



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

OTIMIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA E NITROGÊNIO NO CULTIVO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

VIANA, S. B. A.¹; BEZERRA, J. R. C.²; GHEYI, H. R.³;
FERNANDES, P. D.³; MARQUES, A.⁴ & S. NETO, M. N. DE⁴

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

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

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

⁴Graduando da UNEB

RESUMO: A cotonicultura vem se expandindo no Oeste da Bahia, carecendo de base técnico-científica a partir de trabalhos de pesquisa para melhorar a orientação aos produtores. Visando contribuir com o desenvolvimento da região, este trabalho foi realizado na Fazenda Santa Cruz, localizada em Barreiras, BA, de coordenadas 12° 03' 09" de latitude Sul, 44° 57' 46,6" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, altitude de 660 m, durante os meses de março a setembro de 2004. Avaliaram-se o rendimento do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), cultivar Deltapine Acala 90, em função de lâminas de água e doses de nitrogênio, sob pivô central, num Latossolo Amarelo, classe areia franca. Os tratamentos de lâminas estudados foram 0,75, 0,90, 1,05 e 1,2 da evapotranspiração da cultura (ET_c) (L₁ a L₄) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha⁻¹ (N₁ a N₄). Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre o rendimento físico e econômico da produção, considerando-se: custo do N de R\$ 2,3.kg⁻¹ (C_N), da água de R\$ 0,36.mm⁻¹.ha⁻¹ (C_L) e preço de venda de algodão (caroço) de R\$ 1,2.kg⁻¹ (P_z). Concluiu-se que a combinação ótima econômica de água e N para as relações 'C_L/P_z = 0,3' e 'C_N/P_z = 1,92' e níveis de adubação P e K utilizados (177 e 209 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O) é de 631 mm de água e 287 kg.ha⁻¹ de N, com Z de 5.581,82 kg.ha⁻¹.

Palavras chave: evapotranspiração, fitomassa, lâmina, *Gossypium hirsutum*

OTIMIZATION OF THE USE OF WATER AND NITROGEN IN THE HERBACEOUS COTTON CROP IN THE WESTERN BAHIA

ABSTRACT: Cotton cultivation is expanding in the western part of Bahia and needs technical-scientific research base to improve the orientation to the producers. Seeking to contribute for the development in the area, this work was accomplished at Santa Cruz Farm, located in Barreiras-BA (coordinates 12°03'09" of latitude South, 44°57'46,6" of longitude West of the meridian of Greenwich, altitude of 660 m) during March to September of 2004. They were evaluated the productivity of the herbaceous cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), to cultivate Deltapine Acala 90, as function of water depth and doses of nitrogen, under central pivot, in a Yellow Latosol, loamy sand. The treatments of depths of water studied were 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20 of the evapotranspiration of the crop (ET_c) (L₁ to L₄) and the levels of N were 108, 168, 238 and 308 kg.ha⁻¹ (N₁ to N₄). The effects of the treatments on the physical (Z) and economical return of cotton were



evaluated, considering: cost of nitrogen of R\$ 2.3.kg⁻¹ (C_N), of the water of R\$ 0.36.mm⁻¹.ha⁻¹ (C_L) and cotton price of R\$ 1.2.kg⁻¹ (P_Z). The optimal economical combination of water and nitrogen was 631 mm of the water and 287 kg.ha⁻¹ of N, with Z of 5,581.82 kg.ha⁻¹, for the relationship C_L/P_Z=0.3 and C_N/P_Z=1.92 and fertilizer levels of P and K used (177 and 209 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O).

Key-words: evapotranspiration, phytomass, depth water, *Gossypium hirsutum*.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma dicotiledônea da família malvácea. O gênero *Gossypium*, ao qual pertence, é bastante variado. Com distribuição em quase todos os países produtores de algodão, a espécie *Gossypium hirsutum*, representa mais de 90 % da produção mundial (Fuzatto, 1999).

Nas últimas décadas o Brasil passou da posição de grande exportador para importador de pluma ocorrendo, entretanto, forte recuperação da produção nacional nos últimos anos, restabelecendo a condição de exportador (CONAB, 2005). O estado da Bahia é o segundo maior produtor nacional (CONAB, 2005). Dentro desse estado, a Região Oeste vem se destacando com uma área cultivada de 205 mil hectares e uma produção de 280 mil toneladas de pluma (88,6% da produção baiana); desta área, cerca de 10% foram cultivados sob irrigação (Facual, 2005). Nessa região, predomina um modelo produtivo de alta tecnologia; porém, o uso excessivo de insumos vem aumentando, afetando a rentabilidade da atividade. Neste contexto, é indispensável o desenvolvimento de tecnologias que possam otimizar o uso de insumos, proporcionando aumento da produtividade com redução de custos.

Dentre os fatores de produção, a água e o nitrogênio são os que mais frequentemente limitam o rendimento das culturas (Frizzzone, 1993). O nitrogênio é o nutriente que o algodoeiro retira do solo em maior proporção (Staut & Kurihara, 2001); entretanto, o potencial de resposta do algodoeiro à adubação nitrogenada é fortemente determinado pela lâmina de água (Halevy & Kramer, 1986). O conhecimento da função de resposta das culturas à água e ao nitrogênio permite a determinação dos limites, racionalizando o uso destes insumos.

Estudos sobre os efeitos de lâminas (Bezerra et al., 2004, etc), doses de nitrogênio (Pereira et al., 2003; etc) e efeito conjunto destes fatores (Guerra & Iora, 1999) sobre o rendimento do algodoeiro têm sido realizados. No Oeste baiano não se constatou qualquer registro de pesquisas envolvendo os efeitos conjuntos de água e de nitrogênio sobre o rendimento desta cultura.

Considerando o exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, determinar os níveis de aplicação de água e de nitrogênio adequados à cotonicultura irrigada na Região Oeste da Bahia, visando a otimização da rentabilidade econômica, contribuindo, assim, com a redução dos impactos ambientais da atividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no pivô 8 da Fazenda Santa Cruz (12°03'09" de latitude Sul e 44°57'46,6" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e 660 m de altitude), propriedade particular, no município de Barreiras, BA, durante o período compreendido entre

março e setembro de 2004. O clima da região é, conforme a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), do tipo C1d'A', que representa clima sub-úmido a seco, com pequeno excedente hídrico, megatérmico, chuvas de primavera/verão.

Foram avaliados os efeitos de lâminas de água e doses de nitrogênio sobre o rendimento físico e econômico da produção do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), cultivar Deltapine Acala 90. Os tratamentos de lâminas estudados foram 0,75, 0,90, 1,05 e 1,2 da evapotranspiração da cultura (ETc) (L₁ a L₄) e os níveis de N variaram de 108, 168, 238 e 308 kg.ha⁻¹ (N₁ a N₄).

A área experimental constou de um quadrante de um pivô central Valmatic (120 ha), dividido em quatro “fatias”, denominadas L₁ a L₄, as quais receberam as lâminas de irrigação segundo o tratamento (0,75 a 1,2ETc). Em cada lâmina (L₁ a L₄) foi instalado um ensaio, com as parcelas de nitrogênio distribuídas no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela constou de oito linhas de plantio (útil as 6 centrais) com espaçamento de 0,76 m (7-10 plantas m⁻¹) e sete metros de comprimento (útil os 5m centrais).

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, classe textural areia franca, com densidade aparente de 1,52 g cm⁻³ (camada 0-40 cm) e pH de 5,80. A água de irrigação, derivada do Rio das Pedras, é do tipo C₁S₁.

Totalizando as adubações via solo e folhas foram aplicados 209,2 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl + KNO₃), 177 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo + superfosfato simples) e 108, 168, 238 e 308 kg ha⁻¹ de N (uréia + KNO₃), respectivamente para N₁ a N₄.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida pelo modelo de Hargreaves e Samani (1985). Os dados necessários foram obtidos de uma estação climatológica automática, instalada a 100 m do Pivô. A ET_o foi convertida em evapotranspiração da cultura (ETc), através de multiplicação pelo coeficiente de cultivo (kc) e pelo fator ks (BERNARDO, 1995). Os coeficientes de cultivo (kc) utilizados foram: kc_{inicial}=0,45 (Fase I), kc_{médio}=1,15 (Fase 3) e kc_{final}=0,75 (Yague e Roche, 1990), para as fases 2 e 4 foram utilizadas as seguintes equações para obtenção dos valores diários de kc (FASE II kc=0,0156x +0,1389; FASE IV kc=-0,0087x +2,1065).

A necessidade hídrica da cultura no turno de rega (ET_{cTR}) o somatório dos valores de ETc dos dias do turno. A necessidade de irrigação no turno de rega (NI) era obtida abatendo-se da ET_{cTR} o valor da precipitação efetiva (Pe). As lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento eram definidas pelo produto entre a NI e o fator do tratamento (0,75; 0,90; 1,05 e 1,20 respectivamente para L₁ a L₄).

Os dados de produção obtidos no Experimento II, com os tratamentos de água e nitrogênio, foram submetidos a análise de regressão múltipla, sendo selecionado o modelo de segundo grau com duas variáveis independentes, segundo Eq. 1, descrita por Frizzzone (1993, 1998).

$$Z(L, N) = a + b.L + c.L^2 + d.N + e.N^2 + f.L.N \quad (1)$$

Onde: Z(L,N) o rendimento de algodão em caroço (kg.ha⁻¹); L – lâmina de água em mm

N – dose de nitrogênio (kg.ha⁻¹); **a, b, c, d, e, f** - coeficientes do modelo

As quantidades de insumos e os custos de aplicação foram registrados durante o ciclo do algodoeiro para estabelecimento da curva de melhor resposta física e



econômica da cultura à aplicação de água e nitrogênio, conforme a metodologia contida em Frizzzone (1993), adaptada por Viana (2004), considerando-se: P_z – Preço unitário de venda de algodão em caroço (R\$ 1,2 kg⁻¹); C_L – Custo de uma unidade do insumo água (R\$ 0,36mm⁻¹ ha⁻¹); C_N – Custo de uma unidade do insumo nitrogênio (R\$ 2,3 kg⁻¹); C_0 – Custo parcial unitário da lavoura (R\$.ha⁻¹).

O valor de C_L foi calculado com base no preço de uma hora de funcionamento do pivô (horímetro) pago ao arrendatário, R\$ 12,00. O C_N foi composto pelos custos de aquisição do fertilizante + custos de aplicação. O C_0 compreendeu todos os custos de produção, excetuando-se os diretamente relacionados com os fatores estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a equação de regressão múltipla para rendimento de algodão em caroço em função dos dois fatores estudados, água e nitrogênio, e significâncias estatísticas de seus coeficientes pelo Teste F.

De acordo com o modelo matemático o ponto de máximo rendimento físico, cerca de 5.799 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço, ocorre com a combinação de 684,5 mm de água (L_m) e 491,1 kg.ha⁻¹ de N (N_m); no entanto a combinação de 630,9 mm de água e 287,2 kg.ha⁻¹ de N (L^* e N^* - Tabela 2), válida para as relações “ $C_L/P_z=0,3$ e $C_N/P_z=1,92$ ”, apesar de resultar em rendimento de algodão em caroço 3,74 % menor (5.581,82 kg.ha⁻¹), otimiza o lucro, viabilizando a máxima receita líquida registrada no estudo, cerca de R\$1.539,07.ha⁻¹, valor este 18,85% superior ao obtido com a combinação que resultou no ponto de máximo rendimento físico (R\$ 1.294,99.ha⁻¹, Tabela 2). Este diferencial de receita representa um acréscimo de renda líquida de R\$ 29.290,06/pivô central (120 ha). A adotando-se L^* , em substituição a L_m , além do benefício econômico discutido, deixar-se-iam de derivar do manancial hídrico, por ciclo do algodoeiro, um volume d'água de 64.238,4 m³ para um pivô de 120 ha (535,32 m³.ha⁻¹), otimizando o uso dos recursos naturais; ressalta-se, que na Fazenda onde o experimento foi realizado (Faz. Santa Cruz) são 14 pivôs de 120 ha.

Tabela 1. Função de produção água-nitrogênio para o algodoeiro herbáceo, cv. Acala 90, coeficiente de determinação, termos do modelo e seus respectivos valores F e probabilidades de significâncias pelo Teste F. Barreiras, BA, 2004.

Modelo: Z (X,Y)= a + b*X + c*X² + d*Y + e*Y² + f*XY			R ² =0,8445		
Onde: Z=rendimento de algodão em caroço (kg.ha ⁻¹); X=Lâmina total (mm); Y= Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)					
Coeficientes			Valor F	Prob>Fc	
A	Constante	-0,151607E+04	-	-	
B	Lâmina	0,210280E+02	0,543745E+03	0,00001	
C	Lâmina ²	-0,182324E-01	0,408778E-03	0,01823	
D	Nitrogênio	0,483129E+00	0,287029E+00	0,39694	
E	Nitrogênio ²	-0,606919E-02	0,452961E-04	0,00942	
F	Lâmina* Nitrogênio	0,800367E-02	0,787731E-04	0,01078	
Falta de ajuste			-	0,122970E+01	0,32197

Tabela 2. Análise econômica para as combinações de lâminas (L) e doses de nitrogênio (N) que resultam em máxima receita bruta (L_m e N_m), líquida (L^* e N^*) (para $C_L/P_Z=0,3$ e $C_N/P_Z=1,92$). Barreiras, BA, 2004.

Ident.	Insumo		Rendimento de algodão em caroço (Z)	Custo de produção ^a	Receita		Índice de lucratividade
	L	N			Bruta	Líquida	
	(mm)	(kg.ha ⁻¹)			(R\$.ha ⁻¹)		
L _m , N _m	684,46	491,11	5.798,98	5663,79	6958,78	1294,99	18,6
L*, N*	630,93	287,24	5.581,82	5159,11	6698,18	1539,07	23,0

^a=(custo com N=R\$2,30.kg⁻¹ x N) + (custo com água=R\$ 0,36.mm⁻¹.ha⁻¹ x (L - Pe^b)) + (custo de produção sem os custos com água e nitrogênio = R\$ 3.865,0.ha⁻¹ + C_{colheita}^c); ^b precipitação efetiva=49,7mm; ^ccusto de colheita = R\$ 0,076.kg⁻¹ x Z; C_L=R\$.mm⁻¹.ha⁻¹; C_N=R\$.kg⁻¹.ha⁻¹ de N; P_Z=R\$.kg⁻¹ de algodão em caroço.

Para Halevy e Kramer (1986) as produtividades de algodão são fortemente determinadas pela interação nitrogênio versus água; quanto maior o nível em que qualquer um desses fatores é mantido, maior também será o incremento de produtividade para um nível do outro fator, que se aproxima de valor constante.

CONCLUSÕES

A combinação ótima econômica de água e nitrogênio para o manejo cultural do utilizado (177 e 209 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O) e relações de custo do insumo/preço do produto (R\$.kg⁻¹) de 0,3 e 1,92, respectivamente para água (R\$.mm⁻¹.ha⁻¹) e nitrogênio (R\$.kg⁻¹), é de 631 mm e 287 kg.ha⁻¹ de N, com rendimento de 5.581,82 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço, e RL de R\$1.539,10.ha⁻¹;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VIANA, S.B.A. **Otimização do uso de água e nitrogênio no cultivo do algodoeiro herbáceo na região Oeste da Bahia**. Campina Grande: UFCG/CCT, 2005. 143p. (Tese Doutorado).
- FUZATTO, M.G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.15-34.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da agropecuária**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov>>. Acessado em 10 de Julho de 2005.
- FACUAL - Fundo de Apoio à Cultura do Algodão no Estado do Mato Grosso. **Notícias: Bahia implanta programa de combate ao bicudo**, 2005. Disponível em: <<http://www.facual.org.br/modules/news/article.php?storyid=70>>. Acessado em: 10 de julho de 2005.
- FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1993. 42p. (Série didática, 6).
- STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem e adubação. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, cap.5, p.103-123, 2001.



- HALEVY, J.; KRAMER, O. Nitrogen fertilizer management of cotton grown under drip irrigation in a grumusal. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.7, p.62-72, 1986.
- BEZERRA, J.R.C.; CORDÃO SOBRINHO, F.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. de M.; PEREIRA, J.R.; DIAS, J.M. Lâminas de irrigação x reguladores de crescimento no algodoeiro BRS 200 – Marrom. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14., Porto Alegre, RS, 2004. **Anais...** Porto Alegre: ABID, 2004. CD-ROM.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance., New Jersey: Drexel Ins. of Technology, 1955. 104p. (Publications in Climatology)
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. **Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature**. Chicago: Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting. (Paper 85-2517), 1985.
- YAGUE, J.L.F.; ROCHE, J.C. **Curso elemental de riego**. Serviço de Extensión Agrária del Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1990.
- FRIZZONE, J.A. Funções de produção. In: FARIAS, M.A., SILVA, E.L., VILELA, L.A.A., SILVA, A.M. (eds). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. cap.1, p.86-116.
- HALEVY, J.; KRAMER, O. Nitrogen fertilizer management of cotton grown under drip irrigation in a grumusal. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.7, p.62-72, 1986.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 656p. il.
- PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; BEZERRA, J.R.C.; OLIVEIRA, J.N. de; VALE, D.G. Adubação nitrogenada do algodoeiro herbáceo irrigado no cariri cearense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão/Fundação GO, 2003. CD-ROM (Embrapa Algodão. Documentos, 118).
- GUERRA, A.F.; IORA, C.J. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada em algodão herbáceo no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2, 1999, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 496-499.