os resultados das planilhas anteriores, necessários ao balanço hídrico no solo resultando na geração de um calendário de irrigação para o ciclo das culturas em questão. Para efeito de validação foi realizada uma simulação para as mesmas condições do trabalho de controle de irrigação, realizado por Ribeiro et al. (2006), em experimento de campo com cultivo de feijão no período de 23/11/2005 a 17/01/2006, no município de Fortaleza – CE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do CALIRRIG é apresentado na planilha Balanço Hídrico, onde o usuário pode acompanhar a programação diária de um calendário de irrigação, verificando o momento e a quantidade de água a ser aplicada. Todas as informações estão dispostas em 12 colunas: **Coluna A** - data de cada dia do ciclo da cultura; **Coluna B** disponibilidade total de água do solo (DTA); **Coluna C** – capacidade total de água no solo (CTA); **Coluna D** – capacidade real de água no solo (CRA); **Coluna E** – evapotranspiração de referência (ET_o); **Coluna F** – coeficiente de cultivo da cultura (K_c); **Coluna G** – evapotranspiração da cultura em condições ótimas de umidade de campo (ET_{pc}); **Coluna H** – lâmina atual de água no solo (LLA); **Coluna I** – coeficiente de umidade do solo (K_s); **Coluna J** – evapotranspiração de referência (ET_o); **Coluna K** – irrigação real necessária (IRN); **Coluna L** – irrigação total necessária (ITN). Os parâmetros básicos da irrigação obtidos em campo e por simulação são mostrados na Tabela 1. Os valores diários de E_{tc} variaram de 3,9 mm.dia⁻¹ a 5,7 mm.dia⁻¹ para a situação de campo, e de 3,8 mm.dia⁻¹ a 6,9 mm.dia⁻¹ quando estimados por simulação. Contudo, os valores de ET_o, ET_c, número de irrigações e lâmina aplicada total se mostraram semelhantes para as duas situações.

Tabela 1: Parâmetros básico da irrigação

Parâmetros Básicos da Irrigação		
	Ribeiro et al. (2006)	CALIRRIG
ET _o (mm)	306	308
ET _c (mm)	269	267
Turno de rega (horas)	12	12-24
Nº de irrigações	56	53
Lâmina aplicada total (mm)	299	319



CONCLUSÕES

Diante dos resultados alcançados pode-se concluir que a planilha aqui apresentada pode ser utilizada para o planejamento de calendários de irrigação em cultivos anuais, apresentando rapidez nos cálculos, facilitando a aplicação das técnicas de manejo da irrigação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2005. 611p.
- CABRAL, R. C. **Evapotranspiração de referência de hargreaves (1974) corrigida pelo método de Penman-Monteith/FAO (1991) para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 2000. 83p. (Dissertação de Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- FREITAS, C. A. S. de. **Caracterização radicular do maracujazeiro submetido a diferentes níveis de potássio**. Fortaleza: UFC, 2006. 73p. (Monografia de Graduação em Agronomia).
- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação- sistemas pressurizados: aspersão e gotejamento**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 1994. 344p.
- RIBEIRO, R. S. F. **Modelo computadorizado para determinação de calendários de irrigação**. Fortaleza: UFC, 1992. 89p. (Dissertação de Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- RIBEIRO, R. S. F.; MACIEL, W. M.; NETO, A. L. A.; CANAFÍSTULA, J. F. Montagem, instalação e testes de sistemas de controle de irrigação com diferentes níveis de automação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. (CD-ROM).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO INSTALADO NO MUNICÍPIO DE IGUATU – CE

**COSTA, M. P.¹; ARRAES, F. D. D.²; SOUZA, I. H.³,
BRITO, J. L. D.²; SOUSA, C. H. C.³ & ANDRADE, C. M.²**

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE, Rua Jose Ferreira Lima 54, Bairro Veneza, CEP: 63500-000, marcelodvdcenter@gmail.com

²Estudante de Tecnologia de Irrigação e Drenagem, Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE

³ Professor, M. Sc. , Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE

RESUMO: O presente trabalho foi realizado com objetivo avaliar a eficiência de um sistema de irrigação por gotejamento instalado no sitio Tanque, município de Iguatu-Ce. Foram determinadas as vazões de 16 emissores com três repetições para uma maior confiabilidade dos dados, empregando-se a média aritmética para os cálculos dos coeficientes. Na avaliação do sistema empregou-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Variação de Vazão (ΔQ) e Eficiência de Aplicação (Ea). Os valores do CUC, CUD, ΔQ e Ea foram de 54%, 45%, 91% e 40% respectivamente, sendo os mesmos classificados como inaceitáveis .

Palavras-chaves: Irrigação, uniformidade de distribuição

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF DRIPPING IRRIGATION SYSTEM INSTALLED IN THE CITY OF IGUATU – CEARÁ

ABSTRACT: This work was carried out to evaluate of dripping irrigation system sited in the sit tanque, in the city of Iguatu, Ceará State, Brazil, concerning water distribution. The flow of 16 emitters was measured and it was used three replications to get a better result. The coefficients of Christiansen (CUC), Criddle (CUD), variation of flow (ΔQ) and efficiency of water (Ea). Values of CUC, CUD, ΔQ and Ea. out 54%, 45%, 91% and 40% were obtained for and , respectively, indicating a high surface water distribution by the system and adequate design.

Key-words: Irrigation, uniformity distribution



INTRODUÇÃO

Em nível mundial, os recursos hídricos já estão escassos, em termos de quantidade e qualidade, sinalizando para uma utilização racional e limitada de água nos múltiplos usos. Assim, novas tecnologias úteis devem ser elaboradas para a convivência com a seca nos bolsões de pobreza nos trópicos semi-áridos; dentre essas técnicas deve-se destacar o uso racional da água através da irrigação (Silva, 2006)

A idéia da irrigação é suprir de água as plantas, na quantidade necessária e no momento adequado, para se obter a máxima produção e a melhor qualidade do produto. A água deve ser aplicada antes que a taxa de extração do solo em relação à taxa de evapotranspiração decresça a ponto de ocorrer um déficit de água na planta, reduzindo a produção e afetando a qualidade do produto obtido.

A eficiência de aplicação de água pode ser definida como a relação entre o volume de água que fica disponível para a planta na região das raízes e o volume de água aplicado pelo sistema de irrigação e, sendo assim se toda a água aplicada for aproveitada pela planta a eficiência de aplicação será igual a 1,0 ou 100%; este valor, entretanto, dificilmente poderá ser alcançado em condições de campo em virtude das perdas que ocorrem durante e após a irrigação (Allen et. al. 1998).

Um dos aspectos mais importantes a ser observado na avaliação de um sistema de irrigação é a uniformidade de distribuição de água pelo sistema. Para determinar a uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação localizada, é necessário realizar a medição das vazões dos emissores ao longo das linhas laterais. Conhecendo as vazões dos emissores, pode-se calcular a uniformidade de distribuição do sistema, por meio de várias equações.

O presente trabalho visa avaliar o desempenho de dois sistemas de irrigação por gotejamento instalado em uma área com a cultura do maracujá situado no sítio Tanque, município de Iguatu-ce.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na localidade do sítio Tanque, localizado no município de Iguatu, centro-sul do Estado do Ceará. A área de estudo está inserida em uma região classificada segundo Köppen BSw'h', ou seja, clima quente e semi-árido, com temperatura média mensal superior a 18° C. Como toda região do Ceará as concentrações chuvosas são mais destacadas nos meses de janeiro a abril. A região apresenta uma pluviosidade média de 800 mm, e os meses mais secos são de julho-outubro. O estudo foi realizado em uma área de 1,6ha.

cultivada com um pomar de maracujá, sendo um gotejador para cada planta e o mesmo tendo um vazão nominal de 4L/h.

A metodologia utilizada para a avaliação do sistema de irrigação foi baseada na de Merriam & Keller (1978) e, de acordo com a qual, foram determinadas as vazões de 16 emissores. Desse modo foram selecionadas a primeira linha lateral, a situada a 1/3 da linha de derivação, a 2/3 e a última. Do mesmo modo, em cada lateral foram selecionados quatro emissores com o mesmo critério de seleção. A determinação da vazão foi pelo método volumétrico direto utilizando, uma proveta de 1L graduada e cronômetro. Foram realizadas três repetições para uma maior confiabilidade dos dados, empregando-se a média aritmética para cálculo dos coeficientes. De posse dos dados, foram calculados o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), a Variação de Vazão (ΔQ) e a Eficiência de Aplicação (Ea)

Cálculo do Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).

$$CUC = \frac{100 \times \left(1 - \sum_{i=1}^n \left| \bar{q} - q_i \right| \right)}{n \times \bar{q}} \quad (1)$$

Em que,

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q_i - é a medida da vazão em cada emissor, L.h⁻¹;

\bar{q} - é a média das vazões de todos os emissores, L.h⁻¹;

n - números de emissores.

Cálculo do coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD):

$$CUD = \frac{qn}{q} \times 100 \quad (2)$$

Em que,

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

qn - média dos 25% das vazões, com menores valores, L h⁻¹;

Cálculo da variação da vazão (ΔQ)

$$\Delta Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\max}} \times 100 \quad (3)$$

Em que,

ΔQ – variação de vazão, %;



$Q_{m\acute{a}x}$ – vazão máxima, L h⁻¹

$Q_{m\acute{i}n}$ – vazão mínima, L hP⁻¹.

Cálculo da Eficiência de Aplicação (Ea)

$$Ea = Ks * CUD \quad (4)$$

Ea - Eficiência de aplicação;

Ks - coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes indicadores da performance do sistema em campo encontram-se dispostos na tabela 1. A partir dos resultados obtidos constata-se que o valor do CUC foi de 54%, sendo esse valor considerado inaceitável segundo a classificação de Mantovanni (2002). O valor do coeficiente de distribuição encontrado foi de 45% tão valor é considerado inaceitável pela classificação proposta ASAE (1996). Resultados semelhantes foram observados por Mesquita et al. (2005), na avaliação do sistema de microaspersão localizado no município de Sobral. Já Souza et al. (2005) avaliaram um sistema de gotejamento e obtiveram o valor do CUC de 91%. Observando a tabela 1 podemos vê que o valor do CUC foi maior que o valor do CUD. Comum o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) ser menor que o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); este comportamento é esperado, pelo fato de que o primeiro considera a média das 25% menores laminas coletadas e o de Christiansen pondera a média da lâmina coletada em todos os coletores fazendo com que uma vazão compense a outra (SILVA, 2006). Porém LOPEZ et al. (1996) afirma que o emprego do coeficiente de uniformidade de distribuição em avaliação de sistemas de irrigação localizada é mais indicado, pois, possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo menos água.

Apresentam-se, na Tabela 1 o valor do ΔQ . Observa-se que o valor da variação de vazão (ΔQ foi igual a 91%) foi considerado inaceitável para sistema de irrigação por gotejamento. KELLER & KARMELI (1994), recomenda que variação de vazão não ultrapasse o valor de 10%. Esse resultado pode ser atribuído ao entupimento de alguns emissores e desuniformidade dos emissores. Resultado semelhante foi observado por Mesquita et al. (2005).

O valor da eficiência de aplicação (Ea) calculada a partir da coleta das vazões ficou muito abaixo daquele esperado para o sistema de irrigação por gotejamento. Segundo o Manual 36 da FAO recomenda uma faixa de 90 a 95% para a eficiência de aplicação. Com isso, a área em estudo apresenta Ea de 40%, encontrado-se em funcionamento deficiente. Esta baixa eficiência da área deve-se a obstrução dos emissores, cortes nas mangueiras e vazamento em conexões, o que foi verificada durante a avaliação do sistema.

Tabela -1. Coeficientes resultantes da avaliação dos sistemas de irrigação por gotejamento.

COEFICIENTES	VALOR	UNIDADE
CUC	54	%
CUD	45	%
ΔQ	91	%
Ea	40	%

CONCLUSÃO

Os coeficientes de uniformidade de irrigação avaliados foram classificados como inaceitáveis nas diferentes metodologias propostas. Devidos principalmente a vazamentos ao longo das linhas laterais, grande variação de vazão, emissores entupidos e danificados, entre outros fatores contribuíram para o baixo desempenho do sistema de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop e evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 297p (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56)
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph: Michigan, 1996. p.792-797.
- LÓPEZ, R. J.; ABREU J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p.
- MANTOVANI, E.C. **AVALIA – Manual do Usuário**. Viçosa: DEA/UFV – P&D/Café/EMBRAPA. 2002. 100p.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p.
- MESQUITA, A. M. M.; FREITAS, A. A.; BEZERRA, A. K. P.; SALES, M. L. M.; SOUSA, A. E C.; SOUSA, C. H. C.; FARRAPO, G. F. M.; LIMA, S. C. R V. Avaliação de desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento em condições de campo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XV .2005, Teresina. **Anais...**, 2005. (CD ROM).
- SILVA, L. F. D. Avaliação de unidades produtivas da agricultura familiar no perímetro irrigado de Sumé, PB. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006
- SOUZA, E. A. M.; SOUZA, P. C.; VILAS BOAS, M. A. Avaliação do desempenho de sistema de irrigação por gotejamento em vila rural. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XV .2005, Teresina. **Anais...**, 2005. (CD ROM).
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler, 1974. 133 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA À NÍVEL DE CAMPO INSTALADO NO MUNICÍPIO DE BARBALHA-CEARA¹

**SILVA, E. J.²; LOPES, F. B.²; BEZERRA, A. J. S.³;
SALES, J. C.⁴; PAIXÃO, F. J. R.⁵ & ARAUJO, A. F.⁶**

¹Parte do relatório da bolsa FUNCAP 2005 da terceira autora.

²Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008 9762. e-mail: edivamj@yahoo.com.br e lopesfb@yahoo.com.br.

³Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação.

⁴Doutorando, Professor do Departamento de Recursos Hídricos e Irrigação da FATEC de Juazeiro do Norte.

⁵Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Doutorando em Engenharia Agrícola e Recursos Naturais, UFCG.

⁶Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação, Mestranda em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC.

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Faculdade Tecnológica Centec – FATEC Cariri, situado no município de Barbalha-CE, com o objetivo de avaliar um sistema de irrigação localizada tipo microaspersão instalado em uma área cultivada com a cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.). O teste foi realizado em uma sub-unidade representativa da área. Foi coletado o volume dos emissores no intervalo de 30 s, empregando três repetições. De posse dos dados, foram calculados Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), o Coeficiente de Uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), coeficiente de uniformidade estatística (Us), Eficiência de aplicação (Ea), coeficiente de variação da vazão dos emissores (cv). De acordo com os resultados obtidos verificou-se que as condições de eficiências e uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação avaliados encontram-se boas.

Palavras-chave: Microaspersão, coeficientes, *Psidium guajava* L.

EVALUATION OF THE UNIFORMITY OF A SYSTEM OF LOCATED IRRIGATION INSTALLED IN THE CITY OF BARBALHA-CEARA, BRAZIL

ABSTRACT: This work was developed in the experimental field of the college tecnologia Centec –Fatec Cariri, situated in the city Barbalha-Ceara, with the objective to evaluate a system of located irrigation type microaspiration installed in an area cultivated with the culture of goiaba (*Psidium guajava* L.). It was carried test developed in a sub-unit, which was representative of the area. The time of sample volume was 30 second and it was used three replications. It was estimated the following indicator of irrigation efficiency: CUC, CUD, Us, Ea and Cv. Results showed up the conditions irrigation system

efficiency, were good. Although, the system presents a capacity to have a higher, used water efficiency, it was necessary a development and implantation of a plan to get and to maintain the irrigation system working in a higher efficiency.

Keywords: Microaspiration, coefficient, *Psidium guajava* L.

INTRODUÇÃO

A irrigação tem se configurado como um importante fator de segurança no contexto da agricultura, notadamente, em regiões de clima árido e semi-árido, onde a escassez aliada à inconstância das precipitações pluviométricas compromete a produção agrícola. Nesse sentido a utilização de sistemas de irrigação localizada além de proporcionar um considerável incremento no rendimento das culturas, possui elevado potencial de economia de água. A irrigação por microaspersão e gotejamento constitui o principal sistema de irrigação localizada, devido a sua maior eficiência e uniformidade na aplicação de água, quando comparados aos demais sistemas de irrigação (Pizarro, 1997).

Segundo Keller & Karmeli (1975), torna-se necessário à realização periódica de avaliações do sistema de irrigação, pois apesar das inúmeras vantagens apresentadas, existem problemas na irrigação localizada, dentre os quais se destacam a obstrução dos emissores. Esta obstrução é causada por material orgânico em suspensão, por deposição química e por partículas minerais, características hidráulicas, topografia do terreno, pressão de operação, tamanho dos tubos, espaçamento entre emissores, variabilidade de vazão dos emissores e filtragem da água não adequada. Para se conhecer o nível de eficiência de um sistema de irrigação é necessário que se façam avaliações regulares. Uma avaliação completa requer a análise de fatores como superfície molhada e a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas. Com os resultados, caso seja necessário, que se faça ajustes na operação e principalmente no manejo de irrigação (Sousa, 2003).

No sistema de irrigação localizada, a uniformidade de aplicação de água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada com a variação de vazão dos emissores, a qual é uma consequência das perdas de energia por atrito e pelas inserções dos emissores, do ganho ou perda de energia devido à topografia da superfície do solo, e da qualidade da matéria prima e dos processos de fabricação dos emissores (Keller & Karmeli, 1974). Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiabeira, utilizando-se os parâmetros do coeficiente de uniformidade de Christiasen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), coeficiente de uniformidade estatística (Us), Eficiência de aplicação (Ea), coeficiente de variação da vazão dos emissores (Cv).



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Faculdade Tecnológica Centec - FATEC Cariri, situado no município de Barbalha – CE. A cultura implantada na área é a goiaba (variedade paluma) com um espaçamento de 5,0 m x 6,0 m, o sistema de irrigação implantado é microaspersão, com um emissor por planta. Os emissores possui uma vazão nominal de 42 L h⁻¹.

Os equipamentos usados para medir as taxas de vazão e pressão dos emissores foram: um cronômetro, uma proveta graduada de 500 ml e um manômetro com unidade em kgf cm². Na avaliação foram selecionadas 4 posições na linha lateral sobre a linha secundária em funcionamento, as quais se encontravam nas seguintes posições: início, a 1/3 da linha secundária; a 2/3 da linha secundária e última linha. Após selecionar as quatro linhas laterais ao longo da linha secundária, foram selecionados 4 pontos ao longo da linha lateral, nas seguintes disposições: primeiro microaspersor, microaspersor situado a 1/3 do comprimento, microaspersor a 2/3 do comprimento e o último microaspersor, segundo Keller e Karmelli (1975). O volume dos emissores foi coletado no intervalo de 30 segundos, com três repetições. Com os dados coletados em campo, calculou-se a média aritmética para determinar os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), uniformidade de distribuição (CUD), uniformidade absoluta (CUa), uniformidade estatística (Us), eficiência de aplicação do projeto (Ea) e o coeficiente de variação da vazão do emissor (cv).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos coeficientes calculados encontram-se dispostos na Tabela 1. Observa-se que o coeficiente de Christiansen (CUC) foi igual a 94,31%. Peixoto et al. (2005) trabalhando com coqueiro anão irrigado por microaspersão, encontraram resultados semelhantes de CUC superiores a 93%. Chaves et al (2006) com avaliação da eficiência de irrigação em dois perímetros irrigados da bacia do Acaraú, no Ceará obtiveram valores um pouco inferior com o CUC entre 87,05% e 83,51%. De acordo com a classificação de Mantovani (2002), o sistema funciona sob excelentes condições de uniformidade. No que tange o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi igual a 90,01% sendo classificado de acordo com Bralts (1986) como excelente. López et al. (1992), afirma que o emprego desse coeficiente em avaliação de sistemas de irrigação localizada é mais indicado, pois, possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo menos água. O valor do (CUD) obtido encontra dentro do recomendado pela literatura, nos quais pode se atribuir estes resultados ao manejo adequado

Tabela 1. Média das vazões de todos os emissores (qa), média das 25% menores vazões dos emissores (qn), média das 12,5% maiores vazões dos emissores (qx), Coeficiente de Uniformidade de distribuição (CUD), Coeficiente de uniformidade absoluto (CUa), uniformidade estatística (Us), eficiência de aplicação (Ea), Coeficiente de Variação (Cv)

PARÂMETROS AVALIADOS	VALORES OBTIDOS
qa (L h ⁻¹)	215,97
qn (L h ⁻¹)	194,39
qx (L h ⁻¹)	232,26
CUC (%)	94,31
CUD (%)	90,01
CUa (%)	91,49
Us (%)	92,89
Ea (%)	81,01
Cv (%)	7,10

de operação e manutenção do sistema. Barreto Filho et al. (2000) encontraram valores de CUD da ordem de 89 a 94% em um sistema de irrigação por microaspersão. Silva e Silva (2003) observaram uma variação entre 88,99 e 93,44% desse coeficiente. Favetta e Botrel (2001), encontraram CUD entre 90,94 e 92,47%, trabalhando com dois modelos de microaspersores. Verifica-se, portanto, que o valor de CUD foi inferior ao CUC.

O valor do coeficiente de uniformidade absoluta (CUa) foi de 91,49%, sendo classificado de acordo por Bralts (1986) como excelente. O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 81,01%, estando abaixo do valor recomendado pela FAO 36 citado por Sousa (2003), que deve ser superior a 90%. Segundo Marouelli e Silva (1998) este valor é considerado aceitável, estando entre 80 e 95%. Conceição (2004) salienta que dentre os fatores que afetam a eficiência de aplicação em sistemas de microaspersão estão a uniformidade das vazões, a evaporação e deriva da água durante a aplicação e a percolação abaixo da região radicular da cultura.

A uniformidade de emissão (Ue) encontrada foi de 86,09%, estando inferior ao valor recomendado por Pizarro (1997), que deve ser superior 90%. Dentre outros fatores pode-se verificar ótimo valor do coeficiente de variação (Cv) de 7,10% que comprova uma boa uniformidade do sistema. Barreto Filho et al. (2000) estudando o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado ao nível de campo, encontraram resultado semelhante com Cv entre 8 e 11%. O valor encontrado da uniformidade estatística (Us) foi de 92,89% sendo classificado de acordo com Favetta & Brotel (2001) como excelente.

CONCLUSÃO

O sistema de irrigação apresenta no geral uma excelente uniformidade de distribuição com CUC igual a 94,31%, CUD com valor igual a 90,01%, ambos os coeficientes classificados como excelente. O sistema apresenta uma eficiência de aplicação, igual a 81,01%, classificada como aceitável.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO FILHO, A. A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A.; GOMES, E.M. Desempenho de um Sistema de Irrigação por Microaspersão, instalado a nível de campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.309-314. 2000.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- CHAVES, L. C. G.; SANTOS, F. S. S.; ANDRADE, E. M.; LOPES, J. F. B. Avaliação da eficiência de irrigação em dois perímetros irrigados da bacia do Acaraú, Ceará. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. João Pessoa-PB. **Anais**. 2006. (CD-ROM).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação de Fruteiras por Microaspersão**. Brasília: Embrapa/SPI, 2004, 20 p. (EMBRAPA-CNPUV. Circular Técnica, 49).
- FAVETTA, G.M. & BOTREL, T.A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientific Agricultural**, vol.58, n.2, Piracicaba, Apr./June 2001.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transaction of the ASAE**. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.
- LÓPEZ, J.R., ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNÁNDEZ, J.F.G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de Sistemas de Irrigação para Hortaliças**. Brasília: Embrapa. 1998. 15 p.
- PEIXOTO, J. F. S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Uniformidade de distribuição da fertirrigação no distrito de irrigação Platô de Neópolis. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Vol.5, n.2, Campina Grande, 2005
- PIZARRO, F. Riegos Localizados de Alta Freqüência. Ediciones Mundi Prensa, 3ª edición, Madri, 1997.
- SILVA, R. A. da; SILVA, A. M. da. Avaliação das características hidráulicas do microdifusor autocompensante DAN JET 7200. **Revista Ciência Agrotécnica**., Lavras. V.27, n.4, p.873-878, jul./ago., 2003.
- SOUSA, A. E. C. Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da manga (*mangifera indica* L.). Sobral: CENTEC/CE, 2003. 21p. (Monografia).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

COMPORTAMENTO DO MERCADO DE ALGODÃO ARBÓREO IRRIGADO (EM CAROÇO) NO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 1977 A 1990

CARVALHO, F. W. A. DE¹; SOUZA, I. H. DE¹; OLIVEIRA, J. B. DE²;
PEREIRA, A. N.¹; GONÇALVES, J. L. DE G.¹; BRAZ, J. M.² & POMPEU, F. S.²

¹Professores da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE, Rodovia Iguatu – Várzea – Alegre, km 05, Campus II – Vila Cajazeiras. CEP 63500 – 000. Iguatu – Ceará.

²Alunos da Escola Agrotécnica Federal, Curso de Tecnologia de Irrigação e Drenagem.

RESUMO: o presente trabalho busca analisar o mercado do algodão arbóreo irrigado no período de 1977 a 1990. A análise se justifica pelo fato de que a cotonicultura se reveste de grande importância para o Nordeste, e especialmente para o Ceará, possuidor do segundo pólo têxtil do país. As atividades ligadas ao algodão geravam milhares de empregos no Estado do Ceará, sendo estas atividades realizadas, muitas vezes, em conjunto com outras culturas de subsistência, como o Milho e o Feijão. Segundo dados da CEPA (1986), a cultura algodoeira ocupou em 1984, o primeiro lugar em área cultivada com 792.932 hectares, o que representava 37,10% da área total cultivada do Estado.

INTRODUÇÃO:

O cultivo de algodão no Estado do Ceará, segundo GIRÃO (1997), teve seu início em 1977, tendo essa cultura desempenhado um importante papel no desenvolvimento econômico e social do Estado. Durante muito tempo predominou no Estado do Ceará a produção de algodão arbóreo, especialmente o do tipo Mocó. A exploração era feita de modo conjunto com a pecuária extensiva e culturas de subsistência como o milho e o feijão, isso permitiu que fossem ocupadas áreas pouco dotadas de recursos hídricos e de solos férteis. O algodoeiro mocó, apesar de sua baixa produtividade, possibilitou a geração de receitas, mesmo em anos de escassez de chuvas. Nesse sistema produtivo, o proprietário da terra participava com a mesma e com o capital, enquanto que o trabalho era exercido por parceiros, arrendatários e assalariados (FRANÇA, 1995). Fundamental para a geração de emprego e renda na região, o algodão



(*Gossypium hirsutum*) alcançou o primeiro lugar com uma cifra em torno de Cr\$ 810 milhões (preços de 1985), o que correspondia a 15,60% do valor bruto da produção total do Estado, superando até mesmo os produtos bovinos e da área de pescado que participaram com 13,50% e 13,70%, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS:

O modelo econométrico adotado neste trabalho teve como base o sistema de equações simultâneas, que, segundo MATOS (1995), é constituído de, pelo menos, duas equações, onde as variáveis econômicas apresentam-se inter-relacionadas de tal forma que uma variável endógena tanto pode receber como provocar influência sobre outra variável, ou seja, uma variável pode ser endógena numa equação e exógena em outra. É importante salientar que variáveis endógenas ou dependentes são aquelas determinadas no próprio sistema, ao passo que as variáveis exógenas ou independentes são aquelas determinadas fora do sistema. As variáveis endógenas defasadas, representadas pelos valores passados das variáveis endógenas do modelo, são também consideradas exógenas, desde que seus valores sejam conhecidos em determinado período de tempo. As variáveis exógenas e endógenas defasadas são denominadas variáveis pré – determinadas. Definido o sistema de equações simultâneas, o modelo econômico na forma funcional deve ser transformado em modelo estatístico, na forma linear ou multiplicativa, para que se proceda a estimação estatística dos parâmetros. No entanto, antes que este procedimento seja adotado, deve ser verificado se o modelo é ou não completo. De acordo com MATOS (1995), um modelo econométrico é completo se tiver tantas equações quantas forem as variáveis endógenas, e, portanto, solução única. Com base na teoria econômica do consumidor, a quantidade demandada é função do preço do produto considerado, do preço de produtos substitutos no consumo, do tamanho da população e do nível de renda, entre outros fatores. De acordo com a teoria econômica da firma, a quantidade ofertada é função do preço do produto, do preço dos insumos e da mão de obra utilizada, do preço de substitutos na produção e, ainda, entre outras variáveis, do tempo ou tendência, funcionando como uma *Proxy* para mudanças na tecnologia. Supõe-se, também, que o mercado está em equilíbrio em cada ano ou período de mercado, de forma que a oferta se iguale a demanda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Desse modo, o modelo econômico para o mercado de algodão arbóreo no Estado do Ceará, pode ser representado por um sistema composto de duas equações simultâneas, demanda e oferta, e por uma condição de equilíbrio. Fazendo a relação apenas em termos de lavouras, a participação percentual do algodão no valor bruto da produção chegou a 31,0%, obtendo o segundo lugar a

cultura do feijão com apenas 13,0%. Além disso, o algodão já foi um dos principais produtos de exportação do Estado do Ceará, chegando a participar com 18,40% do valor das exportações, sendo 11,5% na forma de fios de algodão e fibras sintéticas, 3,0% em algodão em caroço e 3,9% em tecidos de algodão e fibras sintéticas. Outro aspecto importante a ser considerado, no que tange a cultura algodoeira, era a grande quantidade de mão-de-obra que a mesma absorvia, tanto no campo, como nas diversas usinas de beneficiamento de algodão que existia em todo interior do Estado. No entanto, apesar de toda importância sócio-econômica e social do algodão para o Estado do Ceará, o que se observou foi um declínio vertiginoso na produção dessa cultura nos últimos anos, devido a persistência de uma série de entraves ao desenvolvimento satisfatório da mesma, bem como o aparecimento de novos fatores adversos bastante eficazes em suas ações contrárias a produção de algodão do Estado do Ceará. A redução na oferta dessa matéria prima básica para a indústria têxtil, de óleos e de rações causou enormes prejuízos à economia cearense e foi responsável pelo fechamento de uma grande quantidade de usinas de beneficiamento e, por conseguinte, pela eliminação de inúmeros postos de trabalho tanto no campo quanto nas cidades.

CONCLUSÃO:

Portanto, estudos que venham quantificar a influência de fatos relacionados com a oferta e a demanda de algodão no Estado do Ceará, principalmente a determinação de suas respectivas elasticidades preço da demanda e a elasticidade cruzada da demanda são de grande utilidade para a análise do comportamento desse mercado no período de tempo considerado (1977 – 1990) servirá, portanto de fonte de informações para os tomadores de decisões na escolha de novas políticas econômicas para o setor têxtil cearense. Neste contexto, o presente trabalho busca suprir essa lacuna, procurando contribuir para o desenvolvimento econômico do Ceará, do Nordeste e do Brasil.

BIBLIOGRAFIA:

- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste & Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **O Algodão no Nordeste Brasileiro e Tecnologias Disponíveis**. Fortaleza, 1986. 166p. (Estudos Econômicos e Sociais, 32).
- BEZERRA, M.G.R. **Variação Estacional dos Preços dos Produtos Agropecuários do Ceará e em Unidades Especiais de Planejamento**. Fortaleza, CEPA – CE, 1980, 103p. (mimeo.)
- CAMPOS, R.T. **Efeitos do Ataque do Bicudo na Cotonicultura do Semi – Árido Cearense**. Recife, Pernambuco, 1991. 160p. (Tese de Doutorado).



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO APÓS INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALGAS

**FIALHO, J. S.¹; SALES, M. L. M. DE²; CAMELO, F. M. B.³; NUNES, P. J. F.⁴;
ALMEIDA, W. F. DE⁵; VASCONCELOS, M. M. M.⁶;
RODRIGUES, A. DO V.⁵ & OLIVEIRA, D. P.⁵**

¹Bióloga, M.Sc. Solos, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral Av. Dr Guarany, 317, cep: 62040-730 Sobral – CE.
Fone (88) 36772546 e-mail jamilifialho@yahoo.com.br ,

²Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

³Química, Especialista em Estudo e Desenvolvimento com o meio ambiente, FATEC-Sobral

⁴Auxiliar de Laboratório da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

⁵Estudante de Graduação do Curso de Tecnologia de Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC-Sobral

⁶Engenheira de Pesca, M.Sc, Prof. Da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

RESUMO: O presente trabalho avaliou a fertilidade do solo após incorporação de diferentes concentrações de algas. Em Guajirú - Trairí - CE estas algas são retiradas do mar com a *Gracilaria* sp., de interesse econômico, e são transformadas em resíduo. A sua coleta ocorreu nas águas costeiras sendo, posteriormente, lavadas, secas ao sol e trituradas, obtendo-se uma farinha incorporada ao solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob um delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (T1: 100% solo; T2: 93,33% solo e 6,67% alga; T3: 86,66% solo e 13,34% alga e T4: 80% solo e 20% alga) e 4 repetições. Após 30 dias, as amostras foram analisadas. A incorporação da alga elevou o pH à níveis inadequados ao cultivo. O aumento da concentração das algas foi diretamente proporcional ao aumento da MO, C, K, Ca, Na, SB, CTC e CE. Concentrações a partir de 20% das algas elevam os níveis de P para muito altos. O Mg foi superior nos tratamentos incorporados, no entanto, não diferiram entre si. Houve uma redução da acidez potencial nos T2 e T3. Segundo a porcentagem de sódio trocável, o T2 classifica-se como solódico e o T3 como sódico. De modo geral, a utilização da farinha das algas melhorou a fertilidade do solo.

Palavra chave: qualidade do solo, matéria orgânica.

EVALUATION OF THE FERTILITY OF THE GROUND AFTER INCORPORATION OF DIFFERENT KELP CONCENTRATIONS

ABSTRACT: The present work evaluated the fertility of the ground after incorporation of different seaweed concentrations. In Guajirú - Trairí - CE these seaweed are removed of the sea with the *Gracilaria* sp., of economic interest, and are transformed into residue. Its collection occurred in coastal

waters being, later, washed, triturated droughts to the sun and, getting an incorporated flour to the ground. The experiment was lead in vegetation house, under a delineation entirely casualizado, with 4 treatments (T1: 100% ground; T2: 93.33% ground and 6.67% seaweed; T3: 86.66% ground and 13.34% seaweed and T4: 80% ground and 20% seaweed) and 4 repetitions. After, the samples had been 30 days analyzed. The incorporation of the seaweed raised pH to the inadequate levels to the culture. The increase of the concentration of the seaweed was directly proportional to the increase of MO, C, K, Ca, Na, SB, CTC and CE. Concentrations from 20% of the seaweed raise the levels of P for very high. The Mg was superior in the incorporated treatments, however, had not differed between itself. It had a reduction of the potential acidity in the T2 and T3. According to exchangeable sodium percentage, the T2 classifies as solodic and the T3 as sodic. In general way, the use of the flour of the seaweed improved the fertility of the ground.

Key words: quality of the ground, organic substance.

INTRODUÇÃO

As pesquisas com algas marinhas são consideradas de grande interesse, não só pela importância que esses vegetais desempenham no ambiente aquático, mas também pelos produtos delas obtidos. As algas são utilizadas como alimento, complemento de rações, adubos sólidos ou líquidos e fontes de produtos químicos diversos (Dantas et al., 1998).

O estudo das algas marinhas como fertilizantes já vem sendo relatado a muitos anos. Em seu trabalho com algas pardas *Sagarssum vulgare* C. Agardh, Dantas et al., (1998) relata que a farinha destas algas mostrou-se tão eficiente quanto ao adubo bovino no cultivo da alface e do coentro.

Na localidade de Guajirú, no município de Trairí – CE, onde cultivam-se algas do gênero *Gracilaria*, as demais algas que são retiradas do mar são transformadas em resíduo. Em função do desperdício de matéria orgânica que o descarte destas algas promove e os bons resultados de Dantas et al., (1998) objetivou-se avaliar a fertilidade do solo de Irauçuba - CE após incorporação das algas marinhas, para uma reutilização como uma forma alternativa de adubo, favorecendo o desenvolvimento da agricultura familiar para as famílias desta localidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Nas águas costeiras de Guajirú, no município de Trairí - Ceará, distante aproximadamente 135 km de Fortaleza; foram coletadas algas de diversas espécies, a saber: *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa sertularioides*, *Sargassum vulgare*, *Sargassum filipendula*, *Hypnea musciformis*, *B. occidentalis*, *Dictyopteris delicatula*, *Vidalia obtusiloba*, *Solieria filiformes*, *Amansia multifida*, *Cryptonemia crenulata*, *Cryptonemia luxurians*, *Bryothamnion seaforthii*, *Bryothamnion triquetrum*, *Spatoglossum schroederi*, *Gracilaria domingensis*, *Gracilaria birdiae*, *Gracilaria w*, *Gracilaria cearensis*, *Gracilaria sp.*, *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria cervicornis*, *Eucheuma gelidium*, *Eucheuma echinocarpa* e



Darenzia obtusa; as quais foram lavadas, secas ao sol e trituradas, obtendo-se assim uma farinha, posteriormente, incorporada ao solo, em diferentes concentrações.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e obedeceu um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições por tratamento. Os tratamentos foram: a) T1: 100% solo (testemunha); b) T2: 93,33% de solo e 6,67% de algas; c) T3: 86,66% de solo e 13,34% de algas e d) T4: 80% de solo e 20% de algas.

O solo utilizado no experimento foi coletado na cidade de Irauçuba - CE, o qual apresenta granulometria, predominantemente, arenosa e é classificado como Planossolo Solódico, ou seja, um solo com horizonte B textural argiloso ou de textura média, sob um horizonte A bastante arenoso. Apresenta saturação por sódio entre 6 e 15%, pelo menos na parte inferior do horizonte B. Depois de coletado, o solo foi peneirado em malha de 5,0 mm.

Os tratamentos tiveram a umidade corrigida diariamente com aplicação de água destilada. As amostras foram coletadas após 30 dias da implantação do experimento e analisadas, segundo Embrapa, (1999), no Laboratório de Análises de Solos, Água para Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Sobral - CE.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 01, os valores do pH foram estatisticamente iguais nos T3 e T4. Em todos os tratamentos incorporados com a alga houve um aumento do pH. Este resultado não possibilita ao solo uma condição de cultivo adequada para a maioria das culturas que segundo Soares, (2006) é de 5,5-6,5.

A concentração de carbono não diferiu entre a testemunha e o T2; no entanto, o aumento da concentração da alga incorporada foi diretamente proporcional à elevação da concentração do carbono. Comportamento similar foi observado nas concentrações de matéria orgânica (M.O.), que segundo Ceará (1993), são classificadas como baixas. Solos com baixos teores de M.O indicam serem arenosos com baixo poder tampão e alta possibilidade de lixiviação de bases; além de maior risco de efeitos danosos de adubos altamente salinos e possibilidade de ocorrência de deficiência de nitrogênio, enxofre e micronutrientes (Soares, 2006).

Não houve diferença estatística entre as concentrações de fósforo nos T1, T2 e T3, classificados como apresentando altos teores (Ceará, 1993). Já o T4, classificado como muito alto, diferiu estatisticamente dos demais demonstrando que concentrações a partir de 20%

Tabela 01. Propriedades químicas das amostras de solos dos quatro tratamentos. Médias das quatro repetições.

TRATAMENTO	pH	C (g/kg)	MO (g/kg)	P (mg/dm ³)	K (mmolc/dm ³)	Mg (mmolc/dm ³)	Ca (mmolc/dm ³)
T1 (testemunha)	6,4C	0,79C	1,37C	24,28B	1,41D	6,25B	8,50D
T2 (93,33 solo + 6,67% de algas)	6,7B	1,32C	2,28C	23,23B	2,35C	13,75A	17,75C
T3 (86,66 solo + 13,34% de algas)	7,5A	2,22B	3,83B	25,86B	3,17B	15,50A	25,50B
T4 (80% solo + 20% de algas)	7,6A	3,43A	5,92A	33,19A	4,53A	18,25A	31,00A
C.V.	1,764	19,928	19,880	10,842	7,939	19,835	9,124

TRATAMENTO	Na (mmolc/dm ³)	H + Al (mmolc/dm ³)	SB (%)	CTC (%)	V (%)	PST (%)	CE (dS/m)
T1 (testemunha)	1,04D	3,30AB	17,20D	20,50D	84,04B	5,07D	0,25D
T2 (solo + 25% de algas)	5,68C	1,44B	39,53C	40,97C	96,51A	13,85C	2,02C
T3 (solo + 33% de algas)	11,59B	2,06B	55,76B	57,82B	96,44A	20,03B	2,92B
T4 (solo + 50% de algas)	20,39A	5,36A	74,17A	79,53A	93,26A	5,07D	3,30A
C.V.	10,823	47,458	7,987	7,872	4,136	2,574	7,794

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

dessas algas incorporadas ao solo elevam os níveis de fósforo, resultado este importante por serem os solos cearenses pobres em fósforo.

Os valores de potássio foram acrescidos em todos os tratamentos que receberam a farinha das algas, sendo que a maior concentração foi observada no T4 classificada como alta. As concentrações de magnésio foram superiores nos tratamentos incorporados, classificados com apresentando altos teores; no entanto, estes não diferiram entre si (Ceará, 1993).

Em relação ao cálcio, observou-se um comportamento diretamente proporcional entre a concentração de algas incorporadas e a sua concentração no solo. Segundo Ceará (1993), os solos incorporados são classificados como contendo teores médios. O mesmo comportamento foi observado nas concentrações de sódio; demonstrando uma necessidade de um pré-tratamento mais efetivo para a sua diminuição, possivelmente, com uma lavagem mais prolongada das algas antes de sua secagem e trituração.

O alumínio não foi detectado em nenhum dos tratamentos. Houve uma redução da acidez potencial (H+Al) nos T2 e T3 quando comparados ao T1. A soma de bases e a capacidade de



troca catiônica demonstraram que quanto maior a concentração das algas incorporadas, maior a concentração de bases no solo, melhorando assim a sua fertilidade. Nos tratamentos incorporados, houve uma elevação na saturação de bases (V); no entanto, eles não diferiram entre si estatisticamente.

Segundo os resultados da porcentagem de sódio trocável (PST), o T2 classifica-se como solódico e o T3 como sódico (Soares, 2006). Houve um aumento da condutividade elétrica de acordo com o aumento da concentração das algas

CONCLUSÃO

- A incorporação da farinha das algas elevou o pH a valores inapropriados ao cultivo;
- O carbono, a matéria orgânica, o potássio, o cálcio, a soma de bases e a capacidade de troca catiônica aumentaram suas concentrações com a incorporação da farinha das algas melhorando a fertilidade do solo;
- Os valores de fósforo são elevados quando a concentração das algas estiver a partir de 20%.
- De modo geral a utilização da farinha das algas melhorou as propriedades químicas do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEARÁ. Universidade Federal do Ceará. Departamento de Ciência do Solo. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. 1 ed. Fortaleza: UFC, 1993. 246p.

DANTAS, N.P.; JOVENTINO, F.P.; SANTOS, J. H. R. Efeitos de variadas concentrações de *Sargassum vulgare* C. Agardh no crescimento de alface e coentro. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 31, n.1-2, p.41-46, 1998.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPSO, 1999. 370p.

SOARES, I. Manejo da adubação, fertilidade e interpretação da análise de solo. 1 ed. Fortaleza: Instituto Furtal, 2006. 72p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DE VARJOTA – CE, NO PERÍODO DE 2005 A 2007

**SALES, M. L. M. DE¹; FIALHO, J. S.²; CAMELO, F. M. B.³;
NUNES, P. J. F.⁴; ALMEIDA, D. M. DE⁵ & MIRANDA, E. P. DE⁵**

¹Tecnóloga em Recursos Hídricos/ Irrigação, Av. Dr Guarany, 317, cep: 62040-730 Sobral – CE. Fone (88) 36772535 e-mail leilasolos@yahoo.com.br ,

²Bióloga, M.Sc. Solos, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

³Química, Especialista em Estudo e Desenvolvimento com o meio ambiente, FATEC-Sobral

⁴Auxiliar de Laboratório da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

⁵M.Sc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

RESUMO: Através do conhecimento da fertilidade do solo é possível proporcionar condições favoráveis para o pleno desenvolvimento da cultura. O presente trabalho avaliou a fertilidade dos solos do Perímetro Irrigado Araras Norte – CE, entre agosto de 2005 a julho de 2007, Foram cedidos dados de 41 amostras analisadas pelo Laboratório de Análises de Fertilidade e Física do Solo e Água para Irrigação da Faculdade de Tecnologias Centec-Sobral/CE. Foram avaliados os teores de carbono, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, e índice de pH. Observou-se que 31,7% dos solos analisados apresentam níveis baixos de fósforo, enquanto 26,8% são médios e 41,5% são altos. Houve uma predominância de níveis altos de fertilidade para os teores de potássio (73,2%) e magnésio (92,7%), e nível médio para o cálcio (56,1%) na maioria dos solos avaliados. Todas as amostras apresentaram baixos níveis de alumínio e médios de matéria orgânica. Em relação ao resultado da reação do solo, 36,6% das amostras apresentam condição ácida, 7,3% neutra e 56,1% básica. Diante do exposto, há uma necessidade de incorporação de matéria orgânica como uma alternativa para elevar o nível de fertilidade.

Palavras chave: diagnóstico, nutrientes.

EVALUATION OF THE FERTILITY OF GROUND OF VARJOTA - CE, IN THE PERIOD OF 2005 THE 2007

ABSTRACT: Through the knowledge of the fertility of the ground it is possible to provide to favorable conditions for the full development of cultura. O present work evaluated the fertility of ground of the Irrigated Perimeter You plough North - CE, between August of 2005 the July of 2007, had been yielded given of 41 samples analyzed for the Laboratory of Analyses of Fertility and Physics of the Ground and Water for Irrigation of the College of Centec-Sobral/CE Technologies. The carbon texts, organic substance, match, potassium, calcium, magnesium had been evaluated, aluminum, and index of pH. Was observed that 31.7% of analyzed ground present low levels of match, while 26.8% are average and 41.5% are high. It had a predominance of high levels of fertility for texts of potassium (73,2%) and magnesium (92,7%), and average level for calcium (56,1%) in the majority of evaluated ground. All the samples had



presented basses levels of aluminum and medium of organic substance. In relation to the result of the reaction of the ground, 36.6% of the samples present acid condition, neutral 7.3% and basic 56.1%. Ahead of the displayed one, it has a necessity of incorporation of organic substance as an alternative to raise the fertility level.

Key word: diagnosis, nutrients.

INTRODUÇÃO

O município de Varjota compreende uma área com atividade voltada para o setor agrícola, localizado na região norte do Ceará. Esta região tem seu cultivo voltado para fruticultura na produção de culturas como goiaba, mamão, banana, bem como culturas de sequeiro, como o feijão e milho (Dutra et al., 2005).

Segundo o Dnocs, o suprimento hídrico dessa área é feito através do Açude Público Federal Paulo Sarasate (ex-Araras Norte), controlando uma bacia hidrográfica de 3.520 km². O volume máximo armazenado com o nível d'água na cota 153 m, é de 891.110.000 m³. Os sistemas de irrigação utilizados são: 89,44% da área por aspersão convencional e 10,56% da área por micro-aspersão (Dnocs, 2007).

O solo, entre tantos outros fatores, desempenha um papel importantíssimo no atendimento às necessidades alimentares da humanidade. No entanto, sabe-se que nem todo solo é favorável ao desenvolvimento vegetal. Um solo ideal é aquele que apresenta uma boa fertilidade, não contenha substâncias ou elementos tóxicos em quantidades prejudiciais e está localizado numa zona climática favorável ao crescimento vegetativo.

Segundo Marcos (1996), atualmente em algumas instituições como a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e em todas as faculdades de Agronomia do Brasil, da Holanda, da Bélgica, da Alemanha, dos EUA, entende-se por fertilidade do solo a capacidade, a habilidade, o poder, a qualidade que tem o solo de fornecer nutrientes às plantas.

O uso da análise do solo como instrumento básico de diagnose da fertilidade do solo ocupa lugar de destaque, sendo mesmo indispensável em um programa de utilização de corretivos e fertilizantes em uma propriedade agrícola. A análise química do solo é um dos métodos disponíveis que se tem para avaliar a fertilidade do solo, sendo um dos mais baratos e mais rápidos. O objetivo da análise de solo é determinar a habilidade do solo em fornecer nutrientes às plantas, e também determinar as necessidades de calcário e fertilizantes, além de diagnosticar problemas de toxidez de alguns elementos, excesso de sais e outros (Fernandes, 2007).

Assim, o presente trabalho avaliou a fertilidade dos solos de Varjota – CE, no período de 2005 a 2007, com o objetivo de diagnosticar áreas com limitações nutricionais para as plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resultados das análises químicas das amostras do município de Varjota foram cedidos pelo Laboratório de Análises de Solos e Água para Irrigação da Faculdade Tecnologia CENTEC localizado no município de Sobral - Ceará.

A coleta das 41 amostras de solo analisadas foi da responsabilidade dos clientes e enviadas ao laboratório no período de agosto de 2005 a julho de 2007.

Nestas amostras foram determinados os teores de carbono, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, e índice de pH, segundo Embrapa, (1999).

Os níveis de fertilidade adotados para a classificação dos teores dos elementos no solo são os indicados no Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (Ceará, 1993).

A metodologia de análise e os níveis de fertilidade estão resumidos no Quadro 1. Os teores dos nutrientes foram estratificados segundo os níveis de fertilidade (alto, médio, baixo), e os resultados expressos em valores percentuais tendo como base de cálculo o número absoluto de amostras para cada nível de fertilidade em relação ao número total de amostras analisadas (Dutra et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros 2 e 3 apresentam os resultados das análises da fertilidade dos solos expressos em valores percentuais. Segundo o Quadro 2, 31,7% dos solos analisados apresentam níveis baixos de fósforo, enquanto 26,8% são médios e 41,5% são altos.

Quadro 1. Níveis de classificação para interpretação dos resultados de análise do solo utilizados pelos Laboratórios do Estado do Ceará (Ceará, 1993).

Determinação	Unidade	Classificação		
		Baixo	Médio	Alto
Alumínio - Al^{+} KCl 1M	mmolc/dm ³	0 – 5	6 – 10	> 10
Cálcio - Ca^{2+} KCl 1M	mmolc/dm ³	0 – 15	16 – 40	> 40
Magnésio - Mg^{2+} KCl 1M	mmolc/dm ³	0 – 5	6 - 10	> 10
Potássio - K^{+} Mehlich I	mmolc/dm ³	0 - 1,15	1,18 - 2,30	> 2,33
Fósforo – P Mehlich I	mg/dm ³	0 – 10	11 – 20	> 21
Matéria Orgânica	g/Kg	0 – 15	16 – 30	> 30
		Acidez		Neutralidade
		Alta	Média	Baixa
		Alcalinidade		
		Baixa	Média	Alta
pH em água (1:2,5)		< 5,0	5,1-5,9	6,0-6,9
		7,0	7,1-7,4	7,5-7,9
				> 7,9



Quadro 2. Valores percentuais referentes ao total das amostras analisadas para os níveis de fertilidade.

Parâmetro	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)
Fósforo	31,7	26,8	41,5
Potássio	7,3	19,5	73,2
Cálcio	2,4	56,1	41,5
Magnésio	4,9	2,4	92,7
Alumínio	100	-	-
Matéria Orgânica	34,2	65,8	-

Quadro 3 – Valores percentuais referentes ao total das amostras analisadas para a reação do solo.

Reação do Solo	Baixo	Médio	Alto
Acidez	34,2	2,4	0,0
Alcalinidade	0,0	14,6	41,5
Neutralidade		7,3	

A variação dos níveis de fósforo pode estar associada à adubação fosfatada empregada, na maioria dos solos, em função da reconhecida pobreza de fósforo nos solos cearenses.

Na maioria dos solos investigados, predominam níveis altos de fertilidade para os teores de potássio (73,2%) e magnésio (92,7%), e nível médio para o cálcio (56,1%), resultado similar ao apresentado por Dutra et al. (2005) ao analisar solos do perímetro irrigado Araras Norte/Varjota – CE.

Todas as amostras apresentaram baixos níveis de alumínio, condição esta favorável por ser o alumínio indesejável no solo pela sua toxidez às plantas (Soares, 2006). A maioria dos solos apresentou níveis médios de matéria orgânica, diferindo da maioria dos solos cearenses que apresentam baixos teores (Ceará, 1993).

Quanto ao resultado da reação do solo, utilizada como indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, 36,6% das amostras apresentam condição ácida, 7,3% neutra e 56,1% básica.

CONCLUSÃO

- - Os níveis de fósforo, potássio e magnésio apresentaram valores altos na maioria das amostras enquanto que os teores de alumínio foi baixos em todos os solos.
- As concentrações de cálcio e matéria orgânica revelou níveis médios pra maioria dos solos.
- Grande parte dos dados dos solos analisados apresentaram reação alcalina.

- Através dos resultados, é demonstrado a necessidade de incorporação de matéria orgânica uma vez que a mesma é rica em fontes de nutrientes, resultando assim em solos com alta fertilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, V.L.B. (Coord.) Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza-Ceará, 1993, 248p.

OLIVEIRA, A.J. de; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J.D. de; LOURENÇO, S. (Coord.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 392p. (EMBRAPA-SEA, Documento, 3).

SILVA, F. C. da (Org.) Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília: EMBRAPA-Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas/MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, disponível em <http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos.php> em 28/08/2007.

DUTRA, A. V. ; SOUSA, Maria Cristina Martins Ribeiro de ; NASCIMENTO NETO, Joaquim R ; MESQUITA, Antônio Marcos de ; SALES, Maria Leila M ; CAMELO, Francisca Michele Bastos ; BRANDÃO, Magnólia S ; FERREIRA, Toni T S . DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO ARARAS NORTE - VARJOTA/CE. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife, 2005.

Fernandes,

2007

).http://proex.reitoria.unesp.br/congressos/Congressos/1__Congresso/Inova__o_Tecnol_gica_e_sua_Dissemina__o/Trabalho10.htm

MARCOS, Z.Z. Epistemologia e ensino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ENSINO DE SOLOS, II, 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1996. p.44-75.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

NITRATO MEDIDO COM CARDY NA SOLUÇÃO DO SUBSTRATO DE GÉRBERA FERTIRRIGADA SOB NÍVEIS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA¹

MOTA, P.R.D'A.²; VILLAS BÔAS, R.L.³; LUDWIG, F.⁴ & FERNANDES, D.M.³.

¹Parte da Tese de Doutorado da primeira autora em Agronomia, área Irrigação e Drenagem, FCA/UNESP.

²Doutoranda em Irrigação e Drenagem; polimota@yahoo.com.br; Depto. Rec.Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, R. Dr. José Barbosa de Barros, 1170, CEP: 18.603-970. Botucatu, SP. Fone: (14)3811-7218.

³Prof. Doutor, Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

⁴Doutoranda em Horticultura; Dep. Rec.Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a concentração de nitrato com o uso do cardy na solução do substrato no qual se cultivou gérbera (*Gerbera jamesonii* L.), em vaso, sob níveis de condutividade elétrica (CE), via fertirrigação. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido no Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP, município de Botucatu, Estado de São Paulo. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2 (5 níveis de CE e 2 cultivares), com 4 repetições, totalizando 40 parcelas. Os níveis de CE foram 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m⁻¹ e Cherry e Salmon Rose como cultivar. Foi avaliado o teor de nitrato medido com o uso do cardy na solução do substrato extraída com extrator de solução aos 28 e 56 dias após espaçamento (DAE) e ao final do ciclo realizou-se a classificação das plantas quanto à qualidade. O cardy mostrou ser uma excelente ferramenta para discriminar os tratamentos e avaliar o nitrato na solução do substrato, tornando possível seu monitoramento. A CE de 3,5 dS m⁻¹ proporcionou as melhores plantas de gérbera, e nesta aos 28 DAE obteve-se teores de nitrato de 4550 e 2967 mg L⁻¹, respectivamente, para o cultivar Cherry e Salmon Rose, e aos 56 DAE, 2600 e 1428 mg L⁻¹.

Palavras chave: *Gerbera jamesonii* L., medidor de íons, extrator de solução.

NITRATE IN SUBSTRATUM SOLUTION OF GÉRBERA FERTIRRIGATED MEASURED USING CARDY METHOD WITH LEVELS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY

ABSTRACT: The present research was developed with the objective of evaluating nitrate concentration using cardy method in the where cultivated gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in potted with levels of electrical conductivities (EC) through fertigation. The experiment was conducted under greenhouse conditions at the Natural Resources Department Soil Science area, FCA/UNESP, town of Botucatu, state of Sao Paulo, Brazil. The experimental design were randomized blocks in factorial scheme 5 x 2 (5 EC levels and 2 cultivars), with four repetitions totalizing 40 lots. The levels of EC: 0.5; 2.0; 3.5; 5.0 e 6.5 dS

m^{-1} , and cultivars Cherry and Salmon Rose. Were evaluated the nitrate content using cardy method in the substratum solution was done through the extraction of the solution at 28 and 56 days after emplacement (DAE). At the finish of the experiment were evaluated the classification of plants with regard to their quality. The cardy method proved to be resource for discriminate the solutions and value nitrate in the substratum solution, enabling your monitoring. The 3.5 dS m^{-1} of EC provided major enhanced quality of the visual aspect and in 28 DAE obtained one content of nitrate 4550 and 2967 mg L^{-1} , for Cherry and Salmon Rose cultivars, and in 56 DAE, 2600 and 1428 mg L^{-1} .

Keywords: *Gerbera jamesonii* L., ionic measurement, extractor of solution.

INTRODUÇÃO

A condutividade elétrica (CE) é a medida de resistência da passagem da corrente elétrica entre os eletrodos submetidos a uma solução, onde estão presentes solutos iônicos. Mota et al. (2007) afirmaram que o excesso de sais na zona radicular, prejudica o desenvolvimento das plantas e ainda que é viável racionalizar a fertirrigação por meio da determinação da CE na solução do substrato, mediante o uso de extratores de solução.

Produtores de flores mais tecnificados, utilizam a medida da CE determinada no substrato como referência para aumentar ou diminuir a concentração de sais na solução aplicada. Para Wesenberg & Beck (1964), a qualidade está associada ao suprimento adequado de nutrientes e a ausência desta pode ser atribuída aos desbalanços nutricionais.

Segundo Cadahía & Lucena (1998), o uso de kit específico para análise de nitrato possibilita com precisão e sensibilidade, a determinação da sua demanda nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, que é a base fundamental do programa de nutrição via fertirrigação. A utilização destes vem sendo aplicada na Espanha em diversas culturas (Cadahía & Lucena, 2005). No Brasil algumas pesquisas já foram realizadas e, mesmo com as dificuldades ainda existentes na interpretação dos resultados, vem demonstrando ter maior sensibilidade e vantagens sobre a diagnose foliar.

Este trabalho teve como objetivo avaliar na solução do substrato cultivado com gébera, a concentração de nitrato com o uso do cardy, sob níveis de condutividade elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido no Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, município de Botucatu, Estado de São Paulo.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial, constando de cinco níveis de CE e dois cultivares, totalizando 40 parcelas. Os níveis de CE (soluções) foram 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m^{-1} , e os cultivares, Cherry e Salmon Rose do grupo Festival da Empresa Sakata®.



As fertirrigações foram realizadas de acordo com os níveis de CE. Foram preparadas 5 soluções em diferentes recipientes, de modo que cada planta recebeu o mesmo volume. Para cada solução utilizou-se uma linha de irrigação. O manejo da CE da solução do substrato foi realizado por meio da retirada da solução com o uso de extratores, duas vezes por semana e, de acordo com o valor obtido da CE, foram ajustadas as quantidades de sais para a manutenção dos tratamentos.

Para encontrar a relação entre a CE da solução e o total de sais dissolvidos, adotou-se como referência a solução utilizada por Mota (2004). Como fontes de nutrientes, foram utilizados: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, sulfato de amônio, sulfato de magnésio, monofosfato de amônio (MAP), tenso cektall e chaufer. Aos 32 DAE, momento em que as plantas entraram na “fase de botão”, houve alteração na solução aplicada, modificando alguns fertilizantes, porém mantendo a CE dos tratamentos.

As mudas de gérbera (*Gerbera jamesonii* L.) foram obtidas na Empresa Ball Van Zanten e plantadas em vaso plástico com 1,3 L de volume na Empresa Steltenpool, onde permaneceram durante o período de aclimação de 30 dias e após, transportadas para a FCA/UNESP. Considerou-se o início do experimento quando as plantas foram distribuídas no espaçamento definitivo (30 x 30 cm), portanto os resultados são apresentados em dias após espaçamento (DAE). O substrato consistiu numa mistura de 40% de terra retirada em subsuperfície, 40% casca de pinus fina e 20% de casca de pinus grossa.

Realizou-se o manejo de abertura e fechamento do Aluminet® com as leituras obtidas com um luxímetro digital portátil da marca Instrutherm, de forma a conduzir a cultura na faixa de 40.000 a 45.000 Lux. O experimento foi conduzido com o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses adequadas para a cultura da gérbera. As plantas foram mantidas livres de plantas daninhas e retiradas as folhas velhas e secas.

Utilizou-se um sistema de irrigação com gotejador tipo flecha, vazão de 4,3 L h⁻¹ e pressão de serviço de 10 MPa. A lâmina de irrigação correspondeu à quantidade de água requerida (Fanela et al., 2006), a fim de elevar a umidade do substrato contido no vaso ao valor correspondente à condição de máxima retenção, com o uso de tensiômetros.

Aos 28 e 56 DAE, as soluções obtidas com o uso do extrator de solução (Mota, 2004) foram submetidas ao teste rápido de determinação de N-NO₃⁻, em mg L⁻¹, com o equipamento Cardy C-141 da marca Horiba.

Ao final do experimento deu-se a classificação das plantas quanto à qualidade, a partir de notas atribuídas ao aspecto visual, Ibraflor (2000), com adequações segundo a exigência do mercado, considerando a coloração das folhas e inflorescências, enfolhamento, diâmetro de

superfície do vaso, quantidade de inflorescências, altura e diâmetro de hastes, ausência de pragas, doenças e resíduos.

Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade (cultivares) e à análise de regressão (soluções), nos quais foi testado o modelo linear e quadrático. Quando houve interação (cultivar x solução), realizou-se o desdobramento; e para as soluções adotou-se a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, a qual foi escolhida com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de nitrato determinados com o equipamento Cardy Horiba C-141 na solução obtida com a metodologia do extrator de solução aos 28 e 56 DAE. Para as duas amostragens realizadas houve diferença significativa entre os cultivares ($P<0,01$). Entre soluções também ocorreu diferença para as duas épocas ($P<0,01$), com o ajuste da regressão linear ($P<0,01$). Houve interação aos 56 DAE a 5% de probabilidade com ajuste linear ($P<0,01$) e quadrático ($P<0,01$).

No desdobramento da interação entre os cultivares e as soluções aos 56 DAE, pode-se observar que os valores de N-NO_3^- tiveram diferença significativa para as soluções que receberam 2,0 e 6,5 dS m^{-1} de CE, com maior valor para o cultivar Salmon Rose e Cherry, respectivamente. Na Figura 1 observou-se valores crescentes de nitrato com o incremento da CE para o cultivar Cherry.

Tabela 1. Concentração de N-NO_3^- determinada na solução do substrato obtida com o extrator de solução aos 28 e 56 DAE, em função dos níveis de condutividade elétrica.

Cultivar	Solução -- dS m^{-1} --	DAE	
		28 ----- mg L^{-1} -----	56
Cherry	0,5	543	153 a
	2,0	1575	1538 b
	3,5	4550	2600 a
	5,0	5825	3425 a
	6,5	8075	5700 a
Média		4114 A	2683 A
Salmon Rose	0,5	603	181 a
	2,0	1400	3425 a
	3,5	2967	1428 a
	5,0	4325	2350 a
	6,5	6275	1765 b
Média		3114 B	1830 B
F C		*	*
F S		**	**
F C*S		NS	*
R S		L**	L**
R C*S		L**	L**,Q*

Dias após espaçamento (DAE); cultivar (C); solução (S); regressão (R); efeito significativo linear (L) e quadrático (Q); significância a 5 (*) e 1% (**) de probabilidade; não significativo (NS); médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, e minúsculas para cada nível de solução entre os cultivares.

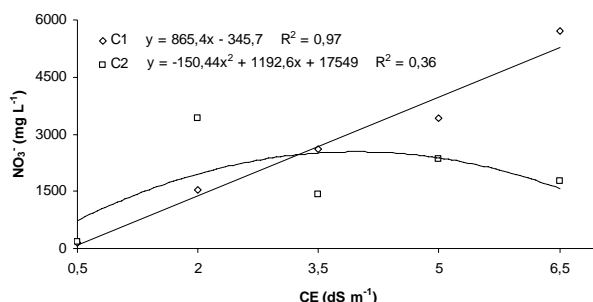


Figura 1. Desdobramento do cultivar dentro de cada nível de CE para a concentração de N-NO_3^- determinada na solução do substrato aos 56 DAE.

Observou-se nos dois momentos amostrados, que o cultivar Salmon Rose absorveu mais nitrato, evidenciando uma diferença entre cultivares.

A correlação entre a leitura de nitrato com o uso do Cardy na solução do substrato obtida com o extrator de solução e o teor de N na parte aérea da planta aos 28 DAE foi de 0,92 para o cultivar Cherry e 0,94 para Salmon Rose. Já aos 56 DAE, foi de 0,93 para o cultivar Cherry e 0,56 para Salmon Rose. As altas correlações possibilitam o uso das metodologias.

Considerando-se que para a produção de flores são necessárias características visuais de qualidade, os resultados indicaram que a solução com $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ de CE proporcionou as melhores plantas para o cultivar Cherry e Salmon Rose.

CONCLUSÕES

O cardy mostrou ser uma excelente ferramenta para discriminar os tratamentos e avaliar o nitrato na solução do substrato, tornando possível seu monitoramento. A CE de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou as melhores plantas de gérbera, e nesta aos 28 DAE obteve-se teores de nitrato de 4550 e 2967 mg L^{-1} , respectivamente, para o cultivar Cherry e Salmon Rose, e aos 56 DAE, 2600 e 1428 mg L^{-1} .

AGRADECIMENTOS:

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CADAHÍA, C.; LUCENA, J. J. Diagnostico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C. **Fertirrigacion:** cultivos horticolas y ornamentales. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1998. p. 173-246.

- CADAHÍA, C.; LUCENA, J. J. Diagnostico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C. **Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005, p. 183-257.
- FANELA, T. L. M. et al. Influência de diferentes níveis de tensão de água na cultura da gérbera desenvolvida em substrato. In: MOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2.; MOSTRA CIENTÍFICA DA FMVZ, 10.; REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO, 13., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2006. 1 (CD-ROM).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Padrão Ibraflor de qualidade**. Campinas, 2000. 87 p.
- MOTA, P. R. D. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2004.
- MOTA, P. R. D. et al. Desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso em resposta a níveis de condutividade elétrica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 164-171, jan./abr. 2007.
- WESENERBERG, B. G.; BECK, G. E. Influence of production environment and others factors the potted chrysanthemum flowers (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). **Proceedings American Society of the Horticultural Science**, Maryland, v. 85, p. 584-590, 1964.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITO DO FÓSFORO NO DIAMETRO E ALTURA NA CULTURA DA MAMONEIRA IRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA

TRAVASSOS, K. D.¹; SANTOS, M. S.²; MEDEIROS, S. S.³,
BARROS, H. M. M.⁴, SANTOS, J. S.⁵ & LIMA, V. L. A.⁶

¹ Eng.^a. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: kalinedantas@hotmail.com

² Eng.^a. Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

³ Eng.^a. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁵ Eng.^a. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁶ Eng.^a. Agrícola, Prof.^a. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

RESUMO: Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, obrigando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e geração de energia elétrica, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias tratadas. A mamoneira (*Ricinus communis* L.) como cultura industrial, cujos produtos e co-produtos não são diretamente usados na alimentação humana, constitui-se em grande potencial para a sua exploração com uso de esgoto tratado. O objetivo deste trabalho foi realizar um acompanhamento da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento e implantação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) visando avaliar os efeitos do fósforo no diâmetro do caule e altura das plantas de diferentes lâminas de irrigação com água residuária tratada. O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey. Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos, sendo, portanto recomendado o uso da lâmina 400 mm e conseqüentemente uma maior economia de água. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., Mamona, Irrigação.

EFFECT OF THE MATCH IN THE DIAMETRO AND HEIGHT IN THE CULTURE OF THE MAMONEIRA IRRIGATED WITH RESIDUARY WATER

ABSTRACT: Currently, more than one terço of the planet if finds in situation of quantitative and qualitative scarcity of hídricos resources, compelling the priorização of the use of superficial waters for

the public supplying and generation of electric energy, appearing then the necessity of implementation of systems that they aim at to reaproveitar treated residuary waters. The mamoneira (*Ricinus communis* L.) as industrial culture, whose products and co-products are not directly used in the feeding human being, consists in great potential for its exploration with use of treat sewer. The objective of this work was to carry through a accompaniment of the installation of a system of irrigation for dripping and implantation of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.) being aimed at to evaluate the effect of the match in the diameter of caule and height of the plants of different blades of irrigation with treated residuary water. The field work consists in the installation of the system of located irrigation and plantation and accompaniment of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.), submitted the 16 treatments with 48 parcels, using itself the experimental delineation block-type to perhaps, with analysis of variance of the test of Tukey. All the blades for the heights had had the not significant results, being, therefore recommended the use of blade 400 mm and consequently a bigger water economy. The resulted diameter with better was of the blade of 600 mm.

Keywords: *Ricinus communis* L, Mamona, Irrigation

INTRODUÇÃO

A mamoneira é provavelmente originária da Ásia, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S. No Brasil, sua introdução se deu durante a colonização portuguesa, por ocasião da vinda dos escravos africanos. A facilidade de propagação e de adaptação em diferentes condições climáticas propiciou a mamona ser encontrada ou cultivada nas mais variadas regiões do mundo. A mamona (*Ricinus communis* L.) é um arbusto perene, oleaginosa, de relevante importância econômica e social, principalmente, no semi-árido nordestino. A mamona hoje, é colocada pelo governo como uma planta de excelente potencial e está incentivando seu plantio, principalmente nas regiões carentes do Brasil. O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa, no ainda tímido, processo de substituição do diesel brasileiro. A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos é uma prática freqüente na maioria dos países da América Latina, por oferecer vantagens como disponibilidade permanente de água, aporte de grande quantidade de nutrientes, aumento do rendimento dos cultivos e melhoria na qualidade do solo, além da economia com fertilizantes industriais (Silva, 2000) sendo ainda uma alternativa viável para amenizar os problemas ocasionados pela escassez de água (Ayers & Westcot, 1999). O objetivo deste trabalho foi realizar um acompanhamento da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento e implantação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) visando avaliar os efeitos do fósforo no diâmetro do caule e altura das plantas de diferentes lâminas de irrigação com água residuária tratada.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, nas dependências da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), no bairro da Catingueira, distante 10 km do centro do município de Campina Grande, PB (7° 13' 11" S; e 35° 52' 31" W). O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e



acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey no programa Assistat, em esquema fatorial misto $(4 \times 2 \times 2) \times 3$, cujos fatores foram quatro lâminas de irrigação de água residuária ($L_1 = 1000$ mm, $L_2 = 800$ mm, $L_3 = 600$ mm e $L_4 = 400$ mm), ausência e presença de nitrogênio e fósforo (0; 90 kg ha⁻¹ de N) e (0; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅); cultivou-se a mamona híbrido Lyra. A parcela experimental constou de uma área de 20 m², totalizando uma área de 960 m², o arranjo de plantas foi em fileiras simples e o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1 m entre fileiras. Colocou-se duas sementes por cova, a uma profundidade de 5 cm. O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, a água da lagoa de estabilização foi aduzida por uma motobomba centrífuga de 3 cv, passando por uma tubulação de 330 m de PVC de 50 mm, um filtro de areia com vazão de 10 mil L h⁻¹, filtro de disco 130 micron, até 2 caixas de água de 5000 L e ainda duas motobombas de 0,5 cv e dois filtros de tela 130 micron com gotejadores autocompensantes espaçados 50 cm com vazão de 4 L h⁻¹, a água de abastecimento é armazenada em duas caixas de 3000 L. As águas de irrigação têm as seguintes características: CE 0,46 e 1,5 dS m⁻¹, sódio, 5,27 e 113,60 mg L⁻¹, amônia 0,96 e 56,0 mg L⁻¹, nitrato 0,5 e 1,22 mg L⁻¹, potássio 6,8 e 17,5 mg L⁻¹, Cálcio 19,91 e 35 mg L⁻¹, magnésio 7,2 e 29,6 mg L⁻¹, bicarbonato 79,3 e 433,8 mg L⁻¹, cloreto 405,5 e 226 mg L⁻¹, fósforo 0,08 e 6,6 mg L⁻¹, P-orto 0,06 e 4,18 mg L⁻¹ para água de abastecimento e residuária respectivamente. Os teores de micro elementos e metais pesados do efluente da ETE são: Boro 1,54; Ferro abaixo do limite de detecção de 0,001 mg L⁻¹; Cobre 0,22; Mn 0,090; Zn abaixo do limite de detecção de 0,06 mg L⁻¹; Chumbo 0,78; Níquel 0,05; Cádmio abaixo do limite de detecção de 0,0001 mg L⁻¹. A ETE de Campina Grande possui duas lagoas em série, com profundidade de 3,5 m, sem aeradores, no final da segunda lagoa existe um ponto de captação do efluente que foi utilizado no experimento. O plantio foi realizado em 25/11/05 e a germinação ocorreu no dia 05/12/05, sendo realizado o replantio nos locais falhos em 07/12/05. A primeira avaliação não destrutiva das plantas foi realizada no dia 24/12/05, a segunda avaliação foi realizada no dia 15/01/06 e a terceira e última avaliação foi no dia 05/02/06. De acordo com a análise do solo e após submetê-lo a Capacidade de campo (Cc), realizou-se a semeadura em 25/11/2005 por meios de covas abertas na superfície do solo, a uma profundidade média de 5 cm, nas quais foram colocadas para germinar 2 sementes da cultivar Híbrido Lyra, provenientes da EMBRAPA / CNPA safra 2004/2005. As sementes na cova foram cobertas com uma fina camada do próprio solo; a emergência se verificou aos 10 dias após a semeadura. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando, apenas uma plântula por cova. Aos 10 dias após a emergência foi iniciado o controle das irrigações, o manejo da irrigação baseia-se na evapotranspiração de referência (Eto). A altura de plantas foi determinada a partir do colo da planta, a 2 cm do solo, até o broto terminal, utilizando uma trena, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. O diâmetro caulinar foi medido a 2 cm do colo da planta aos 20, 40 e 60 (DAE), utilizando um paquímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de irrigação instalado que foi do tipo localizada por gotejamento, com uma linha principal e uma lateral. A altura das plantas, em função das lâminas de irrigação aplicadas, observadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. Observa-se que o crescimento das plantas seguiram a mesma tendência para todas as observações realizadas. Os melhores valores foram registrados para a lâmina de 600 mm. Entretanto, como os resultados estatísticos indicam que não houve diferença significativa, para altura de planta, qualquer que tenha sido a lâmina aplicada, recomendamos a irrigação, nas condições em que foi realizado o experimento, com aplicação de 400 mm, o que resultará em economia de água para outras finalidades, como expansão da área agrícola. Estes resultados estão de acordo com esta lâmina é a mais próxima da eficiência hídrica da mamona 500 mm (Amaral, et al., 2005). Na deficiência de fósforo, as plantas têm crescimento inicial lento, provavelmente devido à redução na absorção de nutrientes, da taxa fotossintética e da translocação interna de carboidratos, que se acumulam no cloroplasto. As plantas de mamona com suprimento de fósforo até 30 DAE, não se verificaram sintomas visuais subsequente de deficiência de fósforo.

Na Tabela 3, observa-se que os melhores valores registrados foi obtido quando aplicou-se a lâmina de 600 mm, onde o diâmetro caular obteve maior desenvolvimento. Os valores médios de diâmetros foram em torno de 9,28 a 16,84 mm, havendo diferença significativa e está variando entre um nível de 5 % de probabilidade. Analisando-se a Tabela 4 para os resultados estatísticos, observa-se que não houve diferença significativa no tratamento com fósforo no diâmetro caular.

Tabela 1. Resumo das médias para leituras da variável altura para as lâminas aplicadas no Híbrido Lyra

Lâminas	Médias das alturas		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L ₁	18,94 a	27,87 a	28,46 a
L ₂	17,27 a	26,12 a	26,63 a
L ₃	19,01 a	29,80 a	31,19 a
L ₄	17,18 a	28,12 a	29,23 a

Tabela 2. Médias das alturas para a adubação fosfatada

Médias do fósforo para as alturas	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	18,19 a	28,06 a	28,73 a
Sem	18,01 a	27,90 a	29,02 a

**Tabela 3.** Médias das lâminas para o diâmetro.

Lâminas	Médias dos diâmetros		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L ₁	10,48 a	14,70 ab	14,79 ab
L ₂	9,28 a	13,06 b	13,17 b
L ₃	10,82 a	16,52 a	16,84 a
L ₄	10,80 a	14,39 ab	14,49 ab

Tabela 4. Médias dos diâmetros para a adubação fosfatada

Médias do fósforo para o diâmetro	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	10,25 a	14,30 a	14,50 a
Sem	10,45 a	15,03 a	15,14 a

CONCLUSÕES

Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos, sendo, portanto recomendado o uso da lâmina 400 mm e conseqüentemente uma maior economia de água. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm. O desempenho desse sistema de irrigação foi satisfatório porém alguns entupimentos foram verificados no sistema durante o experimento, porém este problema não interferiu no desenvolvimento do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande:UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).
- AMARAL, J.A.B.do; SILVA,M.T; BELTRÃO,N.E.de M., Zoneamento Agrícola da Mamona no Nordeste Brasileiro Safra 2005/2006.Estado da Bahia
- SILVA, S. A. Comportamento de formas de enxofre, fósforo e nitrogênio em um reservatório profundo de estabilização tratando águas residuárias domésticas. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre, 2000.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITO DO NITROGÊNIO E DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA ALTURA E DIÂMETRO DA MAMONEIRA

TRAVASSOS, K. D.¹; SANTOS, M. S.²; MEDEIROS, S. S.³,
BARROS, H. M. M.⁴, FERREIRA, A. C.⁵ & LIMA, V. L. A.⁶

¹ Eng.^a. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: kalinedantas@hotmail.com

² Eng.^a. Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

³ Eng.^a. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁵ Eng.^a. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

⁶ Eng.^a. Agrícola, Prof.^a. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio e da irrigação com água residuária tratada na altura e diâmetro da mamoneira (*Ricinus communis* L.). A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos oferece vantagens como à disponibilidade permanente de água, aporte de grande quantidade de nutrientes, aumento do rendimento dos cultivos e melhoria na qualidade do solo, além da economia com fertilizantes industriais, sendo ainda uma alternativa viável para amenizar os problemas ocasionados pela escassez de água. O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada, plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey. Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

Palavras chave: Mamona, Irrigação, reúso de água.

EFFECT OF NITROGEN AND THE IRRIGATION WITH RESIDUARY WATER TREATED IN THE ONE IN THE HEIGHT AND DIAMETER TO THE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen and the irrigation with residuary water treated in the one in the height and diameter to the mamoneira (*Ricinus communis* L.). The irrigation with residuary waters of domestic sewers offers advantages as to the permanent water availability, it arrives in port of great amount of nutrients, increase of the income of the cultivos and improvement in the quality of the ground, beyond the economy with industrial fertilizers, being still a viable alternative to brighten up the problems caused for the water scarcity. The field work consists in the installation of the system of located irrigation, plantation and accompaniment of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.), submitted the 16 treatments with 48 parcels, using itself the experimental



delineation block-type to perhaps, with analysis of variance of the test of Tukey. All the blades for the heights had had the not significant results. The resulted diameter with better was of the blade of 600 mm.

Keywords: Mamona, Irrigation, Reused water.

INTRODUÇÃO

A poluição das águas vem ocorrendo devido ao crescimento desordenado das grandes cidades, juntamente com a imensa expansão das atividades industriais. Com o crescimento populacional, consequentemente aumenta a demanda de alimentos, isto vem implicando em um maior consumo de agrotóxicos, fertilizantes e geração de resíduos. Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, obrigando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e geração de energia elétrica, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias tratadas (LEÓN e CAVALLINI, 1999). Para uma melhor proteção da saúde pública é primordial o tratamento adequado das águas residuárias, pois os esgotos podem contaminar a água, os alimentos, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou serem transportados por vetores, como moscas e baratas, provocando novas infecções. (HESPANHOL, 2003). O Brasil já foi maior produtor mundial de mamona (573 mil toneladas em 1974) e maior exportador do seu óleo (há algumas décadas); em 1996 a produção nacional foi de 122 mil toneladas. No Nordeste semi-árido brasileiro concentra-se oitenta por cento da produção nacional (80%). (SEAGRI.BA, 2007). A mamoneira (*Ricinus communis* L.) como cultura industrial, cujos produtos e co-produtos não são diretamente usados na alimentação humana, constitui-se em grande potencial para a sua exploração com uso de esgoto tratado. Trata-se de uma cultura, com características de resistência à seca e exigente em calor e luminosidade, como também é fixadora de mão-de-obra, explorada tanto pelo pequeno como pelo grande produtor, geradora de emprego no campo e de matéria-prima para a obtenção de produtos necessários ao desenvolvimento da indústria nacional. sentindo a necessidade de preservar os mananciais de água e de pensar em um melhor destino as águas residuárias. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio e da irrigação com água residuária tratada na altura e diâmetro da mamoneira (*Ricinus communis* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, nas dependências da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), no bairro da Catingueira, distante 10 km do centro do município de Campina Grande, PB (7° 13' 11" S; e 35° 52' 31" W).

O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey no programa Assistat, em esquema fatorial misto ($4 \times 2 \times 2$) $\times 3$, cujos fatores foram quatro lâminas de irrigação de água residuária ($L_1 = 1000$ mm, $L_2 = 800$ mm, $L_3 = 600$ mm e $L_4 = 400$ mm), ausência e presença de nitrogênio e fósforo (0; 90 kg ha⁻¹ de N) e (0; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅); cultivou-se a mamona híbrido Lyra. A parcela experimental constou de uma área de 20 m², totalizando uma área de 960 m², o arranjo de plantas foi em fileiras simples e o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1 m entre fileiras. Colocou-se duas sementes por cova, a uma profundidade de 5 cm. O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, a água da lagoa de estabilização foi aduzida por uma motobomba centrífuga de 3 cv, passando por uma tubulação de 330 m de PVC de 50 mm, um filtro de areia com vazão de 10 mil L h⁻¹, filtro de disco 130 micron, até 2 caixas de água de 5000 L e ainda duas motobombas de 0,5 cv e dois filtros de tela 130 micron com gotejadores autocompensantes espaçados 50 cm com vazão de 4 L h⁻¹, a água de abastecimento é armazenada em duas caixas de 3000 L. As águas de irrigação têm as seguintes características: CE 0,46 e 1,5 dS m⁻¹, sódio, 5,27 e 113,60 mg L⁻¹, amônia 0,96 e 56,0 mg L⁻¹, nitrato 0,5 e 1,22 mg L⁻¹, potássio 6,8 e 17,5 mg L⁻¹, Cálcio 19,91 e 35 mg L⁻¹, magnésio 7,2 e 29,6 mg L⁻¹, bicarbonato 79,3 e 433,8 mg L⁻¹, cloreto 405,5 e 226 mg L⁻¹, fósforo 0,08 e 6,6 mg L⁻¹, P-orto 0,06 e 4,18 mg L⁻¹ para água de abastecimento e residuária respectivamente. Os teores de micro elementos e metais pesados do efluente da ETE são: Boro 1,54; Ferro abaixo do limite de detecção de 0,001 mg L⁻¹; Cobre 0,22; Mn 0,090; Zn abaixo do limite de detecção de 0,06 mg L⁻¹; Chumbo 0,78; Níquel 0,05; Cádmio abaixo do limite de detecção de 0,0001 mg L⁻¹. A ETE de Campina Grande possui duas lagoas em série, com profundidade de 3,5 m, sem aeradores, no final da segunda lagoa existe um ponto de captação do efluente que foi utilizado no experimento. O plantio foi realizado em 25/11/05 e a germinação ocorreu no dia 05/12/05, sendo realizado o replantio nos locais falhos em 07/12/05. A primeira avaliação não destrutiva das plantas foi realizada no dia 24/12/05, a segunda avaliação foi realizada no dia 15/01/06 e a terceira e última avaliação foi no dia 05/02/06. De acordo com a análise do solo e após submetê-lo a Capacidade de campo (Cc), realizou-se a semeadura em 25/11/2005 por meios de covas abertas na superfície do solo, a uma profundidade média de 5 cm, nas quais foram colocadas para germinar 2 sementes da cultivar Híbrido Lyra, provenientes da EMBRAPA / CNPA safra 2004/2005. As sementes na cova foram cobertas com uma fina camada do próprio solo; a emergência se verificou aos 10 dias após a semeadura. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando, apenas uma



plântula por cova. Aos 10 dias após a emergência foi iniciado o controle das irrigações, o manejo da irrigação baseia-se na evapotranspiração de referência (Eto). A altura de plantas foi determinada a partir do colo da planta, a 2 cm do solo, até o broto terminal, utilizando uma trena, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. O diâmetro caulinar foi medido a 2 cm do colo da planta aos 20, 40 e 60 (DAE), utilizando um paquímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o crescimento das plantas seguiram a mesma tendência para todas as observações realizadas. Os melhores valores foram registrados para a lâmina de 600 mm. Entretanto, os resultados estatísticos indicam que não houve diferença significativa, para altura de planta, qualquer que tenha sido a lâmina aplicada. Estes resultados estão de acordo com esta lâmina é a mais próxima da eficiência hídrica da mamona 500 mm (AMARAL, et al., 2005).

Par o diâmetro caulinar os melhores valores foram registrados quando aplicada a lâmina de 600 mm. Os valores médios de diâmetros em relação as lâminas aplicadas foram em torno de 9,28 a 16,84 mm. Houve diferença significativa a nível de 5 % de probabilidade. Analisando-se a Tabela 4 para os resultados estatísticos, não houve diferença significativa no tratamento do nitrogênio para o diâmetro caulinar. Nas leituras dos diâmetros todos os resultados foram não significativos em um nível de probabilidade de 5 %.

Tabela 1. Resumo das médias para leituras da variável altura para as lâminas aplicadas no Híbrido Lyra

Lâminas	Médias das alturas		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L ₁	18,94 a	27,87 a	28,46 a
L ₂	17,27 a	26,12 a	26,63 a
L ₃	19,01 a	29,80 a	31,19 a
L ₄	17,18 a	28,12 a	29,23 a

Tabela 2. Médias das alturas para a adubação nitrogenada

Médias do nitrogênio para as alturas	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	18,20 a	28,08 a	29,08 a
Sem	18,00 a	27,88 a	28,67 a

Tabela 3. Médias das lâminas para o diâmetro.

Lâminas	Médias dos diâmetros		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L ₁	10,48 a	14,70 ab	14,79 ab
L ₂	9,28 a	13,06 b	13,17 b
L ₃	10,82 a	16,52 a	16,84 a
L ₄	10,80 a	14,39 ab	14,49 ab

Tabela 4. Médias dos diâmetros para a adubação nitrogenada

Médias do nitrogênio para diâmetro	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	10,44 a	14,58 a	14,78 a
Sem	10,25 a	14,75 a	14,86 a

CONCLUSÕES

Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.A.B.do; SILVA,M.T; BELTRÃO,N.E.de M., Zoneamento Agrícola da Mamona no Nordeste Brasileiro Safra 2005/2006.Estado da Bahia
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (Editores). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003 a. p.37-95.
- LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. Tradução de GHERY, H. R.; KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB. 1999. 108p.
- SEAGRI. BA. Disponível em: www.seagri.ba.gov.br/mamoneira. Acessado em: 15 Março 2007.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

HIDROGEOLOGIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, ÁREA EM CRATO, JUAZEIRO DO NORTE E BARBALHA-CE

LOPES, C. R. M.¹; CAVALCANTE, I. N.² & GUERRA JÚNIOR, W. DE G.³

¹Prof. Mestre, Curso Saneamento Ambiental, Centec-Cariri, Juazeiro do Norte-CE, R. Amália Xavier de Oliveira S/N, CEP 63000-000, ciceroberto@bol.com.br

²Prof. Doutor, Depto de Geologia, UFC, Fortaleza, CE.

³Mestrando em hidrogeologia, UFC, Fortaleza, CE.

RESUMO A hidrogeologia e o estudo da qualidade das águas subterrâneas no Cariri em uma área nos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha são a meta principal deste trabalho. A metodologia aplicada consiste principalmente de trabalhos em campo e das análises físico-químicas e bacteriológicas. A área está inserida num contexto tectônico-estrutural da Bacia Sedimentar do Araripe com o embasamento representado pelo Grupo Cachoeirinha, do Proterozóico Médio, e pelos Granitóides do Proterozóico Superior. O Cenozóico está representado pelas coberturas terciário-quaternárias e aluviões de rios. O principal sistema aquífero é constituído pelo conjunto das formações Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira, que possui as melhores condições de exploração de água subterrânea e contém a grande maioria dos poços construídos na área. Os dados hidrogeológicos revelam que a área pode ser totalmente abastecida por água subterrânea de boa qualidade físico-química. Em termos iônicos predominam as águas do tipo bicarbonatadas mistas, com potabilidade dentro dos padrões exigidos para saúde e sem restrições para uso na irrigação.

Palavras-chave: Hidrogeologia; Qualidade; Cariri.

HYDROGEOLOGY AND QUALITY OF GROUNDWATER, AREA IN CRATO, JUAZEIRO DO NORTE AND BARBALHA-CE

ABSTRACT: The hydrogeology and the study of the quality of groundwater in the Cariri in an area in the cities of Crato, Juazeiro do Norte and Barbalha are the main objective of this work. The applied methodology mainly consists of works in field and the physical-chemistry and bacteriological analyses. The area is inserted in a tectonic-structural context of the Basin Sedimentary of the Araripe with the basement represented for Cachoeirinha Group, of the Average Proterozoic, and for the Granitoids of the Proterozoic Superior. The Cenozoic is represented by the tertiary-quaternary coverings and alluviums of rivers. The main aquifer system is constituted by the set of the Mauriti formations, Missão Velha and Rio da Batateira, that possess the best conditions of extraction of groundwater and contains the great majority of the wells constructed in the area. The hydrogeological data disclose that the area can total be supplied by groundwater of good quality physical-chemistry. In ionic terms the mixing bicarbonated

waters of the type predominate, with potability inside of the standards demanded for health and without restrictions for use in the irrigation.

Keywords: Hydrogeology, quality, Cariri.

INTRODUÇÃO

O Cariri representa a mais importante e maior bacia hidrogeológica do Ceará, onde o seu potencial hídrico subterrâneo quantitativo destaca-se das outras bacias sedimentares do Estado (Anjos, 2000). Nesta região destacam-se, pela importância político-social e demanda hídrica, os municípios de Barbalha, Juazeiro do Norte e Crato, os quais são objetos de concentração deste trabalho.

Este trabalho tem por objetivo geral estudar a hidrogeologia e diagnosticar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos da região entre Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha onde foram considerados a análise das características que influenciam na qualidade dessas águas subterrâneas. Especificamente, este trabalho pretende estudar a ocorrência dos sistemas aquíferos; avaliar a qualidade das águas subterrâneas e observar os impactos antrópicos às águas subterrâneas.

O Cariri representa uma das mais importantes regiões em desenvolvimento no Ceará, considerada no presente trabalho a mesma utilizada pelo IBGE para distribuição populacional (Ceará, 1998) denominada de microrregião do Cariri, constituída de 8 municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras, Santana do Cariri e Jardim.

Os três (3) maiores municípios da região são representados por Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha que, juntos, possuem uma população urbana total de 379.366 habitantes. A maior cidade da região é Juazeiro do Norte com uma população em 2003, segundo informações do IPLANCE (Ceará, 1998), de 220.141 habitantes, com concentração predominante na zona urbana.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia realizada nesse trabalho está representada nas etapas agora descritas: Levantamento Bibliográfico; **Etapas de Campo** - O trabalho de campo tem como principais objetivos o mapeamento de reconhecimento das unidades hidrogeológicas e litoestratigráficas, assim como um inventário dos poços cadastrados para a caracterização da situação atual. Na visita de alguns poços foram utilizados um medidor de nível d'água, um medidor de pH e um medidor de condutividade elétrica para complementar as informações de hidroquímica; **Análises de Laboratório** - As amostras de água foram enviadas para o Laboratório da CAGECE, que utiliza os métodos padrões do “*Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*” para a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas. Nos resultados das



análises apresentados são determinados a turbidez, cor, odor, pH, alcalinidade, dureza, cálcio, magnésio, condutividade, cloretos, cloro residual, sulfatos, ferro, manganês, O₂ consumido, sódio, potássio, nitritos, nitratos, amônia, sólidos totais e alumínio; **Tratamento dos Dados** - As informações obtidas na primeira etapa e conferidas no campo receberam um tratamento mais apurado no que tange aos dados de cadastro de poços e análise de água. As análises físico-químicas tiveram sua precisão avaliada através da fórmula de Stabler e foram usadas nos diagramas de classificação iônica, nível de potabilidade e uso para irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos Hidrogeológicos Considerando a similitude de características hidrogeológicas, a imprecisão na descrição de grande parte dos perfis geológicos dos poços, será procedida a seguinte divisão hidrogeológica: Sistema Aquífero Superior (formações Exu e Arajara); Aquíclode Santana; Sistema Aquífero Médio (formações Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha); Aquíclode Brejo Santo; Sistema Aquífero Inferior (Formação Mauriti e parte basal da Formação Brejo Santo) (Mont'alverne et al. 1996). A área de estudo está inserida no Sistema Aquífero Médio (Beurlen, 1962). Quanto às condições de explotabilidade das águas desse sistema aquífero, podem ser consideradas muito boas. Foi notado a facilidade de exploração desse manancial: em média, o nível estático da água situa-se numa média de 13m de profundidade, variando para um pouco mais nos locais de intensa exploração, como em torno dos centros urbanos de Crato e Juazeiro do Norte, onde chegam até 34,6 m de profundidade.

Potabilidade Nas análises físico-químicas e bacteriológicas, essas características podem ser observadas e relacionadas a padrões (Tabela 1). No Diagrama de Schöeller foram plotados a média geral das concentrações das análises físico-químicas de 48 amostras da área de estudo. Observa-se que todas os poços captam águas subterrâneas inseridas dentro do padrão de potabilidade, sendo classificadas com boas, havendo uma exceção no que diz respeito a dureza onde foram enquadradas como medíocres.

Ferro (Fe) As águas subterrâneas dos poços que abastecem Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha têm teores de ferro que variam de 0,01 a 1,53 mg/L com média de 0,18 mg/L, com Juazeiro do Norte destacando-se dos demais municípios da área com maior presença de ferro em 12 amostras, cuja concentração varia de 0,1 a 0,3 mg/L. A maioria das águas dos poços da área estão com teores de Fe dentro dos padrões de potabilidade segundo a OMS.

Tabela 1 - Valores obtidos das análises das águas da área de estudo

Parâmetros	Unidade	Mínimo	Máximo	Portaria nº 36/90 MS	Padrão OMS
Ph	-	5,5	8,3	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
C.E.	μS/cm	84	975	-	-
Dureza	mg/L de CaCO ₃	23	243	500	500
Na	mg/L	2,8	134,6	-	200
K	mg/L	1,0	38,5	-	-
Ca	mg/L	2,2	97,4	-	-
Mg	mg/L	3,8	31,2	-	-
Mn	mg/L	0,02	0,04	0,1	0,1
Fe total	mg/L	0,01	1,53	0,3	0,3
Cl	mg/L	06	183	250	250
SO ₄	mg/L	0,4	173	400	400
HCO ₃	mg/L	5,9	225	-	-
NO ₃	mg/L	0,8	36,5	10	10
Al	mg/L	0,001	0,15	0,2	0,2

Ministério da Saúde (MS); Organização Mundial de Saúde (OMS)

Manganês (Mn⁺) Nas 48 amostras analisadas, apenas em 5 amostras em Crato observou-se a presença de manganês entre 0,02 a 0,04 mg/L, mas essas águas estão dentro dos padrões de potabilidade da OMS que aceita valores de manganês de até 0,1 mg/L.

Alumínio (Al) O alumínio está presente em 43 amostras na área de estudo com uma média de 0,02 mg/L, sendo que a maioria está abaixo do valor máximo recomendável pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 0,02 mg/L. Apenas uma amostra de um poço de Juazeiro do Norte apresentou um valor elevado de 0,15 mg/L.

Cloretos (Cl⁻) Na área de estudo a concentração de cloreto nas águas subterrâneas dos poços varia de 6 a 183 mg/L, com média de 24,2 mg/L. Esses valores estão abaixo do recomendado pela OMS, que é de 250 mg/L.

Razão De Adsorção De Sódio As águas subterrâneas dos poços da área de estudo prestam-se para o cultivo de quase todos os vegetais havendo uma exceção num poço em Juazeiro do Norte que está com água com teor elevado em relação ao risco de sódio.

Bacteriologia Da Água Além da físico-química, foram realizadas também 48 análises bacteriológicas, com o objetivo de identificar possíveis organismos patogênicos que comprometem a qualidade da água e, conseqüentemente, a saúde do homem. As amostras foram coletadas na sua maioria em poços que a população utilizava a água para consumo. Nas 48 amostras analisadas não foram detectadas a presença de bactérias. O aspecto construtivo, a manutenção e a localização desses poços contribuem para esse quadro.



CONCLUSÕES

A área de estudo ocupa uma área de 410 km² sendo um dos maiores pólos urbanos do Estado do Ceará, com uma população de 379.366 habitantes tendo o comércio como principal atividade econômica.

Em termos hidrogeológicos, a área apresenta quatro sistemas distintos, onde dois se definem como aquíferos (Depósitos Cenozóicos e formações Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira), um possui o comportamento de aquícluído (Formação Brejo Santo) e o embasamento cristalino possui pouca importância hidrogeológica local sendo, de maneira geral, um aquífugo.

O Sistema Hidrogeológico Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira é o mais importante para a região, em termos de exploração de água subterrânea, onde 80% dos poços construídos se encontram nesse sistema.

O abastecimento público da área pode ser feito totalmente por água subterrânea, com água de boa qualidade físico-química e bacteriológica. As águas subterrâneas da área foram classificadas, segundo o Diagrama de Piper, como bicarbonatadas 79,2% (mistas, sódicas e magnesianas), 10,4% cloretadas magnesianas e 10,4% mistas. O Diagrama de Schöeller & Berkloff revelou que as águas subterrâneas apresentam poucas restrições ao consumo humano (boa potabilidade), sendo apenas não recomendável o seu uso generalizado na indústria (dureza média/alta). Todas as amostras, segundo o Diagrama U. S. Salinity Laboratory, são águas que apresentam baixo a médio teor de salinidade sem qualquer restrição de uso na agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, F. T. dos. Estudo hidrogeológico do aquífero Rio da Batateira e caracterização da possibilidade de abastecimento d'água nos municípios do Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha – CE no ano de 2020. 2000. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade de Pernambuco, Recife.
- BEURLIN, K.. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1962, Recife. Anais. Publicação especial, Recife, SBG. P. 47. 1962.
- CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Anuário Estatístico do Ceará. 1997 - Tomo 2. Economia e Finanças. Edições Iplance. Fortaleza. 1998.
- MONT'ALVERNE, A. A. F.; PONTE, F. C.; COSTA, W. C.; DANTAS, J. R. A; LOPES, C. F.; MELO JUNIOR, A. H.; PONTE, J. S. A ; FILGUEIRA, J. B. M.; SOUZA, S. do R.; SILVA, E. C. C. da. Projeto Avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe. 1996. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. Recife. Fase I. 100p. il.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

ARTIGO TÉCNICO

USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO

ALVES, L. A.¹; GONÇALVES, E. DE O.¹; BARROS, R. DE S. B.²;
GOMES FILHO, R. R.³; LIMA, S. C. R. V.⁴ & RODRIGUES, A. L.⁴

¹ Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/LIMOEIRO DO NORTE-CE

² Autor do trabalho, Especialista em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/SOBRAL-CE

³ Doutor em Engenharia Agrícola, professor da FATEC/LIMOEIRO DO NORTE-CE

⁴ Mestre em Agronomia, professores da FATEC/SOBRAL-CE

RESUMO: A água é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento populacional, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, especialmente pela poluição dos mananciais. No contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, surge como alternativa potencial de racionalização, a reutilização da água para vários usos, inclusive para irrigação, pois são vários os benefícios agregados a este, incluindo a recarga do lençol freático e a fertirrigação de diversas culturas. Com isso o objetivo da pesquisa foi demonstrar a importância da utilização da técnica de reuso de água para irrigação, salientando a necessidade de regulamentação específica, inexistente no Brasil, com os cuidados cabíveis na proteção ambiental e conservação da qualidade de água, considerando-se duas dimensões fundamentais na prática do reuso: análise da tendência a formação e/ou fortalecimento do mercado de água de reuso no Brasil; e análise da postura que o setor público deve exercer frente à questão.

Palavras Chave: escassez de água, reutilização, irrigação.

RESIDUARY WATER USE IN THE IRRIGATION

ABSTRACT: The water is a resource each more scarce time, either for the population growth, with increase of the demand, either for the reduction of offers, especially for the pollution of the sources. In the context of water scarcity that reaches some regions of Brazil, associated with the problems of quality of the water, appear as alternative potential of rationalization, the reutilização of the water for some uses, also for irrigation, therefore the aggregate benefits to this are several, including the recharge of the freático sheet and the fertirrigação of diverse cultures. With this the objective of the research was demonstrates the importance of the use of the technique of reuses of water for irrigation, pointing out the necessity of specific, inexistent regulation in Brazil, with the cabíveis cares in the ambient protection and conservation of the quality of water, considering itself two basic dimensions in the practical one of I reuse it: analysis of the trend the formation and/or fortalecimento of the water market of I reuse in Brazil; e analysis of the position that the public sector must exert front to the question.

Keywords: water scarcity, reutilização, irrigation.



INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. O volume total de água doce no planeta representa cerca de 35 milhões de Km^3 , ou seja, 2,52%, sendo o Brasil um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, dispondo de um volume médio de 257.790 m^3/s . O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-os, sem um consciente reflexo dessa perda coletiva no sistema de preços. Diante disso, revela-se premente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água e definir melhor a alocação de recursos, relacionando o preço do bem e do serviço produzido com a qualidade e quantidade do recurso natural. Em função da escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, torna-se uma alternativa potencial de racionalização desse bem natural a reutilização da água para vários usos, inclusive a irrigação agrícola, que representa aproximadamente 70% do recurso hídrico no mundo. São vários os benefícios da água de reuso proveniente de tratamento de esgotos na agricultura, podendo-se mencionar a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, com a diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d' água; aumento qualitativo e quantitativo na produção; além da economia da quantidade direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público. A reutilização da água procede de várias maneiras, como forma de afastar resíduos líquidos, diversas comunidades lançam seus esgotos, muitas vezes não tratados, em corpos de águas superficiais, poluindo-os. Em seqüência, essa água contaminada poderá servir de fonte de abastecimento para comunidades a jusante, que irão captar a água para diversos usos, retornando-as para os mesmos rios, formando assim o ciclo de reuso. Com isso, é necessário um controle de lançamento de efluentes nos vários trechos do rio para satisfazer os requisitos de qualidade do reuso, como por exemplo, para irrigação de frutíferas. Embora no Brasil já se esteja realizando a prática de reuso em alguns estados, como principalmente em São Paulo, não existe nenhuma legislação específica tratando da temática, no qual é essencial a necessidade de regulamentação e uso de instrumentos econômicos para o controle da qualidade da água, com o propósito de aumentar a eficiência, reduzindo assim os custos sociais e gerando meios fiscais para o financiamento de ações de proteção ao meio ambiente, podendo ser

implementado a cobrança pelo uso e/ou poluição dos recursos hídricos, com intuito de induzir o usuário a uma racionalização no uso desse recurso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da prática de reuso, pode-se mencionar diversos benefícios agregados, os efluentes ou águas de segunda qualidade são partes integrantes dos recursos nacionais e poderão ser utilizados de forma benéfica para usos múltiplos, o reuso evita a descarga de efluentes em corpos hídricos; a utilização de efluentes tratados para fins benéficos se constitui em prática de racionalização e de preservação; e o reuso promove o planejamento, regulação e controle do uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos; aumento de produção e produtividade agrícola, devido aos nutrientes benéficos as plantas contidos nas águas de reuso. Tanto na legislação ambiental, quanto na hídrica, salienta-se para a busca de formas de racionalização da água, permitindo assim considerar como precedentes para a definição de uma legislação que trate o reuso, alternativa de uso racional da água para diversos fins, incluindo o agrícola, de forma mais específica. A lei nº. 6.938/81, de 31/08, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelece, como princípios norteadores das ações governamentais para o meio ambiente, “incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso nacional e a proteção dos recursos ambientais”, além da “racionalização do uso da água” e “preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente”. A lei nº. 9.433/97, de 08/01, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também oferece fundamentos jurídicos para a racionalização do uso da água, como “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável” e com relação à cobrança, tem como objetivo “incentivar a racionalização do uso da água”. A Resolução CONAMA nº. 20, de 18/06/86 estabelece a classificação das águas com base nos usos preponderantes e prioritários (sistema de classes de qualidade), estabelecendo nível de qualidade (classes) a ser alcançado e/ou mantido em um trecho do corpo hídrico ao longo do tempo, com o intuito de diminuir os custos de combate à poluição das águas e determinar a possibilidade de usos menos exigentes, no qual o reuso pode se enquadrar. Na tabela 1 temos a classificação das águas, na qual a Resolução indica e determina os usos preponderantes, definindo, conseqüentemente, o suposto reuso do tipo indireto, pois, quando as águas são reutilizadas, pressupõe-se sua captação em cursos d'água de domínio público.



Tabela 1. Classificação das águas e reutilização na irrigação.

CATEGORIA	CLASSES	REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO
DOCES	Especial	
	1	Reuso indireto na irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
	2	Reuso indireto na irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
	3	Reuso indireto na irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras
	4	Reuso indireto na harmonização paisagística
SALINAS	5	
	6	
SALOBRAS	7	
	8	

Um dos instrumentos da PNRH que poderá estimular o reuso da água como forma de minimização de passivo ambiental é a cobrança pelo uso da água, por meio do princípio poluidor-pagador, no qual ao poluidor devem ser imputados os custos necessários do combate à poluição, incluindo também os custos da proteção ambiental, quaisquer que eles sejam, considerando custos de prevenção, reparação e repressão do dano ao meio ambiente, custos esses definidos pelo Poder Público. Percebe-se, analisando as experiências internacionais que alguns países e regiões já estabeleceram mercados de água, incluindo a água de reuso, destinada para fins específicos. No caso da irrigação, experiências internacionais relacionando o tipo de irrigação e água de reuso podem ser estudadas, aproveitadas ou adaptadas para a realidade brasileira. Atualmente, a idéia de utilizar um volume de água para diversos fins não é muito aceita nos diferentes públicos consumidores desse bem, porém, a tendência é de mudança desse comportamento, visto que a necessidade de prática de reuso é uma realidade para a racionalização do bem natural finito, água.

CONCLUSÕES

Com o aumento da demanda de água e redução da oferta, gerando escassez de água para irrigação surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e preservação ambiental. Dada a inovação do tema de reuso da água para irrigação no Brasil, considerando ainda não existir regulamentação específica na temática, estando ainda em fase inicial de formulação de propostas de resoluções legais, a finalidade da discussão é estimular a reflexão e análise do tema, possibilitando fornecer subsídios para agregar considerações a propostas de trabalho e/ou de instrumentos legais. Por meio da prática de reuso, pode-se perceber as

vantagens do ponto de vista de planejamento integrado de recursos hídricos, como o controle de poluição e proteção de mananciais de água potável e o aumento da produtividade agrícola, além de liberar os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde há maior exigência de qualidade, tais como o abastecimento humano. Sendo assim, é preciso se definir uma política de reuso, estabelecendo critérios para a sua implementação em nível federal e de bacias hidrográficas, além da necessidade de desenvolver uma base legal específica, com a definição de normas, instrumentos de gestão, padrões, critérios de fiscalização e monitoramento e códigos de práticas, bem como delinear o arcabouço institucional, de forma articulada e participativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S. **A responsabilidade civil e o princípio do poluidor pagador**. Faculdade de Direito da UFPE. Agosto 1999. Disponível na Internet: <www.omnicom.com.br/ocanal/polpag.htm>. Citado: 04 de Abril 2004
- BEEKMAN, G. B. et al. **Aspectos de sustentabilidade e vulnerabilidade dos recursos hídricos- “stress hídrico”**. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995, Recife. Conferência... Recife: Associação Brasileira Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BEEKMAN, G. B. **Qualidade e conservação da água**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Conferência... Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P. C. S. **Conceito de reuso de água**. In: Reuso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo- Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES. São Paulo, 2002.
- CIRRA- CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REUSO DE ÁGUA. **Reuso de água**. Universidade de São Paulo. 2002. Disponível na internet: <www.usp.br/cirra/reuso>. Citado: 02 de Maio de 2004.
- FINK, D. R. & SANTOS, H. F. **A legislação de reuso da água**. In: Reuso de água; Capítulo 8. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo - faculdade de Saúde pública. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES. São Paulo, 2002.
- GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- REVISTA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Reciclagem da água, uma alternativa real**. Brasília: ABID, n°. 51, 3° trimestre 2001. p. 55-56.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE IRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM UM MINI PIVÔ CENTRAL

OLIVEIRA, M. H. M. DE

¹Plantagri, Galpão 4; Bloco C, Campus do Pici. NUTEC CEP 60.455.700, Fortaleza, CE. Fone (085) 9922.55.93. e-mail: mhermogenes@msn.com

RESUMO: A presente pesquisa teve como objetivo principal, avaliar um sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central e determinar a influência da velocidade e direção predominante do vento no sistema. O estudo foi realizado no município de Limoeiro do Norte CE, no período de setembro a dezembro de 2001. Foram instalados coletores em duas direções, uma paralela e outra perpendicular à direção predominante do vento. Realizou-se setenta e nove testes, através dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); da Eficiência de Irrigação (EI); das Perdas d'água Aplicada (PDA); Pedadas d'água Evaporada (PDE) e Perdas d'água Carreada (PDC). Os dados obtidos para os (CUC), menores que 88% e (CUD), menores que 80%, mostraram um sistema com desempenho insatisfatório, com distribuição de água deficiente. Os valores de (EI) inferiores a 70%, com média dos testes de 53,14%, demonstraram baixa eficiência do sistema, a (PDC) de 39,56% mostraram fragilidade do sistema à velocidade do vento, com (PDE) de 7,57%. A irrigação foi mais eficiente quando a direção dos ventos se encontrou perpendicular à linha do pivô.

Palavras chave: Desempenho, Perdas de água.

EVALUATE A SYSTEM OF IRRIGATION FOR ASPERSION TYPE CENTER PIVOT

ABSTRACT: The present research had as objective main, to evaluate a system of irrigation for aspersation type center pivot and to determine influence it of the speed and predominant direction of the wind in the system. The study it was carried in the city of Limoeiro do Norte Ceará, Brasil, in the period of September the December of 2001. They had been installed collecting in two directions, a parallel and another perpendicular to the predominant direction of the wind. One became fulfilled seventy and nine tests, through the Christiansen Coefficients of Uniformity of (CUC); Distribution Coefficient of Uniformity (CUD); of the Irrigation Efficiency (EI); Water Losses by wind Drifting (PDA); Water Losses by Application (PDE) and Water Losses by wind drifting (PDC). The system performance, with unsatisfactory water distribution, can be considered deficient by the values of the CUC (below 88%) and CUD (below 80%). Values of EI (below 70%) shown low efficiency of the system. Water losses by application (PDA) of 38,48%, losses by drifting (37,56) and losses by evaporation (PDE) of 7,57% all show the vulnerability of system concerning wind velocity. The irrigation by the center pivot was more

efficient when the wind direction was parallel to the pivot line and less efficient when it was perpendicular to the pivot line.

Key wards: Performance, Losses of water.

INTRODUÇÃO

A água é um dos bens que se encontra em escassez no mundo e somente 1% de toda a água do planeta está disponível para o consumo humano. Mais de 60% das derivações dos cursos d'água brasileiros são para fins de irrigação. Por ser o principal concorrente pelo uso da água, deve ser estimulados os manejo racional da irrigação e a otimização dos equipamentos utilizados, LIMA (1999). No estado do Ceará, a área com irrigação por aspersão corresponde a 32,8% do total irrigado. A necessidade de se encontrar o rendimento do trabalho no campo instiga o homem a buscar incessantemente a sua otimização.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de irrigação de um pivô central utilizando a metodologia proposta por Merriam & Keller (1978), com o intuito de determinar a influência da velocidade e direção dos ventos na qualidade de irrigação do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Características climáticas da área estudada. As coordenadas geográficas da área estudada dão 5° 6' 38'' e 5° 11' 39'' de latitude Sul e ao Oeste de Greenwich entre as paralelas 37° 52' 21'' e 37° 56' 05'' de longitude. A área em estudo s encontra sob a influência de um clima semi-árido, com pluviosidade média anual de 550 a 940 mm. É ainda caracterizado por duas estações distintas, uma seca compreendendo os meses de junho a dezembro, e outra chuvosa, predominando no período de janeiro a maio, com maios influência de chuvas nos meses março e abril. A temperatura média anual é de 27°C. As médias mais altas atingem valores superiores a 28°C e ocorrem no período entre meses de setembro a dezembro. As temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de julho/agosto e chegam a atingir valores inferiores a 25°C. A umidade relativa do ar chega a valores superiores a 84% no mês de abril e inferiores a 50% em setembro.

Parâmetros utilizados na avaliação do sistema pivô central.

Coefficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC).

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{N \cdot \bar{x}}\right) 100 \quad (1)$$

em que,



X_1 = média individual coletada num pluviômetro representando uma mesma área (mm.cm^{-3}); \bar{X} = média aritmética de todas as medições (mm.cm^{-3}); N = número total de medições (adim).

Coefficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

$$CUD = \left(\frac{\bar{Y}}{\bar{X}} \right) 100. \quad (2)$$

em que,

\bar{Y} = lâmina média ponderada mínima ou das 25% menores lâminas coletadas (mm).

Eficiência de Irrigação (EI).

Se, por um lado, os coeficientes de uniformidade de distribuição medem somente o grau de distribuição da aplicação da água, por outro lado, as medidas de eficiência dependem tanto da uniformidade como da forma com que o equipamento é operado (Frizzzone, 1992).

$$EI = \left(\frac{\bar{Y}}{\bar{L}} \right) 100. \quad (3)$$

em que.

\bar{L} = lâmina média aplicada (mm).

Eficiência de Aplicação Potencial (EAP).

$$EAP = \left(\frac{\bar{X}}{\bar{X} + E_v} \right) 100 \quad (4)$$

em que,

E_v = Evaporação do período do teste (mm. h^{-1}).

Perda d'água aplicada (PDA).

$$PDA = 100 - EI \quad (5)$$

Perda d'água Evaporada (PDE).

$$PDE = 100 - EAP \quad (6)$$

Perda d'água Carreada (PDC).

$$PDC = PDA - PDE, \quad (7)$$

Características do sistema de irrigação.

O sistema de irrigação por aspersão avaliado foi do tipo míni pivô central de baixa pressão utilizando bocais de diâmetros crescentes ao longo da linha lateral. O sistema está equipado com reguladores de pressão de 1,02 ATM e emissores tipo spray fixo com placa

defletora plana de estrias finas montados em pendurais a 2,0 m do solo. Os 4 últimos vãos e o lance balanço estão equipados com sprays duplos. Para deslocamento possui motorreductores de 1,0 CV nas 6 torres internas e 1,5 CV nas demais torres externas. O desnível da bomba ao pivô é de 00,0 m e do pivô ao ponto mais alto é 00,0 m. Foram utilizados 20 (vinte) coletores pluviométricos de plástico em cada raio, distanciados nos espaçamentos de 6m, com diâmetro interno de 7,3 cm, fixados sobre uma haste de metal a uma altura de 70 cm entre a superfície do solo e seção de captação.

Para determinação das perdas por evaporação, durante a realização dos ensaios foram utilizadas quatro recipientes com as mesmas características dos coletores, colocados nas proximidades da área de ensaio. O sistema foi avaliado em uma regulagem do relé com rotação em 100%, sendo realizados 79 testes, todos os dados foram coletados entre 5 e 18 horas. A pressão no ponto do pivô foi registrada do manômetro de Bordon instalada na tubulação da entrada lateral, sendo mantida a pressão de 37,6 mca. O tempo médio de rotação em avanço foi de 2h 29min 20seg. Os dados de velocidade do vento foram obtidos através de um anemômetro, totalizador de caneca, instalado na estação agro meteorológica, localizada a 100 m da área experimental, coletados no início e no fim da passagem do pivô central sobre cada linha de coletores. Os dados de direção predominante do vento foram obtidos através de uma biruta instalada ao lado da torre do pivô central.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela I, observa-se que em todos os intervalos de velocidade dos ventos o CUC tem limite mínimo de referencia para sistemas de irrigação por aspersão. A média do CUC evidencia uma má distribuição de água. Encontramos em todos os intervalos de velocidade de vento os valores de EI inferiores a 70%, limite mínimo de referencia para sistemas de irrigação, a média apresenta um desempenho muito baixo do sistema de irrigação.

Tabela I: Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento.

Intensidade de Veloc. de vento ($m.s^{-1}$)	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	78,98	66,92	65,11	34,89	95,73	4,27	30,62
1 – 2	74,38	58,19	63,45	37,92	94,30	5,69	32,37
2 – 3	76,24	63,10	59,93	41,10	91,27	8,72	32,37
3 – 4	77,05	57,27	51,15	48,82	91,18	8,10	40,29
4 – 5	73,91	56,55	45,62	54,38	98,00	11,00	43,38
5 – 6	73,63	55,02	44,25	55,75	91,51	8,49	47,25
6 – 7	75,65	53,53	42,46	57,54	93,24	6,76	



Na tabela II, observando-se os CUC e CUD vimos que houve uma má distribuição de água. Há pontos do solo que recebem lâminas de água bastante reduzidas devido ao carreamento da água. No que tange a PDA, o valor médio dos testes mostra um desempenho bem inferior aos limites de aceitação, a velocidade do vento demonstra sua influencia, pois à medida que esta aumenta, as perdas tendem a se elevarem. É importante frisar que as PDC são maiores que as PDE, principalmente nas primeiras horas do amanhecer.

Na Tabela III apresenta os valores de todos os parâmetros avaliados quando o raio de coletores é perpendicular à direção predominante dos ventos. Observam-se as mesmas tendências de variação em todos os intervalos de velocidade média de vento. Os valores de CUC e CUD evidenciam uma má distribuição de água na superfície irrigada, a média de todos os testes mostra limites inferiores aos estabelecidos para sistemas de irrigação por aspersão. A velocidade dos ventos não tem influencia direta no processo de uniformidade de distribuição.

A EI apresenta valores menores que 70% com média dos testes de 53,34%. As PDA foram maiores que 30%, resultando em um mau desempenho no campo. As PDC com valores foram bem maiores que as PDE, a variação de velocidade dos ventos teve grande influencia das PDC e pouca influencia na PDE. Comparando a atuação do pivô central ao passar sobre os dois

Tabela II: Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento em direção paralela a linha e coletores.

Intensidade de Veloc. de vento (m.s ⁻¹)	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	65,75	54,43	70,23	29,77	79,73	3,61	26,17
1 – 2	77,99	69,52	67,94	32,06	98,05	1,95	30,11
2 – 3	79,50	68,10	62,28	37,72	90,65	9,35	28,37
3 – 4	77,00	54,96	51,52	48,48	92,10	7,90	40,58
4 – 5	73,03	54,79	44,65	55,35	88,80	11,20	44,14
5 – 6	74,02	55,51	44,31	55,69	91,72	8,28	47,40
6 – 7	75,65	53,53	42,46	57,54	93,24	6,76	50,78

Tabela III: Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento em direção perpendicular a linha e coletores.

Intensidade de Veloc. de vento (m.s ⁻¹)	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	79,10	69,59	66,52	33,48	95,84	4,16	29,32
1 – 2	78,38	65,20	60,12	39,88	93,99	6,01	33,86
2 – 3	71,83	58,69	54,16	45,84	92,14	7,86	37,98
3 – 4	77,14	61,90	50,51	49,49	91,50	8,50	40,99
4 – 5	74,70	58,14	46,49	53,51	89,18	10,82	42,69
5 – 6	72,26	53,33	42,28	57,72	90,81	9,19	48,53

raios de coletores observa-se no que diz respeito ao CUC e CUD, que ao trabalhar na direção paralela ao vento obteve uma ligeira vantagem de quando está perpendicular a direção predominante dos ventos. A EI obteve uma média de 54,77% e 53,34% respectivamente nas direções perpendicular e paralelo à direção predominante dos ventos.

CONCLUSÃO

Após a análise dos dados no presente trabalho, tendo em vista os objetivos propostos e a metodologia utilizada, pode-se concluir que:

O sistema de irrigação avaliado não opera em boas condições de distribuição de água;

A velocidade média e a direção predominante dos ventos não apresentaram influências sobre a Uniformidade de Distribuição de Água na parcela;

A velocidade média e a direção predominante dos ventos influenciarão na EI, principalmente com a irrigação perpendicular ao vento.

O sistema de irrigação opera com elevada perda de aplicação de água e as perdas de água por carreamento ou arraste pelo vento foram maiores que as perdas de água por evaporação;

O pivô apresentou melhores desempenhos trabalhando em sentido paralelo do que no sentido perpendicular aos ventos predominantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, ESALQ, 1992. 53p. (Série Didática)

LIMA, J. E. F. W.; Raquel, S. A. F.; DEMÉTRIOS, C. **O Uso da Irrigação no Brasil**. ANEEL – MMA/SRH – OMM, 1999.

MERRIAM, J. L. & KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: A guide for management**. 2ª ed. Logan: Utah State University, 1978.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

LEVANTAMENTO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE NAS REGIÕES DO BAIXO E MÉDIO JAGUARIBE (CEARÁ)

SILVA, F. L.¹; SANTOS, F. S. S.¹; COSTA, S. C.¹;
DIOGENES, R. R. M.¹; OLIVEIRA, C. W.¹ & CHAVES, L.C.G.¹

¹Professor, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE.
(88) 34236915. e-mail: fco_limeira@yahoo.com.br

²Tecnólogo em RH/Irrigação, Prof. MSc. Faculdade de Tecnologia CENTEC, Limoeiro do Norte, Ceará.

³Engº Agrº., Doutorando Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

⁴Tecnólogo em RH/Irrigação, Del Mont, Limoeiro do Norte, Ceará.

⁵Engº Agrº., Prof. Dr. Faculdade de Tecnologia CENTEC, Limoeiro do Norte, Ceará.

⁶Tecnólogo em RH/Irrigação, MSc. FUNCEME, Fortaleza, Ceará

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de realizar um diagnóstico da eficiência do uso da água de irrigação por superfície no Médio e Baixo Jaguaribe, Ceará. Foram avaliadas 17 áreas que utilizavam o método de inundação, 08 de sulcos, 02 de faixas e 01 de microbacias. Para a irrigação por sulcos foi seguida a metodologia proposta por Walker (1989), sendo que os parâmetros da equação de infiltração foram obtidos a partir do método de entrada e saída do fluxo d'água e para as irrigações por inundação, faixas e microbacias, a metodologia consistiu na obtenção de dados visando a determinação da lâmina ou volume, sendo esses dados relacionados às necessidades hídricas das culturas. Constatou-se que uma parte dos irrigantes aplicam água de maneira satisfatória, porém não se trata de um perfil uniforme na região. Desse modo, é de suma importância o desenvolvimento de políticas que favoreçam incrementos à eficiência no uso da água de irrigação de modo a proporcionar a sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas, bem como, a racionalização no uso desse recurso.

Palavras chave: irrigação de superfície, avaliação e eficiência.

SURVEY OF THE EFFICIENCY OF SYSTEMS OF IRRIGATION FOR SURFACE IN THE REGIONS OF LOW AND AVERAGE JAGUARIBE (CEARÁ)

ABSTRACT: The work was developed in the intention of accomplishing a diagnosis of the water usage efficiency by surface irrigation methods in the Medium and Low Jaguaribe watershed, Ceará. They were evaluated 17 areas that used the surface method, 08 of furrows, 02 of strips and 01 of micro basins. For the furrows irrigation the methodology was the proposed by Walker (1989), and the parameters of the infiltration equation were obtained from the entrance and exit method of the water flow. For the flood irrigation, strips and micro basins, the methodology used consisted of the obtaining of data to determine

the water depth or volume, being those data related to the needs water needs of the cultures. It was verified that a part of the irrigation farmers applied water in a satisfactory way; however it is not uniform outlook in the area. Therefore, it is of the highest importance the development of politics that increments water usage efficiency to provide the sustainability of the agricultural enterprises, as well as the appropriated usage of that resource.

Key-works: surface irrigation, evaluation, efficiency.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muito se investiu na infra-estrutura hidráulica no Estado do Ceará, principalmente na Bacia do Rio Jaguaribe. Entretanto, crises no abastecimento e conflitos ainda acontecem com razoável frequência, principalmente com a disputa entre as demandas para abastecimento humano, industriais e agricultura irrigada (Campos et al., 2007).

A bacia hidrográfica do Jaguaribe ocupa cerca de 48 % do território cearense (74.621km²) e encontra-se dividida em cinco sub-bacias: Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e Banabuiú (Figueirêdo et al., 2007). As sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe assumem importância econômico-ambiental para o estado do Ceará quando nelas estão inseridos inúmeros projetos públicos e privados como Jaguaribe-Apodi, Tabuleiros de Russas, Curupati, Jaguaruna, dentre outros.

A referida área é abastecida pelo Rio Jaguaribe, perenizado pelo Açude Público Castanhão, o que lhe confere uma forte base para o desenvolvimento da agricultura irrigada.

Contudo, faz-se mister uma política de apoio e gerenciamento dos recursos hídricos da região de modo a favorecer a sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas, bem como o suprimento adequado às outras demandas como os consumos humano, industrial e da pecuicultura. Segundo levantamento realizado por Figueirêdo et al. (2007) nas Regiões do Médio e Baixo Jaguaribe, a irrigação é responsável pelo consumo de aproximadamente 73 % da demanda hídrica.

Analisando o cadastro realizado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH (1999/2000), Gondin et al. (2004) constataram que a irrigação por inundação está presente em cerca de 40 % da área irrigada na região. Verificando, portanto, uma predominância da irrigação por superfície. Esse fato pode ser atribuído a inúmeros fatores, dentre eles o intenso cultivo do arroz que ocupa aproximadamente 75 % da área irrigada por inundação. Em segundo lugar, foi constatado que a microaspersão abrange pouco mais de 21 % da área irrigada, a aspersão cerca de 14 %, pivô central quase 9 %, gotejamento 8 %, sulco 6% e finalmente com menos de 2 %, faixa.

Diante desse quadro e ciente de que, normalmente, a irrigação por superfície possui eficiência de aplicação reduzida e, além disso, demanda uma quantidade considerável de água, é de suma importância que se realizem trabalhos in loco no sentido de vislumbrar a realidade da operacionalização e manejo dos sistemas de irrigação na região.



Face ao exposto, e juntamente com a escassez de informações precisas nessa área de conhecimento, foi realizado o presente estudo que consiste na realização de um diagnóstico da eficiência do uso da água de irrigação por superfície no Médio e Baixo Jaguaribe, em busca de parâmetros para fundamentação de ações posteriores que possibilitem a otimização do uso da água e o aperfeiçoamento do manejo de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas regiões do Médio e Baixo Jaguaribe, sendo avaliadas 17 áreas que utilizavam o método de inundação, 08 de sulcos, 02 de faixas e 01 de microbacias. Para o método de sulcos foi seguida a metodologia proposta por Walker (1989).

Os parâmetros da equação de infiltração foram obtidos a partir do método de entrada e saída do fluxo d'água. Para tanto foram utilizadas calhas Parschal localizadas ao longo do sulco e da fase de avanço. A primeira calha, de 2" de garganta, foi colocada no início do sulco e a segunda, de 1", com 30 m de distância. Os coeficientes de eficiência de aplicação foram obtidos por meio da seguinte equação.

$$Ea = \frac{L_{REQ} \cdot C}{Q_o \cdot t_{co}} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

Ea – eficiência de aplicação da água no sulco, %

L_{REQ} – lâmina requerida, $m^3 m^{-2}$

C – comprimento do sulco, m

Q_o – vazão de entrada, $m^3 min^{-1}$

t_{co} – tempo de corte, min

No tocante aos métodos de inundação, faixas e microbacias, a metodologia consistiu na obtenção de dados visando a determinação da lâmina aplicada para o cultivo de plantas anuais ou volume aplicado por planta quando se tratava de culturas perenes e/ou semi-perenes.

Os dados coletados compreendiam a (i) vazão na entrada de uma parcela representativa da área, obtida por meio de calhas Parschal de 1" ou 2", (ii) número de plantas da parcela quando se tratava de fruteiras ou a dimensão da parcela com o cultivo de culturas anuais, o (iii) tempo de irrigação na parcela e (iv) turno de rega.

Uma vez que o produtor não dispunha de informações de análise físico-hídricas do solo, a água necessária para suprir a demanda das culturas foi estimada por meio de dados climáticos. Nesse sentido, os valores da evapotranspiração de referência (ET_o) e dos coeficientes de cultura

(Kc) foram extraídos do trabalho de Hargreaves (1973) estudando os dados climáticos de 50 anos da região.

Assim, para culturas anuais a eficiência de aplicação foi determinada usando a equação:

$$Ea = \frac{A \cdot ET_o \cdot K_c \cdot T_R}{60 \cdot Q \cdot T} \times 100 \quad (2)$$

em que:

Q – vazão na entrada da parcela, L s⁻¹

T – tempo de irrigação da parcela, min

A – área da parcela, m²

ET_o – evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹

K_c – coeficiente da cultura ou de cultivo, adimensional

T_R – turno de rega, dia

Contudo, com relação a culturas perenes ou semi-perenes, os cálculos procederam da seguinte maneira.

$$Ea = \frac{NP \cdot T_R \cdot ESP \cdot ET_o \cdot K_c}{60 \cdot Q \cdot T} \times 100 \quad (3)$$

onde:

NP – número de plantas na parcela

ESP – espaçamento da cultura, m²

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e com o disposto na Tabela 01, pode-se constatar que apenas parte dos sistemas avaliados encontra-se em boas condições de eficiência de aplicação. No que diz respeito aos sistemas de irrigação por inundação, mais de 50% dos irrigantes aplicam água às culturas de maneira insatisfatória. Nesse sentido, têm-se produtores com eficiência de aplicação entre 11,2 e 97,9 %. Por outro lado, pôde-se constatar que o restante dos produtores aplica água em excesso, de modo que foram encontrados coeficientes de 103,9 a 292,9 %. Isso representa a aplicação de lâminas de irrigação superiores às necessárias de até três vezes, aproximadamente.

Na irrigação por sulcos, observa-se que 75% dos sistemas avaliados são operados em condições de déficit hídrico (produtores B1, B2, B5, B6, B7 e B8), com eficiência de aplicação entre 7,6 e 64,3 %. Por outro lado, os demais irrigantes (B3 e B4) aplicam lâminas em torno de 30 % superiores às necessárias. Essa situação, em que, a maioria dos produtores aplicam



Tabela 01: Eficiência de Aplicação de acordo com o sistema de irrigação e irrigante

Método de Irrigação/Irrigantes		Cultura	Coeficientes (%)	
			Ea	Análise
Inundação				
	A1	Braquiária	27,9	Déficit
	A2	Arroz	85,5	Déficit
	A3	Arroz	256,0	Excesso
	A4	Arroz	106,4	Excesso
	A5	Sorgo	97,9	Déficit
	A6	Arroz	84,0	Déficit
	A7	Braquiária	103,9	Excesso
	A8	Braquiária	79,3	Déficit
	A9	Sorgo	118,8	Excesso
	A10	Arroz	32,3	Déficit
	A11	Limão	11,2	Déficit
	A12	Limão	43,6	Déficit
	A13	Banana	156,0	Excesso
	A14	Banana	239,9	Excesso
	A15	Banana	105,2	Excesso
	A16	Banana	84,0	Déficit
	A17	Limão	292,9	Excesso
Sulcos				
	B1	Limão	64,3	Déficit
	B2	Goiaba	46,3	Déficit
	B3	Limão	129,1	Excesso
	B4	Limão	130,1	Excesso
	B5	Feijão	7,6	Déficit
	B6	Sorgo	22,5	Déficit
	B7	Feijão	12,9	Déficit
	B8	Feijão	8,4	Déficit
Faixas				
	C1	Capim Tanzânia	109,7	Excesso
	C2	Feijão	94,7	Déficit
Bacia				
	D1	Limão	113,4	Excesso

lâminas deficitárias na irrigação por sulcos, pode ser atribuída ao fato de que os mesmos utilizam os tempos de irrigação referentes apenas ao tempo de avanço.

Os coeficientes encontrados para os produtores que utilizam sistemas de irrigação tipo faixas, foram considerados excelentes, uma vez que ambos ficaram em torno de 100 %. Por fim, foi constatado um coeficiente de 113,4 % para o produtor D1 (irrigação por microbacias).

Desse modo, pode-se inferir que os irrigantes das regiões do Médio e Baixo Jaguaribe não apresentam um perfil uniforme no que diz respeito à operacionalização dos sistemas de irrigação por superfície. Isso porque, foram constatados sistemas sendo utilizados com eficiência de aplicação inferior a 10 % e, outros aplicando lâminas de irrigação quase três vezes superior à necessária. De acordo com um levantamento realizado por Figueirêdo et al. (2007), a irrigação é responsável pelo consumo de quase 73 % da demanda hídrica na região. Apesar desse contexto, estudos de avaliação e eficiência do uso da água na região em estudo têm sido pouco realizados.

Nesse sentido, é de suma importância, a tomada de decisões com base nesses dados no sentido favorecer a implementação de programas de assistência técnica, no que se refere ao manejo e operação de sistemas irrigados. Além disso, no que se refere à capacitação, deve ser levado em consideração, a caracterização dos recursos humanos a serem treinados e a linguagem tecnológica a ser utilizada, visto que a maior parte do contexto refere-se a pequenos dos produtores.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se inferir num uso satisfatório de água pela irrigação por superfície nas duas sub-bacias estudadas. Entretanto, esse perfil não é uniforme e padrão, necessitando, portanto de políticas de aperfeiçoamento da operacionalização e manejo dos sistemas, visando uma conscientização por parte dos irrigantes no que diz respeito a sustentabilidade da produção agrícola e da limitação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, N.B.; STUDART, T.M.C.; VIEIRA NETO, J.F.; SOUZA FILHO, F.A. Gestão das águas na Bacia do Rio Jaguaribe: diagnóstico e propostas. Disponível em: <http://www.deha.ufc.br/ticiane/Arquivos/Publicacoes/Revistas/gestao%20das%20aguas%20no%20jaguaribe_def.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2007.
- FIGUEIRÊDO, M.C.B.; ROSA, M.F.; SONSOL, R.S.; SABOIA, L.F. Gestão da demanda hídrica em municípios do Médio e Baixo Jaguaribe. Disponível em: <<http://www.unifor.br/notitia/file/376.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2007.
- GONDIM, R.S.; TEIXEIRA, A.S.; ROSA, M.F.; FIGUEIRÊDO, M.C.B.; PEREIRA, P.M.; COSTA, C.A.G.; SABINO, K.V. Diagnóstico da Agricultura Irrigada no Baixo e Médio Jaguaribe. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 35, n. 3, p.424-430. 2004



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA CULTURA DO COQUEIRO

SIMÕES, G. X.¹; CORDEIRO, L. G.²; MACENA, S.V.C. DA³;
COSMO, K. DE S.³; MAIA, E. P.⁴ & MAIA, D. S. N.⁴

¹Especialista em irrigação e drenagem, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Sobral-CE, Av. Dr. Guarany 317, Betânia CEP 62.040-730 Fone:(88) 3677 2518.

²Engenheiro Agrônomo, mestre em irrigação e drenagem pela UFC.

³Graduando em Recursos Hídricos/Irrigação, Bolsista ICT/ FUNCAP, Faculdade de Tecnologia - FATEC/Limoeiro do Norte.

⁴Graduando em Recursos Hídricos/Irrigação, Faculdade de Tecnologia – FATEC/Limoeiro do Norte.

RESUMO: A irrigação localizada (gotejamento, microaspersão, e xique-xique), deve situar-se dentro de uma nova concepção agrônômica no manejo dos cultivos, em condições controladas de solo, fertilização, salinidade dentre outras, que devem ter um efeito significativo na resposta das plantas, épocas de colheitas, qualidade e quantidade do produto final. Este trabalho foi realizado em solo de textura argilo arenoso, no município de Santa Quitéria – CE, em um pomar de 1000 metros quadrados, sendo irrigado através do sistema de irrigação localizada. O referido trabalho teve como objetivo avaliar o sistema através do coeficiente de uniformidade (CU) e eficiência de aplicação (EA). De acordo com os resultados obtidos podemos concluir que o valor do Coeficiente de Uniformidade (CU) de 55,20% e a Eficiência de Aplicação (EA) de 49,70% foram muitos baixos, comprovando a péssima operação do sistema, em virtude do baixo valor do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores.

Palavras Chave: irrigação localizada, coeficiente de uniformidade, eficiência de aplicação.

ABSTRACT: The located irrigation (dripping, micro aspersion, and xique-xique), must be placed inside of a new agronomic conception in the handling of the cultivars, in controlled conditions of ground, fertilization, salinity amongst others, that must have a significant effect in the reply of the plants, times of harvest, quality and amount of the end item. This work was carried through the uniformity coefficient (CU) and efficiency of application (EA). In accordance with the gotten results we can conclude that the value of the Coefficient of Uniformity (CU) of 55,20% and Efficiency of Application (EA) of 49,70% had been many basses , proving very bad operation of the system, in virtue of the low value of coefficient of uniformity of outflows and pressure in the senders.

Key words: irrigation located, coefficient of uniformity, efficiency of application.

INTRODUÇÃO:

Das diversas técnicas envolvidas no sistema de produção agrícola, a irrigação se apresenta como a mais antiga e eficaz. Seu objetivo precípua é o suprimento de água no

momento ideal e na quantidade necessária para que a planta forneça um produto final com boa qualidade e com produtividade maximizada. A água deve ser aplicada antes que a taxa de extração do solo, com relação à taxa de evapotranspiração, caia a ponto de ocorrer um déficit hídrico no cultivo, afetando qualitativamente a produção. Vários são os métodos utilizados para repor a água às plantas, tomando-se cuidado o cuidado de adaptar cada método escolhido, às diversas situações que ocorrem na prática. Alguns métodos requerem pessoal especializado e elevados investimentos, reduzindo a mão de obra. Outros, muita mão de obra, mas necessitam de uma grande quantidade de água, enquanto alguns aproveitam, com grande eficiência, a pequena quantidade de água existente, enfim, podem existir variações nas vantagens e desvantagens quanto ao seu emprego no campo. É importante o técnico saber que não existe um método ideal para as situações existente, de modo que para cada situação, haja uma solução com limitações e facilidades ao manejo do equipamento no campo. A escolha de um método de aplicação de água ao solo é um fator importante para o sucesso do cultivo na agricultura irrigada, e nesta escolha, vários fatores devem ser arrolados, sugerindo-se soluções em que as vantagens possam compensar as limitações naturais apresentadas. Geralmente, ocorrem duas situações que o agricultor se depara, sendo uma em que a escolha do método de irrigação esbarra no problema de escassez de água com preço elevado ou de solo com preço também elevado. A solução para o primeiro caso seria projetar um sistema onde houvesse maximização da produção com baixa quantidade de água. Para o segundo caso, o sistema deverá atender a maximização da produção em uma pequena área, sendo este objetivo economicamente justificado quando o suprimento de água é facilmente ou os custos de irrigação são relativamente baixos. De uma maneira geral, haverá situação em que o sistema de irrigação deverá ser dimensionado objetivando reduzir os custos ou adaptá-los às facilidades encontradas na propriedade, ou ainda, resolver alguns problemas que venham a ocorrer.

MATERIAL E MÉTODOS:

A avaliação de campo foi realizada no município de Santa Quitéria-CE, em um pomar de 1000 metros quadrados, sendo irrigado através do sistema de irrigação localizada. A área da fazenda é de 3ha onde predomina o cultivo de coqueiro com sistema de irrigação por gotejamento. A textura do solo é argilo arenoso, a temperatura média é de 28°C, a precipitação média anual da região é 799,8 mm e a fonte de água é o Açude Botafogo. O método utilizado foi o Coeficiente de Uniformidade e a Eficiência de Aplicação.



RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os valores calculados através dos dados obtidos em campo, conforme avaliações realizadas, são mostrados na Tabela 01. O coeficiente de uniformidade de distribuição CU ficou em torno de 55,20% é baixo, o que era de esperar, devido às pressões nos sistemas serem baixas. As obstruções não foram evitadas por meio de um filtro na tubulação. Entretanto, recomenda-se realizar novos testes no ano seguinte, para confirmar ou não o baixo valor de CU. Este valor é completamente inaceitável e bem baixo para irrigação localizada uma vez que se recomendam valores na faixa de 85 a 95%. Tenório (2000) realizando uma aplicação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento em plantio comercial de melão, obteve um coeficiente de uniformidade de aplicação de água de 77,4%, mostrando que a distribuição de água pelo sistema de irrigação ficou abaixo da recomendada pela literatura. Loiola (2001) avaliando um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da videira no município de Jaguaruana-CE, encontrou um valor de coeficiente de uniformidade de 58,9%, caracterizando uma condição de uniformidade muito abaixo da recomendação da FAO. Pereira & Costa (2000) avaliando a eficiência de um sistema de irrigação localizada por microaspersão na cultura de ata, na região baixo Jaguaribe-CE, obteve um coeficiente de uniformidade de 92%, caracterizando uma uniformidade na distribuição de água pelo sistema de microaspersão, pois apresentou valor acima de 85%, considerando como aceitável. A eficiência de armazenamento de água no solo KS, não foi determinada em campo. O valor da faixa recomendada pela FAO situa-se entre 85% a 90%. Porém ao considera as condições de solo e praticas de armazenamento, um valor de 90% não pode estar longe da realidade. A eficiência de aplicação de 49,7% comprovou uma péssima operação do sistema, pois os valores de CU devem estar na faixa de 85% a 90%. O valor de baixa eficiência, matematicamente é consequência do baixo valor oriundo do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores. As possíveis causas desta desuniformidade de pressão e vazão podem ser: Obstrução nos emissores – que podem ser causados por má qualidade de água ou mau funcionamento / má operação do sistema de filtragem – recomendação: checar a qualidade da água e sistema de filtragem. Pressão insuficiente em alguns pontos – que podem ser ocasionados por má operação dos registros, condições da topografia e em alguns casos dimensionamentos inadequados, instalação errada do sistema, operação deficiente. Entretanto, a duração de 20 horas de irrigação parece ser alta, de modo que é preferível adicionar um ou dois emissores. O filtro operou insatisfatoriamente.

Tabela 1. Valores obtidos conforme avaliação realizada em campo

Posição dos emissores na lateral		Posição da tubulação lateral sobre a tubulação secundária			
		Entrada de água	1/3 de água abaixo	2/3 de água abaixo	Extremo de água abaixo
		Vazão (L/h)	Vazão (L/h)	Vazão (L/h)	Vazão (L/h)
Entrada de água	A	61,62	56,70	72,90	87,00
	B	60,30	52,50	71,40	79,20
	Média	60,96	54,60	72,15	83,10
1/3 de água abaixo	A	66,90	65,40	55,80	66,90
	B	56,10	58,50	49,80	55,20
	Média	61,50	61,95	52,80	61,05
2/3 de água abaixo	A	47,58	51,90	55,50	44,70
	B	43,20	21,60	48,00	45,90
	Média	45,39	36,75	51,75	45,30
Extremo de água abaixo	A	33,12	30,00	28,50	50,10
	B	20,70	17,40	21,30	50,70
	Média	26,91	23,70	24,90	50,40

CONCLUSÃO:

O manejo racional de um projeto de irrigação deve ter como objetivo aumentar a eficiência do uso da água e diminuir os custos quer de mão de obra, quer de capital, mantendo as condições de umidade do solo e fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. De acordo com avaliação realizada em campo os valores dos coeficientes encontrados foram muito baixos, em virtude das pressões serem insuficientes em alguns pontos e as obstruções nos emissores que não foram evitadas por meio de um filtro. O valor do Coeficiente de Uniformidade (CU) de 55,20% é completamente inaceitável e muito baixo para irrigação. A Eficiência de Aplicação (EA) de 49,70% comprovou a péssima operação do sistema, em virtude do baixo valor do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores. Recomendamos realizar novos testes no ano seguinte para confirmar ou não o baixo valor do Coeficiente de Uniformidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOIOLA, M.L. Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da videira no município de Jaguaruana – Ceará. 2001.p. dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) – Universidade Federal do Ceará, 2001.



PEREIRA, A.L.S.; COSTA, R.N.T. avaliação de um sistema de um sistema de irrigação por microaspersão. IN. Encontro universitário de iniciação à pesquisa, 19.,2000.Fortaleza: resumo...UFC, pró reitoria de pesquisa e pós graduação, 2000.nº1177.

TENÓRIO, R.M.R. Avaliação técnica e financeira de um plantio comercial de melão microirrigado. 2000. 77p. Dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) – Universidade Federal do Ceará, 2000.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIAGNÓSTICO DE SALINIZAÇÃO E/OU SODIFICAÇÃO EM SOLOS ALUVIONAIS DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ

BARBOSA, F. E. L.¹; SANTIAGO, R. M.²; JUNIOR, Z. R.²; NESS, R. L. L.³;
CHAVES, A. F.⁴ & ALMEIDA NETO, A. J. DE⁴

¹ Bolsista, FUNCAP, Graduanda do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE. e-mail: edineidecentec@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo do presente trabalho é estimar percentagem de solos aluvionais localizados no município de Limoeiro do Norte - CE para a produção agrícola irrigada, afetados por sais e/ou íon sódio, tomando como base os dados de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), o cálculo da Percentagem de Sódio Trocável (PST) e o pH dos solos estudados, tendo em vista que estes parâmetros estão diretamente relacionados com a salinidade e a sodicidade, respectivamente. Para isto foi elaborado um banco de dados, das análises de fertilidade do solo do Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC Limoeiro do Norte. Os dados foram submetidos a análise estatística realizada no programa WINSTAT sob a forma de gráficos de frequência. Os resultados demonstraram que um percentual significativo dos solos analisados estão comprometidos pelo efeito do íon sódio, não observando o mesmo para o caráter salino.

Palavras-chave: Solos aluvionais, salinidade, sodicidade, manejo do solo.

DIAGNOSIS OF SALINIZATION AND SODIFICAÇÃO IN GROUND ALUVIONAIS OF THE CITY OF LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ

ABSTRACT: The objective of the present work is estimate located aluvionais ground percentage in the city of Lemon tree of North - CE for the irrigated agricultural production, affected for leaves and/or ion sodium, taking as base the data of electric condutividade of the extract of saturation of the ground (CE), the calculation of the Sódio Percentage Trocável (PST) and pH of the studied ground, in view of that these parameters directly are related with the salinity and the sodicidade, respectively. For this a data base was elaborated, of the analyses of fertility of the ground of the Laboratory of Ground Analyses, Water for ends of Irrigation and Vegetal Fabrics of the College of Technology CENTEC of Lemon tree of the North. The data had been



submitted the analyses statistics carried through in program WINSTAT under the form of frequency graphs. The results had demonstrated the same that a significant percentage of analyzed ground is compromised by the effect of the ion sodium, not observing for the saline character.

Key Works: Aluvionais ground, salinity, sodicidade, handling of the ground.

INTRODUÇÃO

A salinização e sodificação dos solos têm proporcionado, ao longo do tempo, a expansão de áreas com restrições às explorações agrícolas nas regiões do Nordeste brasileiro. O acúmulo de sais solúveis e sódio trocável deve-se, principalmente, às condições climáticas, relevo, gênese dos solos, qualidade da água de irrigação e drenagem interna do solo. O desenvolvimento de solos afetados por sais é um processo de degradação que conduz geralmente à desertificação das terras.

Estudando aspectos gerais da salinidade dos solos em áreas irrigadas, Cordeiro (1988), encontrou um percentual de 7,74 % dos solos dos Estados da Bahia ao Ceará apresentam-se afetados por sais. Porém, Coelho e Ferreira (1986), realizando estudos de caracterização dos solos afetados por sais na região do semi-árido nordestino, revelam que os solos sódicos e salino-sódicos ocorrem em 25% do estado do Ceará.

Vale lembrar que o conteúdo de sais no solo não é uniforme, há uma variação no sentido horizontal, vertical e no seu curso durante o ano, e que os problemas se apresentam constantemente na forma de manchas no solo. Se observarmos que a ação dos sais se deve ao efeito osmótico da salinidade total e que sua composição tem menor importância, podemos medi-la através da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), pois se tem observado uma série de efeitos sistemáticos entre o aumento da condutância em extratos saturados e dos problemas em solos.

Em solos sódicos o resultado se dá pela exposição desses solos a água com altos níveis de sódio e altas proporções de carbonatos. A velocidade com que se apresentam os problemas nesses tipos de solo dependem da razão de adsorção de sódio (RAS) da água, de sua evaporação e da dissolução de minerais do solo e pode ser avaliado pelo valor da percentagem de sódio trocável (PST). As altas taxas de evaporação e baixa precipitação, associadas às características das condições geomorfológicas e hidrológicas da região em estudo, condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável, que comprometem o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

Apesar de serem solos de altos potenciais agrícolas, usados intensamente com diferentes culturas, poucas são as informações existentes acerca do manejo agrícola adequado, cujo conhecimento contribuiria para a diminuição das áreas afetadas por pela salinidade e sodicidade. Desse modo, o presente trabalho tem o objetivo de estimar a percentagem de solos aluvionais localizados no município de Limoeiro do Norte - CE, afetados por sais e/ou íon sódio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Limoeiro do Norte, situado no Estado do Ceará. A região apresenta clima do tipo Aw' segundo Köppen, com precipitação média anual de 600 mm, temperatura média anual de 26°C caracterizada por baixos índices pluviométricos e irregularidade de distribuição, com evaporação média diária de 7,5mm. A estação chuvosa - entre janeiro e junho - é seguida de um período seco de seis a oito meses, sendo a irregularidade na intensidade e distribuição das chuvas a característica peculiar da região (Jacomine et al.,1973; DNOCS,1978).

Na região estudada os solos são derivados de sedimentos arenosos, siltosos e argilosos depositados pelo rio Banabuiú e Jaguaribe durante o holoceno (DNOCS,1978). Trata-se de solos eutróficos pouco desenvolvidos, com uma camada A superficial, diferenciado, subjacente a camadas estratificadas, as quais, normalmente, não guardam relações pedogenéticas entre si. Tais solos variam de moderadamente profundos a muito profundos, com drenagem de moderada a imperfeita.

A estimativa foi obtida a partir de 414 dados de análises químicas de fertilidade do solo realizadas no Laboratório de Solos, Águas para fins de Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia Centec de Limoeiro do Norte. Os parâmetros avaliados foram a CE, PST e pH das análises químicas realizadas durante o período de 2001 a 2006, com a finalidade de classificar os solos quanto ao caráter salino ou sódico. Estes dados foram submetidos à análise estatística no programa WINSTAT, sendo apresentados sob a forma de gráficos de frequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação gráfica dos resultados referentes à avaliação dos dados das análises de fertilidade dos solos aluvionais podem ser observados nas Figuras 01, 02 e 03, para distribuição do pH, CE e PST respectivamente.

Observando os valores de pH encontrados nas análises, tem-se 64,5% das amostras com um pH situando-se entre 7,0 e 8,0 com média geral de 7,3. Em relação às classes de valores de pH entre 5,0 a 6,0; 6,0 a 7,0 e 8,0 a 9,0, tem-se um percentual de amostras de 3,5%, 21% e 11% respectivamente. Os baixos valores encontrados para o pH variando entre 5,0 a 6,0 são referentes provavelmente a solos aluvionais com uma maior contribuição de sedimentos arenosos.

O percentual de 21% encontrado para amostras com valores de pH entre 6,0 e 7,0 não isenta tais áreas de apresentarem caráter sódico, tendo em vista que apesar de encontrar-se comumente valores de pH em solos sódicos variando de 8,5 à 10, pode-se detectar pH perto da neutralidade, quando os íons sódio apresentam-se no solo como sais neutros sob a forma de cloretos e sulfatos, fato este que pode ser comprovado nos planossolos solódicos (Fassbender,

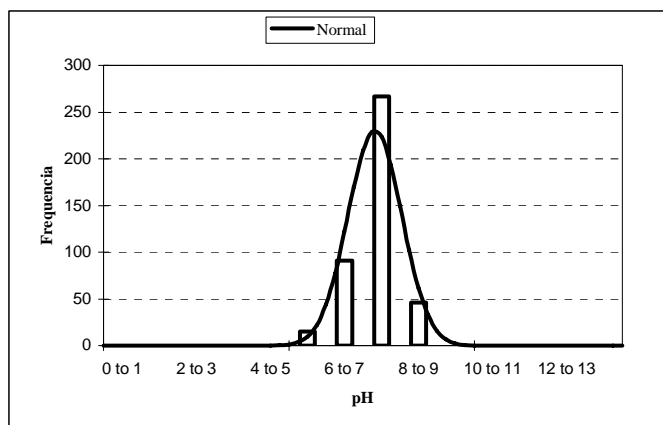


Figura 01. Distribuição do pH nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte, CE

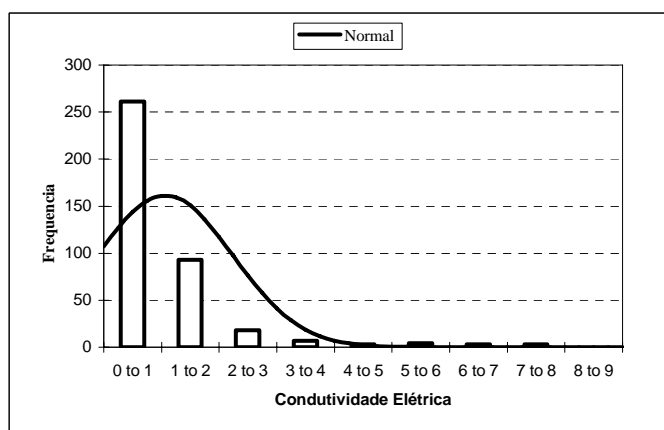


Figura 02. Distribuição da CE nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte-CE

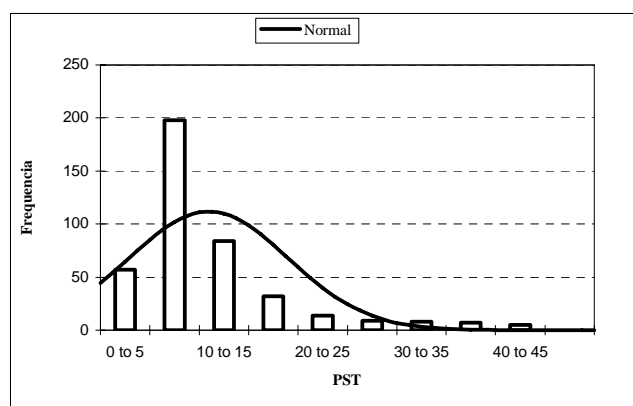


Figura 03. Distribuição da PST nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte-CE.

1994). Alia-se a isto o inadequado manejo da irrigação empregado nessas áreas, contando que cerca de 52% delas possui um considerável teor de argila e uma CE superior ao limite recomendado na literatura.

Quanto aos valores encontrados da CE, os dados revelam que das 414 amostras, 261 apresentam valores deste atributo variando de 0,1 a 1 dS m⁻¹, representando 63 % do total, com

uma média de $1,27 \text{ dS m}^{-1}$, refletindo de forma geral que os solos aluviais referentes as amostras não estão enquadrados como solos salinos, pois apresentam valores de CE inferiores 2 dS m^{-1} . Porém, não se pode negligenciar os 15 % das amostras que apresentaram caráter salino, nem mesmo, os 22 % com risco iminente de salinização, principalmente devido a utilização nestes solos de sistemas de irrigação por superfície, sem critérios de manejo adequado, potencializando tais efeitos dos sais e/ou do íon sódio no solo, principalmente quando há ausência de um manejo agrícola adequados desses solos, contribuindo para o agravamento da situação.

No que diz respeito ao efeito do íon sódio, através da avaliação da PST das análises, pode-se perceber que este efeito é bem mais pronunciado do que a salinização do solo. Para as classes de 0 a 5 %, 5 a 10 %, 10 a 15 % e de 15 a 20% estão percentualmente em torno de 14 %, 48 %, 20 % e 18 %, respectivamente. Desta forma pode-se afirmar que, a maioria dos solos aluvionais analisados do município de Limoeiro do Norte, estão sodificados, correspondendo a um total de 86%, destes 38% apresentam caráter sódico, e 48 % com tendência a sodificação. Vale ressaltar, que apesar do limite estabelecido para PST ser em torno dos 15%, na prática percebe-se que com valores desse atributo em torno de 8 a 10 %, já encontram-se perdas significativas de produtividade, principalmente em culturas sensíveis.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os solos avaliados podem ser utilizados para fins agrícolas, desde que haja um controle da qualidade de água utilizada na irrigação e um monitorizar das propriedades físico-químicas do solo, para conter o riscos potenciais de salinização, e o agravamento da sodificação em parte das áreas, visando a promoção da sustentabilidade agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNOCS. levantamento Detalhado dos Solos do Perímetro K do Projeto Morada Nova-CE. Divisão de Estudos e Projetos, Serviços de Pedologia, Fortaleza, 1978, 212p. (mimeografado).
- FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis em suelos de América Latina. 2ª ed. San José, 1994. 418p.
- JACOMINE, K.K.P., ALMEIDA, J.G. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. DPP/MA, DRN/SUDENE, Boletim Técnico 28(1/2), Rio de Janeiro, 1973.
- YOSHIOKA, M.H.; LIMA, M.R. Experimentoteca de Solos: Salinidade do Solo. Disponível em:<<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/experimentoteca4.html>>. Acesso em 24/07/2007
- COELHO, M.A., FERREYRA, H.F.F. Characterization of salt-affected soil in the semiarid region of northeastern Brazil. Turrialba, Costa Rica, v.36, n.2, p.171-8,1986.
- CORDEIRO, G.G. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnóstico e recuperação. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. v.50, p.1-16.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MATA CILAR NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO JAGUARIBE NO TRECHO DA CIDADE DE LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ - BRASIL

**TEIXEIRA, L. A. M.¹, ALVES, N.S.¹, OLIVEIRA, M. A.¹;
COSTA, F. A. M.¹ & PUERARI, E. M.²**

¹Graduandos em Saneamento Ambiental, FATEC Limoeiro do Norte. nicelmaalves@yahoo.com.br

²Profa Doutora, Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. edepuerari@yahoo.com.br

RESUMO: O termo mata ciliar tem sido usado para designar as áreas marginais a cursos d'água, lagos e outros reservatórios superficiais, as quais funcionam como filtros biológicos, retendo poluentes, minimizando a erosão e evitando que sedimentos causem assoreamento. Devido a importância do rio Jaguaribe para cidade de Limoeiro do Norte e a devastação da mata ciliar, avaliou-se o quanto a degradação da mesma pode influenciar na qualidade da água desse manancial. Confrontou-se dados de projetos já existentes sobre o assunto, para obtermos as informações desejadas. Com esses dados foi possível concluir que em determinados trechos a degradação da mata ciliar não é um fator predominante, pois existem fontes de poluição mais significativas; como os despejos dos esgotos domésticos, resíduos sólidos e poluentes agrícolas. Em outros trechos, a falta desta vegetação influencia de maneira direta a qualidade da água do rio.

Palavras chave: qualidade da água, rio jaguaribe, mata ciliar

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE LASHING FOREST IN THE QUALITY OF THE WATER OF THE JAGUARIBE RIVER IN THE STRETCH OF CITY OF LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ – BRAZIL

ABSTRACT: The term lashing forest has been used to specify the riverside areas, lakes and other surface reservoirs which work as biological factors retaining pollution agents, reducing erosion and avoiding assoreament. Due to the importance of the Jaguaribe river to Limoeiro do Norte and the lashing forest destruction, we evaluated how this destruction process influences its water quality. We compared the previous projects data aiming to obtain new informations. With these data it was possible to realize that at certain stretches the lashing forest destruction is not a predominant factor because there are more significant pollution sources such as domestic drains waste, solid waste and agricultural pollution agents. At other stretches this lack of vegetation influences straight to the river water quality.

Key-words: water quality, the jaguaribe river, lashing forest

INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade dos recursos hídricos é um dos grandes problemas enfrentado pela humanidade nos dias atuais. No que se refere aos mananciais superficiais à problemática torna-se mais agravante, tendo em vista a importância da vegetação nas áreas marginais a cursos d'água, lagos, rios e outros reservatórios superficiais, conhecidas como mata ciliar (Rodrigues & Leitão Filho, 2004).

É de conhecimento que estas vegetações marginais, compostas por árvores, arbustos e outros tipos de plantas protegem o solo contra a erosão, e conseqüentemente evitam o assoreamento, regularizam o fluxo de água e quando conservadas formam uma efetiva barreira ao deslocamento de poluentes no solo (Maia, 2004).

As matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água afetando diretamente a quantidade e qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana (Martins, 2001).

Os solos sem cobertura florestal reduzem drasticamente sua capacidade de retenção de água das chuvas, que ao invés de infiltrar no solo, escoam sobre a superfície formando enxurradas que não permite o bom abastecimento do lençol freático, promovendo a diminuição da água armazenada. As conseqüências do rebaixamento do lençol freático não se limitam as nascentes, mas se estendem aos córregos, rios e riachos abastecidos por elas (Mota, 1995).

Na história, o homem tem buscado se instalar em áreas próximas a mananciais, já que os mesmos oferecem múltiplos usos, nos quais se destacam o abastecimento humano e a irrigação.

A região Jaguaribana, no Ceará, a qual é banhada pelo Rio Jaguaribe, tem evidenciado esse fato, onde diversas cidades construídas ao longo de suas margens vêm influenciando, drasticamente, na qualidade da água.

Na área em estudo, encontra-se Limoeiro do Norte, que é uma das cidades que se instalaram as margens do Rio Jaguaribe. Devido a esse fato durante anos o rio vem sofrendo com a ação antrópica que gera uma série de impactos no manancial, impactos esses de grande magnitude, devido à retirada de mata ciliar e lançamento de esgotos, poluentes e resíduos sólidos. Sabe-se que essa ocupação é irregular, pois em média as residências estão a 5 metros do leito do rio, e de acordo com o código florestal (Lei nº 4771/65), na qual no artigo 2º desta lei, a largura da mata ciliar a ser preservada está relacionada com a largura do curso do rio. Sendo o leito menor (leito molhado) do rio Jaguaribe variando de 10 a 40 metros e o seu leito maior (leito seco) variando de 150 a 400 metros, a faixa de proteção deveria ser no mínimo de 100 metros em cada margem.



De acordo com essa problemática e visto a importância desse rio para o município, torna-se necessário saber o quanto à ação antrópica e a falta de vegetação ribeirinha afetam a qualidade desse manancial.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa teve como base a análise de dois projetos realizados anteriormente por bolsistas da FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), cujos títulos são: “Qualidade da Água do Rio Jaguaribe antes, durante e depois de atravessar área urbana de Limoeiro do Norte – CE” (2006) e “Diagnóstico da Mata Ciliar do Rio Jaguaribe na cidade de Limoeiro do Norte – CE” (2006).

O primeiro projeto citado tinha como objetivo avaliar a qualidade da água do rio Jaguaribe na cidade de Limoeiro do Norte, no qual foram realizadas 06 baterias de coleta de amostras de água em treze pontos distintos do rio para análise físico-químico, sendo estas realizadas no Laboratório de Análise de Água e Efluentes (LAAE) da Faculdade de Tecnologia CENTEC – Limoeiro do Norte.

O segundo projeto visava diagnosticar o índice de degradação da mata ciliar no mesmo trecho correspondente ao projeto anterior. Foram realizadas visitas periódicas ao longo do rio sendo de aproximadamente 12 Km, onde foram avaliados treze pontos e classificados de acordo com o grau de degradação da mata ciliar em: não degradado, parcialmente degradado e totalmente degradado. Ambos os projetos resultaram na confecção de um mapa da área, registros fotográficos e resultados de análises.

Após a análise dos projetos e leituras de bibliografias especializadas, foi feito um comparativo para se saber o quanto que o ecossistema da mata ciliar interfere na qualidade da água no manancial.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os dados comparativos são referentes aos resultados apresentados dos projetos já mencionados. Neste trabalho, dividiu-se os treze pontos estudados em três trechos: antes, durante e depois da área urbana do município de Limoeiro do Norte, associando a qualidade da água do Rio Jaguaribe com a retirada da mata ciliar do mesmo.

O trecho 1 corresponde os três primeiros pontos antes da cidade, onde foi feito o levantamento da mata ciliar existente, juntamente com a coleta e análise da água durante o período de sete meses. Neste trecho (Figura 01), percebemos a presença de residências e propriedades rurais, bem como plantios de culturas dentro da APP (Área de Proteção Permanente) caracterizando acentuada devastação da mata ciliar. Os resultados das análises



Figura 01: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 1

neste trecho mostraram que o pH, cor, turbidez e a DBO₅ estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA, considerando os estudos que apontam as águas do Rio Jaguaribe como de classe 2 (não oficializado). Já o OD (Tabela 01), não se encontra nos padrões estabelecidos, sendo que o mesmo não pode ser inferior a 5 mg L⁻¹ O₂ em qualquer amostra.

No trecho 2 (Figura 02), que vai do ponto quatro ao ponto dez, que representam os pontos de coleta e observação no trecho urbano do município, a urbanização é fator predominante assim como a retirada de areia do leito do rio, o que simboliza uma invasão da área de APP caracterizando esse trecho como de mata ciliar degradada. Os resultados obtidos nas análises mostraram que os parâmetros físico-químicos DBO₅ e OD em média não se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA (Tabela 02).

No último trecho (trecho 3), que vai do ponto onze ao treze (Figura 3), depois do município, foi observado alguns resquícios de mata ciliar, mesmo assim há sérios sinais de devastação, como a derrubada de carnaúbas. Dos parâmetros analisados os únicos que não se enquadraram na resolução nº 357 do CONAMA foram a DBO₅ e OD (Tabela 03).

Tabela 01: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 1

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO ₅ (mg/L O ₂)	OD (mg/L O ₂)
Média	7,410	7,500	1,637	4,429	2,154
Máxima	7,680	10,000	5,796	4,865	5,234
Mínima	7,190	5,000	0,133	3,778	0,809
Desvio Padrão	0,158	2,610	2,203	0,480	1,078



Figura 02: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 2



Tabela 02: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 2

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO5 (mg/L O ₂)	OD (mg/L O ₂)
Média	7,68	13,57	0,552	6,244	4,742
Máxima	7,96	20	0,977	11,588	6,645
Mínima	7,26	5	0,122	3,72	2,617
Desvio Padrão	0,18	5,91	0,237	2,159	1,18



Figura 03: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 3

Tabela 03: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 3

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO5 (mg/L O ₂)	OD (mg/L O ₂)
Média	8,700	13,330	6,188	7,747	7,054
Máxima	8,990	20,000	8,207	11,796	11,576
Mínima	8,110	10,000	1,779	4,275	5,527
Desvio Padrão	0,306	4,924	2,039	2,836	2,300

CONCLUSÃO

Com base nos estudos comparativos, conclui-se que, cada trecho possui características particulares, em virtude desse fato a mata ciliar se comporta como um auxiliador na minimização das agressões sofridas pelas águas superficiais do rio Jaguaribe, levando em conta que cada ponto tem uma fonte poluidora que se difunde ao longo dos trechos.

Como é o caso do trecho 1 que é uma zona rural o elevado OD se deu em virtude do carreamento de matéria advinda das plantações que estão dentro da área de APP. No trecho 2 o fator que culminou para um elevado DBO₅ e OD foi o lançamento de resíduos sólidos e líquidos advinda das residências e do mercado de carnes e peixes, contribuindo para proliferação de aguapés. No último trecho a maior fonte poluidora observada foi o lançamento do efluente da lagoa de estabilização o que contribuiu para um elevado OD e DBO₅.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAIA, G.N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª. ed. São Paulo. Editora Leitura e arte, 2004.
- MARTINS, S.V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa.MG. Editora Aprenda fácil, 2001.

MOTA, Suetônio. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

RODRIGUES.R.R. & LEITÃO FILHO.H.F. Matas ciliares conservação e recuperação. 2ªed. São Paulo. Editora USP, 2004.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

REÚSO DA ÁGUA PROVENIENTE DA LIMPEZA DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE NO CULTIVO DA MAMONA

TEIXEIRA, L. A. M.¹; SILVA, J. M.¹; BARBOSA, W. C. C.¹;
ANDRADE, J. H. R.¹; ROLIM, H. O. DE ² & CHAVES, A. F.³

¹Estudante do Curso de RH/Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE. e-mail: leofatec@yahoo.com.br

²Prof^o. M.Sc de RH/Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

³Eng^o. Agrônoma, Prof^o. M.Sc do Curso de RH/Irrigação da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

RESUMO: O presente estudo visa demonstrar a viabilidade da reutilização da água proveniente da limpeza dos filtros da ETA, do município de Limoeiro do Norte - CE no cultivo da mamona. As amostras de água, proveniente da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA), serão coletadas durante o período de agosto á dezembro de 2007, sendo que a primeira amostra foi realizada no dia 21 de agosto. Os parâmetros a serem avaliados são: pH, Condutividade Elétrica (C.E), cor, turbidez, temperatura, cloreto alcalinidade parcial e total, dureza total, de cálcio e de Magnésio, sódio, carbonatos bicarbonatos, sulfatos, nitratos, nitritos, amônia, fósforo, potássio, hidróxido e a razão de adsorção de sódio (RAS), identificando desta forma a possibilidade do uso na irrigação da mamoneira. Com base nos resultados da primeira análise, pode-se inferir que a qualidade da água a ser utilizada para irrigação da mamona encontram-se dentro dos padrões, porém torna-se necessário a realização do acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante um período mais extenso, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., reúso de água, efluente, irrigação.

REUSE OF THE WATER PROCEEDING FROM THE CLEANNES OF THE FILTERS OF THE STATION OF WATER TREATMENT THE CITY OF LIMOEIRO DO NORTE IN THE PLANTATION OF THE MAMONA

ABSTRACT: The present study it aims at to demonstrate the viability of the reutilização of the water proceeding from the cleanness of the filters of ETA, the city of Limoeiro do Norte- CE in the plantation of the mamona. The water samples, proceeding from the laudering of the filters of the Station of Treatment of Water (SWT), will be collected during the period of August á December of 2007, being that the first sample was carried through in day 21 of August. The parameters to be evaluated are: pH, Electric

Condutividade (C.E), color, turbidez, temperature, chloride partial and total alkalinity, total hardness, of calcium and Magnesium, sodium, carbonates bicarbonates, sulfatos, nitrates, nitritos, ammonia, match, potassium, hidróxido and sódium of adsorção of relation (SAR), identifying in such a way the possibility of the use in the irrigation of the mamoneira. On the basis of the results of the first analysis, can be inferred that the quality of the water to be used for irrigation of mamona meets inside of the standards, however become necessary the accomplishment of the accompaniment of the indicating parameters of the quality of the irrigation water during the one more extensive period, in order to get one diagnosis more necessary.

Key works: *Ricinus communis* L., reuse of water, effluent, irrigation

INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas de reúso e reciclagem de água implicam em significativos benefícios ambientais desde que possuam viabilidade técnica e econômica, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, seja por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d' água.

O reúso, ressaltando especificamente o do tipo agrícola, deve obedecer a padrões mínimos físicos, químicos e microbiológicos que garantam a segurança agroalimentar das comunidades. Esses padrões já estão em parte definidos na Portaria nº 154/02 SEMACE e na Resolução CONAMA nº 357/05, pois apesar dos benefícios concretos com o aproveitamento do efluente na agricultura, a presença de alguns constituintes como o sódio (Na) e metais pesados é indesejável.

Além da necessidade de preservação dos recursos hídricos, as necessidades por alternativas adequadas para o reuso da água se torna cada vez mais aceitável, já que os desperdícios são evidentes em muitas atividades. Várias empresas, shopping, apartamentos e até mesmo estações de tratamento de esgoto, adaptaram suas instalações para propiciar o reuso da água, proporcionando, estas atitudes, em respaldo com a própria sociedade um benefício para meio ambiente, além de trazer economia para as corporações. A utilização dessas águas constitui uma possibilidade de expansão das áreas irrigadas, de minimização de fontes de contaminação dos corpos receptores e de redução de custos de produção, haja vista a presença de nutrientes.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) em Limoeiro do Norte dispõe de um tratamento convencional com quatro filtros, onde a cada dia, dois são lavados, consumindo em média 30 mil litros de água, somando-se por mês, uma média de 1800 m³ de água, que após a limpeza é lançada fora, sendo armazenada em uma lagoa adjacente á estação. Neste contexto, o reuso dessa água para irrigação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e preservação ambiental, tendo em vista ser uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, apresentando-se como alternativa produtiva no nordeste brasileiro, devido a sua fácil adaptação e como cultura geradora de matéria-prima para o biodiesel.



No contexto da irrigação de culturas agrícolas com efluentes, é importante considerar que estas águas residuárias apresentam mais impurezas que as águas de fontes naturais, podendo ser potencialmente prejudiciais dependendo das características que apresenta e das práticas de manejo adotadas para o seu uso. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar se a água da retrolavagem dos filtros encontra-se nos padrões aceitáveis para utilização na irrigação da cultura da mamona, como forma de otimizar esse bem finito.

MATERIAL E MÉTODOS

O prezado estudo está sendo realizado no município de Limoeiro do Norte situado no Estado do Ceará. O município possui uma área total de 751,53 Km², altitude em torno de 30 m acima do nível do mar, latitude 5° 08' 44''S e longitude 38° 05'53''W. O clima nessa região apresenta temperatura média que variam de 26°C a 28°C, a precipitação pluviométrica oscila em torno de 720,5 mm anuais (IPLANCE, 2007).

O trabalho consiste na coleta de amostras de água, provenientes da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Limoeiro do Norte, durante o período de agosto á dezembro de 2007 com frequência mensal, sendo que a primeira amostra foi realizada no dia 21 de agosto. Para atender os objetivos do trabalho, a água é coletada na saída da tubulação de descarga da ETA e será posteriormente analisada e avaliada em termos dos seguintes parâmetros: pH, Condutividade Elétrica (CE), cor, turbidez, temperatura, cloreto, alcalinidade parcial e total, dureza total, de cálcio e de magnésio, sódio, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, nitritos, amônia, fósforo, potássio, hidróxido e RAS. A determinação de sódio, potássio e cálculo da RAS, será efetuada no Laboratório de Solos, Água para fins de irrigação e Tecido Vegetal da FATEC de Limoeiro do Norte, seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997). Os demais parâmetros foram e serão analisados no Laboratório de Análises de Água e Efluentes da mesma instituição, seguindo a metodologia do Apha (1998).

As análises do efluente serão realizadas visando a obtenção de dados que o caracterize, identificando desta forma a possibilidade do uso na irrigação da mamoneira. Os parâmetros utilizados na avaliação do poder de salinização do efluente para o solo, causando consequentemente toxidez a cultura, foram o pH e a CE. Quanto ao risco de sodificação do solo pelo uso dessa água na prática da irrigação, utilizou-se o índice de Razão de Adsorção de Sódio (RAS), obtido através da Equação de Richards (1954).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Sousa et al. (2001), a adequação da água para irrigação é uma tanto subjetiva, mas é preciso avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação água, planta e solo. Entre os parâmetros analisados no efluente para fins de reuso na agricultura deve-se destacar os aspectos físico-químicos e microbiológicos. Quanto os aspectos físico-químicos, determinados no presente estudo, podemos perceber que o pH da água proveniente da retrolavagem dos filtros da ETA, foi da ordem de 7,8. Provavelmente esse valor encontrado é devido a concentração do íon bicarbonato (HCO_3^-) ser geralmente maior em efluentes do que em águas para abastecimento pois, em valores de pH abaixo de 8,4 há predominância do íon bicarbonato (HCO_3^-), enquanto que acima desse valor predomina o íon carbonato (CO_3^{2-}) (Ayres e Westcot, 1991).

O valor de condutividade elétrica encontrado não proporciona grau de restrição para uso desse efluente na irrigação, bem como os demais atributos avaliados. Com relação aos parâmetros analisados no efluente todos se encontram em conformidade com os valores permitido pela legislação para reuso agrícola.

Tabela 01: Resultado dos parâmetros físicos e químicos para fins de irrigação analisados no mês de agosto de 2007.

	SO_4^{2-}	Cl^-	Na	Ca	Mg	K	pH	Carbonatos	Bicarbonatos	RAS	CE
	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$						–	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$		–	dS m^{-1}
Efluente	0,003	0,73	1,26	0,50	0,72	0,07	7,8	0,0	1,45	0,9	0,01
Valor limite	0 a 7,8	0 a 30	0 a 40	0 a 20	0 a 5	0 a 2	6,4 a 8,5	0 a 0,1	0 a 10	0 a 15	0 a 3

Tabela 02: Resultado dos parâmetros físicos e químicos do efluente, analisados no mês de agosto de 2007

	Cor	Turbidez	Temp.	Alc. parcial	Alc. total	Dureza Total	P	Nitrato	Amônia	Nitrito
	UH	UNT	°C	mg/L						
Efluente	30	12	28	0	92	121,92	0,123	0,32	0,32	0,15
Valor limite			40						20	

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, com a primeira análise, pode-se inferir que a qualidade da água a ser utilizada para o cultivo da mamona na área avaliada encontram-se dentro dos padrões recomendados para todos os parâmetros analisados, não



apresentando principalmente problemas de excesso de sais, porém torna-se necessário a realização do acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante o período seco e chuvoso, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19th Edition, American Public Health Association, USA. 1995.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA Nº. 357 de 29 de março de 2005. CONAMA, 2007.
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- Portaria **SEMACE** Nº. **154/02**. SEMACE 154/02
- SOUSA, J.T.; LEITE, V.D.; LUNA, J.G. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.107-110. Campina Grande, DEAg/UFPB, 2001.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO SOLOS DO MUNICÍPIO DE QUIXERÉ-CE

BEZERRA, G. W. L.¹; NESS, R. L. L.²; CHAVES, A. F.³;
ALMEIDA NETO, A. J. DE⁴; CHAVES, M. J. L.⁵ & FREITAS, F. J. M.⁶

¹Graduado do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE. e-mail: gw_bezerra@hotmail.com

²Engº Agrônomo, Dr. Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da Universidade Federal do Ceará, Crato, CE.

³Engº. Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

⁴Engº Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia, Professor da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

⁵Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação pela FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

⁶Graduando do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

RESUMO: O seguinte trabalho tem por finalidade avaliar e diagnosticar a salinidade de solos situados no município de Quixeré – CE (região de grande desenvolvimento do agronegócio no Nordeste), sob os aspectos quantitativos da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) e Percentagem de Sódio Trocável (PST). Parâmetros estes considerados importantes na identificação da salinidade dos solos. Sendo necessária a criação de um banco de dados das análises químicas, as quais são efetuadas seguindo as metodologias existentes no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa, disponibilizadas pelo Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC Limoeiro do Norte. Posteriormente, os dados foram submetidos a análises estatísticas auxiliadas pelo programa WINSTAT, sendo confeccionados gráficos de frequência. Os resultados comprovam que parte dos solos encontrados nessa região pode ser classificada como normais, com apreciável potencial agrícola, porém, uma pequena participação de solos aluvionais apresenta restrições apresentando sérios problemas com o sódio.

Palavras-chave: Qualidade dos solos, salinidade, sodificação

DIAGNOSIS THE SITUATED GROUND SALINITY IN THE CITY OF QUIXERÉ - CE

ABSTRACT: The following work has for purpose to evaluate and to diagnosis the situated ground salinity in the city of Quixeré - CE (region of great development of the north-eastern agro business), under the quantitative aspects of the electric conductivities of the extract of saturation (CE) and sodium percentage exchangeable (SPT). Parameters these considered important in the identification of the salinity of ground. Being necessary the creation of a data base of the chemical analyses, which are effected following the existing methodologies in the Manual of Methods of Ground Analysis of the EMBRAPA, availability for the Laboratory of Analyses of Ground, Water for ends of Irrigation and Vegetal of the College of Technology CENTEC of Limoeiro do Norte later the data had been submitted the statistical analyses assisted by program winstat, being confectioned graphical of frequency. The results, prove that it



has left of ground found in this region can be classified as normal, with appreciable agricultural potential, however, a small aluvionais ground participation presents restrictions presenting serious problems with sodium.

Keywords: Quality of ground, salinity, sodificação

INTRODUÇÃO

Em regiões áridas e semi-áridas irrigadas a salinidade e/ou sodicidade, é um dos principais fatores que afetam o rendimento dos cultivos, ou seja, ocasionando limitação na produção agrícola e redução na produtividade das culturas a níveis anti-econômicos. O processo de salinização pode ser acelerado através dos baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração, baixa eficiência da irrigação e drenagem insuficiente, em áreas irrigadas.

O desenvolvimento de solos salinos e sódicos é uma consequência do acúmulo de sais e do íon sódio, que pode se dar por ascensão capilar da água do lençol freático, rica em sais solúveis, pela acumulação de sais na água de irrigação, quando a lixiviação do solo é deficiente, seja por má drenagem ou pela falta de água. Os sais encontrados mais frequentemente são formados por cátions de cálcio, magnésio, e dos ânions cloreto e sulfato. Também, com menos frequência, nesses solos encontra-se outros íons como potássio, carbonatos e bicarbonatos (Gheye et al, 1997).

Os solos salinos ocupam cerca de 20% das áreas irrigadas do semi-árido do Nordeste Brasileiro (Melo, 2006). Segundo Raij (1991), os solos afetados por sais são classificados em função dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST). Neste contexto, e para fins de caracterização da salinidade na área estudada, foram tomados como base os valores medidos dessas variáveis e a classificação de solos apresentada por Richards (1954).

Na região estudada predominam os solos Aluvionais e Cambissolos, os quais são largamente destinadas as produções agrícolas, principalmente por possuírem boa fertilidade. Desse modo, o presente estudo foi realizado objetivando diagnosticar a qualidade dos solos do município de Quixeré, tomando como base pH, C.E. e PST.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Tecnologia Centec no município de Limoeiro do Norte, Ceará. Foi elaborado um banco de dados para uma posterior análise estatística, com base em 250 análises de fertilidade do solo do município de Quixeré. Estes dados foram cedidos pelo Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Limoeiro do Norte.

Os parâmetros avaliados foram o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs) e percentagem de sódio trocável (PST). Os dois primeiros parâmetros foram determinados de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1999) e o terceiro calculado pela fórmula $PST = (Na/CTC) \times 100$, onde Na representa o íon sódio e a CTC a capacidade de troca catiônica.

A análise estatística foi realizada através do programa WINSTAT, resultando assim na confecção dos gráficos de frequência, os quais foram de fundamental importância para a interpretação dos valores obtidos. Os solos de maior importância agrícola na região, e de maior ocorrência nas amostras são classificados em solos aluvionais e cambissolos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das Figuras 01, 02 e 03 pode-se identificar a distribuição dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE) e da percentagem de sódio trocável (PST).

Os valores encontrados nas análises de fertilidade dos solos da área estudada para o pH estão compreendidos entre 6,0 e 8,5 com uma predominância de valores compreendidos no intervalo de 7,0 a 7,5 representando 32,67% das amostras. Já na faixa de pH considerada mais favorável ao desenvolvimento das plantas, representada pelo intervalo de 6 a 6,5 (Malavolta, 1980), foi onde se observou a menor frequência dos valores com um percentual de 4,78%.

Através do gráfico percebe-se que os intervalos 7,5 a 8 e 8 a 8,5 detém mais de 50% dos resultados, com 31,47% e 19,92% respectivamente, esse é um fato importante, uma vez que esses valores não são recomendados para a prática agrícola, devido a pouca existência de culturas de caráter comercial, tolerantes a tais níveis de pH.

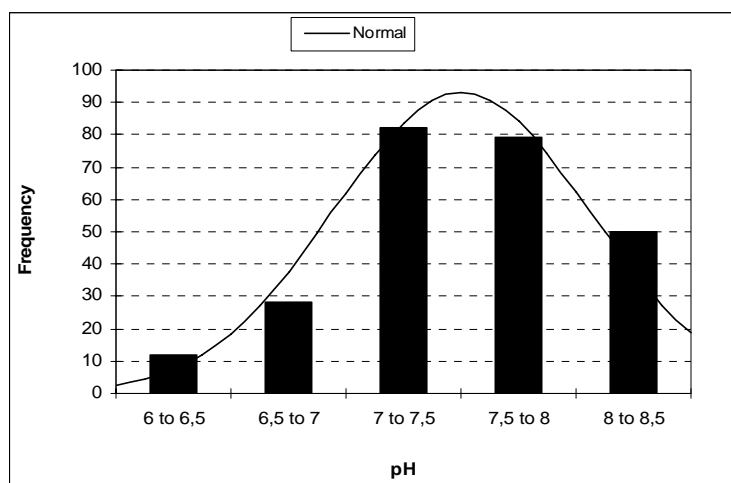


Figura 01: Distribuição do pH nos solos do município de Quixeré –CE

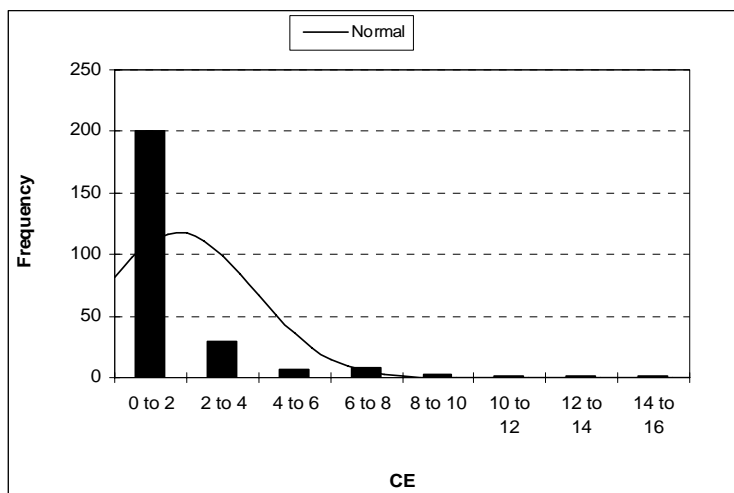


Figura 02: Distribuição da CE nos solos do município de Quixeré-CE.

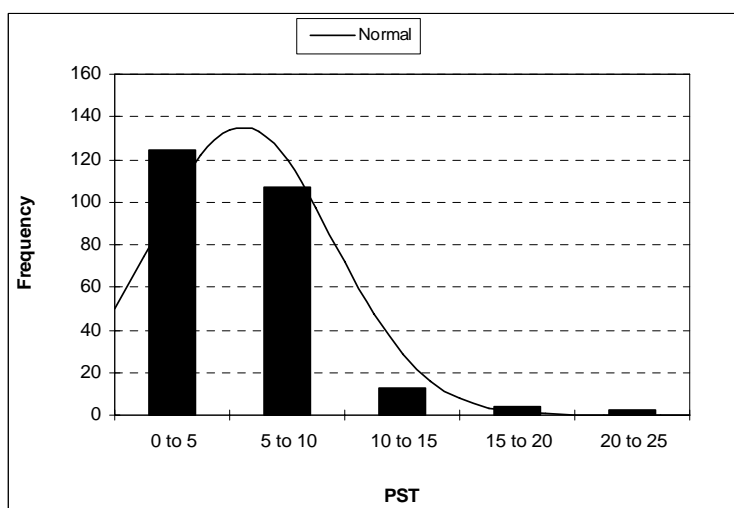


Figura 03: Distribuição do PST nos solos do município de Quixeré –CE.

Através das 250 amostras da condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CE) pôde-se avaliar a contribuição desse atributo. A média encontrada para as amostras analisadas foi de $1,54 \text{ dS m}^{-1}$. Na representação gráfica da C. E. pode-se observar que a maioria das amostras não revela problemas relacionados à salinidade e/ou sodicidade do solo, uma vez que os valores compreendidos entre o intervalo 0 a 2 dS m^{-1} representam 80% dos resultados obtidos. Porém, em se tratando de atividade agrícola e sustentabilidade ambiental, não se pode negligenciar os valores maiores que 2 dS m^{-1} encontrados em algumas amostras, mesmo que em número reduzido, mas vez que CE afeta diretamente a absorção dos nutrientes pela planta.

Quanto a PST a média obtida das amostras avaliadas foi de 5%, refletindo a predominância dos cambissolos nesse município, chegou-se também ao valor de 49,60% das amostras analisadas não ultrapassam a PST de 5%.

Deve-se ressaltar que, através do gráfico percebe-se claramente que algumas amostras de solos apresentaram valores expressivos para esse atributo químico, o que provavelmente refere-se à parcela dos solos aluvionais, devendo-se dessa forma promover uma identificação criteriosa dessas áreas, pois apresentam valores de PST, pH e C.E, que contribuem para ocorrência solos salinos, salino-sódicos e sódicos.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que as amostras das análises dos solos avaliados, não apresentam restrições fortes quanto à utilização para fins agrícolas. Porém, uma parcela das amostras avaliadas apresentou algumas restrições quanto ao caráter sódico, é preciso atentar-se para que esses solos, provavelmente solos aluvionais, não venham a se tornar improdutivos, principalmente devido ao manejo inadequado empregado nos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p
- GHEYI, Hans Raj. et al. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. 383 p.
- MALAVOLTA, Eurípides. Elementos de nutrição mineral das plantas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 253p.
- MELO, Palmira Cabral Sales de, et al. Seleção de genótipos de arroz tolerantes à salinidade durante a fase vegetativa. Artigos Científicos Fitotecnia. Cienc. Rural vol.36 no.1 Santa Maria Jan./Feb. 2006. 64 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-4782006000100009>. Acesso 26/07/2007.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE ANTÚRIO NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.

SILVA, A. R. DA¹; LIMA, S. C. R. V.²; VALNIR JÚNIOR, M.³;
MAIA, M. M.⁴; CARNEIRO, G.C.⁴ & SOUSA, E. C. DE ⁴.

¹Especialista em Irrigação e Drenagem, Engenheiro Agrônomo do DNOCS.

²Mestre em Irrigação, Professor da FATEC de Sobral.

³Doutor em Irrigação, Professor da FATEC de Sobral.

⁴Tecnólogos de Irrigação da FATEC de Limoeiro do Norte.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi obter informações relativas ao sistema de irrigação adequado, níveis de adubação(NPK) e densidade de plantio na cultura do antúrio para as condições do Estado do Ceará, sendo o antúrio uma flor bastante sedimentada no mercado, com presença nos leilões de flores no mundo todo, contudo, tais conhecimentos contribuiria para uma possível implantação da cultura na região litorânea cearense. O experimento foi desenvolvido em dois telados com área de 264 m², cada, na Estação Experimental da EMBRAPA Agroindústria Tropical, no município de Paraipaba, Ceará. As adubações e as densidades de plantio foram testadas em telados distintos, um com microaspersão e outro com gotejamento. Nos dois houve um aumento de forma linear na produção em função da densidade de plantio. A produção no sistema de irrigação por gotejamento foi superior em 43,90% em relação ao sistema por microaspersão.

Palavra-chave: Anthurium andraeanum, gotejamento, microaspersão.

ABSTRACT: The objective of this work was to obtain information over the appropriate irrigation system, fertilization levels (NPK) and planting density in the cultivation of the anthurium in the conditions of the State of Ceará. The anthurium is one kind flower, quite sediment at the market, with presence in the auctions of flowers in the whole world; however, such knowledge would contribute to a possible implantation of the culture in the coastal area of Ceará. The experiment was developed in two screen roofs with area of 264m² each, in the Experimental Station of EMBRAPA Tropical Agroindustry, in the city of Paraipaba, Ceará. The fertilizing and the planting densities were tested in different blocks, one with micro sprinkler and the other with drip irrigation. In the two there was a linear increase in the production as function of the planting density. The production in the drip irrigation was superior in 43.90% in relation to the micro sprinkler system.

Key words: Anthurium andraeanum, drip irrigation, micro sprinkler.

INTRODUÇÃO:

A floricultura, em sentido amplo, abrange o cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins, que inclui desde culturas de flores para corte à produção de mudas arbóreas. O antúrio é uma das espécies mais importantes e apreciadas, pertencentes à família das aráceas, que reúne cerca de 600 espécies, todas originárias da América tropical. Exótico e duradouro, o antúrio é uma das plantas mais usadas na decoração de interiores na formação de arranjos florais. Sua inflorescência chega a durar 60 dias em vaso com água, após ser retirada da planta. Entretanto, a beleza e a durabilidade da planta na composição de arranjos e decoração dependem de vários fatores importantes, a maioria está no campo, onde se deve conduzir a cultura de forma adequada, no que se refere à adubação, irrigação e tratamentos culturais. De acordo com Matsunaga (1995), o Brasil tem potencial para ampliar as exportações de plantas tropicais como helicônia, antúrio, bromélia e orquídea. O crescente aumento na demanda de flores e plantas ornamentais faz com que empresários busquem o agronegócio das flores, gerando divisas e emprego no meio rural, sem grandes impactos no meio ambiente, tendo em vista que o cultivo de flores e plantas ornamentais ocupa poucas áreas, favorecendo a agricultura familiar. O agronegócio da floricultura está contido no ramo da agricultura irrigada, para suprir as necessidades hídricas da cultura ou simplesmente para aplicação de fertirrigação. A floricultura apresenta uma série de vantagens, como sua grande capacidade de geração de emprego e renda. Desta forma, utilizando o sistema de irrigação adequado e manejando a cultura seguindo os preceitos técnicos a floricultura é uma alternativa na região, que apresentam áreas com micro-climas favoráveis à implementação deste segmento. São poucas ou inexistentes informações sobre o manejo adequado para as flores tropicais, a maioria das recomendações é baseada em experiências de produtores, sem base científica adequada, gerando produtos de baixa qualidade e sem padronização, dificultando o acesso do produto ao mercado consumidor. O sucesso ou insucesso da irrigação vai depender do sistema de irrigação adequada à cultura, seja ele por gotejamento ou por microaspersão, o que vai definir qual o melhor sistema e adaptação da cultura e relação custo benefício. Diante do exposto, faz-se necessário o estudo para se avaliar o sistema de irrigação que seja mais eficiente à cultura do antúrio nas condições do litoral do Estado do Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS:

A realização desse trabalho foi na Estação Experimental da EMBRAPA Agroindústria Tropical, em Paraipaba, Ceará, onde foram utilizados dois ambientes protegidos, com tela de 80% de sombreamento e formato retangular. A área de cada telado foi dividida em canteiros.



Foram testadas as densidades de plantio de 82.353, 44.118 e 26.667 plantas.ha⁻¹. Os canteiros receberam adubação orgânica, com húmus de minhoca e uma cobertura morta. Para cada densidade de plantio, foram aplicados três níveis de adubação com quatro repetições, totalizando 36 canteiros por telado. O adubo utilizado como fonte de N foi a uréia, para o P₂O₅ o superfosfato simples e para o K₂O o cloreto de potássio. A água usada na irrigação foi do sistema de abastecimento da EMBRAPA, Paraipaba, Ceará, foi analisada para determinação das características de qualidade e se classifica como C2S1. O sistema de irrigação por microaspersão foi instalado no telado A, composto de duas linhas de microaspersores invertidos colocados no teto, a uma altura de 1,80m do solo e espaçados de 3m, possuía vazão de 43L. h⁻¹ com uma pressão de serviço de 200KPa e no telado B, o sistema por gotejamento, construído em uma área vizinha ao telado A, composto por onze linhas laterais, com um gotejador por planta, vazão de 2L.h⁻¹, para uma pressão de serviço de 100KPa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Observa-se a seguir, uma análise comparativa entre os sistemas de irrigação por gotejamento versus microaspersão. As análises foram feitas em termos percentuais, comparando-se as médias das variáveis analisadas que são de interesse comercial, tamanho da flor, comprimento e diâmetro da haste e produção.

Analisando-se os valores que obtiveram maior expressão entre os dois sistemas de irrigação para o tamanho da flor (Tabela 1), verifica-se que o sistema de irrigação por microaspersão foi superior em termos percentuais, quando comparado ao sistema de irrigação por gotejamento. O maior valor foi observado no sistema de irrigação por microaspersão (81,15 mm), sendo 11,24% superior que o maior valor observado (72,95 mm) no sistema de irrigação por gotejamento. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 63,54 mm, e o valor de 68,85 mm foi o menor verificado no sistema de irrigação por microaspersão.

Tabela 1. Tamanho da flor (mm) de antúrio em função da densidade de plantio e do nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	68,68	69,08	69,65	73,67	75,07	72,76
44.118	72,95	63,71	67,74	72,71	75,64	81,15
82.353	63,54	68,43	68,26	73,21	78,78	68,85

O diâmetro da haste de antúrio (Tabela 2) em função da densidade de plantio e do nível de adubação, usando-se dois sistemas de irrigação, não apresentou diferença expressiva entre eles. O maior diâmetro verificado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 4,83 mm, enquanto que o maior diâmetro verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 4,87mm. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 4,05 mm, enquanto que o menor diâmetro verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 4,41 mm. Estes dados revelam que o diâmetro da haste da flor do antúrio não sofreu grande influência quando submetido aos sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão.

O comprimento da haste de antúrio (tabela 3) em função da densidade de plantio e do nível de adubação, usando-se dois sistemas de irrigação, por microaspersão e gotejamento, não apresentou diferenças expressivas. O maior tamanho da haste no sistema de irrigação por gotejamento foi de 40,56 cm, enquanto que o maior comprimento da haste verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 41,16 cm. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 33,08 cm, enquanto que o menor valor verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 35,47 cm. Ao se avaliar estes resultados verificou-se que as hastes que apresentaram os maiores diâmetros nos dois sistemas de irrigação, foram obtidos com os mesmos tratamentos que se obteve os maiores comprimentos da haste.

O sistema de irrigação por gotejamento foi superior, em termos percentuais, em relação ao sistema de irrigação por microaspersão, em todos os tratamentos, exceto com 75% da adubação recomendada e densidade de plantio de 44,118 plantas. ha⁻¹. A menor produção de flores de antúrio observada no sistema de irrigação por gotejo foi de 2,29 flores.m⁻² de canteiro, enquanto que no sistema de irrigação por microaspersão a menor produção observada foi de 0,88 flores.m⁻² de canteiro. A maior produção de flores de antúrio com o sistema de irrigação por gotejamento, 6,15 flores.m⁻² de canteiro, enquanto que no sistema de irrigação por microaspersão a maior produção foi de 3,45 flores.m⁻² de canteiro, representando uma diferença, entre os dois sistemas de irrigação, na ordem, de 78,26%.

Tabela 2. Diâmetro da haste (mm) de antúrio em função da densidade de plantio e de nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	4,63	4,32	4,53	4,87	4,62	4,51
44.118	4,28	4,05	4,52	4,77	4,49	4,41
82.353	4,33	4,83	4,33	4,74	4,48	4,62



Tabela 3. Comprimento da haste (cm) do antúrio em função da densidade de plantio e do nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	33,18	34,62	35,44	41,16	40,28	38,79
44.118	38,28	33,08	37,28	38,43	35,47	36,77
82.353	35,47	40,56	37,70	39,08	37,61	37,28

Tabela 4. Produção de flores de antúrio (flores.m² de canteiro) em função da densidade de plantio e níveis de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	2,63	3,78	2,50	1,75	1,88	0,88
44.118	2,29	3,75	2,63	3,44	2,50	2,50
82.353	3,85	6,15	4,28	2,40	2,19	3,45

CONCLUSÃO:

Baseado nos resultados apresentados neste trabalho pode-se concluir que: No plantio de antúrio na região litorânea do Ceará, irrigado por gotejamento, pode-se utilizar a adubação recomendada pelo IAC no espaçamento de 0,30 x 0,30 m. No sistema de irrigação por microaspersão, pode-se utilizar a adubação de 250 Kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹, 187 Kg de P₂O₅. ha⁻¹.ano⁻¹ e 187 de K₂O.ha⁻¹.ano⁻¹ no espaçamento 0,30 x 0,30 m. O sistema de irrigação que obteve a maior produção foi o de gotejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATEHORTUA, L. Antúrios. Santafé de Bogotá. Ediciones Hortecnia Ltda, 46p.1999.
- COSTA, E. F. da.;VIEIRA, R. F., editores.Quimigação: Aplicação de produtos químicos via água de irrigação. Empresa de Pesquisa Agropecuária,Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Brasília: EMBRAPA- SPI, 1994. 315p.
- DAKER, A. Irrigação e drenagem- A água na agricultura. 7ª ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1988, 543p.
- MATSUNAGA, M. Floricultura como alternativa econômica na agricultura. Informações Econômicas, v. 25, n.11, p. 94-98, nov 1995.
- MIRANDA,J.H.;PIRES,R.C.deM.;editores.Irrigação(SérieEngenheira Agrícola,2).Piracicaba: FUNEP, 2003. 410p.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. 1ª ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1991.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

MOVIMENTO DE SOLUTOS PROVENIENTES DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO-ARGILOSO

SILVA, L. V. B. D.¹; SANTOS, J. S.²; LIMA, V. L. A.³; LOPES, R. M. B. P.² & RIBEIRO, S.²

¹ Eng. Agrônoma, Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Av. Aprígio Veloso, s/n, 58100-900, Campina Grande, PB, e-mail. Ledavdantas@yahoo.com.br

² Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN,

³ Professora, Doutora da UAEG/CTRNUFCG, Campina Grande, PB

RESUMO – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-argiloso. Utilizaram-se colunas de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura preenchidas com solo arenoso, as quais foram saturadas com água destilada por período de 24 horas. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Os tratamentos constituíram-se de três soluções salinas com condutividade elétrica de 0,64; 2,15; e 3,44 dS.m⁻¹ compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L⁻¹ de NaCl. A quantidade de solução salina percolada na coluna durante os ensaios foi correspondente a três volumes de poros tendo sido coletadas amostras a cada 0,15 volumes, perfazendo o total de 20 amostras. Analisou-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio, expresso em relação a sua concentração inicial (C/C₀). Os resultados mostraram que apenas no tratamento referente à menor condutividade elétrica inicial (0,64 dS.m⁻¹), não ocorreu a recuperação completa dos sais da solução salina, para dois volumes de poros aplicados. O solo franco-argiloso apresentou alta retenção do íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento

Palavras-chave: águas salinas, transporte de solutos, sódio.

MOVEMENT OF SOLUTES FROM THE SALINE SOLUTIONS IN CLAY LOAM SOIL COLUMNS

ABSTRACT: This study was carried out to evaluate the movement of sodium and total salts from saline solutions in clay-loam soil columns. So, vitreous columns with 6 cm diameter and 26 cm height infilled with clay-loam soil and saturated with water distilled water for 24 hour period were used. Then, those columns were interlinked to Mariotte flasks containing distilled water, and so they were kept for a period enough to twice passages of the total pore volumes. The treatments consisted of three saline solutions with electric conductivity of 0,64; 2,15; and 3,44 dS.m⁻¹ composed by 10,7; 36,0 and 75,0 mg.L⁻¹ NaCl, respectively. The amount of the saline solution percolated in the column during assays corresponded to three pore volumes, and samples were collected at each 0,15 volumes, so composing a total of 20 samples. The electric conductivity (CE) and the sodium expressed in relation to its initial concentration (C/C₀) were analyzed in the collected samples. The results showed that only in the



treatment where the less concentrated solution ($0,64 \text{ dS.m}^{-1}$) was applied, the maximum CE value of the effluent did not correspond to that referring to the entry CE for those two pore volumes applied. In addition, the clay-loam soil showed high sodium ion retention.

Keywords: saline waters, solute transport, sodium.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no Nordeste do Brasil, tem-se constatado problemas de salinidade do solo praticamente em todos os grandes perímetros irrigados. Normalmente a salinidade em áreas irrigadas é consequência do uso de água de qualidade não adequada, associado ao manejo impróprio do sistema solo-água-plantas (MEDEIROS et al., 1993).

Em regiões de clima árido com elevada ventilação e temperatura, a evaporação da água enriquece o solo com solutos, potencializando o perigo de salinização. Este risco se torna ainda maior, pois nestas áreas a escassez de água de boa qualidade costuma ser severa, tornando necessária a utilização de águas salinas de poços e açudes a fim de atender às necessidades hídricas dos cultivos agrícolas.

O princípio básico para se evitar a salinização de um solo é manter o equilíbrio entre a quantidade de sais que é fornecida ao solo por meio de irrigação, com a quantidade de sais que é retirada pela drenagem natural ou artificial. Uma estratégia de prevenção do processo de salinização é prever os impactos que podem ser causados pela utilização de água de baixa qualidade à partir do estudo do movimento e da interação dos solutos com o perfil do solo.

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-argiloso.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será conduzido no Laboratório de Irrigação e Drenagem - LEID da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande-PB, com as seguintes coordenadas geográficas: $7^{\circ}15'18''$ latitude sul, $35^{\circ}52'28''$ de longitude oeste do Greenwich, com altitude média de 550 m.

Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constituíram-se de três soluções salinas apresentando condutividades elétricas de 0,64; 2,15; e $3,44 \text{ dS.m}^{-1}$ sendo compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e $75,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de NaCl. O solo, classificado como franco-argiloso, foi retirado à profundidade de 0 a 20 cm e, após secagem ao ar, foi destorroado e passado em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, retiraram-se

subamostras, as quais foram encaminhadas a laboratório a fim de proceder às caracterizações química e físico-hídrica (EMBRAPA, 1997).

A unidade experimental foi constituída de uma coluna de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura sendo que, na parte superior da mesma, foi deixada uma folga de 6 cm não preenchidos com solo, para proporcionar carga hidráulica de aproximadamente 4 cm de coluna de líquido, a qual permaneceu constante durante todo o experimento.

A base inferior das colunas foi vedada mediante utilização de um cilindro de lã de vidro e um cilindro de malha de náilon, ambos de diâmetro ligeiramente superior ao da coluna, tendo sido unidos a esta pelo auxílio de uma braçadeira de metal. O preenchimento das colunas foi realizado, à partir da base até a altura de 20 cm, com agregados de solo de até dois milímetros, devidamente homogeneizados, procedendo-se uma leve compactação para que a densidade do solo na coluna fosse aproximadamente igual àquela determinada pelas análises.

A fim de realizar a saturação, as colunas foram deixadas durante 24 horas dentro de recipiente com altura de lâmina de água destilada equivalente a 2/3 da coluna. Transcorrido este período, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada e a superfície dos agregados foi coberta com mecha de lã de vidro. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de 2 vezes o volume total de poros.

Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a solução salina foram interligados às colunas até que fosse percolado volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 20 amostras de 0,15 volumes de poros cada. Analisaram-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio expresso em relação à sua concentração inicial (C/C_0).

As curvas de condutividade elétrica e concentração relativa de sódio foram obtidas por meio do software Sigma Plot, sendo que os pontos em cada curva representam o valor da condutividade elétrica (expresso em $dS.m^{-1}$) e a concentração relativa de sódio (expressa pela relação entre a concentração de sódio no ponto e a concentração na solução salina inicial) em cada uma das 20 amostras coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1A apresenta a condutividade elétrica do efluente percolado na coluna. Verifica-se que, em todos os tratamentos, os valores de CE das primeiras amostras foi semelhante ao da água destilada utilizada para saturação inicial da coluna, porém, à partir da

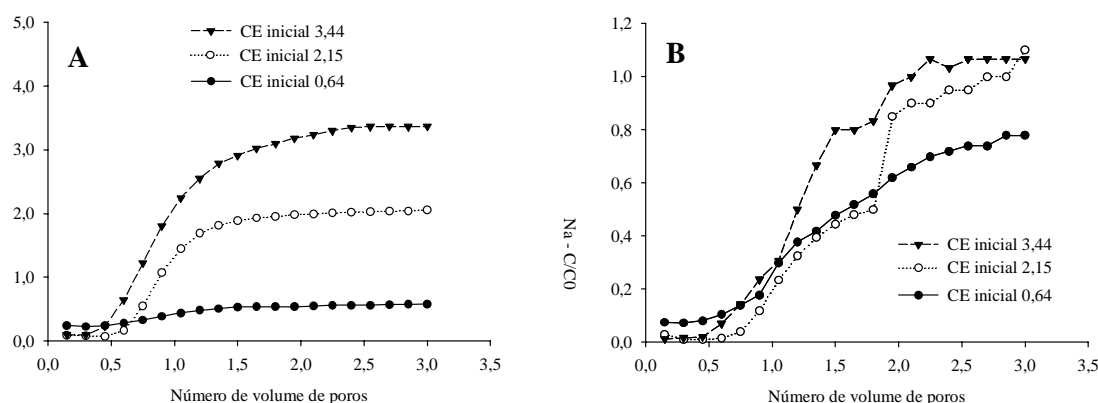


Figura 1 - Condutividade elétrica (A) e concentração relativa de Na (B) observado no efluente lixiviado, para as três concentrações salinas iniciais de acordo com o volume de poros do solo.

quarta amostra, quando a solução salina alcança a seção transversal inferior da coluna, observa-se uma tendência de aumento mais acentuado da CE da solução de entrada, porém sem alcançá-la.

Nas curvas de eluição do sódio (Figura 1B) verifica-se que, em todos os tratamentos, os valores C/C_0 tendem a se estabilizar à partir da amostra correspondente a dois volumes de poros, exceto para o tratamento referente à condutividade inicial de $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$, no qual não houve recuperação completa dos sais da solução salina aplicada. Isto ocorreu, provavelmente, porque a retenção dos sais se dá por período correspondente ao potencial de saturação dos sais e a partir desse ponto, inicia-se o processo de lixiviação de solutos, atingindo valores iguais ou até superiores àqueles registrados na solução salina de entrada. No entanto, quando se aplica solução salina menos concentrada, não existem íons suficientes para saturar a fração sólida do solo.

A partir da curva de eluição, pode-se também obter indicação da existência ou não de interação solo-soluto. Segundo Nielsen & Biggar (1962) quando, na curva, o valor correspondente à concentração relativa 0,5, é maior que 1,0 volume de poros, isto é, a curva de efluente se apresenta deslocada para a direita, significando que, ao escoar através do perfil do solo, parte do soluto é adsorvida, resultando um fator de retardamento maior que a unidade e quanto maior for o fator de retardamento, maior será a interação soluto-solo. Na Figura 1B verifica-se elevada interação do solo soluto para todos os tratamentos, provavelmente devido a elevada CTC do solo, sendo que a maior interação ocorreu para as soluções com concentrações salinas mais baixas, principalmente para aquela com condutividade inicial de $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$.

CONCLUSÕES

Apenas tratamento referente à menor condutividade elétrica inicial ($0,64 \text{ dS.m}^{-1}$), não ocorre a recuperação completa dos sais da solução salina.

O solo franco-argiloso apresentou alta retenção do íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento

REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. **Manual de análises de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa/SNCS, 1997.

MEDEIROS, J.F. de; GHEYI, H. R.; BATISTA, M. A. F. **Procedimentos de análise de solo e água para diagnóstico de salinidade**. ENA/ESAM Mossoró, 1993. 25 p.

NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Missible displacement: III Theoretical considerations. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 26, 1962. p. 206-211.

PREVEDELLO, C.L. **Física de solos com problemas resolvidos**. SAEFAS, Curitiba, 1996. 446 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E MOVIMENTO DE SÓDIO PROVENIENTE DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO-ARENOSO

SILVA, L. V. B. D.¹; SANTOS, J. S.²; LIMA, V. L. A.³; LOPES, R. M. B. P.² & MEDEIROS, S. S.²

¹ Engenheira Agrônoma. Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Av. Aprígio Veloso s/n, 58100-900 - Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1155. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

² Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Campina Grande, PB.

³ Professora adjunto da UFCG, CTRN, Campina Grande, PB.

RESUMO – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-arenoso. Utilizaram-se colunas de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura preenchidas com solo fraco-arenoso, as quais foram saturadas com água destilada por período de 24 horas. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Os tratamentos constituíram-se de três soluções salinas com condutividade elétrica de 0,64; 2,00; e 3,78 dS.m⁻¹ compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L⁻¹ de NaCl. A quantidade de solução salina percolada na coluna durante os ensaios foi correspondente a três volumes de poros tendo sido coletadas amostras a cada 0,15 volumes, perfazendo o total de 20 amostras. Analisou-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio, expresso em relação a sua concentração inicial (C/C₀). Os resultados mostraram que o íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento foi pouco retido pela fase sólida do solo.

Palavras-chave: águas salinas, transporte de solutos.

ELECTRIC CONDUCTIVITY AND MOVEMENT OF SODIUM FROM SALINE WATERS IN AN SANDY-LOAM SOIL

ABSTRACT: This study was carried out to evaluate the movement of sodium and total salts from saline solutions in sandy-loam soil columns. So, vitreous columns with 6 cm diameter and 26 cm height infilled with sandy-loam soil and saturated with water distilled water for 24 hour period were used. Then, those columns were interlinked to Mariotte flasks containing distilled water, and so they were kept for a period enough to twice passages of the total pore volumes. The treatments consisted of three saline solutions with electric conductivity of 0,64; 2,00; and 3,78 dS.m⁻¹ composed by 10,7; 36,0 and 75,0 mg.L⁻¹ NaCl, respectively. The amount of the saline solution percolated in the column during assays corresponded to three pore volumes, and samples were collected at each 0,15 volumes, so composing a total of 20 samples. The electric conductivity (CE) and the sodium expressed in relation to its initial

concentration (C/C0) were analyzed in the collected samples. The results showed that the sodium ion was little retained in the soil solid phase.

Keywords: saline waters, soil ion mobility.

INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção de alimentos, em bases sustentáveis e com segurança, mesmo em períodos de escassez de chuvas. Ademais, apesar de representar apenas cerca de 18% das terras cultivadas, as áreas irrigadas respondem por mais de 40% da produção mundial de alimentos. Fato este que torna o uso da irrigação imperativo no mundo inteiro. No entanto, nem todas as regiões produtoras dispõem de água em qualidade e quantidade necessárias para satisfazer a necessidade hídrica das culturas. Na Região Nordeste, onde a escassez deste recurso é mais crítica, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo freqüentemente encontrados valores da ordem de 0,2 a 5,0 dS.m⁻¹ (AUDRY & SUASSUNA, 1995).

O emprego desta água de baixa qualidade tem provocado salinização e sodificação do solo em enormes extensões de cultivo irrigado. O aumento de sais solúveis em um solo eleva o seu potencial osmótico fazendo com que as plantas apresentem maior dificuldade de absorção água e nutrientes. Aliado a isto, a elevada proporção relativa de sódio em relação a outros cátions compromete a capacidade de infiltração do solo pela dispersão das argilas, provocando o escoamento superficial e a redução na produção da maioria das culturas agrícolas.

Neste sentido, a importância do estudo do transporte de solutos no solo reside no fato de que, a partir do conhecimento das propriedades e das interações dos íons com o meio e de sua movimentação e persistência no solo, é possível se prever os riscos de contaminação e os impactos que ela pode causar ao meio ambiente.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-arenoso.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será conduzido no Laboratório de Irrigação e Drenagem - LEID da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande-PB, com as seguintes coordenadas geográficas: 7°15'18'' latitude sul, 35°52'28'' de longitude oeste do Greenwich, com altitude média de 550 m.



Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constituíram-se de três soluções salinas. As soluções utilizadas possuíam condutividade elétrica de 0,64; 2,00; e 3,78 dS.m⁻¹ sendo compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L⁻¹ de NaCl. O solo, classificado como franco-arenoso, foi retirado à profundidade de 0 a 20 cm e, após secagem ao ar, foi destorroado e passado em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, retiraram-se subamostras, as quais foram encaminhadas a laboratório a fim de proceder às caracterizações química e físico-hídrica (EMBRAPA, 1997).

A unidade experimental foi constituída de uma coluna de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura sendo que, na parte superior da mesma, foi deixada uma folga de 6 cm não preenchidos com solo, para proporcionar carga hidráulica de aproximadamente 4 cm de coluna de líquido, a qual permaneceu constante durante todo o experimento.

A base inferior das colunas foi vedada mediante utilização de um cilindro de lã de vidro e um cilindro de malha de náilon, ambos de diâmetro ligeiramente superior ao da coluna, tendo sido unidos a esta pelo auxílio de uma braçadeira de metal. O preenchimento das colunas foi realizado, à partir da base até a altura de 20 cm, com agregados de solo de até dois milímetros, devidamente homogeneizados, procedendo-se uma leve compactação para que a densidade do solo na coluna fosse aproximadamente igual àquela determinada pelas análises.

A fim de realizar a saturação, as colunas foram deixadas durante 24 horas dentro de recipiente com altura de lâmina de água destilada equivalente a 2/3 da coluna. Transcorrido este período, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada e a superfície dos agregados foi coberta com mecha de lã de vidro. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros.

Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a solução salina foram interligados às colunas até que fosse percolado volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 20 amostras de 0,15 volumes de poros cada. Analisaram-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio expresso em relação a sua concentração inicial (C/C₀).

As curvas de condutividade elétrica e concentração relativa de sódio foram obtidas por meio do software Sigma Plot, sendo que os pontos em cada curva representam o valor da condutividade elétrica (expresso em dS.m⁻¹) e a concentração relativa de sódio (expressa pela relação entre a concentração de sódio no ponto e a concentração na solução salina inicial) em cada uma das 20 amostras coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1A apresenta a curva de variação da condutividade elétrica do efluente percolado na coluna. Verifica-se que até a terceira coleta a CE do efluente apresenta valores semelhantes ao da água destilada utilizada para saturação da coluna. Em seguida, a solução salina, ao atingir a seção transversal inferior da coluna, causa uma elevação nos valores de CE até o ponto em que estes se igualam à condutividade da solução de entrada e se mantêm constantes por um determinado período, quando então se observa uma suave elevação na CE. Isto ocorre, provavelmente, porque a retenção dos sais se dá por período correspondente ao potencial de saturação dos sais e a partir desse ponto, inicia-se o processo de lixiviação de solutos, atingindo valores iguais ou até superiores àqueles registrados na solução salina de entrada.

Observa-se que, em todos os tratamentos, o ponto de equilíbrio entre a CE da solução de entrada e do efluente coletado é atingido, em média, quando foi percolado um volume de 1,95 volume de poros, o que indica uma provável saturação das bases presentes na solução do solo neste ponto.

A Figura 1B apresenta a curva de eluição de sódio do líquido percolado. Verifica-se que, para todos os tratamentos, quando a concentração relativa de sódio é 0,5 o valor correspondente de número de poros aproxima-se de 1,0. Segundo Nielsen e Biggar (1962), este comportamento indica baixa interação do íon presente no soluto percolado com a fase sólida do solo. Isto ocorre, provavelmente, devido à baixa CTC do solo franco-arenoso que, aliada à sua elevada permeabilidade acarreta em baixa retenção de sais nestes solos.

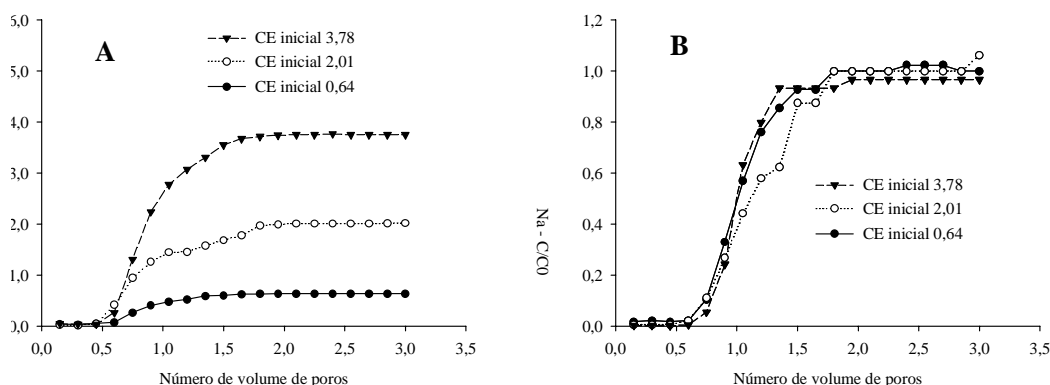


Figura 1 - Condutividade elétrica (A) e concentração relativa de Na (B) observado no efluente lixiviado, para as três concentrações salinas iniciais de acordo com o volume de poros do solo.



CONCLUSÕES

O íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento foi pouco retido pela fase sólida do solo franco-arenoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste:** caracterização, variação sazonal, limitação do uso. ORSTOM/FUNDAJ, Recife, 1995. 128 p.

EMBRAPA. **Manual de análises de solo.** Rio de Janeiro: Embrapa/SNCS, 1997.

NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Missible displacement: III Theoretical considerations. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 26, 1962. p. 206-211.

PREVEDELLO, C.L. **Física de solos com problemas resolvidos.** SAEFAS, Curitiba, 1996. 446 p.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS E FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DE PÓS- COLHEITA DO MELÃO

VALNIR JÚNIOR, M¹.; LIMA, V. L. A. DE², GOMES FILHO, R. R.¹; SOARES, F. A. L.¹;
OLIVEIRA, J. E. DE³ & SANTOS NETO, A. M. DOS³

¹Professor Doutor da FATEC, Sobral, Av. Dr. Gurany, email: valnir@centec.org.br

²Professora Doutora da UAEA/CTRN/UFCG

³Tecnologo em Recursos hídricos e Irrigação

RESUMO: O experimento foi desenvolvido em uma área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú, utilizando-se sementes de melão, var. inodorus, cv. F1 10/00 do tipo “amarelo”, irrigadas com diferentes lâminas de irrigação e frequência de aplicação d’água. As sementes foram plantadas em fileiras equidistantes em 2 m colocando-se duas sementes por emissor distanciadas entre si de aproximadamente 12 cm, totalizando 24 plantas por fileira. As plantas foram irrigadas com um sistema localizado tipo gotejamento, com emissores de vazão de 2,3 L h⁻¹, espaçados de 0,5 m, resultando em um emissor para cada duas plantas. A quantidade de água aplicada foi determinada mediante a necessidade de reposição das perdas decorrentes da evapotranspiração da cultura (ETc). Avaliou-se a vida útil pós-colheita dos frutos de melão nas características de pós-colheita peso, °brix e firmeza da polpa (textura). De posse dos resultados verificou-se que os diferentes volumes d’água fornecidos no ciclo influenciaram as características de pós-colheita peso, brix e textura dos frutos. O peso inicial dos frutos fez diferença nas características de pós-colheita peso, brix e textura, sendo as variações para mais tanto maior quanto maior fosse o peso inicial, exceto para a variável textura do fruto.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*, evapotranspiração, produção, meloeiro, crescimento.

EFFECT OF DIFFERENT SHEETS AND FREQUENCY OF IRRIGATION IN THE CHARACTERISTICS OF POWDER- CROP OF THE MELON

ABSTRACT: The experiment was developed in a private area in the District of Irrigation of the Baixo Acaraú, utilizing itself seeds of cantaloup, var. inodorus, cv. F1 10/00 of the kind "yellow", irrigated with different sheets of irrigation and frequency of application of water. The seeds were planted in equidistant rows in 2 m putting itself two seeds by distant transmitter among themselves of approximately 12 cm, totalling up 24 plants by row. The plants were irrigated with a system located kind drip irrigation, with transmitters of outflow of 2,3 L h⁻¹, spaced out of 0,5 m, resulting in a transmitter for each two plants. The quantity of water applied was determined by means of the need of replacement of the resulting losses



of the evapotranspiration of the culture (ET_c). It evaluated itself the helpful life after the harvest of the fruits of cantaloup in the characteristics after the weight harvest, °brix and firmness of the pulp (texture). From possession of the results verified itself that the different volumes of water supplied in the cycle influenced the characteristics after the weight harvest, brix and texture of the fruits. The initial weight of the fruits did difference in the characteristics of weight harvest, brix and texture, being the variations for more so much bigger as much as bigger was the initial weight, except for the variable texture of the fruit.

Keywords: Cucumis melon, evapotranspiration, production, growth.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa lugar de destaque no ranking dos países exportadores de melão, tendo a Europa como principal destino dos frutos comercializados. Dentre os estados maiores produtores desta olerícola ressaltam-se o Rio Grande do Norte e o Ceará, constituindo para estes o produto agrícola de maior expressão na pauta de exportação. No entanto, a globalização dos mercados importa aos produtores critérios de seleção, classificação e vida pós-colheita do melão que os condicionam e realizar práticas e agregar novas tecnologias com intuito de melhorar a qualidade dos frutos colhidos, e o máximo de conservação de suas propriedades químicas e físicas após. Dos vários fatores que afetam a qualidade do melão, merece especial atenção o manejo da água fornecida, ocasionando quando déficit ou excesso mudanças significativas nas características fenológicas da planta e conseqüentemente na vida útil pós-colheita dos frutos. Esse estudo avaliou o efeito de diferentes lâminas d'água e frequência de irrigação nas características de pós-colheita peso, teor de sólidos solúveis (brix) e textura dos frutos do meloeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a novembro de 2004, em área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú e situado no Norte do Ceará, a 03°05'20" de latitude Sul e 40°03'37" de longitude Oeste a 56,08 m de altitude.

Tendo clima do tipo Aw Tropical Chuvoso, precipitação média de 900 mm, temperatura média de 28,1 °C, umidade relativa de 70%. O solo Areias Quartizosas, textura leve, muito permeáveis, bem drenados e profundos (DNOCS, 2004).

Utilizaram-se sementes de melão (*Cucumis melo* L), var. *inodorus*, cv. F1 10/00 do tipo "amarelo", sendo à época a mais cultivada e exportada pelos produtores locais.

O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso com vinte tratamentos e três repetições em esquema fatorial 5x4. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de irrigação 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 e 1,4 da Evapotranspiração da Cultura nos sistemas localizados (ET_{CL}) respectivos a L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ e quatro frequências de aplicação d'água, F₁

(Lâmina de irrigação total parcelada em três vezes ao dia; F₂ (em duas vezes ao dia); F₃ (de uma única vez ao dia); e, F₄ (de uma única vez em dias alternados).

As parcelas experimentais eram de 60 m² (10 x 6 m), com cinco fileiras de plantas espaçadas em 2 m e 0,25 m entre estas, somando 24 plantas por fileira e 20.000 plantas ha⁻¹. Para as análises de vida útil pós-colheita foram utilizadas somente as plantas da fileira central.

Ao término da primeira colheita, foram amostrados dois frutos, por parcela, um para análise no dia da colheita e o outro 30 dias depois (vida útil pós-colheita). Fez-se análises dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix), firmeza da polpa e perda de peso, nos laboratórios da FATEC Sobral. Na seleção dos frutos teve-se cuidados em não escolher os portadores de imperfeições facilmente detectáveis.

a) Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

Os testes de sólidos solúveis totais foram feitos com os frutos completamente maduros, onde foi retirada uma fatia longitudinal de aproximadamente 3 cm de espessura, sem casca e sem sementes, sendo parte desta colocada em um liquidificador para homogeneizar a amostra e em seguida determinou-se o °Brix, utilizando um refratômetro digital, com correção automática de temperatura.

b) Firmeza da polpa

A firmeza da polpa (textura), foi determinada com auxílio de um penetrômetro manual com pluger de 8 mm de diâmetro, a partir de frutos previamente seccionados longitudinalmente em quatro partes (fatias) equidistantes, sendo a medida feita na posição mediana da face lateral de, pelo menos, duas fatias. As leituras em libras (lb) foram convertidas em Newton (N), multiplicando o valor encontrado pelo fator 4,45 (Filgueiras et al., 2000).

c) Perda de peso do fruto

Os frutos selecionados foram analisados após permanência em prateleira sob temperatura ambiente, a uma temperatura em torno de 28 °C, e umidade relativa do ar variando de 70 a 80% nos 30 dias de armazenamento. A análise de perda de peso foi mediante ao cálculo da diferença do peso inicial do fruto, momento em que iniciaram a contagem do tempo e aquele obtido 30 dias depois (Costa, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 30 dias de armazenamento a perda de peso dos frutos das plantas irrigadas com a lâmina de 372,38 mm foi 120,60% maior que os das plantas irrigadas com uma lâmina de 159,41 mm (Figura 1A). A perda de peso dos frutos ao longo dos 30 dias de armazenamento

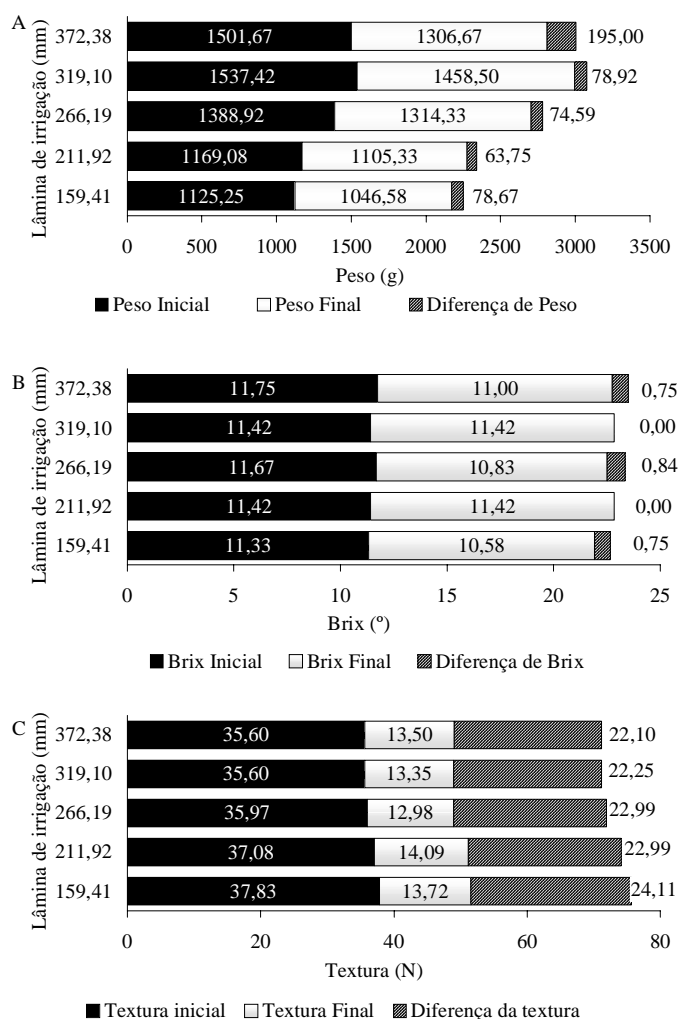


Figura 1. Perda de peso (A) ° brix (B) e textura (C) do meloeiro var. *inodoro* do tipo “amarelo” cultivar híbrida F1 10/00 em função das lâminas e freqüência de irrigação.

variava para mais à medida que, se aumentava às quantidades totais d’água fornecidas às parcelas no ciclo passando de 6,99% (78,75 g) na menor lâmina (159,41 mm) a 53,08% (195,00 g) para a maior lâmina estudada (372,38 mm), Figura 1A. Por terem recebido um volume d’água maior no período, os frutos nesta última lâmina eram bem maiores, essa subtração de peso pode ser atribuída, à perda de umidade e de material de reserva, através da transpiração e respiração do fruto, sendo estes os principais limitantes da vida útil pós-colheita de melões, e sofrem influência de inúmeros fatores como cultivar, tratamentos pós-colheita, das condições e duração do armazenamento entre outros (Mayberry & Hartz, 1992; Menezes, 1996).

Verificou-se ocorrência de variação no ° brix entre as lâminas de irrigação (Figura 1B). Sendo possível admitir que na análise pós-colheita da variável peso dos frutos, o peso inicial dos frutos influenciou variações no teor de sólidos solúveis totais. Vale salientar que a perda de

umidade (evapotranspiração) aumenta o consumo de açúcares (respiração), e assim diminui a qualidade do fruto.

A firmeza de polpa (textura) decresceu durante o armazenamento, com uma média no início do armazenamento (0 dia) de 36,41 N e ao final (30 dias) de 13,49 N (Figura 1C), verificando-se uma perda de firmeza de 63,54, 62,50, 59,78, 59,00 e 63,73% para as lâminas de 159,41, 211,92, 266,19, 319,10 e 372,38 mm, respectivamente, durante o tempo transcorrido. Nota-se que a maior lâmina obteve a maior perda de firmeza da polpa, o que pode estar relacionado com o aumento da atividade de hidrolases tais como a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) durante o armazenamento do fruto, comprovando que a perda de peso é a causa principal de deterioração no armazenamento, resultando não apenas em uma perda quantitativa, o que ocasiona sérios prejuízos econômicos, pois normalmente os frutos são vendidos por unidade de massa, mas também em uma perda qualitativa pelo enrugamento e amolecimento, destes.

CONCLUSÕES

Os diferentes volumes d'água fornecidos no ciclo influenciaram as características de pós-colheita peso, brix e textura dos frutos.

O peso inicial dos frutos fez diferença nas características de pós-colheita peso, brix e textura, sendo as variações para mais tanto maior quanto maior fosse o peso inicial, exceto para a variável textura do fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Perímetro de Irrigação Baixo Acaraú**. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/ppi/ce/baixo_acarau.html>. Acessado em 25/05/2004. 2004.
- FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V. da; PEREIRA, L. S. E.; GOMES JÚNIOR, J. Melão: Pós-Colheita. **Série FRUTAS DO BRASIL**, 10. EMBRAPA. p.23-41. 2000.
- COSTA, M. da C. **Efeitos de diferentes lâminas de água com níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. Botucatu: UNESP, 1999. 115p. (Teses de Doutorado).
- MAYBERRY, K.S.; HARTZ, T.K. Extension of muskmelon storage life through the use of hot water treatment and polyethylene wraps. **Hortscience**, v. 27, n. 4, p. 324-326, 1992.
- MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo “Galia” durante a maturação e o armazenamento**. Lavras, 1996. 87p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE DIFERENTES RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS

MESQUITA, K. A.¹; OLIVEIRA, M. S. F. DE¹;
TEIXEIRA, E. M.¹ & NEVES, R. M. R.¹

¹ Alunas do curso de Recursos Hídricos e Irrigação da FATEC de Sobral

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico das águas de diferentes locais utilizadas na irrigação no município de Cajazeiras, PB. Durante um período de 11 meses de pesquisa foram colhidas amostras de água em 13 poços, sendo estes poços tubulares e amazons. Os resultados mostraram que para irrigação, não existe água de excelente qualidade, pois quando uma fonte exibiu baixo risco de salinidade, apresentava simultaneamente, alto risco de sodificação.

Palavras chave: águas superficial, salinidade, sodicidade.

QUALITY OF THE WATERS OF DIFFERENT RESERVOIRS OF THE MUNICIPAL DISTRICT OF CAJAZEIRAS

ABSTRACT: The present work had as objective accomplishes an I diagnose of the waters of different places used in the irrigation in the municipal district of Cajazeiras, PB. During a period of 11 months of research they were picked samples of water in 13 wells, being these tubular wells and amazon. The results showed that for irrigation, water of excellent quality doesn't exist, because when a source exhibited low salinity risk, it presented simultaneously, high sodifid risk.

Keywords: cotton, irrigation depht, salinity

INTRODUÇÃO

Em decorrência de ser uma região que apresenta escassez na precipitação pluviométrica e alta taxa de evaporação, o município de Cajazeira tem uma demanda reduzida de fontes de água para fins de consumo humano e irrigação, essa situação, junto com a falta de conservação

ambiental, acelera a poluição e contaminação das águas superficiais e subterrâneas e dificultam a preservação das fontes de água existente na região, em particular aquelas presentes em pequenas comunidades.

Toda água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução (Rhoades et al., 2000), mas em região semi-áridas essa concentração é, em geral maior, por causa dos períodos secos, que favorecem a evaporação da água e em consequência, se concentram os sais nas águas remanescentes dos reservatórios, causando aumento de sais e consequentemente aumenta os problemas do solo e das culturas, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis.

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, caracterizar e avaliar a qualidade das águas de diferentes tipos de poços do município de Cajazeiras para irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das amostras de água foram realizadas no período de agosto de 2004 a abril de 2004. Foram utilizados recipientes plásticos limpos e no momento da coleta usou-se um pouco da água da fonte para uma ligeira lavagem e definitiva coleta de água. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, PB, onde foram submetidas a análise química e de salinidade seguindo recomendação da Embrapa (1997).

Foi avaliada a condutividade elétrica em dS m^{-1} dos poços onde se utilizou a classificação sugerida pela University of Califórnia Committee of Consultants-UCCC para classificar o tipo de água e o seu risco para a irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura encontra-se a variação média da condutividade elétrica da água (CEa) para todos os locais de amostragem durante o período de coleta. Verificam-se que os poços amazonas da localidade 1 e 2 (PA1 e PA2) e os poços tubulares apresenta um forte crescimento na concentração de sais, que pode ser explicado pela fonte se encontra numa área de irrigação que utiliza a fonte concentração de sais elevada promovendo por consequência através da drenagem natural, elevação da concentração de sais e conjuntamente com uma taxa elevada de evapotranspiração promovem uma maior concentração de sais.

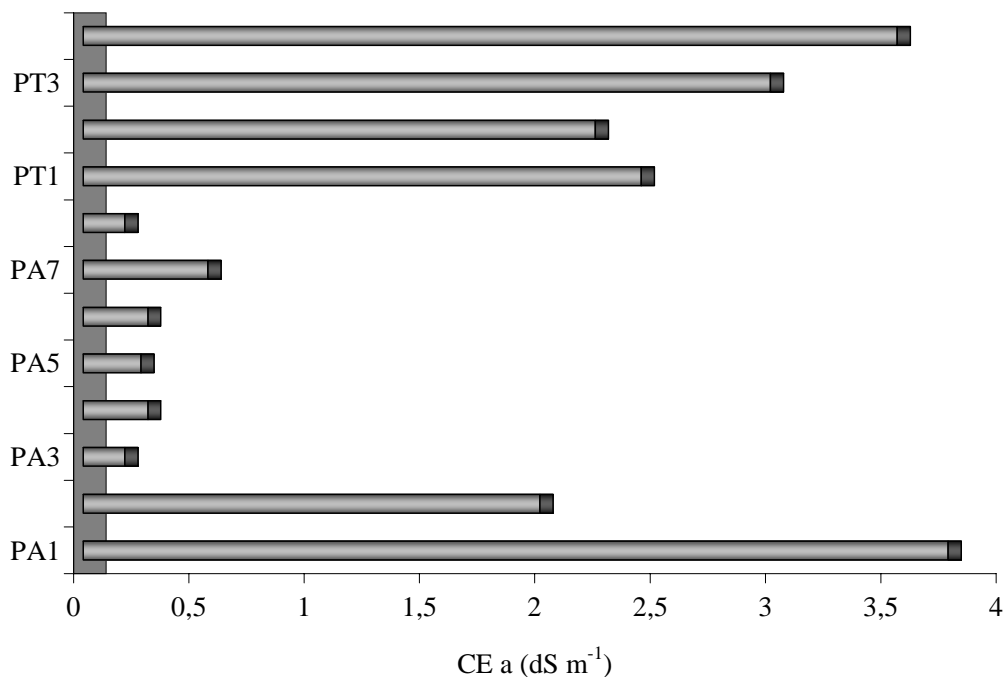


Figura 1. Variação da condutividade elétrica dos diferentes pontos de amostragens.

Observa-se, nas águas dos poços amazonas do riacho PA1 e PA2 acréscimos nos teores de sais dissolvidos, constituindo-se em restrição severa, principalmente para o poço PA1 que no decorrer do ano, indicou a menor CE obtida, de 1,80 dS m⁻¹..

Baseado na classificação UCCC, 1974 nos poços PT1 e PT2, que se classificam de ligeira a moderada restrição, até mesmo nos meses subsequentes ao período chuvoso.

Como a variação na composição e qualidade das águas destinadas à irrigação depende da zona climática, fonte de água, época do ano e do manejo adotado na irrigação, as águas dos poços PA2, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7 e PA8 podem ser utilizadas sem causar prejuízos ao meio ambiente, uma vez que apresentaram, valores máximos de 0,84 dS m⁻¹ e mínimo de 0,12 dS m⁻¹.

CONCLUSÕES

- 1 Verificam-se acréscimos da CE no período de agosto a dezembro, com exceção das fonte PR22. A lâmina de 680,82 mm ocasionou maior decréscimo na eficiência do uso da água.
2. O poço do riacho (PR1), nos meses de setembro a dezembro, apresentou a maior CE, com alto grau de restrição, em que a CE deste poço foi superior a 20 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água da agricultura. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

RHOADES, J.; KANDIAN, A.; MASHALI, A. M.(trad) Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e drenagem, 48).

UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS. Guidelines for interpretation of water quality for agriculture. Davis, University of California, 1974. 13p



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NO ACÚMULO, EXPORTAÇÃO E RESTITUIÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANEIRAS PRATA ANÃ E GRAND NAINÉ

ALVES, A. N.¹; SOARES, F. A. L.²; TERCEIRO NETO, C. P. C.³;
GHEYI, H. R.⁴; OLIVEIRA, F. H. T. DE⁵ & CARNEIRO, P. T.³

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG.

² Faculdade de Tecnologia Centec – Sobral. Av. Dr. Guarany, 317 CEP: 62040-730, Sobral, CE.

³ Doutorado em Irrigação e Drenagem, DER/ESALQ, CEP 13418-050, Piracicaba, SP.

⁴ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG), Cx. Postal 10078, CEP 58109-970, Campina Grande-PB. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br; Autor para correspondência.

⁵ Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, CEP 58397-000 Areia, PB.

RESUMO: O conhecimento do conteúdo de nutrientes nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a qualidade do produto e a remoção de nutrientes da área de cultivo, necessário para a formulação de recomendações de adubação. Realizou-se este trabalho com o objetivo de se avaliar os nutrientes exportados (engão + frutos) e os restituídos (rizoma + pseudocaule + folhas) ao solo no bananal irrigado com águas de diferentes salinidade, no primeiro ciclo de produção. A pesquisa foi realizada no período de junho de 2004 a maio de 2005, no município de Limoeiro do Norte, onde foram plantados dois blocos de amostragens com as cultivares Grand Naine e Prata Anã. A partir dos 30 dias após transplantio e a cada 45 dias foram amostradas todas as plantas de quatro touceiras, escolhidas ao acaso, as quais foram separadas em suas diversas partes para serem, depois, submetidas à análise após a secagem. O acúmulo de nutrientes, ao longo do tempo, seguiu comportamento semelhante ao acúmulo de matéria seca na planta, em ambas as cultivares. A exportação de nutrientes pelo cacho das duas cultivares foram em ordem $K > N > P$ e para a cultivar Grand Naine a sequência foi $K > N > P$. Independente da cultivar, a ordem decrescente da quantidade de nutrientes restituídos ao solo, após a colheita, foi $K > N > P$.

Palavras-chave: *Musa* sp, absorção de nutrientes, matéria seca, macronutrientes.

INFLUENCES OF THE QUALITY OF WATER IN THE ACCUMULATION, EXPORT AND RESTITUTION OF NUTRIENTS IN PRATA ANÃ AND GRAND NAINÉ BANANAS

ABSTRACT: The knowledge about the content of nutrients in the plants, mainly of the harvested part is important to assess the product quality and the removal of the nutrients from the cultivated area, necessary for the formulation of fertilizer recommendations. This research was carried out to evaluate the

nutrients exported (rachis of the inflorescence + fruits), and restituted (rhizome + pseudocaule + leaves) to the soil, in a banana plantation. The study was conducted in the municipality of Limoeiro do Norte, CE, where two blocks of samplings were planted with Grand Naine and Prata Anã cultivars. Starting from the 30 days after transplant (DAT) and every 45 days thereafter, plant samples were collected, harvesting all the plants of four clump, chosen at random in full competition. The content of nutrients in different parts of the plants were determined after drying. The sequence of nutrients exported by the bunch in case of Prata Anã was $K > N > P$ while in Grand Naine cultivar the sequence was of $K > N > P$. Independent of cultivar, the order of the amount of nutrients returned to the soil after the crop removed was $K > N > P$.

Key-word: *Musa* sp. absorption of nutrients, dry matter, macronutrientes.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produtividade da bananeira é considerada baixa, ocasionada, quase sempre, por equívocos do produtor que, muitas vezes, só se preocupa em adubar para suprir as necessidades nutricionais da planta-mãe, tornando insuficiente o suprimento de nutrientes durante todo o ciclo de produção da planta (Borges et al., 1999); além do mais, as doses de nutrientes normalmente recomendadas para a cultura da banana (Souza et al., 1999; Borges et al., 2002) não têm bases sólidas em estudos de crescimento e absorção de nutrientes.

Nesse sentido, o estudo da marcha de crescimento e de absorção de nutrientes possibilita o conhecimento da demanda nutricional pela planta, em cada estágio de desenvolvimento da cultura; a disponibilidade de nutrientes no solo deve atender às exigências da planta. Lahav & Turner (1983) já enfatizavam que a distribuição proporcional de um nutriente em diferentes partes da planta depende da quantidade total presente, associada à taxa de liberação e à disponibilidade no solo. Vitti & Ruggiero (1984) ressaltam que, além do conhecimento do conteúdo total de nutrientes absorvidos pela bananeira, é oportuno conhecer a percentagem desse total exportado com a colheita, visando à sua reposição via fertilização e devolução dos restos vegetais ao solo.

Deste modo, os nutrientes contidos no material vegetal depositado no solo são imprescindíveis, não apenas pelas quantidades nele existentes, mas, também pelo fato de se tratar de uma fonte de nutrientes bastante importante para o bananal remanescente no campo, sendo sua adubação totalmente diferenciada da anterior.

As poucas informações sobre a quantidade de macronutrientes a serem fornecidos à cultura da banana, aliado à escassez de informações relativas às exigências nutricionais da planta, reforçam a importância deste estudo. Objetivou-se avaliar a quantidade de nutrientes (N, P e K) acumulada em várias fases de desenvolvimento das plantas e a restituída ao solo na forma de resíduos, por ocasião da colheita, bem como a exportada pelos cachos durante o primeiro ciclo de produção da bananeira



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho de 2004 a maio de 2005, em uma propriedade agrícola pertencente à empresa Fazenda Frutacor Ltda, situada em uma parte do Perímetro Irrigado DIJA II (Distrito Irrigado do Jaguaribe – Apodi) na Chapada do Apodi, Município de Limoeiro do Norte, CE (5°08'45'' S, 38°05'52'' W, altitude 70 m), em um Cambissolo (Santos et al., 2006). Os resultados das análises químicas e físicas do solo (EMBRAPA, 1997) se encontram na Tabela 1.

O trabalho foi constituído de dois blocos de amostragem, um com a cv. Prata Anã e no outro a cv. Grand Naine; cada bloco tinha dimensões de 18 m de largura por 75 m de comprimento, composto de seis fileiras de trinta plantas. O bananal foi plantado em fileiras duplas com espaçamento de 4,0 m entre fileiras duplas (ruas), 2,0 m entre fileiras simples e 2,5 m entre plantas nas fileiras. No plantio, cada cova recebeu uma muda de bananeira do tipo filhote, obtida a partir de cultura de tecidos, livre de pragas e doenças; 15 dias após o transplantio (DAT), realizou-se o replantio de algumas mudas de mesma origem e idade, resultando em uma densidade de plantio de 1.333 plantas ha⁻¹. O bananal foi conduzido com uma planta matriz e dois rebentos por cova, formando a touceira.

A partir dos 30 dias após transplantio (DAT), a cada 45 dias foram efetuadas amostragens, colhendo-se, em cada época, todas as plantas de quatro touceiras, escolhidas ao acaso, em competição completa; as plantas eram cortadas e separadas nas suas partes (rizoma, pseudocaule, limbo foliar, pecíolo, engão e frutos) e pesadas em balança digital; em seguida, foram retiradas sub-amostras de cada parte e acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65 °C, até peso constante, para obtenção da matéria seca, segundo metodologia descrita em Martin-Prevel et al. (1968) e Twyford & Walmsley (1974).

Foram determinados, em cada órgão da planta, os teores de nutrientes (N, P e K), conforme metodologia recomendada por Silva (1999). A partir dos teores desses nutrientes e da matéria seca de cada órgão da planta, estabeleceu-se o conteúdo de nutrientes nos diversos órgãos da bananeira, avaliando-se, no seu conjunto, o estado nutricional da planta inteira e a quantidade de nutrientes restituídos ao solo por meio da devolução dos resíduos vegetais ao solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bananeira acumulou MS de forma crescente, porém, em ambas as cultivares, a partir dos 255 DAT o crescimento da MS se estabilizou até a colheita. Nota-se, na Tabela 1, que a cv. Prata Anã

Tabela 1. Acúmulo (kg ha^{-1}) de matéria seca (MS), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na época da primeira colheita (planta-mãe) das cultivares Prata Anã e Grand Naine

Parte da planta	PRATA ANÃ [#]				GRAND NAINE [#]			
	MS	N	P	K	MS	N	P	K
Exportada	2476	22,6	3,2	63,2	4276	40,4	7,9	154,3
Fruto	2288	20,4	2,8	49,9	4109	38,8	7,2	136,1
Engaço	188	2,2	0,4	13,3	167	1,6	0,7	18,2
Restituída	5822	38,6	8,3	270,0	4049	41,1	13,6	203,6
Folha	1790	17,4	2,2	71,6	1380	18,5	7,1	45,4
Pseudocaule	2763	16,2	4,9	158,1	1689	14,6	5,1	117,2
Rizoma	1269	5,0	1,2	40,3	980	8,0	1,4	41,0
Total	8298	61,1	11,5	333,2	8325	81,5	21,5	357,9

[#]A produtividade obtida da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, foi de 12,99 e 28,72 t ha^{-1} .

restituiu ao campo, na época de colheita, 70,2% e a ‘Grand Naine’ 48,6% da MS total, uma evidência de que na cv. Grand Naine, a maior parte dos produtos fotoassimilados é translocada para o fruto. A quantidade de nitrogênio exportada pela colheita, de 12,99 e 28,72 t ha^{-1} de bananas da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, foi de 22,6 (36,9%) e 40,4 (49,6%) kg ha^{-1} , notando-se que a cv. Grand Naine acumula quase duas vezes mais N no cacho que a cv. Prata Anã. As plantas restituíram, ao campo 63,2 e 48,6% do conteúdo de N acumulado na planta-mãe da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente. Apesar das plantas restituírem esse elemento ao solo através da matéria seca, o N contido nas várias partes da planta não está prontamente disponível para as plantas-filhas uma vez que demanda, geralmente, de algum tempo para ser transformado em compostos inorgânicos e só daí ser absorvido; desta forma, o fornecimento de N deve ser em quantidades suficientes para que a planta-filha não seja afetada por sua deficiência.

O fósforo (P) foi o nutriente de menor acúmulo pelo bananal, com o máximo de 11,5 e 21,5 kg ha^{-1} , para a cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente. A quantidade de P exportada pela colheita foram 3,2 e 7,9 kg ha^{-1} nas cultivares Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, uma evidência que o suprimento de P da planta-filha da cv. Prata Anã, na época de colheita, foi maior que da cv. Grand Naine. Faria (1997) encontrou valores de P, exportados através do cacho, maiores que os observados neste experimento, ou seja, cerca de 66,5% pela cv. Grand Naine e 44,4% na cv. Prata Anã, enquanto neste trabalho a exportação de P pelo cacho foi de 28,3 e 36,9% para a cv Prata Anã e Grand Naine, respectivamente.

Como os solos da região semi-árida nordestina têm alta capacidade de fixação deste elemento, tal restituição é benéfica, concordando com Moreira (1999) ao relatar que a utilização dos resíduos vegetais pode constituir importante fonte de liberação lenta de fósforo.



O potássio (K) foi o nutriente mais absorvido pelas bananeiras, com acúmulo máximo de 333,2 kg ha⁻¹ nas plantas da cv. Prata Anã e 357,9 kg ha⁻¹ nas de Grand Naine, dessas quantidades foram exportados, respectivamente, 63,2 e 154,3 kg ha⁻¹, uma evidência de terem as plantas da cv. Prata Anã restituído ao solo 81,0% e a Grand Naine 56,9% do total absorvido desse nutriente. Como a restituição ao bananal dos resíduos provenientes dos órgãos vegetativos das plantas, após a colheita, possibilita o retorno ao solo, de quantidades significativas de K, que serão disponibilizadas lentamente a planta e considerando a elevada mobilidade no solo deste nutriente em forma inorgânica, em razão de sua alta solubilidade em água (Epstein & Bloom, 2006), essa é uma grande vantagem visto que neste caso não se têm perdas por lixiviação.

As quantidades de nutrientes totais acumuladas pelas plantas, na época de colheita, independente da cultivar, seguem a ordem: K > N > P; entretanto, as proporções foram 100:15,9:2,6 e 100:23,2:5,4, respectivamente para 'Prata Anã' e 'Grand Naine'. Em relação à exportação de nutrientes pelo cacho da cv. Prata Anã, os totais foram: K (63,2 kg ha⁻¹) > N (22,6 kg ha⁻¹) > P (3,2 kg ha⁻¹); na cv. Grand Naine as quantidades foram as seguintes: K (154,3 kg ha⁻¹) > N (40,4 kg ha⁻¹) > P (7,9 kg ha⁻¹). Estes resultados são evidências de que as cultivares estudadas têm exigências nutricionais e padrão de partição de nutrientes diferentes, nos diversos órgãos da bananeira; assim, as plantas devem ser adubadas de forma diferenciada, contrário à prática em uso na fazenda e na região.

CONCLUSÕES

A restituição de restos culturais ao solo é maior com cultivo de Prata Anã que de Grand Naine. O acúmulo de N, P e K na planta ao longo do tempo segue comportamento semelhante ao acúmulo de matéria seca na planta, em ambas as cultivares. A ordem de nutrientes exportados pelo cacho das plantas das duas cultivares é: K>N>P. As bananeiras Prata Anã e Grand Naine restituem ao solo, após a colheita, os macronutrientes, na seguinte ordem: K>N>P.

AGRADECIMENTOS

À empresa Fazenda Frutacor Ltda, na pessoa do Sr. João Teixeira, seu proprietário, que disponibilizou a estrutura e equipe técnica administrativa da Fazenda para realização deste trabalho. Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A.L et al. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E.J., ed. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, Embrapa, 1999. p.197-260.
- BORGES, A.L. et al. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular Técnica, 48).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição Mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- FARIA, N.G. **Absorção de nutrientes por cultivares e híbridos promissores de bananeira**. 1997. 66p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Bahia.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. **Banana nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1983. 62p. (IPI. Bolletin,7).
- MARTIN-PRÉVEL, P. et al. Les éléments minéraux dans le bananier ‘ Gros Michel’ au Cameroun. **Fruits**, Paris, v.23, n.5, p.259-269, 1968.
- MOREIRA, R.S. **Banana: Teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1999. CD ROM.
- SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.
- SOUZA, M. et al. Banana prata anã. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.217-218.
- TWYFORD, I.T.; WALMSLEY, D. The mineral composition of the ‘Robusta’ banana plant; III – uptake and distribution of mineral constituents. **Plant and Soil**. Dordrecht, v.41, n.3, p.471-491, 1974.
- VITTI, C.G.; RUGGIERO, C. Aproveitamento do engaço, coração e ráquis, como fonte de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1. 1984, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, 1984, p.392-399.



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO EM UM POMAR DE MAMÃO

NASCIMENTO, A.K.S.²; SOUSA, R.O.R.M.³; OLIVEIRA, J. E.⁴;
SANTOS NETO, A. M.⁴; CARVALHO; C. M.⁵ & AZEVEDO, J.G.N.⁶

¹Trabalho extraído da monografia do primeiro autor defendida no CENTEC-Sobral.

²Tecnóloga em Irrigação, Técnica da Qualidade, LEEI/FATEC, Sobral, CE, CEP: 62040-730 (088) 92050651. e-mail: kelliane.cnpq@centec.org.br.

³Doutor, Professor, UFRA/ICA, Belém, PA.

⁴Tecnólogo em Irrigação, Técnico em Ensaios, LEEI/FATEC, Sobral, CE.

⁵Mestre em Irrigação e Drenagem, Professor, FATEC, Sobral, CE.

⁶Tecnólogo em Irrigação, Agente Rural, Ematerce, Tianguá, CE.

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido no Perímetro Irrigado Araras Norte, localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota no Estado do Ceará, objetivando avaliar o desempenho hidráulico de um sistema de irrigação localizada por microaspersão, implantado na cultura do mamão. Para a avaliação hidráulica foram realizadas coletas de vazão e pressão dos microaspersores, onde resultaram nos seguintes coeficientes: CVT de 16,56%, CVH de 19,91% e CVE de 13,3%, uma Uniformidade de Distribuição (UD) de 77,8%, valor considerado como regular, pois a recomendação ideal para esse sistema é que a UD esteja entre 85 e 95%, não sendo alcançado esse valor em virtude de um mau dimensionamento do sistema. Por outro lado a Eficiência de Aplicação foi considerada boa, mas verificou-se uma Perda por Percolação considerável, acarretando diretamente no desenvolvimento dos frutos e na qualidade do mesmo.

Palavras chave: irrigação localizada, uniformidade, Carica Papaya L.

HYDRAULICAL EVALUATION OF A SYSTEM OF IRRIGATION FOR MICROASPERSION IN PAPAYA ORCHARD (Carica Papaya L.)¹

ABSTRACT: The work was developed in the Irrigated Perimeter Ploughs North, located in the cities of Reriutaba and Varjota in the State of the Ceará in the period of March the June of 2006, objectifying to evaluate the hydraulic performance of a system of irrigation located for microaspersion, implanted in the culture of the papaya. For the hydraulic evaluation collections of outflow and pressure of the microaspersores had been carried through, where they had resulted in the following coefficients: CVT of 16,56%, CVH of 19,91% and CVE of 13,3%. E presented a Uniformity of Distribuição (UD) of 77,8%, considered value as to regulate, therefore the ideal recommendation for this system is that the UD is between 85 and 95%, not being reached this value in virtue of a bad sizing of the system. On the other hand the Efficiency of Application was considered good, but a Loss for considerable Percolating was verified, causing directly the development of the fruits and the quality of the same.

Key-words: irrigation located, uniformity, Carica Papaya L.

INTRODUÇÃO

Devido o aumento do uso da irrigação, que é uma prática agrícola que proporciona altas produtividades e frutos de boa qualidade, as frutas brasileiras, aos poucos, vão ganhando espaço no mercado mundial, abrindo espaço para grandes oportunidades de negócios para produtores em empreendimentos que podem gerar alta rentabilidade. Dentro da Irrigação Localizada, a irrigação por microaspersão, apresenta algumas vantagens em relação ao gotejamento, como uma menor sensibilidade ao entupimento, um menor risco de salinização e um maior raio molhado, obtendo-se uma uniformidade de irrigação satisfatória quando se tem um projeto bem elaborado. Entretanto em vários Perímetros irrigados nota-se a falta de informações relacionadas à hidráulica, tais como, a uniformidade de distribuição, que segundo Miranda e Pires (2003), refere-se aos parâmetros de desempenho associado à variabilidade de lâmina de irrigação aplicada, e eficiência, termo utilizado para identificar parâmetros que, através de uma razão entre quantidade de água envolvida no processo de irrigação, expressam um balanço entre os volumes de água captado na fonte de suprimento e perdas por evaporação e deriva pelo vento, percolação e escoamento superficial. As orientações a um produtor após a implantação de um projeto são de grande importância, pois dessa forma ele terá um bom aproveitamento do sistema. O mau dimensionamento do projeto hidráulico, e a falta de manutenção do sistema resultam em uma baixa eficiência de aplicação, baixa uniformidade e maior desperdício de água, conseqüentemente implicarão numa baixa produtividade. A irrigação vem crescendo em grande escala em virtude de uma maior demanda por alimentos, por isso se torna preocupante o uso incorreto da mesma.

O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar o desempenho hidráulico de um Sistema de Irrigação Localizada por microaspersão em um pomar de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Araras Norte localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota, no Estado do Ceará. O experimento foi conduzido em uma área de 5,9 hectares, subdividida em quatro setores designados de Setor I, II, III e IV. Na área cultivada com mamão formosa, a irrigação é realizada através de um sistema de Microaspersão.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi observada a utilização de dois tipos de microaspersores, mostrados de acordo com as Figuras 1 e 2. Considerando o desconhecimento da vazão, foi realizado um teste de vazão no laboratório de Ensaio de Equipamentos de

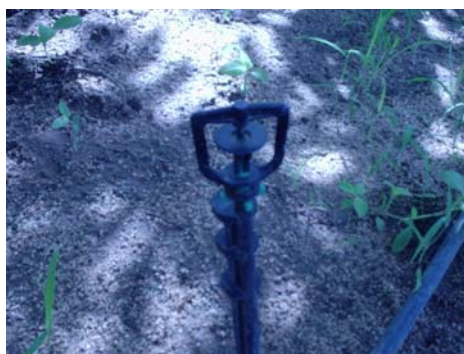


Figura 1: Microaspersor verde



Figura 2. Microaspersor azul

Irrigação do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC. A condução do teste foi feita com o uso de um cronômetro e um recipiente calibrado realizando-se três repetições.

Para a avaliação hidráulica foram realizadas coletas de vazão e pressão dos microaspersores, seguindo a metodologia sugerida por Bernardo (1995) que opta pela seleção de quatro linhas laterais, as quais se encontram nas seguintes posições: início, a 1/3; a 2/3, e fim. Posteriormente foram selecionados oito pontos ao longo da linha lateral, que são: o início, a 1/7, a 2/7, a 3/7, a 4/7, a 5/7, a 6/7 e o último emissor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que a média das vazões coletadas, $61,3 \text{ L h}^{-1}$, apresenta-se inferior a vazão padrão dos microaspersores que é 67 L h^{-1} para o microaspersor azul e 72 L h^{-1} para o microaspersor verde. O coeficiente de variação da vazão (CVT) encontrado foi de 16,56%, valor considerado muito bom segundo Miranda e Pires (2003). Já o coeficiente de variação de pressão (CVH), foi de 19,91%, valor considerado alto já que segundo Frizzzone (2002) tem que ser inferior a 8%. Essas diferenças de pressão ocorrem em função da perda de carga na tubulação e desnível.

O coeficiente da variação de vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVE) foi de 13,3%, valor que pode ser classificado como normal, pois de acordo com Miranda e Pires (2003) tem que estar abaixo de 20%, dessa forma comprovando a não ocorrência de obstrução

TABELA 1 – Resultado da Avaliação Hidráulica

UD (%)	$Q_{\text{médio}}$ (l/h)	CVT (%)	CVH (%)	CVE (%)
77,79	61,3	16,56	19,91	13,3

dos emissores. O coeficiente de Uniformidade de Distribuição de água foi de 77,79%, valor que pode ser classificado como regular segundo Bralts (1986), e inferior aos valores recomendados pelo Vermeiren e Jobling (1997), que estão entre 85 a 95%, para a Irrigação Localizada.

Esta performance regular pode ser atribuída ao mau dimensionamento hidráulico do sistema, ao acentuado desnível geométrico e a utilização de dois tipos de emissores diferentes na mesma linha lateral.

CONCLUSÃO

Tendo em vista o que foi analisado em campo, pode-se concluir que, o sistema de irrigação avaliado apresentou uma Uniformidade de Distribuição regular o que pode ter sido causado pela falta de critério no dimensionamento do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª ed. Viçosa (MG): UFV, 1995..

VERMEIREN, L; JOBLING, G. A. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997 (Estudos da FAO, 36).

FRIZZONE, J. A; Informação fornecida por Frizzzone na disciplina de Irrigação Pressurizada II do curso de Pós Graduação Irrigação e Drenagem, 2002, na USP.

MIRANDA, J. H de. PIRES, R. C de M. (Coordenadora). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2001. (Serie Engenharia Agrícola,).

MIRANDA, J. H de. PIRES, R. C de M. (Coordenadora). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2003. (Serie Engenharia Agrícola, 1).

BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A.(Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986.p.216-240. (Development in Agricultural Engineering,).