



Zoneamento Agrícola do Algodão Herbáceo (Ciclo 170 dias) no Nordeste Brasileiro Safra 2007/2008 - Estado da Bahia

José Américo Bordini do Amaral¹
Madson Tavares Silva²

Dados da Embrapa Algodão (2003) mostram que até o início da década de 90, a produção de algodão no Brasil concentrava-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Após esse período, aumentou significativamente a participação do algodão produzido nas áreas de Cerrado, basicamente da região Centro-Oeste. Nesta região na qual, em 1990, se cultivavam apenas 123.000 ha (8,8% da área de algodão do país) plantaram-se 479.000 ha, em 2002, correspondendo a 63,0% do total da área. Os Estados do Centro-Oeste reconhecidamente produtores de algodão herbáceo são Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul. Outros Estados brasileiros que também estão produzindo algodão no Cerrado são Bahia e Maranhão, na região Nordeste, cujos sistemas de produção apresentam características semelhantes às do Centro-Oeste.

Atualmente, a região Centro-Oeste responde por 74,47% do algodão produzido no Brasil. Somando-se a produção do Centro-Oeste com a da Bahia e a do Maranhão, o algodão do Cerrado representa mais de 80,0% da produção nacional. O deslocamento da produção de algodão para a região dos cerrados, principalmente do Centro-Oeste, foi resultante das

condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura e da utilização de variedades adaptadas às condições locais, tolerantes a doenças e com maior potencial produtivo, aliadas às modernas técnicas de cultivo. Soma-se a isso, a expressiva elevação dos preços internos no primeiro semestre de 1997, o estreito suprimento do produto no mercado interno e o estímulo dos governos estaduais, através de programas especiais de incentivo à essa cultura.

A Bahia é o único Estado brasileiro produtor de algodão que apresentou aumento de área dessa cultura na safra 2001/02 em relação a 2000/01. A produção concentra-se na região de Barreiras, que engloba também os municípios de Luís Eduardo Magalhães, São Desidério e Ronda Velha. O algodão teve expansão acentuada no início da década de 1990, atingindo 186.447 hectares, mas, a partir de então, a área decresceu sensivelmente, atingindo 74.078 hectares em 2002. Em compensação, a produtividade aumentou significativamente, pois, de apenas 880 kg/ha, em 1980, passou para 2.526 kg/ha, em 2002, um crescimento de 187,04%.

O zoneamento e a definição da época de plantio para a cultura do algodão herbáceo de ciclo tardio é

¹ Eng. Agrôn. D. Sc., da Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58107-720 Campina Grande, PB, E-mail: bordini@cnpa.embrapa.br

² Graduando em Meteorologia, UFCG, E-mail: madson_tavares@hotmail.com

realizado no intuito de identificar as regiões e períodos mais propícios ao desenvolvimento das cultivares, reduzindo os riscos de inviabilidade econômica e ecológica. O algodoeiro é uma planta de origem tropical, também explorada economicamente em países subtropicais, acima da latitude de 30°N. Um dos fatores ambientais que mais interferem no seu crescimento e no seu desenvolvimento é a temperatura, por afetar significativamente a fenologia, a expansão foliar, a alongação dos internós, a produção de biomassa e a partição de assimilados em diferentes partes da planta; a ótima para produção varia de 20 a 30 °C (REDDY et al., 1991).

A identificação de regiões com condições edafoclimáticas que permitam à cultura externar o seu potencial genético, em termos de produtividade, torna-se necessária para o sucesso da agricultura. Através de estudos que relacionam a interação solo - planta - clima, é possível definir-se áreas que apresentem aptidão, viabilizando a exploração agrícola das plantas, ecológica e economicamente. A criação de um banco de dados - com uso de Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG) -, diagnóstico da região e a confecção de mapas, armazenamento de dados existentes, formação de técnicos especializados e produção de manuais de aplicação dessa tecnologia, tudo isso aumentará significativamente a capacidade dos produtores na busca pelo aumento de produtividade e diminuição de perdas. A precisão alcançada é fator que permite maior acerto nas previsões e racionalização do emprego dos recursos necessários para o estabelecimento de uma agricultura rentável e com maiores chances de ser bem sucedida comercial e ecologicamente. Esse trabalho teve o objetivo de identificar, por intermédio de simulações de balanço hídrico, os riscos climáticos do cultivo do algodão herbáceo de ciclo tardio no Estado da Bahia.

Material e Métodos

A definição do risco climático e da época de plantio foi realizada por intermédio de um modelo de balanço hídrico da cultura, realizado em duas partes. Na primeira, objetivou-se a determinação do balanço hídrico, por intermédio da simulação da época de semeadura, utilizando-se o Sistema de

Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos, o software SARRAZON (BARON et al., 1996). Na segunda, os resultados da simulação foram espacializados pela utilização do software Spring, versão 4.2 (CÂMARA et al., 1996).

Variáveis de entrada do modelo:

- **Precipitação pluvial diária** - Registrados durante 30 anos, em estações pluviométricas disponíveis no Estado da Bahia, os dados de precipitação utilizados originam-se do Banco de Dados Hidrometeorológico da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, publicados na série "Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste - Bahia" - (SUDENE, 1990).

- **Evapotranspiração real (ET_r)** - O modelo estima a evapotranspiração real (ET_r) por uma equação de terceiro grau, proposta por Eagleman (1971), que descreve a evolução da ET_r, em função da evapotranspiração máxima - ET_m e da umidade do solo - HR, expressa como segue na equação 1:

$$ET_r = A + B.HR - C.HR^2 + D.HR^3 \quad (1)$$

em que,

A = 0,732 - 0,05 ET_m, B = 4,97 ET_m - 0,66 ET_m², C = 8,57 ET_m - 1,56 ET_m², D = 4,35 ET_m - 0,88 ET_m² e HR = umidade do solo.

- **Evapotranspiração máxima (ET_m)** - Foi estimada pela equação (2), conforme Doorenbos e Kassam (1994):

$$ET_m = \frac{ET_p}{K_c} \quad (2)$$

onde: ET_p - evapotranspiração potencial (mm dia⁻¹);
k_c - coeficiente da cultura.

- **Coefficientes decendiais do cultivo (k_c)** -

Corresponde à relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o); os k_c's são determinados por médias decendiais para cada fase e gerados pela interpolação dos dados para o período semanal e para as fases fenológicas definidas por Doorenbos & Kassam (1994), equação (3):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (3)$$

- **Evapotranspiração de referência (ET₀)** - foi estimada pelo método de FAO Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e calculada para cada dez dias do ano, gerando 36 dados de evapotranspiração, equação (4):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \left(\frac{900U_2}{T + 237}\right)(e_a - e_s)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (4)$$

em que :

ET₀ é a evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹);

R_n é o saldo de radiação (MJ.m⁻² dia⁻¹);

G é o fluxo de calor no solo (MJ.m⁻² dia⁻¹);

T é a temperatura média diária do ar (°C);

U₂ é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m.s⁻¹);

e_s é a pressão da saturação do vapor média diária (kPa);

e_a = pressão atual de vapor média diária (kPa);

S = declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_{med} (kPa °C⁻¹);

γ é o coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

- **Análise de Sensibilidade** - Definiu-se como a capacidade de absorção e de manutenção da umidade do solo, em solos onde há completa infiltração de água, a taxa de armazenamento permanece máxima com valores inferiores a 40 mm de precipitação (chuva limite); acima desta precipitação, ocorre, em média, 30% de escoamento e a quantidade excedente infiltra-se (SKAGGS, 1981).

- **Ciclo das cultivares** – Foi utilizada a cultivar CNPA ITA 90, cujo rendimento de fibras está em torno de 30 a 39%. Apresenta excelentes características tecnológicas de fibras, com resistência forte (30,0 gf/tex), comprimento no HVI-SL 2,5% de 30,2 mm, finura de 4,2 a 4,5 mm, refletância de 72%, grau de

amarelecimento de 7,9 e fiabilidade (CSP) entre 2.200 a 2.500. Possui resistência moderada a ramulose, mancha de ramularia e pinta preta. É medianamente susceptível a bacteriose e altamente susceptível a viroses (doença azul, vermelhão e mosaico comum); deve-se usar o MIP, considerando o pulgão como vetor de viroses, ou seja, nunca permitir que a população de pulgões passe de 10% de plantas infestadas, até os 130 dias do ciclo, após o qual será permitida a elevação dessa população para 30% de plantas infestadas por pequenas colônias. O ciclo, de 170 a 180 dias, é considerado longo (Embrapa Algodão, 2003).

- **Capacidade de Água Disponível (CAD)** -

Determinou-se a CAD, segundo Reichardt (1987), a partir da curva de retenção de água, densidade do solo e profundidade do perfil, pela equação (5):

$$CAD = \left[\frac{(CC - PMP)}{(10 \times Ds \times h)} \right] \quad (5)$$

em que:

CAD - Capacidade de água disponível no solo (mm m⁻¹);

CC - Capacidade de campo (%);

PMP - Ponto de murchamento permanente (%);

Ds - Densidade do solo (g cm⁻³) e

h - Profundidade da camada do solo (cm). Foram estabelecidas três classes de CAD:

- Tipo 1 - baixa capacidade de armazenamento de água (CAD = 25 mm);
- Tipo 2 - média capacidade de armazenamento de água (CAD = 40 mm);
- Tipo 3 - alta capacidade de armazenamento de água (CAD = 50 mm).

- **Datas de Simulação** - Para a simulação, foram estipuladas datas 30 dias antes do plantio e 30 dias após a colheita, para os intervalos de plantio de 10 dias, proporcionando ao modelo de simulação maior confiabilidade. Deu-se preferência à simulação nessas datas por se tratar do período indicado para a

semeadura do algodoeiro herbáceo de sequeiro no Estado da Bahia; os balanços hídricos foram determinados no período compreendido entre 1 de outubro e 31 de maio, considerando-se o primeiro, o segundo e o terceiro decêndios de cada mês.

Variáveis de saída do modelo:

- **Índice de Satisfação da Necessidade de Água para a cultura (ISNA)** - Definido como a relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima (ET_r/ET_m) ao longo do ciclo, para um determinado ano, numa certa data, num tipo de solo, para o algodoeiro herbáceo de ciclo médio. Como o ciclo da cultura está dividido em quatro fases fenológicas e a fase de enchimento dos caroços é o período mais determinante da produtividade final, estima-se o valor de ISNA nesta fase. Em seguida, passa-se para o ano dois, data um, solo um, ciclo médio, e assim, sucessivamente, até o último ano. A partir deste cálculo, estabelece-se a função de frequência do ISNA e seleciona-se a data onde o valor calculado é maior ou igual ao critério de risco adotado (ISNA > 0,55), em 80 % dos casos. Os ISNA's foram espacializados pela utilização do software Spring, versão 4.2 (CÂMARA et al., 1996). Para a caracterização do risco climático obtido ao longo dos períodos de simulações foram estabelecidas três classes de ISNA, conforme Steinmetz et al. (1985):

ISNA ≥ 0,55 - a cultura do algodão herbáceo de sequeiro está exposta a um baixo risco climático;

0,45 ≤ ISNA < 0,55 - a cultura do algodão herbáceo de sequeiro está exposta a um risco climático médio;

ISNA < 0,45 - a cultura do algodão herbáceo de sequeiro está exposta a um alto risco climático.

Para a espacialização dos resultados, foram adotados os seguintes procedimentos: digitação de arquivo de pontos (em formato ASCII) organizados em três colunas, com latitude, longitude e valores de relação ISNA, com 80% de frequência de ocorrência; transformação das coordenadas geográficas em coordenadas de projeção cartográfica utilizadas (no caso, projeção polícônica), leitura do arquivo de pontos, organização das amostras e geração de uma grade regular (grade

retangular, regularmente espaçada de pontos, em que o valor da cota de cada ponto é estimado a partir da interpolação de um número de vizinhos mais próximos). Por se tratar de uma análise bidimensional, na qual as variações de ISNA foram espacializadas em função do tempo, desconsiderando-se os efeitos orográficos, o interpolador escolhido foi aquele que mais se aproximou de um resultado linear.

Resultados e Discussão

Zoneamento de aptidão agroclimática

Dos 417 municípios do Estado, 35 foram considerados aptos ao cultivo do algodoeiro herbáceo e 382 foram classificados como inaptos, correspondendo a 8,39% e 91,61% dos municípios do Estado, respectivamente.

Zoneamento de risco climático

A agricultura de sequeiro não permite o controle da oferta hídrica, o que a caracteriza como atividade de risco, podendo a safra ser comprometida pelo excesso ou pela escassez de água, acarretando prejuízos aos produtores e aos agentes financiadores da atividade.

No Estado da Bahia, a exploração da cultura do algodão herbáceo de ciclo tardio em áreas não apropriadas impossibilita rendimentos satisfatórios, além de contribuir para o mau uso do solo e da água, propiciando a degradação e a subutilização dos recursos naturais disponíveis. A indicação da época de semeadura proposta por esse estudo não está necessariamente adequada ao período de chuva, mas a análise foi feita para o período de maior necessidade hídrica da planta para que coincida com o período de maior incidência pluviométrica do Estado.

Deve-se sempre ter em mente que este zoneamento foi elaborado a partir dos dados disponíveis, referentes aos dados diários de precipitação e decendiais de evapotranspiração. A sensibilidade do modelo não permite a análise dos efeitos orográficos sobre regiões consideradas inaptas. Tendo em vista que a metodologia deste trabalho busca o aprimoramento contínuo, nas safras posteriores, deve-se definir as regiões, nas quais a exploração agrícola da cultura do algodoeiro herbáceo possa se inserir da forma mais produtiva.

As classes de plantio estão inseridas entre os meses de novembro e abril; foram assim estipuladas, considerando os menores riscos climáticos dentro da fase fenológica de maior exigência hídrica. Para a definição das épocas de semeadura com menores riscos climáticos, foram considerados a duração do período chuvoso e o ciclo fenológico da cultura. O período chuvoso dos postos pluviométricos foi definido como aquele que compreende os meses em que ocorre pelo menos 10% da precipitação total anual. A definição do período de semeadura foi feita de forma a permitir que a semeadura e o desenvolvimento da planta, desde a germinação até o florescimento, cerca de 60 dias, ocorressem dentro do período chuvoso e que, durante a colheita, a possibilidade de chuvas fosse menor; estabeleceu-se o seguinte critério:

- para períodos chuvosos com duração de quatro meses - o período de semeadura correspondeu aos primeiro e segundo meses do período chuvoso.
- para períodos chuvosos com duração de cinco meses - o período de semeadura correspondeu aos segundo e terceiro meses do período chuvoso.

Na Figura 1, visualiza-se a precipitação pluviométrica média anual entre 1960 e 1990 e a média pluviométrica no trimestre chuvoso para o período de 1960 a 1990 (Fig. 2), no Estado da Bahia.

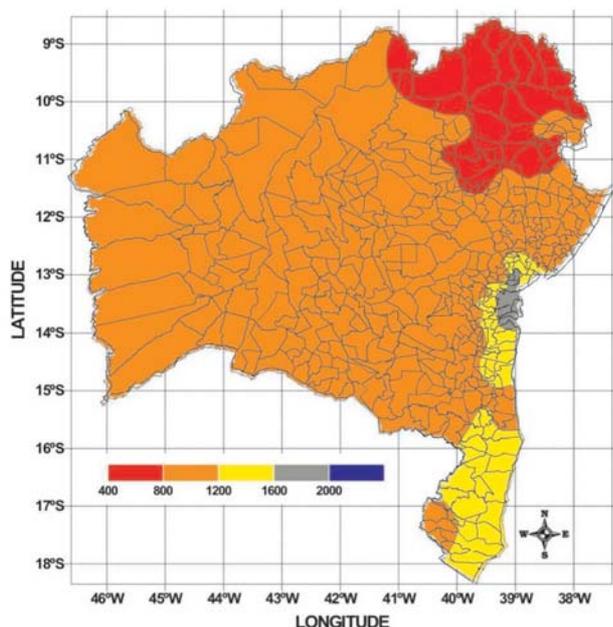


Fig. 1. Média pluviométrica anual do Estado da Bahia.

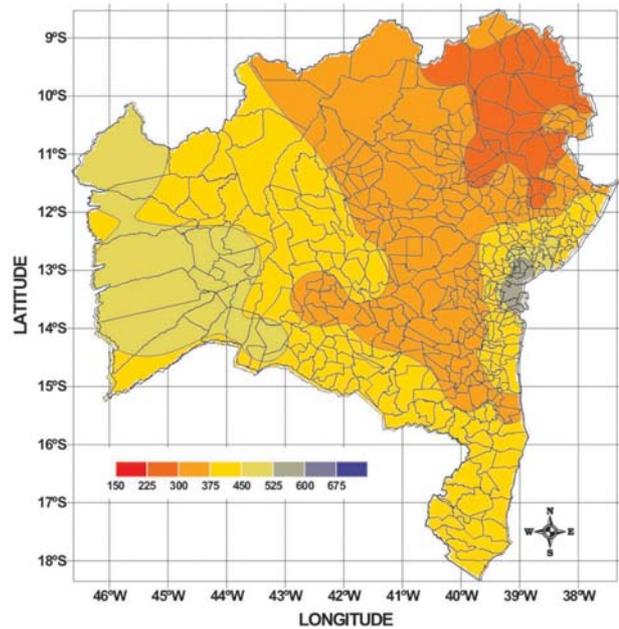


Fig. 2. Média pluviométrica no trimestre chuvoso no Estado da Bahia.

Municípios aptos ao cultivo e períodos indicados para plantio

No mapa (Fig. 3), estão inseridos os municípios do Estado da Bahia, em torno dos quais se encontram as regiões aptas e inaptas ao cultivo do algodoeiro herbáceo de ciclo longo.

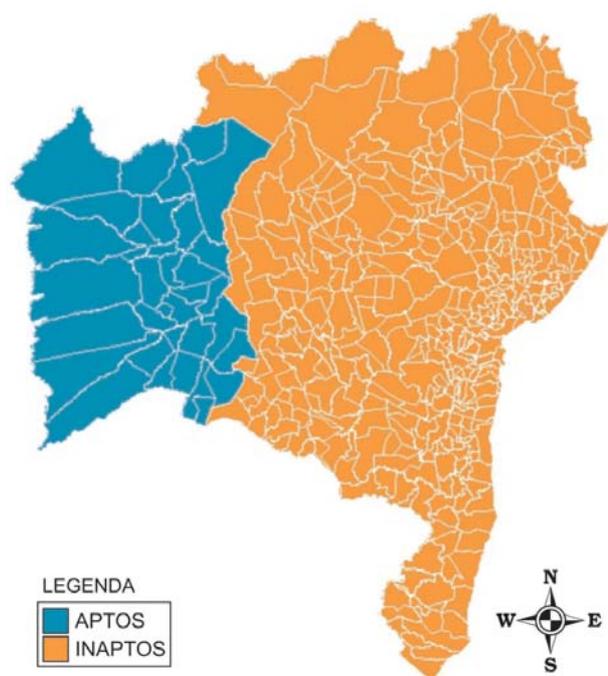


Fig. 3. Mapa dos municípios com aptidão plena ao cultivo do algodoeiro herbáceo de ciclo longo no Estado da Bahia.

Para definição do período de semeadura em cada município com aptidão plena, gerou-se um mapa temático de duração e definição do período chuvoso para posterior tabulação cruzada com a malha municipal do Estado. Da mesma forma, para definição do período de semeadura, usou-se o critério do limite de corte de 20%, quando ocorriam duas ou mais classes em um mesmo município. Com base nas análises realizadas, observou-se que as cultivares do algodão herbáceo de ciclos precoce, médio e tardio apresentaram as mesmas datas de semeadura para cada tipo de solo recomendado.

Na Tabela 1, estão listados os municípios do Estado da Bahia aptos ao cultivo do algodão herbáceo de ciclo longo, suprimidos todos os outros, onde a cultura não é recomendada; foi criada com base em dados disponíveis por ocasião da sua elaboração. Se algum município mudou de nome ou foi criado um novo, em razão de emancipação de um daqueles da listagem abaixo, todas as recomendações são idênticas às do município de origem, até que nova relação o inclua formalmente.

Tabela 1. Municípios e períodos favoráveis ao plantio do algodoeiro herbáceo de ciclo longo no Estado da Bahia, em função dos tipos de solo predominantes nas regiões.

	Ciclo	Tardio (170 dias)
Município	Período	
Angical	1 a 30 de novembro	
Baianópolis	1 a 30 de novembro	
Barra	1 a 30 de novembro	
Barreiras	1 a 30 de novembro	
Bom Jesus da Lapa	1 a 30 de novembro	
Brejolândia	1 a 30 de novembro	
Buritama	1 a 30 de novembro	
Canápolis	1 a 30 de novembro	
Carinhanhã	1 a 30 de novembro	
Catolândia	1 a 30 de novembro	
Cocos	1 a 30 de novembro	
Coribe	1 a 30 de novembro	
Correntina	1 a 30 de novembro	
Cotegipe	1 a 30 de novembro	
Cristópolis	1 a 30 de novembro	
Feira da Mata	1 a 30 de novembro	
Formosa do Rio Preto	1 a 30 de novembro	
Iuiú	1 a 30 de novembro	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

	Ciclo	Tardio (170 dias)
Município	Período	
Jaborandi	1 a 30 de novembro	
Malhada	1 a 30 de novembro	
Mansidão	1 a 30 de novembro	
Muquém de São Francisco	1 a 30 de novembro	
Palmas de Monte Alto	1 a 30 de novembro	
Riachão das Neves	1 a 30 de novembro	
Riacho de Santana	1 a 30 de novembro	
Santa Maria da Vitória	1 a 30 de novembro	
Santa Rita de Cássia	1 a 30 de novembro	
Santana	1 a 30 de novembro	
São Desidério	1 a 30 de novembro	
São Félix do Coribe	1 a 30 de novembro	
Serra do Ramalho	1 a 30 de novembro	
Serra Dourada	1 a 30 de novembro	
Sítio do Mato	1 a 30 de novembro	
Tabocas do Brejo Velho	1 a 30 de novembro	
Wanderley	1 a 30 de novembro	

Conclusões

- 1) O cultivo algodoeiro herbáceo no Estado da Bahia apresentou risco climático diferenciado em função da época de plantio e do tipo de solo;
- 2) Os períodos favoráveis ao plantio estão compreendidos entre 1 e 30 de novembro, justificado pelo critério de duração do período chuvoso do Estado e pelo ciclo tardio das cultivares;
- 3) Identificaram-se 35 municípios no Estado da Bahia que satisfazem todas as necessidades edafoclimáticas e fenológicas da cultura do algodoeiro herbáceo de ciclo longo, em função da variabilidade espaço temporal da chuva na região do Semi-Árido nordestino.

Referências Bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

Baron, C. ; Clopes, A. **Sistema de análise regional dos riscos agroclimáticos (Sarramet / Sarrazon)**

Paris: Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento, 1996. 26 p.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers and Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Doorenbos, J.; Kassam, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos de FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

EAGLEMAN, A. M. An experimentally derived model for actual evapotranspiration. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 8, n. 4/5, p. 385-409, 1971.

EMBRAPA ALGODÃO (CNPq) - Centro Nacional de Pesquisas do Algodão - Sistemas de Produção. **Cultura do Algodão no Cerrado (2003)**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/cultivares.htm>>. Acesso em: 10 maio 2007.

REDDY, V. R.; REDDY, K. R.; BAKER, D. N.

Temperature effect on growth and development of cotton during the fruiting period. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 211-217, 1991.

Reichardt, K. O solo como reservatório de água. In: Reichardt, K. **A água em sistemas agrícola**, 1987. 27- 69 p.

SKAGGS, R. W. **DRAINMOD - reference report: methods for design and evaluation of drainage-water management systems for soils high water tables**. Raleigh: USDA-SCS, 1981. 329 p.

Steinmetz, S. R. F. N., Forest, F. Evaluation of the climatic risk on upland rice in Brazil, In: Steinmetz, S. R. F. N., Forest, F. **Colloque "resistance a la secheresse en milieu intertropicale: quelles recherches pour le moyen terme?"** Paris: CIRAD, 1985. 43-54 p.

Sudene. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Paraíba. Recife, 1990. 239 p.

Comunicado Técnico, 315

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: 500

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Nair Helena Castro Arriel
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes
Membros: Demóstenes Marcos Pedroza de Azevêdo
Everaldo Paulo de Medeiros
Fábio Aquino de Albuquerque
Francisco das Chagas Vidal Neto
João Luiz da Silva Filho
José Wellington dos Santos
Luiz Paulo de Carvalho
Nelson Dias Suassuna

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