



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.<sup>1</sup>; MENDES, M. V. D.<sup>2</sup>; SANTOS, F. S. S.<sup>3</sup>; MIRANDA, E. P.<sup>4</sup> & LOPES, J. F. B.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo 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](mailto:lopesfb@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação

<sup>3</sup>Tecnólogo em Irrigação, M.Sc Irrigação e Drenagem e Prof. Dep Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC

<sup>4</sup>Engº. Agrº M.Sc Irrigação e Drenagem e Prof. Departamento Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC

<sup>5</sup>Estudante 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 Ensaio 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<sup>-1</sup>, 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

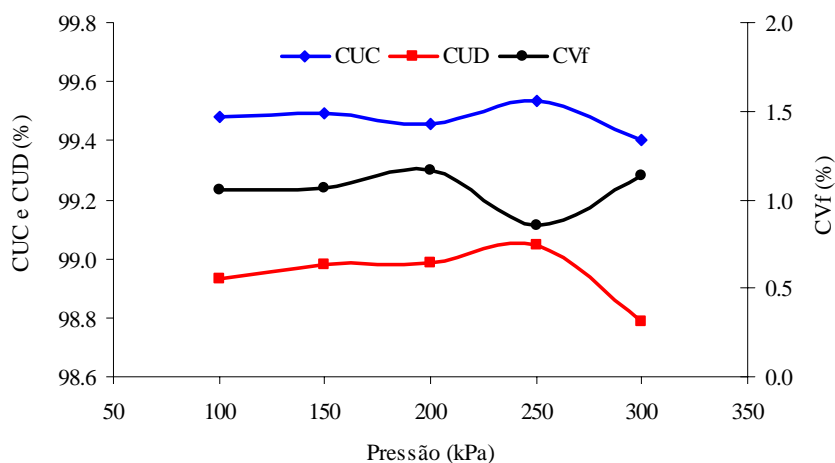


Figura 1. Variação de CVf, CUC e CUD dos microaspersores Dan Turbo Jet de acordo com a pressão.

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,

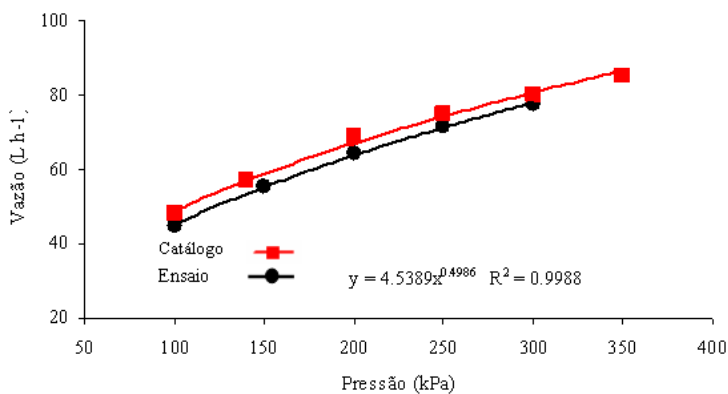


Figura 2. Gráfico comparativo vazão versus pressão obtido em ensaio de laboratório e expresso no catálogo.

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. DA<sup>1</sup>; SILVA, B. B. DA<sup>2</sup>; AZEVEDO, P. V. DE<sup>2</sup>;  
FRANCISCO, P. R. M.<sup>3</sup> & SÁ, T. F. F. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Prof. 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;

<sup>2</sup>Prof. Dr. Dep. Ciências Atmosf./CTRN/UFCG, Campina Grande-PB.

<sup>3</sup>Prof. Aux. Dep. Solos e Eng. Rural/CCA/UFPB, Areia-PB.

<sup>4</sup>Mestranda 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 ( $\lambda E$ ) 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 ( $\lambda E$ ) 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 ( $\lambda E$ ) 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 ( $\lambda E$ ) 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  $\lambda E$  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  $\lambda E$  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 ( $\mu\text{m}$ )	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  $385 \text{ W m}^{-2}$ , 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  $670 \text{ W m}^{-2}$  e  $650 \text{ W m}^{-2}$  para os anos de 2003 e 2004, respectivamente, correspondem ao Lago de Sobradinho, trecho do rio São Francisco e alguns pequenos reservatórios de água.

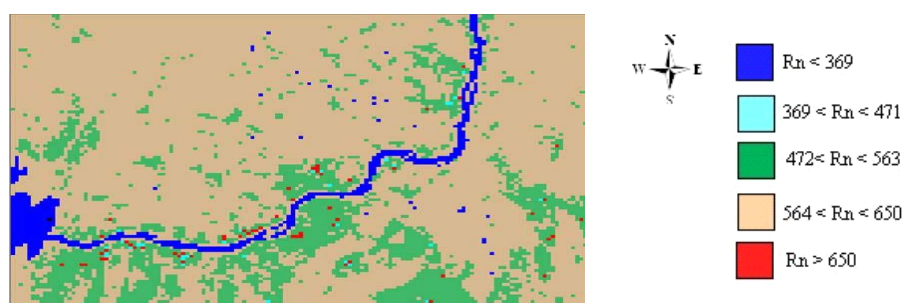


Figura 1. Saldo de radiação ( $R_n$ ) em  $\text{W m}^{-2}$  obtido pelo Landsat-5 TM, para o dia 12/10/2004. Resolução 250m.

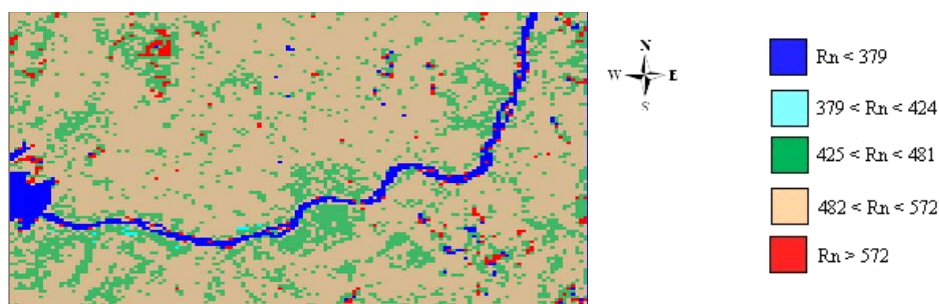


Figura 2. Saldo de radiação ( $R_n$ ) em  $W\ m^{-2}$  obtido pelo satélite Terra/Modis, para o dia 12/10/2004. Resolução 250 m.

### 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.

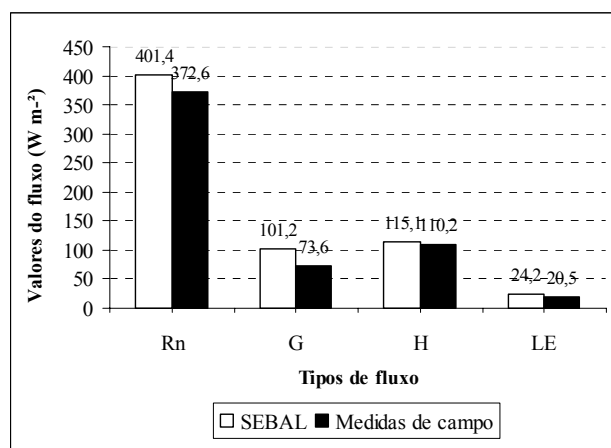


Figura 3 – Densidade de fluxos instantâneos ( $W\ m^{-2}$ ), medidos em campo e estimados pelo SEBAL (12/10/2004)

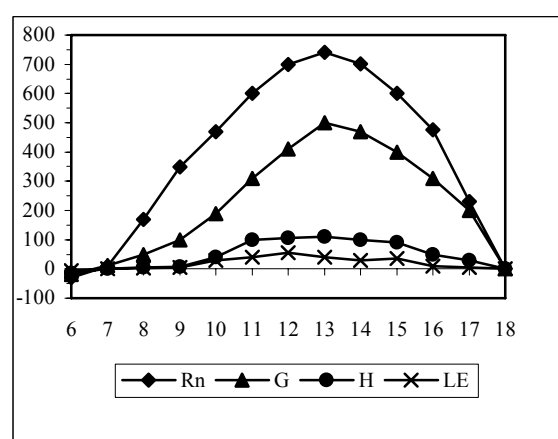


Figura 4 – Comportamento dos fluxos do balanço de energia ( $W\ m^{-2}$ ) medidos em campo em 12/10/2004.



## 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. DE<sup>1</sup>; MARTINS, G. S.<sup>2</sup>; SOUZA, R. O. R. M.<sup>3</sup>;  
VASCONCELOS, R. S.<sup>4</sup>; MONTEIRO, R. N. F.<sup>4</sup> & SANTOS, F. R. M. DOS<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Prof. M.Sc. em irrigação e drenagem UFC (eupaceli@ig.com.br);

<sup>2</sup> Prof. M.Sc. em irrigação e drenagem UFC;

<sup>3</sup>Prof.Dr em irrigação e drenagem USP;

<sup>4</sup>Graduandos 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](http://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 FERTIRRIGADO<sup>1</sup>

LIMA<sup>2</sup>, C. J. G. S.<sup>2</sup>; MEDEIROS, J. F.<sup>3</sup>; OLIVEIRA, F. A.<sup>4</sup>;  
OLIVEIRA, M. K. T.<sup>2</sup>; GALVÃO, D. C.<sup>5</sup> & SOUZA, P. S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Projeto financiado pelo CNPq

<sup>2</sup>Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, CEP 59625-900, Mossoró-RN, e-mail:kj.gon@bol.com.br

<sup>3</sup>Prof. Doutor, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

<sup>4</sup>Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA

<sup>5</sup>Eng° 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<sup>-1</sup>) e potássio ( $K_1$ -106,  $K_2$ -212 e  $K_3$ -322 kg.ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup>) and potassium ( $K_1$ -106,  $K_2$ -212 e  $K_3$ -322 kg.ha<sup>-1</sup>), 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<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup> (gramas de frutos por quilograma de água) e no SPC de 21,2 g kg<sup>-1</sup>, 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  $\text{P}=14 \text{ mg dm}^{-3}$ . A água utilizada na irrigação foi proveniente de fonte de rio perenizado, e apresentou as seguintes características químicas: CE ( $\text{dS m}^{-1}$ )=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):  $L_1=0,7\text{NTI}$ ;  $L_2=0,9\text{NTI}$  e  $L_3=1,1\text{NTI}$ , 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  $3 \times 3$ , três doses de N ( $N_1=42$ ,  $N_2=84$  e  $N_3=126 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e de K ( $K_1=106$ ,  $K_2=212$  e  $K_3=322 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) 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  $1,85 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$ . O sistema de irrigação adotado foi localizado do tipo gotejamento, com um emissor por planta apresentando vazão de  $1,8 \text{ L.h}^{-1}$ . 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,  $\text{kg ha}^{-1}$ ; L – lâmina total de água aplicada durante o ciclo, mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do uso da água na menor lâmina ( $0,7\text{LTI}=262 \text{ mm}$ ) 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 <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )			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 <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )			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 <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )			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 (N<sub>1</sub>K<sub>3</sub>) e 99,8 (N<sub>3</sub>K<sub>3</sub>).

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<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (média geral de L1) para 69,9 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (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, encontrado 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 FERTIRRIGADO<sup>1</sup>

LIMA<sup>2</sup>, C. J. G. S.<sup>2</sup>; MEDEIROS, J. F.<sup>3</sup>; OLIVEIRA, F. A.<sup>4</sup>;  
OLIVEIRA, M. K. T.<sup>2</sup>; GALVÃO, D. C.<sup>5</sup> & SOUZA, P. S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Projeto financiado pelo CNPq

<sup>2</sup>Graduando (a) Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, CEP 59625-900, Mossoró-RN, e-mail:kj.gon@bol.com.br

<sup>3</sup>Prof. Doutor, Dept° de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN

<sup>4</sup>Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, UFERSA

<sup>5</sup>Eng° 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<sup>-1</sup>) e potássio (K1-106, K2-212 e K3-322 kg.ha<sup>-1</sup>), 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<sup>-1</sup>) and potassium (K1-106, K2-212 and K3-322 kg. ha<sup>-1</sup>), being the levels N<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>, 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  $3 \times 3$ , 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  $\text{N}_2$  e  $\text{K}_2$  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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> (L<sub>2</sub>N<sub>1</sub>K<sub>1</sub>) a 108,51 kg ha<sup>-1</sup> (L<sub>3</sub>N<sub>1</sub>K<sub>1</sub>), sendo esses tratamentos correspondentes as doses aplicadas de 42 e 106 kg ha<sup>-1</sup> 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% (L<sub>1</sub>N<sub>1</sub>K<sub>1</sub>) e 49,91% (L<sub>1</sub>N<sub>2</sub>K<sub>2</sub>), correspondentes a 30,74 e 34,41 kg ha<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>. Avaliando dentro de cada lâmina, se verifica um maior



Tabela 1. Total de nitrogênio (N total) em kg ha<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> )				
	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 kg ha<sup>-1</sup> (N<sub>1</sub>K<sub>1</sub>) a 179,12 kg ha<sup>-1</sup>. (N<sub>3</sub>K<sub>3</sub>), 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% (L<sub>2</sub>N<sub>3</sub>K<sub>3</sub>) a 61,60% (L<sub>1</sub>N<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> )				
	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.<sup>1</sup>; GUIMARÃES, F. V. A.<sup>2</sup>; LACERDA, C. F. DE<sup>3</sup>;  
HERNANDEZ, F. F. F.<sup>4</sup>; SILVA, F. B. DA<sup>5</sup> & SILVA, F. L. B. DA<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Mestranda em Irrigação e drenagem, UFC; Bolsista CNPq. leilaneves7@hotmail.com.

<sup>2</sup>Doutor, gerente do Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo, UFC. E-mail: valderez@ufc.br

<sup>3</sup>Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: cfeitosa@ufc.br

<sup>4</sup>Professor Doutor, Departamento de Ciências do Solo, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: ferrey@ufc.br

<sup>5</sup>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 dS m<sup>-1</sup> durante todo o ciclo. Os tratamentos 2, 3, 4 e 5 foram conduzidos com água de CEa de 5 dS m<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> during the complete crop cycle; 2. Saline water (5.0 dS m<sup>-1</sup>) during the complete crop cycle; 3. Saline

water ( $5.0 \text{ dS m}^{-1}$ ) from sowing until 20 days after seedling emergence (germination and initial growth); 4. Saline water ( $5.0 \text{ dS m}^{-1}$ ) from 20 until 40 days after seedling germination (intense growth and pre-flowering). 5. Saline water ( $5.0 \text{ dS m}^{-1}$ ) 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  $60^\circ\text{C}$ , 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.

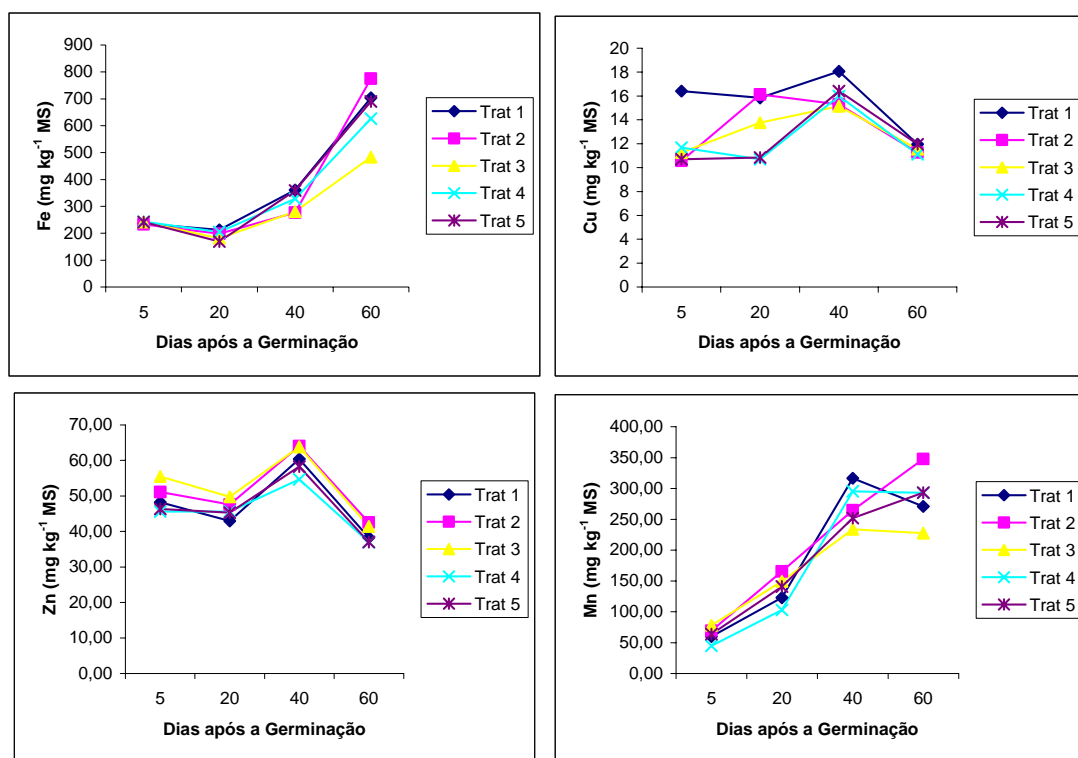


Figura 1. Teores de Fe, Cu, Zn e Mn em folhas de plantas de feijão-de-corda irrigadas com águas salinas em diferentes estádios de desenvolvimento.



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.<sup>1</sup>; SOUSA, A. E. C. <sup>2</sup>; OLIVEIRA, J. E.<sup>3</sup>;  
SOARES, F. A. L.<sup>2</sup> & MELO, C. M. V.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Bolsista pelo CNPq, CVT de Groaíras, Rua D. Leopoldina n° 1340 CEP: 64713-000 Groaíras - CE. Fone: (88)36471685. e-mail: navilta@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor da FATEC, Sobral/CE

<sup>3</sup>Técnico de Ensaios, LEEI, FATEC, Sobral/CE

<sup>5</sup>Graduando 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 do 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  $\text{kgf cm}^2$ .

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 terços e a última. Logo após serem selecionadas as quatro linhas laterais, foram selecionados quatro 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 terços do comprimento da linha lateral e o quarto foi o último 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<sup>-1</sup> sendo observada uma melhora significativa entre a primeira, segunda e terceira avaliação, cujos valores foram 52,5, 58,1 e 87,4 L h<sup>-1</sup>, 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.

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Primeira avaliação</b>	<b>Segunda avaliação</b>	<b>Terceira Avaliação</b>
q <sub>a</sub> (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 visualizarmos 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. DE<sup>1</sup>; LIMA, A. B. DE<sup>2</sup>; BRITO, M. E. B.<sup>3</sup>;  
FERNANDES, P. D.<sup>4</sup>; FRANÇA, F. C. DA S.<sup>5</sup> & SUASSUNA, J. F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prof. MSc. Centro de Ciências Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha - PB

<sup>2</sup>Graduando (a) em Ciência Agrárias, UEPB – Catolé do Rocha - PB

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

<sup>4</sup>Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola- UFCG, Campina Grande - PB

<sup>5</sup>Técnico 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<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>).

Adotou-se o método de irrigação por gotejamento trabalhando com 3 gotejadores por planta apresentando uma vazão total de 12L h<sup>-1</sup>. 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 CO<sub>2</sub>. 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 (Euclydes, 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<sup>-1</sup>, enquanto que na lâmina correspondente a 130% da ETo os valores de Rs obtidos foram de 3,16s cm<sup>-1</sup> 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.

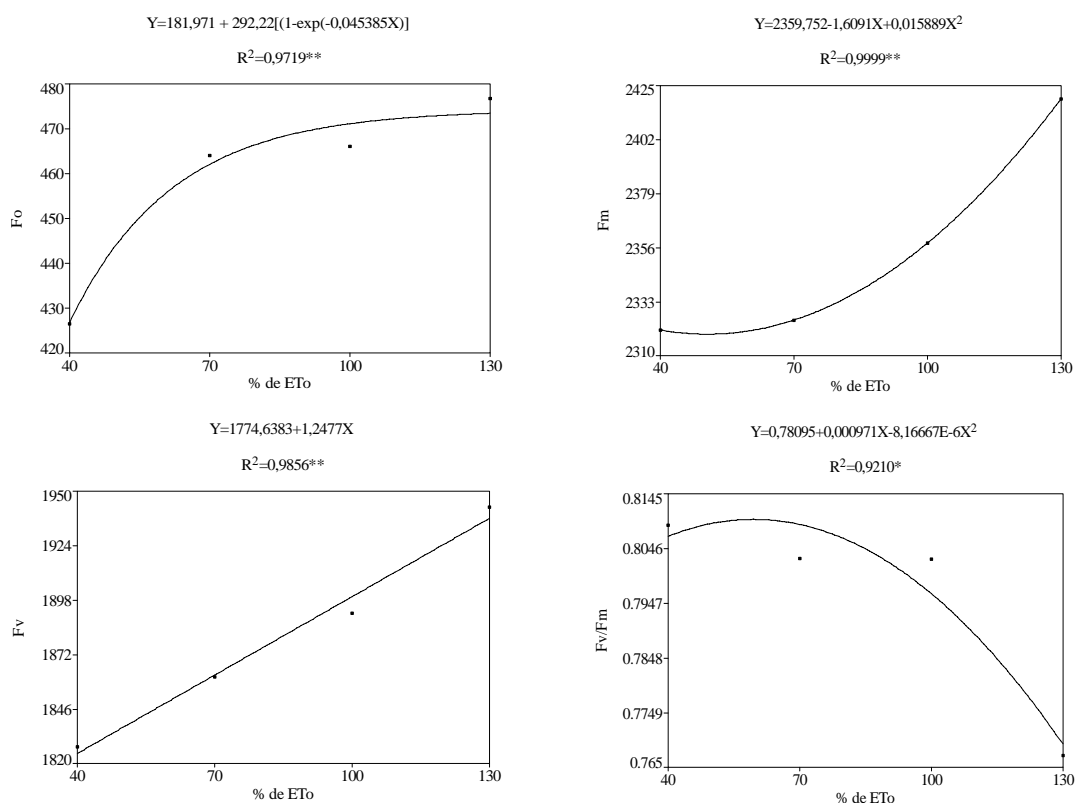


Figura 1: variáveis fisiológicas do maracujazeiro amarelo (A) fluorescência inicial (F<sub>0</sub>), (B) máxima (F<sub>m</sub>), (C) variável (F<sub>v</sub>) e (D) eficiência quântica do fotossistema II (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) em função das lâminas de irrigação aplicadas. Catolé do Rocha, 2007

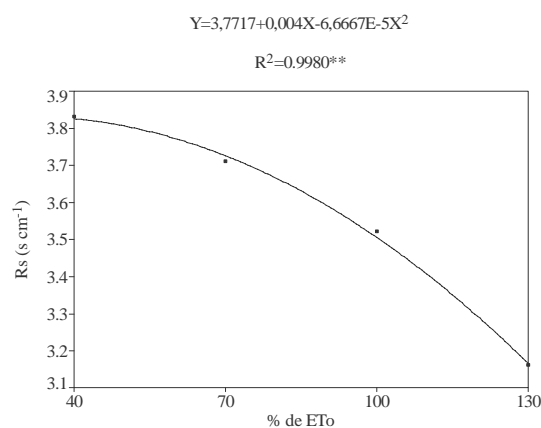


Figura 2: Resistência estomática (Rs) em função das lâminas de irrigação aplicadas. Catolé do Rocha, 2007



## 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.<sup>1</sup>; SILVA, J. M.<sup>2</sup>; GOUVEIA NETO G. C.<sup>2</sup>;  
SOUZA, C.<sup>3</sup>; LIMA, J. R. S.<sup>1</sup> & SILVA, I. F.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador 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;

<sup>2</sup>Bolsista PIBIC/CNPq da UFPB/CCA/ DSER. CEP 58397-000, Areia, PB. E-mail: jose\_madson@yahoo.com.br, neto\_gouveia@hotmail.com;

<sup>3</sup>Doutorando PPGA/CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB.

<sup>4</sup>Professor 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 ( $\lambda_m$ ) 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  $\lambda_m$ , os solos sem crosta são mais condutores devido à densidade de poros. Embora o valor de  $\lambda_m$  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 ( $\lambda_m$ ) was of 0.16 mm for soils without crust and 0.19 mm with crust. Despite presenting a lesser  $\lambda_m$  value, the surfaces without crust were more conductive due to the density of the pores. Although the  $\lambda_m$  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  $\theta_0$  e final  $\theta_s$ . 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  $[L \ T^{-1}]$   $\theta_0$   $[L^3 \ L^{-3}]$ ,  $\theta_s$  a umidade volumétrica final  $[L^3 \ L^{-3}]$ ,  $\beta$  uma constante no intervalo ( $0 < \beta < 1$ ), cujo valor é 0,6 (Haverkamp et al., 1994), e  $\gamma$  é uma constante teórica, cujo valor é igual a 0,75 (Smettem et al., 1994).

### Escalas características

A escala de comprimento capilar,  $\lambda_c$  [L] (White & Sully, 1987) equação 3, e o raio característico de poros hidraulicamente ativos,  $\lambda_m$  [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,  $\sigma$  é a tensão superficial da água ( $0,0719 \text{ N m}^{-1}$ , para  $T \approx 20^\circ\text{C}$ ),  $\rho_a$  é a massa específica da água ( $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ),  $g$  é a aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m s}^{-2}$ ).

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,  $C_{\lambda_m}$  (número de poros  $\text{m}^{-2}$ ), 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  $\mu$  a viscosidade dinâmica da água ( $0,00089 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ).

## 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.

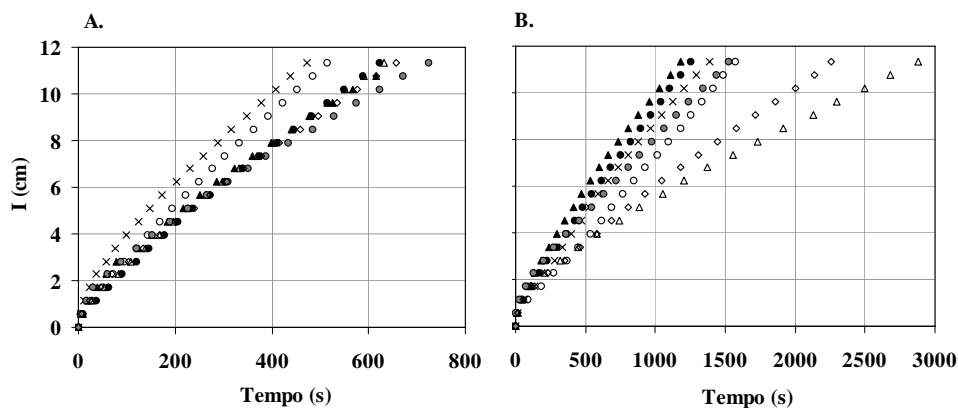


Figura 1. Curvas de infiltração acumulada  $I$ (mm) para as superfícies sem crosta (A) e com crosta (B).

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  $K_s$ ,  $\theta_0$  e  $\theta_s$ . 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  $\theta_0$  e de  $\theta_s$  foram menores para as superfícies sem crostas que para as superfícies com crostas (Figuras 2A e B).

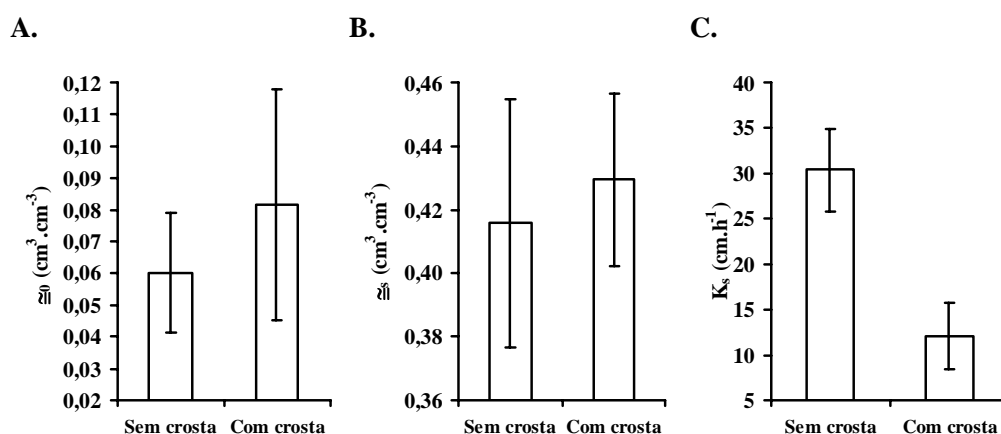


Figura 2. Valores médios de  $\theta_0$  (A),  $\theta_s$  (B) e  $K_s$  (C).



Os valores de  $\lambda_m$  e  $C\lambda_m$  foram calculados a partir das médias de  $S$ ,  $K_s$ ,  $\theta_{\text{mic}}$  e  $\theta_{\text{fin}}$ . O raio característico de poros hidraulicamente funcionais (Eq. 4) aumentou ligeiramente com o encrostamento. O valor médio de  $\lambda_m$  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  $\lambda_m$ , 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  $\text{m}^{-2}$ ). Assim, embora o valor de  $\lambda_m$  tenha aumentado nas superfícies com crostas, a quantidade de poros hidraulicamente ativos ( $0,54 \times 10^4$  N° de poros  $\text{m}^{-2}$ ) 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  $\lambda_m$ , 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.<sup>1</sup>; CARVALHO, C. M. DE<sup>2</sup>; ELOI, W. M.<sup>3</sup>; SILVA, R. A. DA <sup>1</sup>;  
SANTOS, W. D. DOS <sup>1</sup> & FERNANDES, R. Q.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri, Juazeiro do Norte - CE

<sup>2</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho\_cmc@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Doutoranda em Irrigação e Drenagem, ESALQ, Prof. da FATEC Cariri, Juazeiro do Norte – CE

<sup>4</sup>Graduanda 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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

### Coefficiente 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.

### Coefficiente 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.<sup>1</sup>; SOUSA, A. E. C.<sup>2</sup>; CARVALHO, C. M. DE<sup>2</sup>;  
ALVES, A. DA C.<sup>3</sup>; NASCIMENTO, A. K. S.<sup>1</sup> & OLIVEIRA, J. E. DE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo em recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

<sup>2</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Sobral

<sup>3</sup>Estudante 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<sup>-3</sup>. 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<sup>-1</sup> 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.

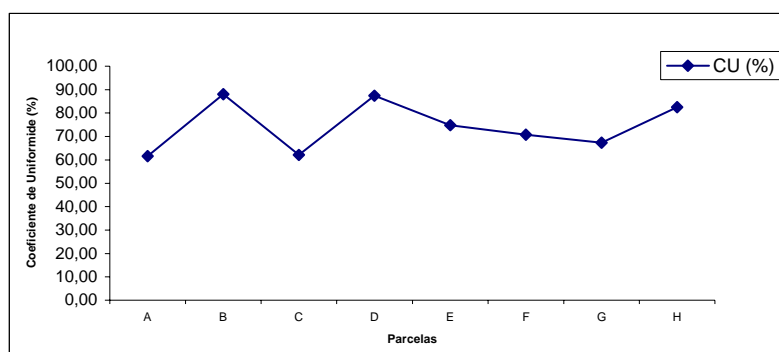


Figura 1. Coeficiente de uniformidade (%)

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
2	C	3,59	2,39	66,57	0,90	25,06
	D	3,89	3,40	87,40	0,37	9,51
3	E	3,58	2,68	74,86	0,74	20,67
	F	3,79	2,68	70,71	0,79	20,84
4	G	3,81	2,56	67,19	1,13	29,65
	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

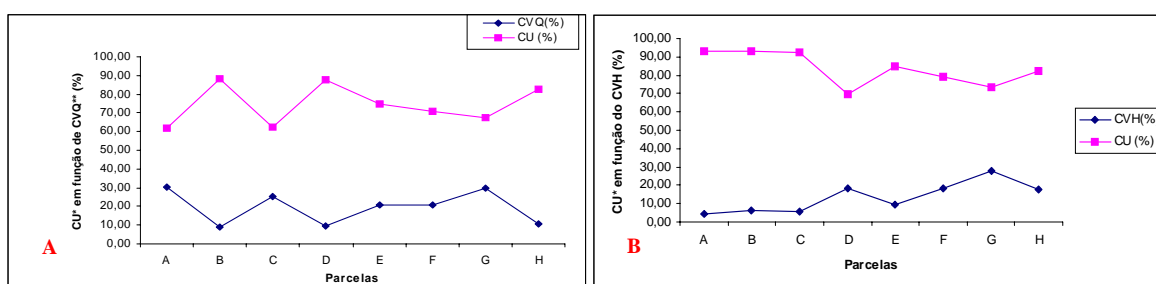


Figura 2. A- Uniformidade em função do CVQ (%) e B- Uniformidade em função do CVH(%)

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**. 6ª. 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.<sup>1</sup>; LIMA, V. L. A. DE<sup>2</sup>; GOMES FILHO, R. R.<sup>1</sup>;  
LIMA, S. C. R. V.<sup>3</sup>; CARVALHO, C. M. DE<sup>3</sup> & OLIVEIRA, J. E. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral, e-mail: valnir@centec.org.br

<sup>2</sup>Dra. em Irrigação e Drenagem, Profa. da UFCG.

<sup>3</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da FATEC Sobral.

<sup>4</sup>Tecnólogo 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, 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<sub>c</sub>). 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<sub>cL</sub>) respectivos a L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub> e quatro frequências de aplicação d'água, F<sub>1</sub> (Lâmina de irrigação total



parcelada em três vezes ao dia; F<sub>2</sub> (em duas vezes ao dia); F<sub>3</sub> (de uma única vez ao dia); e, F<sub>4</sub> (de uma única vez em dias alternados). As parcelas experimentais eram de 60 m<sup>2</sup> (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<sup>-1</sup>.

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 65°C, 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<sup>-1</sup>, 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 L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub> 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<sub>CL</sub> 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<sup>-1</sup>, chegando a produzir no intervalo entre a 1ª e 2ª medições um total acumulado de 12,20 g planta<sup>-1</sup> nos 14 dias do intervalo, correspondendo a um ganho real de 0,87 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Contudo, experimenta no período subsequente, 41 a 55 DAS, queda neste ganho passando para 0,06 g planta<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Já dos 42 aos 55 DAS as plantas irrigadas com L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub> (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 <sup>1</sup>	41 DAS <sup>1</sup>	55 DAS <sup>1</sup>
Lâmina de irrigação (L)	4	0,14 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>
Frequência de aplicação (F)	3	0,01 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>
Interação L X F	12	0,08 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>
Bloco	2	0,28**	0,01 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
Resíduo	38	0,07	0,04	0,07
CV	%	25,34	16,07	20,53
Médias observadas <sup>2</sup>				
Lâmina de irrigação			g planta <sup>-1</sup>	
L <sub>1</sub> (159,41 mm)		12,20	16,53	22,35
L <sub>2</sub> (211,92 mm)		12,89	22,05	24,60
L <sub>3</sub> (266,19 mm)		13,80	25,99	26,82
L <sub>4</sub> (319,10 mm)		12,99	27,31	24,97
L <sub>5</sub> (372,38 mm)		8,97	25,24	18,00
dms		6,97	11,62	18,72
Frequência de aplicação			g planta <sup>-1</sup>	
F <sub>1</sub> (3 vezes ao dia)		12,01	23,81	17,54
F <sub>2</sub> (2 vezes ao dia)		12,05	21,93	28,34
F <sub>3</sub> (1 vez ao dia)		12,38	22,67	23,66
F <sub>4</sub> (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; <sup>1</sup> dados transformados em log (PA); <sup>2</sup> 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<sup>-1</sup>, enquanto que a aplicação d'água fracionada em três vezes ao dia (F<sub>1</sub>) alcançou o menor rendimento com 17,54 g planta<sup>-1</sup>. 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 ADUBAÇÕES<sup>1</sup>

CARVALHO, C. M. DE<sup>2</sup>; COSTA, C. P. M.<sup>3</sup>; SOUSA, J. S.<sup>4</sup>;  
SILVA, R. H. D. DA<sup>2</sup>; ELOI, W. M.<sup>2</sup> & BORGES, F. R. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo BITEC, uma parceria IEL, CNPQ e SEBRAE.

<sup>2</sup>M.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

<sup>3</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, bolsista do BITEC, Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

<sup>4</sup>Tecnólogo de Alimentos, Prof. Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

<sup>5</sup>Estudante 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<sup>-1</sup> de matéria verde, o menor de 2,08 L ton<sup>-1</sup> de matéria verde no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,19 L ton<sup>-1</sup> de matéria verde no tratamento com adubação orgânica. O valor médio da produtividade obtido no experimento foi de 2,033 ton ha<sup>-1</sup>, o menor de 1,548 ton ha<sup>-1</sup> no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,596 ton ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> of green substance, the minor of 2,08 L ton<sup>-1</sup> of green substance in the treatment with conventional fertilization and 2,19 gotten maximum L ton<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, the minor of 1,548 ton ha<sup>-1</sup> in the treatment with conventional fertilization and 2,596 gotten maximum ton ha<sup>-1</sup> 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 m<sup>2</sup> tendo como substrato o próprio solo da região. Os tratamentos constaram de 2 tipos de adubação: orgânica (10 kg m<sup>-2</sup> de esterco de curral bovino) e convencional (2 kg m<sup>-2</sup> 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<sup>-1</sup>) e a produção de óleo essencial (transformado para L ha<sup>-1</sup>). 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 <sup>-1</sup> )	Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )
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<sup>-1</sup> de matéria verde, o menor de 2,08 L ton<sup>-1</sup> de matéria verde no tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,19 L ton<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, com o menor valor de produtividade 1,548 ton ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento com adubação convencional e o máximo obtido 2,596 ton ha<sup>-1</sup> 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 SALINO<sup>1</sup>

ELOI W. M.<sup>2</sup>; DUARTE, S. N.<sup>3</sup>; SOARES, T. M.<sup>4</sup>; & RIBEIRO, R. A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Extraído da Tese do primeiro autor. Pesquisa financiada pelo CNPq

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Prof. FATEC - Cariri, CE, Pós-graduanda ESALQ/USP, Fone: (0XX19) 3434.5776, e-mail: waleskaeloi@msn.com;

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, , ESALQ/Piracicaba – SP;

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pós-Graduando, Departamento de Engenharia Rural, , ESALQ/Piracicaba – SP;

<sup>5</sup>Graduanda 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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

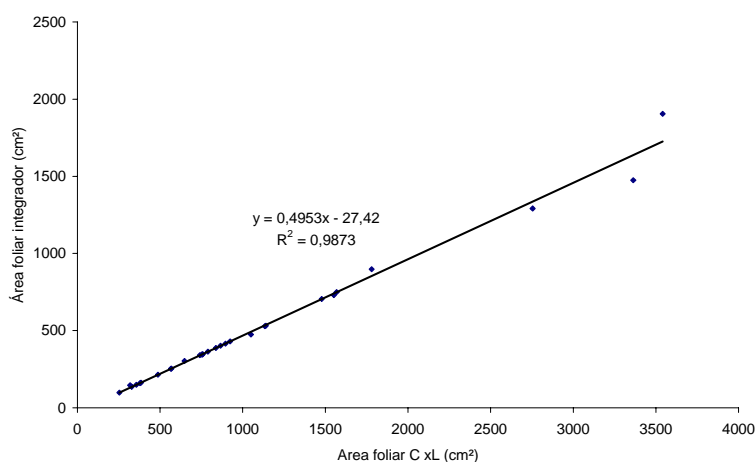


Figura 1. Relação entre a área foliar medida pelo integrador de área foliar e o produto do comprimento pela largura de trinta folhas do tomateiro

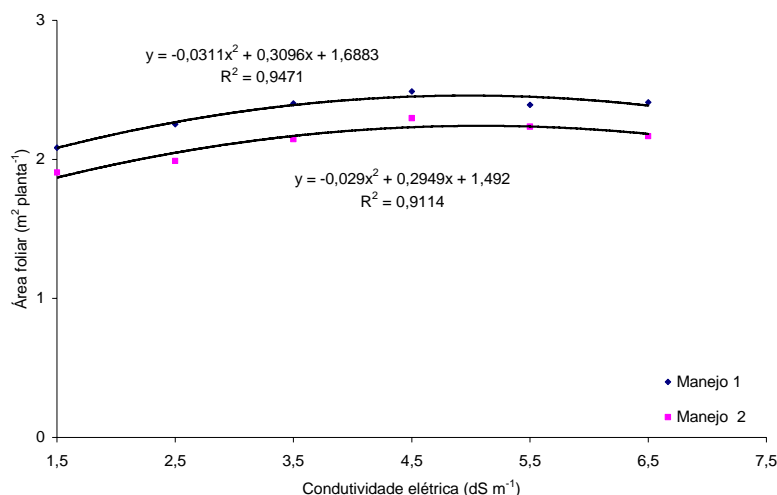


Figura 2 - Área foliar do tomateiro em função da condutividade elétrica do solo

queda no índice de área foliar pode representar a inability 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 FLORAÇÃO<sup>1</sup>

CARNEIRO, P. T.<sup>2</sup>; BRITO, M. E. B.<sup>2</sup>; OLIVEIRA, A. R. R. DE<sup>3</sup>;  
GOMES, A. H. S.<sup>4</sup>; FERNANDES, P. D.<sup>5</sup> & GHEYI, H. R.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Extraído do Trabalho de Tese de Doutorado do primeiro autor a ser apresentado à UFCG, financiado pelo CNPq

<sup>2</sup>Doutorando em Irrigação e Drenagem, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: ptcarneiro@yahoo.com.br; mebbrito@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: ricardo75jp@hotmail.com

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG/CTRN/UAEAg, Campina Grande, PB. E-mail: abel\_henrique@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Engenheiro 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, 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  $0.8 \text{ dS m}^{-1}$  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 transplântio 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

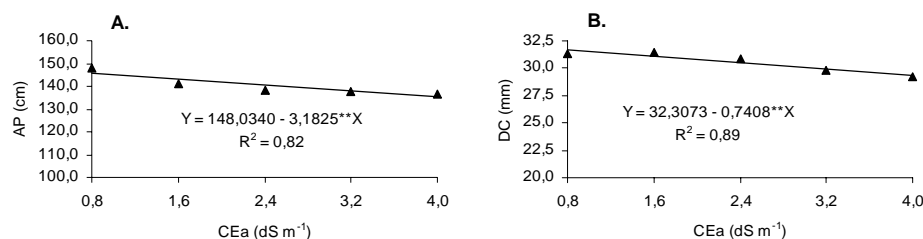


Figura 1. Altura de planta - AP (A) e diâmetro de caule - DC (B) do clone CCP 76 de cajueiro anão precoce em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 90 dias após aplicação do estresse salino na floração

dS m<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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 S<sub>1</sub>, 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 S<sub>1</sub>, 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<sup>-1</sup>.

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

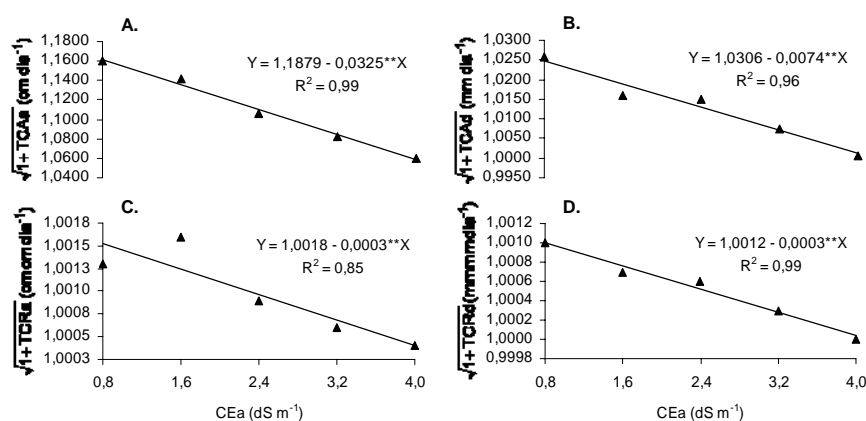


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto em altura - TCAa (A) e diâmetro - TCAd (B) e taxa de crescimento relativo em altura - TCRa (C) e diâmetro - TCRd (D) do clone CCP76 de cajueiro anão precoce em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), no período de 0-90 dias após aplicação do 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.; MENESES 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. DE<sup>1</sup>; NETO, A. M. S.<sup>1</sup>; NASCIMENTO, A. K. S.<sup>1</sup>;  
VASCONCELOS, P. I. F.<sup>1</sup>; SOUSA, A. E. C.<sup>2</sup> & VALNIR JUNIOR, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo 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,

<sup>2</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

<sup>3</sup>Dr. 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<sup>-1</sup> e 4 L h<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and 4 L h<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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  $4 \text{ L h}^{-1}$  e  $2 \text{ L h}^{-1}$  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  $x$  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 (%);

$\sigma$  – 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.

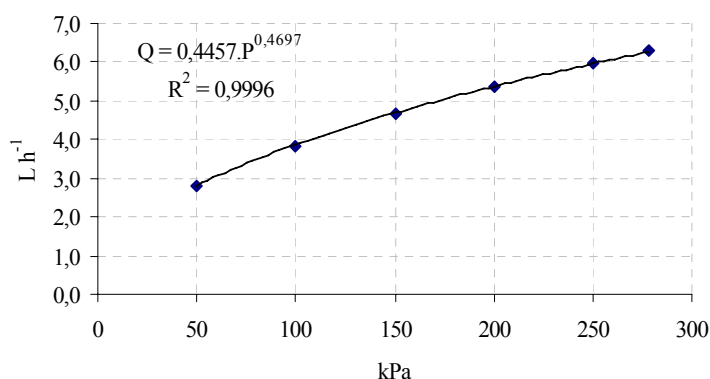


Figura 2 – Relação vazão x pressão do gotejador não autocompensante de  $2 L h^{-1}$



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%.

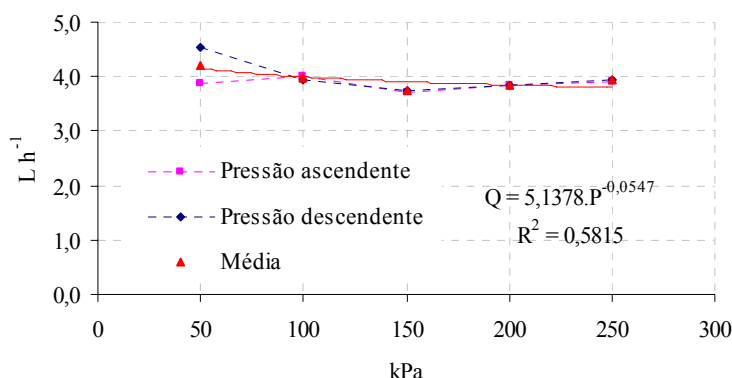


Figura 3 – Relação vazão x pressão gotejador autocompensante de 4 L h<sup>-1</sup>

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. DE<sup>1</sup>; SILVA, C. T. S. DA<sup>2</sup>; AZEVEDO, H. M. DE<sup>3</sup>;  
DANTAS NETO, J.<sup>4</sup>; AZEVEDO, C. A. V.<sup>4</sup> & VASCONCELOS, R. S.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>MSc. 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

<sup>2</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, COGERH.

<sup>3</sup>Dr. em Recursos Naturais, Prof. da Universidade Federal de Campina Grande.

<sup>4</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Universidade Federal de Campina Grande

<sup>5</sup>Aluna 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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 m<sup>2</sup>. Sendo que a área útil da parcela era de 36 m<sup>2</sup>, 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: W<sub>0</sub> (lâmina 0 = zero mm de água de irrigação); W<sub>1</sub> (lâmina 1 = 13,8 mm correspondendo a 50 % da lâmina de projeto utilizada na Fazenda Capim, DSF (1999)); W<sub>2</sub> (lâmina 2 = 27,5 mm equivalente à lâmina utilizada na Fazenda Capim), e W<sub>3</sub> (lâmina 3 = 41,3 mm referente à lâmina utilizada na Fazenda Capim, acrescida de 50 %). Os níveis de adubação de cobertura foram os seguintes: N<sub>0</sub> = 72 (28 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 44 kg ha<sup>-1</sup> de potássio) e N<sub>1</sub> = 276 (112 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 164 kg ha<sup>-1</sup> de potássio). Aplicou-se 90 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. 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 W<sub>3</sub> foi superior significativamente pelo teste de Tukey, ao nível W<sub>0</sub>, não se diferenciando significativamente dos níveis W<sub>2</sub> e W<sub>1</sub>. A produção média de colmos obtida no experimento foi de 82,66 t ha<sup>-1</sup>, a menor foi de 68,44 t ha<sup>-1</sup> no tratamento N<sub>1</sub>W<sub>0</sub> e a maior de 103,09 t ha<sup>-1</sup> no tratamento N<sub>1</sub>W<sub>3</sub>. O máximo valor obtido de 103 t ha<sup>-1</sup> foi pouco superior ao menor valor preconizado por Doorenbos & Kassan (1979) que é de 100 t ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> ter sido inferior às 142 t ha<sup>-1</sup>, 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 W<sub>3</sub> e W<sub>2</sub> foram superiores significativamente ao nível W<sub>0</sub>, não se diferenciando significativamente do nível W<sub>1</sub>. Verificou-se, também, que os níveis W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> e W<sub>3</sub> não foram diferentes significativamente pelo teste de Tukey. O rendimento médio de açúcar obtido no experimento foi de 12,29 t ha<sup>-1</sup>, a menor foi de 9,68 t ha<sup>-1</sup> no tratamento N<sub>0</sub>W<sub>0</sub> e a maior de 15,29 t ha<sup>-1</sup> no tratamento N<sub>1</sub>W<sub>3</sub>.

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 <sup>ns</sup>	3,880 <sup>ns</sup>	0,234 <sup>ns</sup>	5,653*	0,799 <sup>ns</sup>
Irrigação (F 2)	3	8,213**	7,592**	7,180**	3,109 <sup>ns</sup>	9,817**	0,743 <sup>ns</sup>	3,624*	2,999 <sup>ns</sup>
Interação (F 1 x F 2)	3	1,703 <sup>ns</sup>	0,818 <sup>ns</sup>	0,904 <sup>ns</sup>	2,233 <sup>ns</sup>	0,989 <sup>ns</sup>	0,076 <sup>ns</sup>	1,065 <sup>ns</sup>	1,733 <sup>ns</sup>
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<sup>-1</sup>); RBAÇ – Rendimento Bruto de Açúcar (t ha<sup>-1</sup>); RBA – Rendimento Bruto de Alcool (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>); NC – Número de Colmos (colmos ha<sup>-1</sup>); 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; <sup>ns</sup> – 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  $\text{ha}^{-1}$  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  $\text{ha}^{-1}$  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. DE<sup>1</sup>; GUERRA, H. O. C.<sup>2</sup>; BARROS JÚNIOR, G.<sup>3</sup> & BARROS, A. D. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola pela (UFCG). 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285. E-mail: rogerio\_dl@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Prof. Doutor, Depto. de Engenharia agrícola, UFCG, Campina grande-PB;

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG);

<sup>4</sup>Doutor 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<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> de solo) ficando incubado durante 20 dias; após a



neutralização, o solo foi adubado com 0,90 g kg<sup>-1</sup> de solo de superfosfato simples e de 0,05 g kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>), 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<sup>-1</sup> corresponde ao teor de matéria orgânica que o solo apresentava originalmente, classificado como baixo; já o tratamento de 25,0 g kg<sup>-1</sup> 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 (cm<sup>2</sup>);

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<sup>-1</sup> de matéria orgânica se sobrepôs ao daquelas cultivadas no solo com 5,0 g kg<sup>-1</sup> 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 <sup>ns</sup>	4,74 <sup>ns</sup>	112,18 <sup>ns</sup>	113,73 <sup>ns</sup>	344,46 <sup>ns</sup>	2078,42 <sup>**</sup>
AD	3	7,03 <sup>**</sup>	677,22 <sup>**</sup>	2550,40 <sup>**</sup>	3561,46 <sup>**</sup>	3896,09 <sup>**</sup>	1447,90 <sup>**</sup>
Interação	3	1,02 <sup>ns</sup>	11,41 <sup>ns</sup>	11,58 <sup>ns</sup>	19,99 <sup>ns</sup>	80,91 <sup>ns</sup>	47,52 <sup>ns</sup>
Blocos	2	2,13 <sup>ns</sup>	41,47 <sup>ns</sup>	66,81 <sup>ns</sup>	62,44 <sup>ns</sup>	59,56 <sup>ns</sup>	457,27 <sup>ns</sup>
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 <sup>2</sup> )					
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 <sup>-1</sup>	25,0 g.kg <sup>-1</sup>
Reg. Pol. Linear		18,81 <sup>**</sup>	1802,86 <sup>**</sup>	7132,88 <sup>**</sup>	10170,89 <sup>**</sup>	11475,58 <sup>**</sup>	1752,98 <sup>*</sup>
Reg. Pol.Quadrática		1,12 <sup>ns</sup>	176,38 <sup>ns</sup>	227,20 <sup>ns</sup>	494,43 <sup>**</sup>	210,64 <sup>ns</sup>	101,34 <sup>ns</sup>
Reg. Pol. Cúbica		1,17 <sup>ns</sup>	52,39 <sup>ns</sup>	291,12 <sup>ns</sup>	19,07 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>n</sup>	21,37 <sup>ns</sup>
Desvio		0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
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.

## CONCLUSÃO

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.

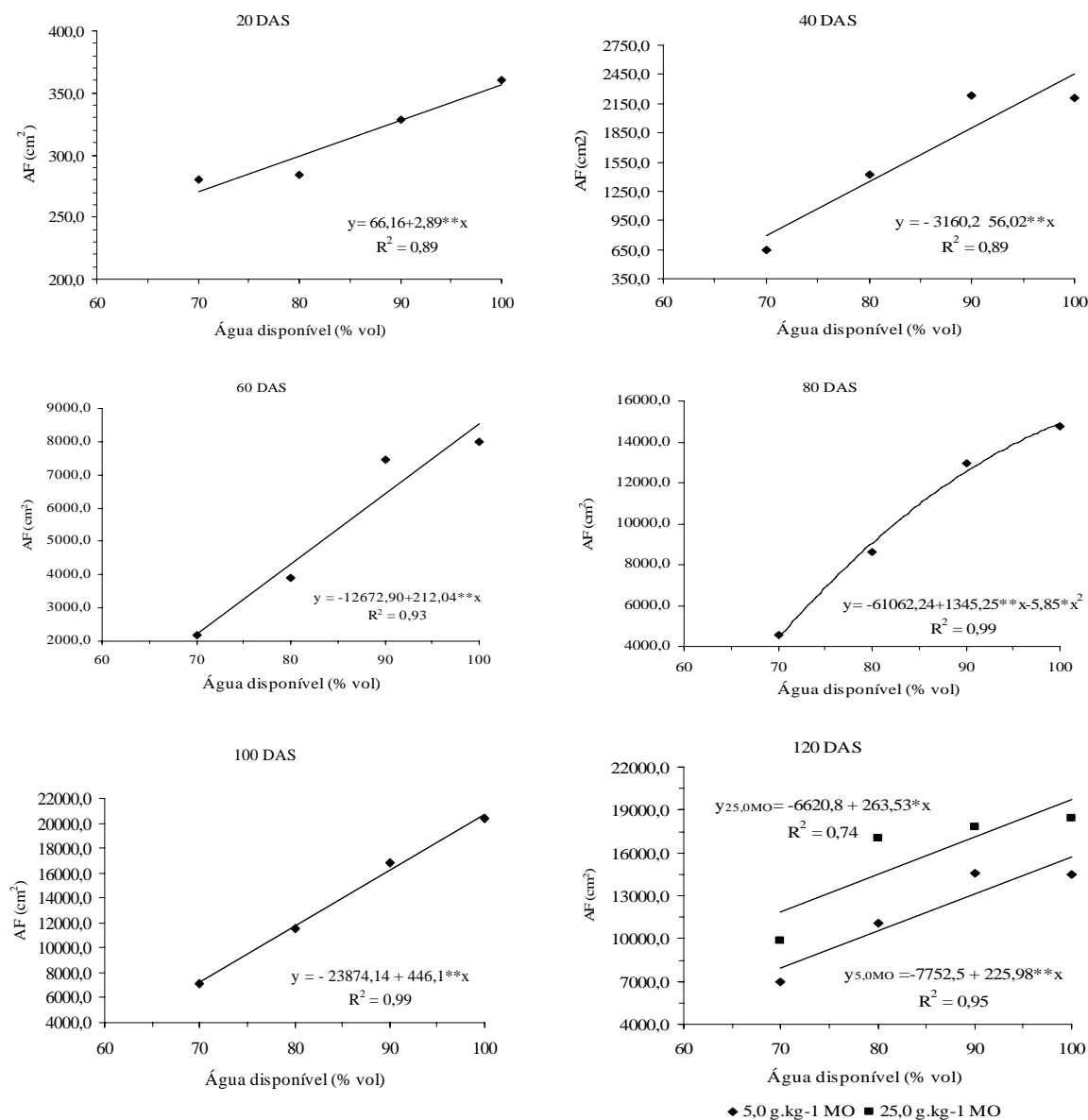


Figura 1. Área foliar da cultivar BRS 188 - Paraguaçu submetida a diferentes níveis de água disponível no solo

## 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. DE<sup>1</sup>; COSTA, G. M. DA<sup>2</sup>; CAVALCANTE, L. C.<sup>2</sup>;  
GOMES, P. M. C.<sup>2</sup> & OLIVEIRA, C. W.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Especialista em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte - CE, Rua Estevão Remigio, 1145. CEP 62.930-000 Fone:(88) 3423 6911

<sup>2</sup>Graduando em Tecnologia de Recursos Hídricos/Irrigação, Bolsista ICT/ FUNCAP, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte.

<sup>3</sup>Prof. 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<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, 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<sub>o</sub>) 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<sub>c</sub>) 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<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 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 &amp; 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<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. observa-se que em um ano, o consumo previsto no manejo indicado no calendário foi de 1239,73 L planta<sup>-1</sup>, 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
Maio	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 DESTRUTIVO<sup>1</sup>

NOGUEIRA, C. C. P.<sup>2</sup>; FOLEGATTI, M. V.<sup>3</sup>; VASCONCELOS, L. F. L.<sup>4</sup>;  
PAULUS, D.<sup>5</sup> & TEIXEIRA, M. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte de projeto de pesquisa com apoio financeiro da FAPESP.

<sup>2</sup>Eng. Agrícola, Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ, Piracicaba-SP, Fone (19) 3435.2204, e-mail: ccpnogue@esalq.usp.br.

<sup>3</sup>Professor Dr. Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, LER, Piracicaba, SP.

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Doutorando em Fisiologia e Bioquímica de Planta, ESALQ,

<sup>5</sup>Estudante 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.

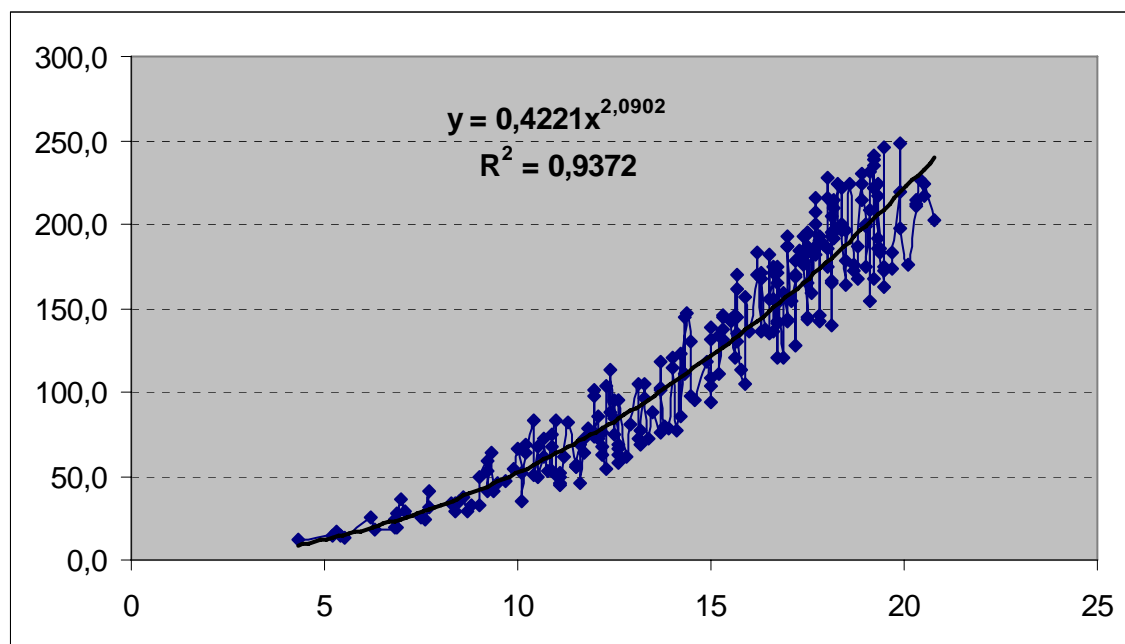


Figura 1. Área foliar da melanciaira (cm<sup>2</sup>) em função do comprimento da nervura central (cm)

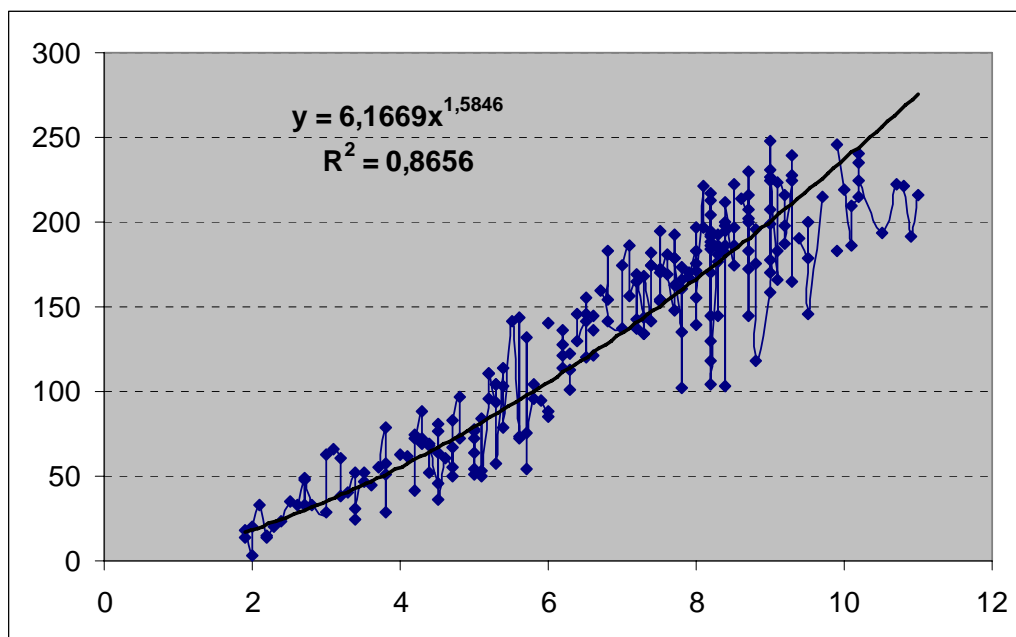


Figura 2. Área foliar da melanciaira (cm<sup>2</sup>) em função do comprimento do pecíolo (cm)

## 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.<sup>1</sup>; MENDES, J. S.<sup>2</sup>; CHAVES, L. H. G.<sup>3</sup>, & CHAVES, I. B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Recursos Naturais do CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. e-mail: ivanildo\_alan@ig.com.br

<sup>2</sup>Mestre EM Engenharia Agrícola, e-mail: jacqueline.mendes@gmail.com

<sup>3</sup>Profa. Titular da UAEA/CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. e-mail: lhgarofalo@hotmail.com

<sup>4</sup>Prof. 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 km<sup>2</sup> (IBGE, 2000) sendo 2,13 km<sup>2</sup> de área urbana e 107,87 km<sup>2</sup> 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<sup>-1</sup> e 8,4 dS m<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> e 3831 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1); dentre as amostras de água analisadas 54% delas apresentaram valores acima de 250 mg L<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>. Dentre as amostras de água analisadas, cujos teores de ferro variaram de 0,2 mg L<sup>-1</sup> a 4,5 mg L<sup>-1</sup> (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 <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>
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<sup>-1</sup> e 2599,4 mg L<sup>-1</sup>. A resolução 357/05 do CONAMA não faz referência a este parâmetro, entretanto, a OMS (1999) indica valor máximo de 500 mg L<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> e 476,5 mg L<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> e o valor máximo de 338 mg L<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>.

A variação da concentração de sódio mostra que os valores encontrados deste elemento ficaram entre 1,9 e 1862 mg L<sup>-1</sup> (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 <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>
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<sup>-1</sup> e 229,5 mg L<sup>-1</sup> (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](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. DA<sup>1</sup>; LOPES, C. R. M. <sup>2</sup> & ROCHA, C. F. DA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia-CENTEC, Cariri, Juazeiro do Norte-Ce. Fone: (88) 229220. e-mail: davilajoana@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Prof. Mestre dos cursos de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia CENTEC, Cariri

<sup>3</sup>Graduando 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. B<sup>1</sup> ; OLIVEIRA, R. S. <sup>1</sup>; OLIVEIRA, M. I.<sup>1</sup> & MONTEIRO, L. C. C. <sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Graduando 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

<sup>2</sup>Prof. 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.<sup>1</sup>; BEZERRA, J. R. C.<sup>2</sup>; GHEYI, H. R.<sup>3</sup>;  
FERNANDES, P. D.<sup>3</sup>; MARQUES, A.<sup>4</sup> & S. NETO, M. N. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr. Prof. Adjunto da Universidade do Estado da Bahia (UNEB, Campus IX). E-mail: sviana@uneb.br

<sup>2</sup>Dr. Pesquisador da EMBRAPA Algodão. E-mail: renato@cnpa.embrapa.br

<sup>3</sup>Dr. Prof. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)/DEAg/CCT

<sup>4</sup>Graduando 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<sub>c</sub>) (L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub>) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha<sup>-1</sup> (N<sub>1</sub> a N<sub>4</sub>). Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre o rendimento físico e econômico da produção, considerando-se: custo do N de R\$ 2,3.kg<sup>-1</sup> (C<sub>N</sub>), da água de R\$ 0,36.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> (C<sub>L</sub>) e preço de venda de algodão (caroço) de R\$ 1,2.kg<sup>-1</sup> (P<sub>z</sub>). Concluiu-se que a combinação ótima econômica de água e N para as relações 'C<sub>L</sub>/P<sub>z</sub> = 0,3' e 'C<sub>N</sub>/P<sub>z</sub> = 1,92' e níveis de adubação P e K utilizados (177 e 209 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) é de 631 mm de água e 287 kg.ha<sup>-1</sup> de N, com Z de 5.581,82 kg.ha<sup>-1</sup>.

**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<sub>c</sub>) (L<sub>1</sub> to L<sub>4</sub>) and the levels of N were 108, 168, 238 and 308 kg.ha<sup>-1</sup> (N<sub>1</sub> to N<sub>4</sub>). 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<sup>-1</sup> (C<sub>N</sub>), of the water of R\$ 0.36.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> (C<sub>L</sub>) and cotton price of R\$ 1.2.kg<sup>-1</sup> (P<sub>Z</sub>). The optimal economical combination of water and nitrogen was 631 mm of the water and 287 kg.ha<sup>-1</sup> of N, with Z of 5,581.82 kg.ha<sup>-1</sup>, for the relationship C<sub>L</sub>/P<sub>Z</sub>=0.3 and C<sub>N</sub>/P<sub>Z</sub>=1.92 and fertilizer levels of P and K used (177 and 209 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O).

**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) (L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub>) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha<sup>-1</sup> (N<sub>1</sub> a N<sub>4</sub>).

A área experimental constou de um quadrante de um pivô central Valmatic (120 ha), dividido em quatro “fatias”, denominadas L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub>, as quais receberam as lâminas de irrigação segundo o tratamento (0,75 a 1,2ETc). Em cada lâmina (L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub>) 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<sup>-1</sup>) 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<sup>-3</sup> (camada 0-40 cm) e pH de 5,80. A água de irrigação, derivada do Rio das Pedras, é do tipo C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>.

Totalizando as adubações via solo e folhas foram aplicados 209,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (KCl + KNO<sub>3</sub>), 177 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo + superfosfato simples) e 108, 168, 238 e 308 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia + KNO<sub>3</sub>), respectivamente para N<sub>1</sub> a N<sub>4</sub>.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) 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<sub>o</sub> 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<sub>inicial</sub>=0,45 (Fase I), kc<sub>médio</sub>=1,15 (Fase 3) e kc<sub>final</sub>=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<sub>cTR</sub>) 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<sub>cTR</sub> 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 L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub>).

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<sup>-1</sup>); L – lâmina de água em mm

N – dose de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>); **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<sup>-1</sup>);  $C_L$  – Custo de uma unidade do insumo água (R\$ 0,36mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>);  $C_N$  – Custo de uma unidade do insumo nitrogênio (R\$ 2,3 kg<sup>-1</sup>);  $C_0$  – Custo parcial unitário da lavoura (R\$.ha<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup> de algodão em caroço, ocorre com a combinação de 684,5 mm de água ( $L_m$ ) e 491,1 kg.ha<sup>-1</sup> de N ( $N_m$ ); no entanto a combinação de 630,9 mm de água e 287,2 kg.ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>), otimiza o lucro, viabilizando a máxima receita líquida registrada no estudo, cerca de R\$1.539,07.ha<sup>-1</sup>, valor este 18,85% superior ao obtido com a combinação que resultou no ponto de máximo rendimento físico (R\$ 1.294,99.ha<sup>-1</sup>, 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 m<sup>3</sup> para um pivô de 120 ha (535,32 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>), 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: <b>Z (X,Y)= a + b*X + c*X<sup>2</sup> + d*Y + e*Y<sup>2</sup> + f*XY</b>			R <sup>2</sup> =0,8445	
<b>Onde:</b> Z=rendimento de algodão em caroço (kg.ha <sup>-1</sup> ); X=Lâmina total (mm); Y= Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )				
<b>Coeficientes</b>			<b>Valor F</b>	<b>Prob&gt;Fc</b>
<b>A</b>	Constante	-0,151607E+04	-	-
<b>B</b>	Lâmina	0,210280E+02	0,543745E+03	0,00001
<b>C</b>	Lâmina <sup>2</sup>	-0,182324E-01	0,408778E-03	0,01823
<b>D</b>	Nitrogênio	0,483129E+00	0,287029E+00	0,39694
<b>E</b>	Nitrogênio <sup>2</sup>	-0,606919E-02	0,452961E-04	0,00942
<b>F</b>	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 <sup>a</sup>	Receita		Índice de lucratividade
	L	N			Bruta	Líquida	
	(mm)	(kg.ha <sup>-1</sup> )			(R\$.ha <sup>-1</sup> )		
L <sub>m</sub> , N <sub>m</sub>	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

<sup>a</sup>=(custo com N=R\$2,30.kg<sup>-1</sup> x N) + (custo com água=R\$ 0,36.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> x (L -  $P_e^b$ )) + (custo de produção sem os custos com água e nitrogênio = R\$ 3.865,0.ha<sup>-1</sup> +  $C_{colheita}^c$ ); <sup>b</sup> precipitação efetiva=49,7mm; <sup>c</sup>custo de colheita = R\$ 0,076.kg<sup>-1</sup> x Z;  $C_L$ =R\$.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>;  $C_N$ = R\$.kg<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> de N;  $P_Z$  = R\$.kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) e relações de custo do insumo/preço do produto (R\$.kg<sup>-1</sup>) de 0,3 e 1,92, respectivamente para água (R\$.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>) e nitrogênio (R\$.kg<sup>-1</sup>), é de 631 mm e 287 kg.ha<sup>-1</sup> de N, com rendimento de 5.581,82 kg.ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço, e RL de R\$1.539,10.ha<sup>-1</sup>;

## 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-PB<sup>1</sup>

OLIVEIRA, F. M. DE<sup>2</sup>; SOUSA, R. F. DE<sup>3</sup>, SOUSA JÚNIOR, S. P. DE<sup>3</sup>,  
SOARES, F. A. L.<sup>3</sup>, ARAÚJO, N. L.<sup>2</sup> & LIMA, A. N. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à COPEAG/UFCG/PB

<sup>2</sup>Doutorandos em Engenharia Agrícola UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, CEP.: 58109 – 090, Bodocongó, Campina Grande, PB. Email: magnolia\_oliveira@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutores 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

<sup>4</sup>Professor 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).

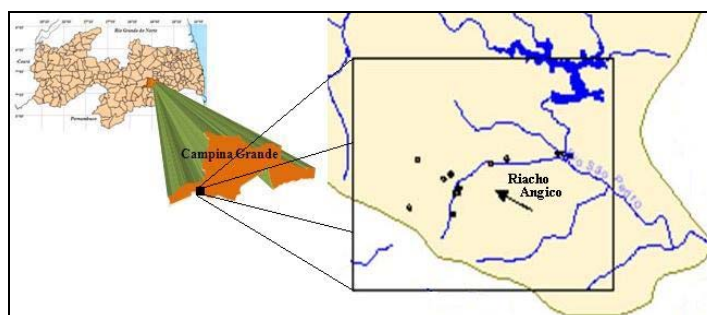


Figura 1. Localização do Riacho Angico dentro da sub-bacia do Rio São Pedro

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

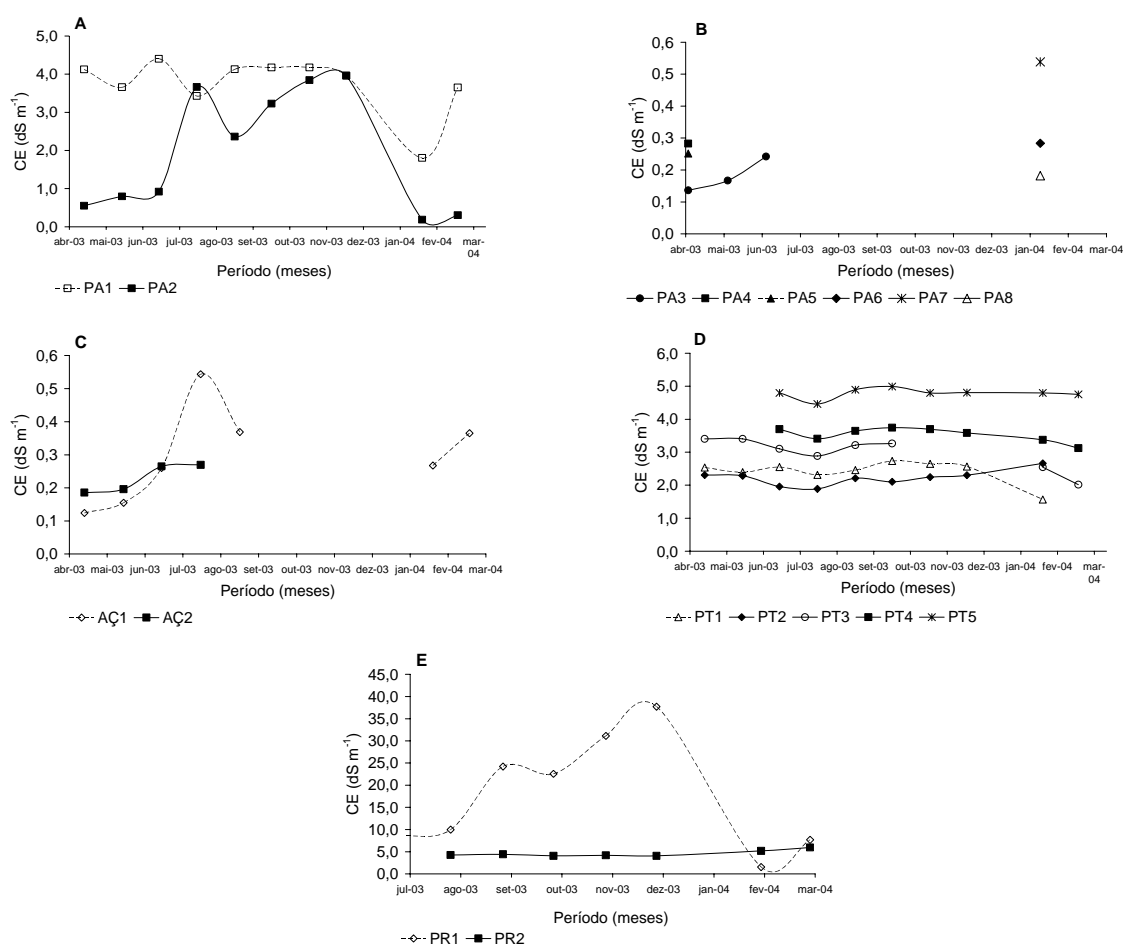


Figura 2. Condutividade elétrica das águas dos poços amazonas do riacho (A), dos poços amazonas nas barragens subterrâneas (B), dos açudes da microbacia (C), dos poços de cata-vento (D) e dos poços do riacho (E), no período de maio de 2003 a março de 2004 da microbacia do riacho Angico, Campina Grande

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  $20 \text{ dS m}^{-1}$  (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  $20 \text{ dS m}^{-1}$ .

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.<sup>1</sup>; MEDEIROS, J. F. DE<sup>2</sup>; FERREIRA NETO, M.<sup>2</sup>;  
FREIRE, J. DE O.<sup>3</sup> SOUZA, P. A. DE<sup>4</sup> GRANGEIRO, L. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. 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.

<sup>2</sup>Prof. Doutor, Depto de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró, RN

<sup>3</sup>Bolsista do CNPq, Eng Agro, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, Mossoró, RN

<sup>4</sup>Bolsista 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> e 5,0 kg de KCl ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> e 6,0 kg de KCl ha<sup>-1</sup>. Foi realizada uma adubação de cobertura com 0,2 kg planta<sup>-1</sup> da formulação NPK 10;10;10 na 18ª semana, cuja a aplicação de N e K<sub>2</sub>O 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 K<sub>2</sub>O 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 <sup>-1</sup>		
	N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> )	PFT (Mg.ha <sup>-1</sup> )	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 &gt; 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.<sup>1</sup>; LACERDA, R. D. DE<sup>2</sup>; SILVA, L. A. DA<sup>3</sup>;  
GUERRA, H. O. C.<sup>4</sup>; M. L. F. CAVALCANTI<sup>5</sup>; J. S. PEREIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agron. Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG), 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1285. ). e-mail: barrosjunior@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola pela (UFCG).

<sup>3</sup>Gaduanda em Engenharia Agrícola pela (UFCG).

<sup>4</sup>Prof. Doutor, Depto. de Engenharia agrícola, UFCG/DEAG, Campina grande-PB.

<sup>5</sup>Prof. 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 no 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 <sub>0</sub> )	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 (Ca(OH)<sub>2</sub>) 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<sup>3+</sup> e da elevação dos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, 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 <sub>2</sub> O	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	M. O.
Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas	0,01 MPa	1,5 MPa						
g kg <sup>-1</sup>			Kg dm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>	
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 <sup>ns</sup>	0,2500 <sup>ns</sup>	12,2500 <sup>ns</sup>
Resíduo	2,3385	0,07292	0,45833
CV (%)	8,00	8,47	13,54
Médias			
Acidez do solo (S)	cm	mm	nº
S <sub>1</sub> (pH 4,9)	16,3125 b	2,87 b	4,50 b
S <sub>2</sub> (pH 7,2)	21,8750 a	3,50 a	5,50 a
Adubação fosfatada (P)			
P <sub>0</sub> (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.<sup>1</sup>; ANDRADE JÚNIOR, A. S.<sup>2</sup>; SOUSA, V. F.<sup>2</sup>  
& SILVA<sup>3</sup>, E.F.F., BASTOS, E. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, UFPI. Bolsista IC-CNPq – Embrapa Meio Norte, Teresina PI, Fone (86) 3225-1141, clarice@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agr. Doutor em Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI.

<sup>3</sup> 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<sup>-1</sup>. 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 <sup>-1</sup> )	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0	
Infiltração (RAS x CE)		CE		
RAS <sup>1</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	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 <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	< 3,0	> 3,0		
Cl (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	< 3,0	> 3,0		
pH	Faixa normal: 6,5 a 8,4			

Fonte: Ayers & Wetscot (1991).

<sup>1</sup> 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).

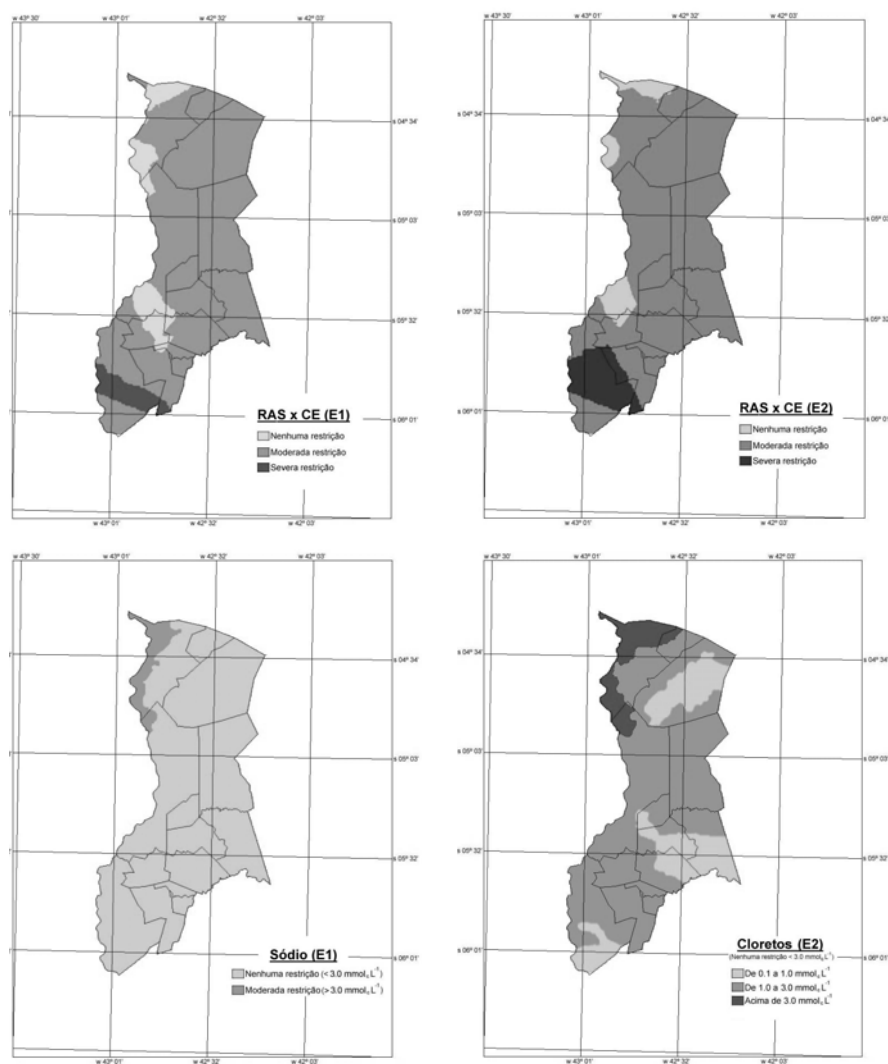


Figura 1. Mapas de RAS x CE, Na e Cl nas épocas de coleta (E1 e E2).

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.<sup>1</sup>; CHAVES, L. H. G.<sup>2</sup> & CHAVES, I. B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda 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

<sup>2</sup>Professora Titular da UAEEA/CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970.

<sup>3</sup>Professor 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, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, 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, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, 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 ( $\text{CO}_3$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), ferro (Fé), sulfato ( $\text{SO}_4$ ), 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 $\text{m}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$		dS $\text{m}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$
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  $400 \text{ mg L}^{-1}$ , 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 ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ), 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  $490 \text{ mg L}^{-1}$ , 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.

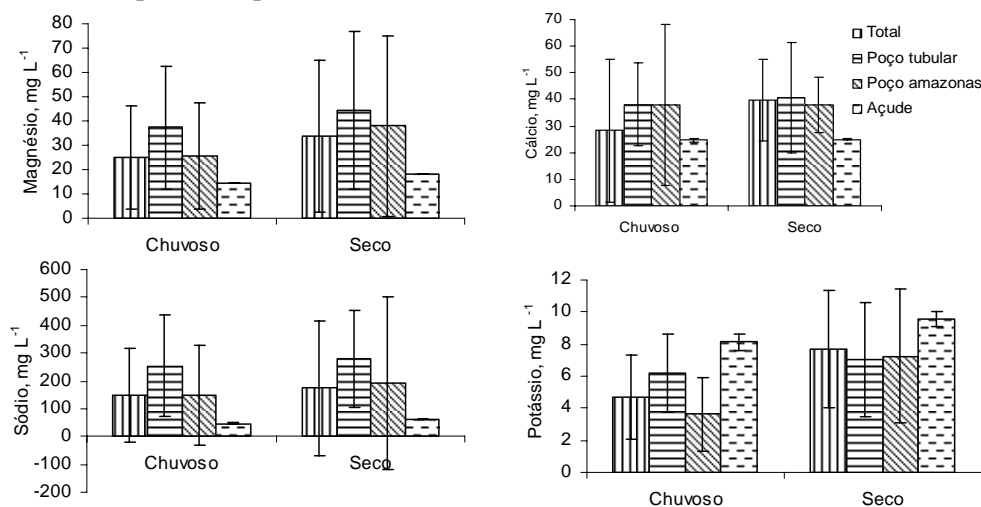


Figura 1. Concentrações médias de cátions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco

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  $\text{Na}^+$ , a Portaria do Ministério da Saúde recomenda um valor máximo permissível de  $200 \text{ mg L}^{-1}$ , 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 ( $\text{Cl}^-$ ) é o que predomina entre os ânions presentes nas águas, tanto no período chuvoso como no período seco (Fig. 2). Em uma sequência 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 ( $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ) 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  $250 \text{ mg L}^{-1}$ , 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 ( $250 \text{ mg L}^{-1}$ ), provavelmente, por receber contribuições de poluentes urbanos.

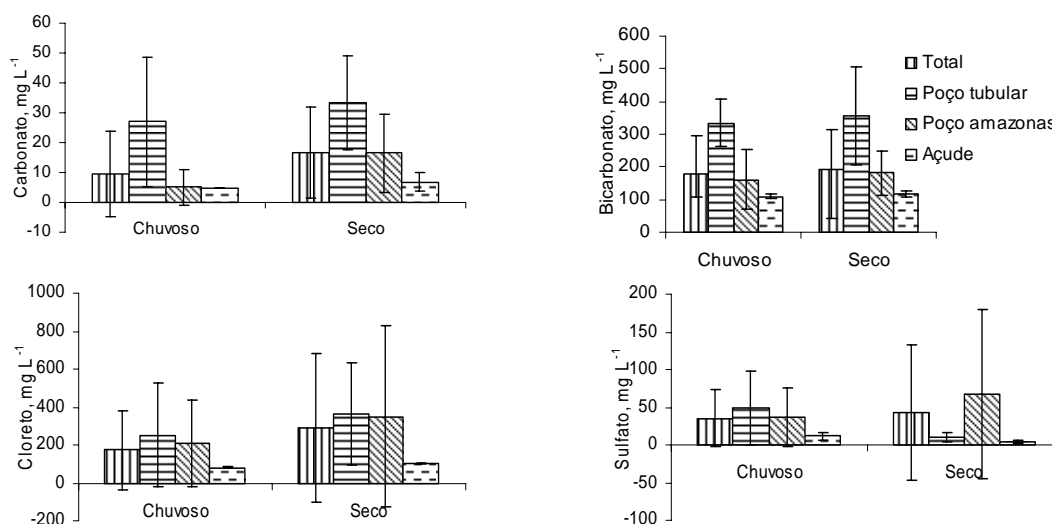


Figura 2. Concentrações médias de ânions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco



## 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](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.<sup>1</sup>; GONÇALVES, F. B.<sup>2</sup>; CARVALHO, C. M. DE<sup>3</sup>,  
SOUSA, A. E. C.<sup>3</sup>; COSTA, F. V. DA<sup>4</sup> & OLIVEIRA, J. E. DE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof., FATEC Limoeiro do Norte.

<sup>2</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

<sup>3</sup>MSc. em Irrigação Drenagem, Prof. FATEC Sobral

<sup>4</sup>Estudante 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 T<sub>7</sub>C<sub>0</sub>. 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<sup>-1</sup> 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 m<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup>. 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 <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	1,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1,5 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	2,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	2,5 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	1,0 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	1,0 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	3,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	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 T<sub>7</sub>C<sub>0</sub> (3,5 L de esterco sem cinzas). O aumento da produtividade da hortalica 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 T<sub>5</sub>C<sub>0</sub> (1,0 L de esterco sem cinzas) mostrou melhor desempenho comparado aos tratamentos T<sub>1</sub>C<sub>0</sub> (1,5 L de esterco sem cinzas) e T<sub>3</sub>C<sub>0</sub> (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 <sup>-1</sup> )	Peso Seco (g planta <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	130,112	9,272
T <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	51,058	3,618
T <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	125,988	9,008
T <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	79,888	7,580
T <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	126,624	9,124
T <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	79,838	4,760
T <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	163,204	12,320
T <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	101,376	5,380

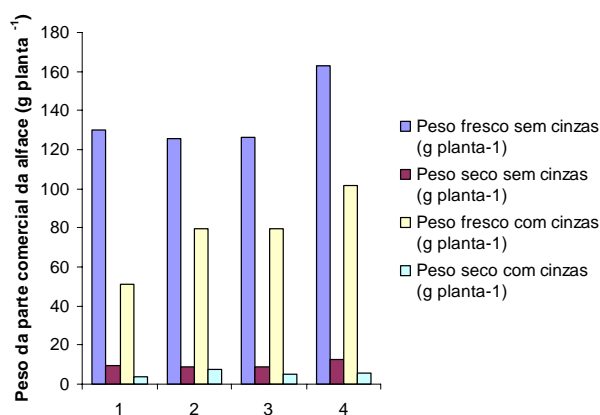


Figura 1. Relação entre as médias dos tratamentos (com e sem cinzas) observados, peso fresco e seco da alface.



## 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.<sup>1</sup>; REBOUÇAS, M. DE O.<sup>1</sup>; PIÑERO, S. R.<sup>2</sup>;  
LOPES, J. W. B.<sup>2</sup>; BEZERRA, F. M. L.<sup>3</sup> & CÂNDIDO, M. J. D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante 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

<sup>2</sup>Estudante de Graduação de Agronomia, UFC, Fortaleza, Ceará

<sup>3</sup>Prof. Associado I, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará

<sup>4</sup>Prof. 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 m<sup>2</sup> (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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>, oscilando de 0,1 a 5,2 m s<sup>-1</sup>. Solomon (1979) verificou que velocidades do vento de 1,61 a 3,06 m s<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>. 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 <sup>3</sup> /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.<sup>1</sup>; GOMES FILHO, R. R.<sup>2</sup>; SOUSA, A. E. C.<sup>3</sup>;  
CARVALHO, C. M. DE<sup>3</sup>; NASCIMENTO, A. K. S. DO<sup>1</sup> & ALVES, A. DA C.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

<sup>2</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Limoeiro do Norte.

<sup>3</sup>MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. FATEC Sobral.

<sup>4</sup>Estudante 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 m<sup>2</sup> 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<sup>-1</sup>. 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 m<sup>2</sup> 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  $30 \text{ m}^2$  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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>;
- 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<sup>-1</sup>); 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<sub>n</sub> - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h<sup>-1</sup>;

q<sub>a</sub> - é média das descargas de todos os emissores, em L h<sup>-1</sup>.

## 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<sup>-1</sup>.

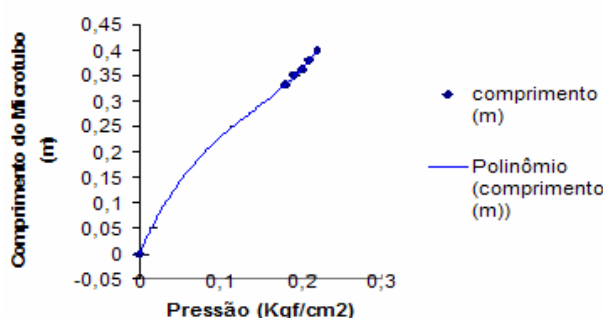


Figura 1: Variação no comprimento do microtubo de acordo com a pressão no início do mesmo.

## 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, BAHIA<sup>1</sup>

SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS<sup>2</sup>; OLIVEIRA, A. S. DE<sup>3</sup>;  
BRANDÃO, F. J. C.<sup>4</sup>; PAZ, V. P. DA S.<sup>3</sup> & SANTOS, D. M. W. DOS<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte 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.

<sup>2</sup>Eng. 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

<sup>3</sup>Prof. Doutor, NEAS/CCAAB, UFRB, Cruz das Almas, BA.

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, MSc., Bolsista FAPESB, Pesquisadora do NEAS/CCAAB, UFRB.

<sup>5</sup>Graduanda 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 <sup>(a)</sup>	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 <sup>(b)</sup>	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 <sup>(c)</sup>	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 <sup>(d)</sup>	L 20	6 x 6	Banana	3 x 3	36
	L 18	6 x 6	Banana	3 x 3	60
Netafim/Gyronet <sup>(e)</sup>	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.

<sup>(a)</sup> Bocal vermelho (1,4 mm), pressão de serviço (h) 250 kPa, vazão (q) 100 L h<sup>-1</sup> e diâmetro molhado (Dm) 9,5 m.

<sup>(b)</sup> Bocal branco (1,6 mm), h = 250 kPa, q = 150 L h<sup>-1</sup> e Dm = 4,6 m.

<sup>(c)</sup> Bocal preto (1,2 mm), h = 250 kPa, q = 78 L h<sup>-1</sup> e Dm = 7,5 m.

<sup>(d)</sup> Bocal verde (0,9 mm), h = 250 kPa, q = 185 L h<sup>-1</sup> e Dm = 11,0 m.

<sup>(e)</sup> Bocal azul (0,9 mm), h = 250 kPa, q = 50 L h<sup>-1</sup> 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		

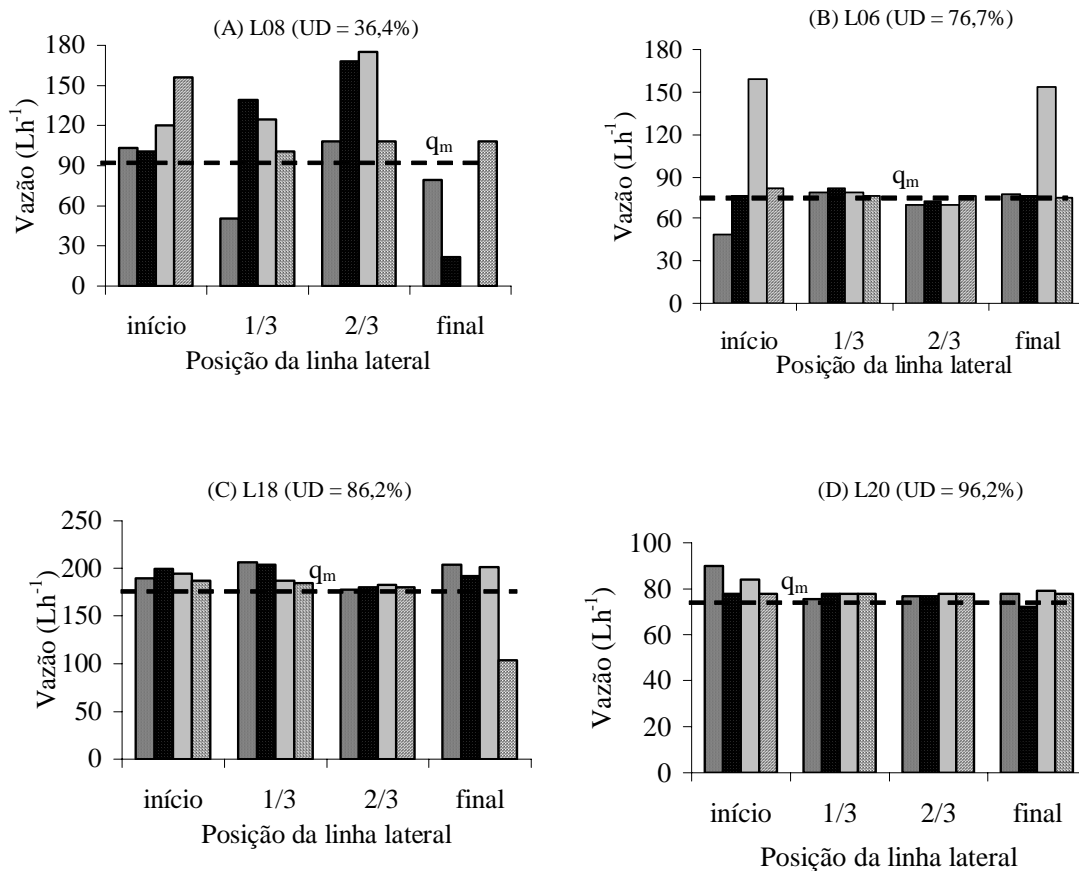


Figura 1. Variação de vazão entre microaspersores e uniformidade de distribuição de água de alguns lotes irrigados do Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia, 2006

## 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.; 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.
- 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. DA<sup>2</sup>; OLIVEIRA, C. W. <sup>1</sup>; CAVALCANTE, L. C.<sup>2</sup> ;  
OLIVEIRA, M. I. DE <sup>3</sup> & NUNES, M. C. H.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando 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.

<sup>2</sup> Prof. Ph.D. em Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Limoeiro do Norte

<sup>3</sup> Graduando em Tecnologia de Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/Limoeiro do Norte

<sup>4</sup>Especialista 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 agroclimatológicos 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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> )	Eto (mm d <sup>-1</sup> )			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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, enquanto que a menor média registrada em janeiro com 1,9 mm dia<sup>-1</sup>. 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<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, chegando a ser registrado no mês de março 25,9 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, sendo janeiro o mês de menor insolação. Em relação á radiação líquida, a média histórica é de 11,5 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, com valores máximos em março e mínimos em janeiro.

A velocidade média do vento na Chapada do Apodi é de 7,4 m s<sup>-1</sup>, apresentando os meses de janeiro e agosto ventos mais intensos na ordem de 7,7 m s<sup>-1</sup> 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 <sup>-2</sup> dia			Rad. Liq.Tot. MJ m <sup>-2</sup> dia			Vel.Ven. Max. (m s <sup>-1</sup> )		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	-

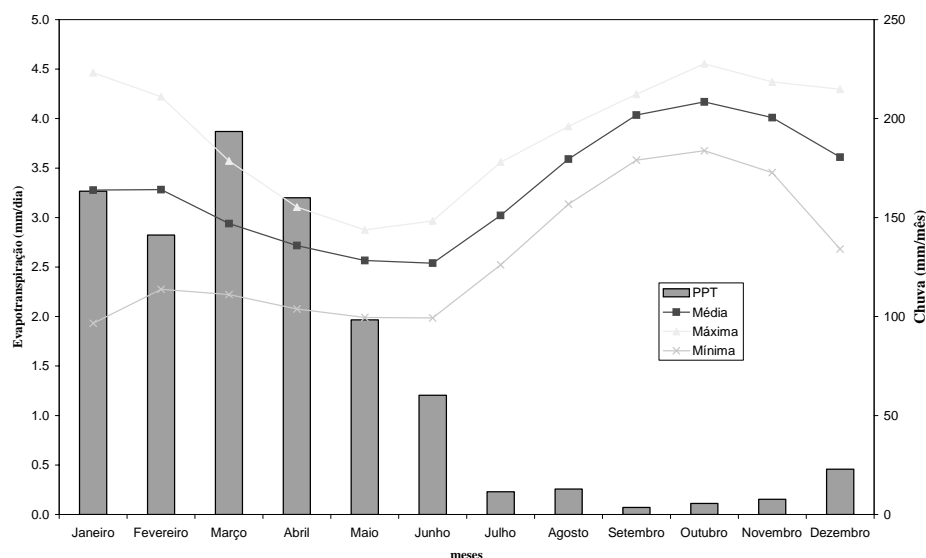


Figura 1. Evapotranspiração e chuva média na Chapada do Apodi entre janeiro de 2002 e dezembro de 2006.

## 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.<sup>1</sup>; GOMES FILHO, R. R.<sup>2</sup>; CARVALHO, C. M. DE<sup>3</sup>; SOUSA, A. E. C.<sup>3</sup>;  
SANTOS NETO, A. M. DOS<sup>1</sup> & COSTA, F. V. DA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral.

<sup>2</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof., FATEC Limoeiro do Norte.

<sup>3</sup>MSc. em Irrigação Drenagem, Prof. FATEC Sobral

<sup>4</sup>Estudante 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 T<sub>7</sub>C<sub>0</sub> e para a condição esterco com cinzas os tratamentos T<sub>4</sub>C<sub>1</sub> e T<sub>6</sub>C<sub>1</sub>. 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 T<sub>7</sub>C<sub>0</sub> and the condition esterco with leached ashes treatments T<sub>4</sub>C<sub>1</sub> and T<sub>6</sub>C<sub>1</sub>. 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 m<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup>. 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 (R<sup>2</sup>).

Tabela 1: Tratamentos testados, resultantes da combinação entre esterco bovino e cinzas.

SIMBOLOGIA	TRATAMENTOS
T <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	1,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1,5 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	2,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	2,5 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	1,0 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	1,0 L de esterco bovino com cinzas
T <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	3,5 L de esterco bovino sem cinzas
T <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	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 <sup>-1</sup> )	Comprimento do Caule (cm planta <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	0,76	14,32
T <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	0,20	5,28
T <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	0,82	11,70
T <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	0,36	7,60
T <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	0,98	12,32
T <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	0,48	7,66
T <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	1,22	18,70
T <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	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 <sup>ns</sup>	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, T<sub>7</sub>C<sub>0</sub> (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 (T<sub>7</sub>C<sub>0</sub>), resultado também encontrado por Porto (2006) que observou um aumento linear do comprimento do caule

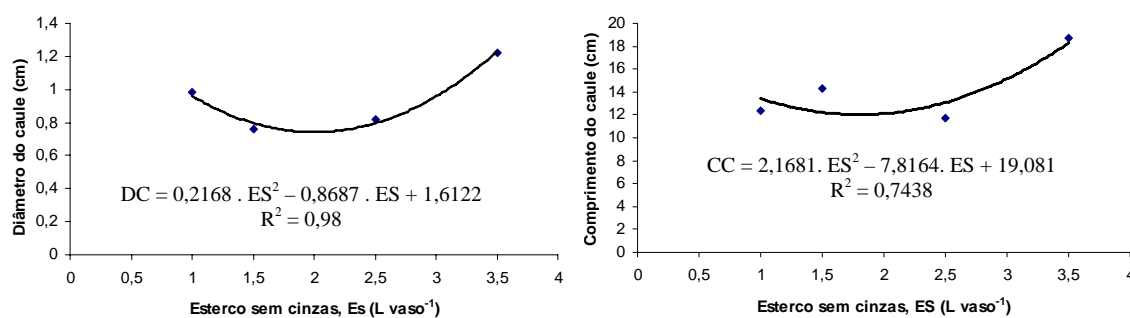


Figura 1: Diâmetro e comprimento do caule em função da adubação com esterco.

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 T<sub>7</sub>C<sub>0</sub> e para a condição esterco com cinzas os tratamentos T<sub>4</sub>C<sub>1</sub> e T<sub>6</sub>C<sub>1</sub>, 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 <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	11.700000 a1 *	T <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5.280000 a1 *
T <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	12.320000 a1 *	T <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	5.640000 a1 *
T <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	14.320000 a1 *	T <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	7.600000 a1 *
T <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	18.700000 a2 *	T <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	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.