

Autores

**Napoleão Esberard de
Macêdo Beltrão**

Eng. agrôn., D.Sc., da
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário,
CEP 58107-720, Campina Grande-PB
E-mail: nbeltrao@cnpa.embrapa.br

Malaquias da Amorim Neto

Meteorologista, D.Sc., da
Embrapa Algodão
E-mail: amorim@cnpa.embrapa.br

José Rodrigues Pereira

Eng. agrôn., M.Sc.,
Assistente de Operações da
Embrapa Algodão
E-mail: rodrigues@cnpa.embrapa.br

Efeitos da Saturação Hídrica na Planta do Algodoeiro Herbáceo: Conseqüências na Produção e Qualidade do Produto



Introdução

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) planta resistente à seca, e xerófila (Hearn & Constable, 1984), pode produzir razoavelmente bem, com excelente

qualidade intrínseca da fibra em ambientes xéricos, como o semi-árido nordestino. Por outro lado, é considerada espécie altamente sensível à deficiência de oxigênio no solo, seja por excesso de água ou por impedimento físico, com solos com baixa drenagem e renovação da atmosfera edáfica (Taylor & Garner, 1963, Tackett & Pearson, 1964, Verdade, 1965, Waddle, 1984, Almeida et al., 1992, Souza et al., 1997 e Beltrão et al., 1997), sendo que a produtividade, é reduzida significativamente, dependendo da duração do estresse anoxítico (deficiência ou falta de oxigênio), estágio de desenvolvimento das plantas e de fatores ambientais, do solo e da atmosfera (Souza et al., 1997 e Beltrão et al., 1997). Mesmo em regiões áridas e semi-áridas, como a sub-região semi-árida do Nordeste brasileiro, onde a seca e a deficiência de umidade são eventos comuns, pode ocorrer períodos de saturação hídrica do solo, originando a conseqüências fatais para a cultura do algodoeiro, seja reduzindo o crescimento, o desenvolvimento ou a produtividade, seja alterando a qualidade do produto final, com a redução da qualidade da fibra e das sementes (Ramey Jr. 1986, Cherry 1986 e Delouche, 1986) pois a abertura dos frutos do algodoeiro envolve mecanismos endógenos (hormônio etileno) e exógenos, via radiação solar (Stewart, 1986 e Delouche, 1986). Objetiva-se, com esta nota técnica, reunir informações condensadas sobre os efeitos diretos e indiretos da saturação hídrica do solo e da atmosfera no crescimento e desenvolvimento da planta do algodoeiro, considerando-se a produtividade e os efeitos globais na qualidade da semente e da fibra desta importante planta têxtil.

Considerações Gerais

O algodoeiro herbáceo desde a fase inicial da germinação das sementes é extremamente sensível a baixos níveis de oxigênio da "atmosfera" do

solo, que nas condições consideradas "normais" apresenta 20% de oxigênio, 79% de nitrogênio e menos de 1% de dióxido de carbono (CO₂) a uma profundidade de até 15 cm (McMichael, 1986), podendo variar muito, os teores de oxigênio e CO₂ dependendo do tipo do solo, condições atmosféricas em especial quantidade e intensidade das chuvas e do manejo do ambiente edáfico incluindo seu preparo e medidas de conservação. O algodoeiro responde, via raízes, às variações na composição do ar do solo, sendo pouco sensível às variações no teor de CO₂, diferente de outras culturas (Kramer, 1969, citado por McMichael, 1986), porém é muito sensível à variação no teor do oxigênio. De acordo com Huck (1970) a elongação da raiz principal do algodoeiro é bastante reduzida quando exposta a níveis de oxigênio abaixo de 10%, e morre, quando colocada em "atmosfera" sem oxigênio, por um período superior a três horas, sendo que, a partir dos 30 minutos sem oxigênio, já é iniciado o processo de deteriorização das raízes, especialmente das mais novas (Browning et al., 1975, citado por Waddle, 1984). Solos com problemas físicos, naturais ou induzidos (mau uso) com zonas compactadas, em geral apresentam impasses sérios para o algodoeiro, pois a limitação no teor de oxigênio do solo acarreta, "por si", sérios problemas no metabolismo das plantas, além de interagir com outros fatores, como o crescimento da densidade aparente do solo (Taylor & Garden, 1963). Para Verdade (1965) nos solos com drenagem interna, impedida por camada impermeável ou por lençol d'água superficial, a fase gasosa fica quase ausente e, assim, não suporta a cultura do algodão. Deve-se preferir solos de drenagem média a rápida. Às vezes, a quantidade de precipitações pluviais nem é tão grande, porém, se o solo tiver limitações físicas, como argila de elevada atividade, tipo 2:1, expansível com a umidade, como é o solo dos Vertissolos da região de Sousa, PB, ou com camadas compactadas, como o caso de solos mesmo arenosos, preparados constantemente com grades aradoras e pesadas, que formam, a menos de 15 cm, o chamado 'pé-de-grade', aliado a baixa demanda evaporativa do ar em dias nublados e/ou chuvosos, com a umidade relativa do ar elevada e a temperatura mais baixa que o normal, reduzindo assim o potencial hídrico do ar

$$[\psi_{aw} = RT/\nabla_w \ln(UR\%/100.)][= RT/ \ln(UR\%/$$

100.)], onde R = constante dos gases perfeitos, igual a 1,987 cal/mole - °K, T = temperatura absoluta = 273° + °C, ∇_w é o volume molar parcial da água (18,048 cm³/mole a 20 °C) e UR% é a umidade relativa do ar (%), segundo Nobel (1974). Por exemplo, com a umidade relativa do ar de 99%, o ψ_w é em torno de -13,5 bars e pode chegar em um dia de sol no Seridó ou Sertão da Paraíba, a -1350 bars, o que promove grande demanda evaporativa do ar. No "continuum" solo-planta-atmosfera ou sistema solo-planta-atmosfera (SSPA) em condições "normais", o potencial de água varia de 0,1 bar (capacidade de campo) a -950 bars, na atmosfera, sendo de -3 a -30 bars nas folhas das plantas e, logicamente, quanto mais água no ambiente, menos oxigênio livre para a respiração das raízes das plantas. A evapotranspiração depende, fundamentalmente, da quantidade da radiação que chega por superfície e por tempo, ou seja, da densidade do fluxo radiante, sendo que o algodoeiro não produz bem nem a fibra tem qualidade, quando a nebulosidade é elevada, superior a 40% durante o seu ciclo (Ortolani & Silva, 1965). Na Figura 1 observa-se um campo de algodão que não chegou à produção, em um Vertissolo, com as plantas aos 70 dias da emergência e parecendo que estavam com 12 dias, pois no solo encharcado o metabolismo foi comprometido, tendo redução do crescimento e do desenvolvimento global, caso em que o solo tem renovação gasosa baixa e, mesmo com pouca precipitação pluvial, inferior a 1000 mm/ano, com muita nebulosidade na estação de crescimento das plantas, a evapotranspiração é reduzida, não havendo substituição da água pelo ar e, assim, as plantas sofrem muito, inclusive ficam bem "avermelhadas", sintoma de deficiência de oxigênio e, quando arrancadas do solo, as raízes cheiram a



Fig. 1. Plantas do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA 7H em solo Vertissolo saturado. Sousa, PB, 1998.

álcool etílico, produto da fermentação (respiração anaeróbica) que aumenta, devido à falta de oxigênio para a respiração oxidativa normal da planta.

Efeitos da Anoxia no Crescimento e Desenvolvimento do Algodoeiro

Para o algodoeiro, planta considerada uma das mais sensíveis à deficiência de oxigênio no solo, a falta, mesmo temporária, deste elemento, pode comprometer a produção final, dependendo da duração do estresse, do estágio de desenvolvimento da planta e das condições globais do ambiente (solo e atmosfera). Mesmo com poucas horas de anoxia, a planta do algodoeiro reage e, nos estágios do crescimento, pode ter o "shedding", ou seja, a queda de botões florais e de frutos jovens aumentada (Waddle, 1984) como pode ser visto na Figura 2, sendo que em um solo com problemas de drenagem, baixa permeabilidade (Verdade, 1965) em geral a produtividade obtida é muito baixa, mesmo em condições relativas de precipitações não tão elevadas. Com a deficiência ou falta, mesmo temporária, de oxigênio no solo, praticamente todo o metabolismo da planta do algodoeiro é alterado, especialmente a respiração celular oxidativa, que dele necessita (Amorim, 1979), fotossíntese, metabolismo dos açúcares e metabolismo das proteínas, especialmente os funcionais (enzimas) e, desta forma, o crescimento e o desenvolvimento das plantas, que ficam comprometidas, conforme verificado por diversos autores (Huck, 1970, Tackett & Pearson, 1964, Bruyn, 1982, Bharambe & Varade, 1983, Almeida et al., 1992, Beltrão et al., 1997 e Souza et al., 1997). Na Figura 3 podem ser verificados os efeitos externos do comprometimento do metabolismo do algodoeiro em condições de excesso de umidade no solo e no ar, denotando-se mudança na coloração das folhas, redução no tamanho das plantas, maior incidência de pragas e, principalmente, de doenças e redução da capacidade produtiva das plantas.

A deficiência de oxigênio no meio edáfico, induzida pelo alto teor de umidade, que pode estar relacionado ao aumento da densidade aparente do solo, devido ao mau uso ou a elevadas precipitações pluviais com redução da demanda evaporativa do ar, em virtude do aumento da umidade relativa e

também do potencial hídrico do ar, dependendo da duração do estresse, pode promover aumento na percentagem da queda dos botões florais e o "shedding" dos frutos jovens (Albert & Armstrong, 1931 e Stockton et al., 1961).



Fig. 2. Queda de botões florais e frutos jovens (shedding), induzida pela deficiência de oxigênio no solo, cultivar CNPA 7H. Campina Grande, PB.



Fig. 3. Algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA 7H em ano muito chuvoso e solo arenoso (Regossolo). Campina Grande, PB.

Com apenas 120 horas de falta de oxigênio no solo, na fase de botão floral (início) independente das cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA 3H, que apresentam ciclo biológico diferente, com pelo menos 20 dias, Almeida et al. (1992), verificaram reduções significativas na área foliar (30%), na fitomassa epígea (36%), na produção de algodão em caroço (38%) e na produção de fibra (41%) com relação às testemunhas, sem estresse anoxítico; além disso, a precocidade da planta é reduzida em pelo menos 27%. Trabalhando com a cultivar CNPA Acala 1, híbrido sintético complexo com genes de pelo menos duas espécies de algodão (*G. hirsutum* e *G. barbadense*), de ciclo médio, produtora de fibra extra-longa e recomendada para cultivo irrigado no Nordeste, Beltrão et al. (1997), constataram que o estresse anoxítico reduziu em até 40% a produção da planta, bem como o número de capulho e o peso de tais estruturas, dois importantes componentes da produção, principalmente quando o estresse ocorre

no início do crescimento e do desenvolvimento das plantas, estágio de duas a quatro folhas verdadeiras. Considerando a cultivar CNPA 7H, atualmente a mais plantada no Nordeste brasileiro, no tocante aos pequenos e médios produtores, que representam a maioria, Souza et al. (1997) verificaram que, com 72 horas de anoxia radicular, a fotossíntese foi reduzida em 87% e a respiração, medida nas folhas, em 60%.

Efeitos da Deficiência ou Falta de Oxigênio no Solo e do Excesso de Precipitação Pluvial na Qualidade do Algodão, Semente e Pluma

Um dos momentos críticos da cultura do algodão é a colheita, que requer tempo seco e com sol, para não prejudicar a qualidade das fibras nem das sementes, pois com umidade excessiva no ambiente a produção e sua qualidade ficaram comprometidas. No período de crescimento, a deficiência em luminosidade promove o "shedding" das estruturas de reprodução da planta do algodão e a deiscência dos frutos que, botanicamente, são cápsulas loculicidas, dependem da luminosidade e do restante da radiação solar e do hormônio etileno (Stewart, 1986). As sementes também amadurecem junto com o amadurecimento dos frutos, ocorrendo na espécie *G. hirsutum*, com 45 a 50 dias da antese (fertilização das flores). Em geral, recomenda-se iniciar a colheita quando cerca de 50 a 60% dos frutos estiverem abertos, na colheita mecânica, ou depois do desfolhamento químico ou natural, dependendo do ambiente, no caso da colheita mecânica. Caso ocorram precipitações pluviais frequentes no período de maturação dos frutos, com muita nebulosidade e queda da temperatura ambiente, os frutos demorarão a abrir ou, mesmo, não se abrem, apodrecendo na planta ou, em caso de abertas, as sementes podem germinar, prejudicando enormemente a qualidade, e até comprometer, parcial ou totalmente, a produção. Na Figura 4 pode-se ter um fruto da cultivar CNPA 7H, plantada em Campina Grande, PB, no ano de 2000, que não abriu e apodreceu devido ao excesso de chuvas, deficiência de luminosidade e posterior ataque de fungos; neste estado, o fruto não abre mais e as fibras e sementes ficam totalmente comprometidas e, quando conseguem abrir (Figura 5) a fibra fica

contaminada por fungos, perde o brilho devido à destruição das ceras e a qualidade intrínseca, especialmente a resistência e a finura, que ficam comprometidas totalmente. No Nordeste, é quase impossível ocorrer, em condições de sequeiro e de irrigação, tais problemas, porém às vezes ocorrem, mesmo plantado no período recomendado e no caso de financiamento pelo Governo Federal, obrigatório (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000) sendo que, para o município de Campina Grande, PB, o período de plantio é de 20 de março a 20 de abril.



Fig. 4. Fruto do algodoeiro maduro que não conseguiu abrir, devido à umidade excessiva. Campina Grande, PB.



Fig. 5. Fruto do algodoeiro semi-aberto e apodrecido, devido ao excesso de umidade no período de maturação. Campina Grande, PB.

Estudos de Caso: Safra de 2000, Município de Campina Grande e Outros das Regiões do Agreste e Brejo do Estado da Paraíba

No município de Campina Grande, PB, a normal climatológica da precipitação pluvial, período de 1961-1990, é de 802,7 mm no ano, em agosto de 58,1 mm e, em setembro, de apenas 38,0 mm, o que, em ano normal, permite normalmente a abertura dos frutos e a colheita. Neste ano de 2000, choveu 148,7 mm em abril, 98,6 mm em maio,

232,0 mm em junho, 171,5 mm em julho, 200,8 mm em agosto e 149,4 mm em setembro, Tabela 1 o que ocasionou o apodrecimento dos frutos e redução significativa tanto na produtividade quanto na qualidade do produto, mesmo plantado dentro da faixa preconizada pelo Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Conforme a Tabela 2, em vários dias choveu mais de 20 mm, chegando a 59,9 mm no dia 26 de junho de 2000.

Observa-se na Figura 6, detalhe de um campo de algodão herbáceo com a maioria dos frutos sem abrir, alguns já apodrecidos devido ao excesso de umidade no ambiente.



Fig. 6. Campo de algodão, cultivar CNPA 7H com a produção comprometida devido ao excesso de umidade no período de maturação e abertura dos frutos. Campina Grande, PB.

Tabela 1. Normal climatológica para vários parâmetros do clima de Campina Grande, PB, período de 1961-1990.

Mês	Precipitação Total (mm)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Média (°C)	Umidade Relativa (%)	Evaporação Total (ml)	Insolação Total Hs e Décimos
Jan	40,9	29,9	20,0	23,9	79	147,1	238,9
Fev	54,6	29,8	20,0	25,0	72	132,5	203,0
Mar	99,8	28,4	20,4	24,7	86	108,1	203,0
Abril	129,2	28,2	20,2	24,5	86	88,3	173,6
Mai	94,5	26,7	18,5	23,3	88	102,5	175,4
Jun	106,7	25,5	18,1	22,3	91	64,9	151,1
Jul	123,9	24,8	17,9	20,1	90	73,0	119,0
Ago	58,1	24,1	17,8	21,7	86	105,1	150,7
Set	38,0	27,1	18,3	21,7	84	126,1	181,9
Out	16,9	28,8	18,9	23,6	79	153,6	212,5
Nov	18,7	28,3	19,5	24,2	72	151,2	217,2
Dez	21,4	28,5	20,2	24,6	79	165,0	197,7
Total	802,7	27,5	19,2	23,3	83	1417,4	2224,0

Tabela 2. Precipitação pluvial diária. Campina Grande, PB, 2000.

Dia/Mês	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1			2,9	23,4	0,7	13,8	33,0	5,6				
2			1,4	27,1	3,1		1,9	20,4				
3					6,9		1,2	5,5		0,1		
4	2,0		41,4	3,4	18,5	3,9	11,2					
5	1,9				10,6		2,7	0,8				
6	0,2			6,4	19,7	0,7	2,9	37,2	2,1			
7	2,0				14,7	26,4		0,8	1,4			
8	0,8				6,1	7,6	2,5	3,6	0,1			
9	38,0		0,8	2,1		18,9	4,3	48,1	42,8			
10	22,2		0,5		0,4	6,1		0,8	8,7			
11	0,3	1,7	0,6	2,8		5,3	31,3		3,6	1,7		
12				4,1		3,4	23,1		21,1	4,5		
13				12,4			1,8		4,7	2,9		
14		3,9		2,3	0,9	5,0	1,8		15,0	3,7		
15	9,9	39,1	0,3		1,0	1,4	3,1	0,7	3,6	0,9		
16	0,1	0,2		1,9		29,0	3,5		4,2			
17		6,8	0,2	8,3	7,6				22,0			
18	0,5	7,1		9,9				1,2	4,6	6,6		
19			10,5	18,6	0,5	3,1		47,0	12,1			
20		74,3				4,7	12,2	5,7	0,2			
21			0,8			1,7	1,0					
22		0,5					14,0					
23		4,7			7,1	2,6	1,2	0,1	1,0			
24		0,5			0,8			1,3				
25						0,1		12,2	0,4			
26		0,2	0,2	8,5		59,9	8,7	9,8	0,4			
27		14,3				5,9	6,1					
28		0,6	1,4	5,4		32,0	1,3		0,4			
29			0,8	12,0					0,0			
30			1,5	0,1		0,5			1,0			
31	0,5		0,1				2,2					
Total	78,4	153,9	63,4	148,7	98,6	232,0	171,5	200,8	149,4	20,4		
Total Anual												1.317,1
Média												131,7

Ocorrências semelhantes foram verificadas em outros municípios da região, como Belém, Caiçara, Logradouro, Campo de Santana e Tacima, onde as chuvas foram acima da normal climatológica, especialmente nos meses de junho, julho, agosto e setembro do corrente ano. Em Belém, por exemplo, até agosto havia chovido mais de 1000 mm, sendo que somente em julho choveu 263,8 mm registrando-se em alguns dias, precipitações pluviométricas acima de 60 mm.

Conclusão

→ Em anos atípicos, raros de ocorrência no semi-árido nordestino, o excesso de precipitação pluvial pode comprometer a produção e a qualidade do algodão, mesmo plantado no período preconizado pelo Zoneamento Agrícola e com o tipo e cultivares recomendadas para o plantio.

→ excesso de chuvas, além de prejudicar a abertura dos frutos, caso ocorra no período de maturação, pode alterar a fenologia da cultura, aumentando o ciclo e alterar os demais fatores do ambiente, como temperatura do ar, umidade relativa, insolação, nebulosidade e radiação solar (densidade do fluxo radiante) além, ainda, de modificar o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas.

Referências Bibliográficas

ALBERT, W. B.; ARMSTRONG, G. M. Effects of high soil moisture and lack of soil aeration upon fruiting behaviour of young cotton plants. **Plant. Physiology**. v. 65, p. 585-591, 1931.

- ALMEIDA, O. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; GUERRA, H. O. C. Crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 9, p. 1259-1272, 1992.
- AMORIM, H. V. de. Respiração. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo, SP. Editora Pedagógica e Universitária, 1979. p. 249-277. v. 1.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; SANTOS, J. W. dos. Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa-de-vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 7, p. 701-708, 1997.
- BHARAMBE, P. R.; VARADE, S. B. Effect of water submergence periods on yield and biochemical changes of cotton plant. **Indian Journal Agricultural Science**, v. 53, n. 3, p. 179-181, 1983.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Zoneamento agrícola, safra 99/2000**. Algodão no Nordeste, plantio de 15 de fevereiro a junho (Portaria n. 1, de 25.1.2000). Brasília, 2000. 2 p.
- BRUYN, L. P. de. The effect of over-irrigation on the growth and production of *Gossypium hirsutum*. **Irrigation Science**, v. 3, p. 177-184, 1982.
- CHERRY, J. P. Food and feeling quality of cottonseed. In: MAUNEY, J. R.; STEWART, J. McD. (Ed.) **Cotton physiology**. Memphis Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p. 557-596.
- DELOUCHE, J. C. Post-harvest factors affecting seed quality. In: MAUNEY, J. R.; STEWART, J. McD. (Ed.). **Cotton physiology**. Memphis Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p. 483-498.
- HEARN, A. B.; CONSTABLE, G. A. Cotton. In: GOLDEWORTHY, P.R.; FISHER, N. M. (Ed.). **The physiology of tropical field crops**. Chichester: John Wiley & sons, 1984. p. 495-527.
- HUCK, M. G. Variation in teproot elongation rate as influenced by composition of the soil air. **Agron. J.**, v. 62. p. 818-828, 1970.
- McMICHAEL, B.L. Growth of roots. In: MAUNEY, J.R.; STEWART, J. McD. (Ed.). **Cotton physiology**. Memphis, Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p. 29-38.
- NOBEL, P. S. **Introduction to biophysical plant physiology**. San Francisco, California, USA. W. H. Freeman and Company. 1974. 488p.
- ORTOLANI, A. A.; SILVA, N. M. da. Clima das zonas algodoeiras do Brasil. In: NEVES, O. da S. et al. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, SP. Instituto Brasileiro de Potassa. 1965. p. 235-253.
- RAMEY Jr., H. H. Stress influences on fiber development. In: MAUNEY, J.R.; STEWART, J. McD. (Ed.). **Cotton physiology**. Memphis, Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p. 351-360.
- SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos. Influência da saturação hídrica do solo na fisiologia do algodão em casa-de-vegetação. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 1, n. 1, p. 63-71, 1997.
- STEWART, J. McD. Integrated events in flower and fruit. In: MAUNEY, J. R.; STEWART, J. McD. (Ed.). **Cotton physiology**. Memphis Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p. 261-300
- STOCKTON, J.; DONEEN, L. D.; WALHOOD, V. T. Boll shedding and growth of the cotton plant in relation to irrigation frequency. **Agronomy Journal**. v. 53, n. 4. p. 272-275, 1961.
- TACKETT, J. L.; PEARSON, R. W. Oxygen requirements of cotton seedling roots for penetration of compacted soil cores. **Soil Science Society Proceedings**, v. 28. n. 5. p. 600-605, 1964.
- TAYLOR, H. M.; GARDNER, H. R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. **Soil Science**, v. 96. n. 3 p. 153-156, 1963.
- VERDADE, F. da C. Solos do Brasil empregados na cultura algodoeira. In: NEVES, O. da S. et al. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, SP. Instituto Brasileiro de Potassa. 1965. p. 221-234.
- WADDLE, B. A. Crop growing practices. In: KOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. (Ed.). **Cotton**. Madison, Wisconsin, USA. American Society of Agronomy, Inc. 1984. p. 234-265.

**Circular
Técnica, 41**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 3315 4300 Fax: (83) 3315 4367
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição
Tiragem: 2000

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Alderi Emídio de Araújo
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes
Membros: Eleusio Curvelo Freire
Francisco de Sousa Ramalho
José da Cunha Medeiros
José Mendes de Araújo
José Wellingthon dos Santos
Lúcia Helena Avelino Araújo
Malaquias da Silva Amorim Neto

Expedientes: Supervisor Editorial: Nivia Marta Soares Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Oriel Santana Barbosa
Editoração Eletrônica: Oriel Santana Barbosa