Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Comunicado Técnico 323

ISSN 0102-0099
Outubro/2007
Campina Grande, PB

Zoneamento Agrícola do Algodão Herbáceo no Nordeste Brasileiro Safra 2007/2008. Estado do Piauí

José Américo Bordini do Amaral[1]
Madson Tavares Silva[2]

Introdução

O zoneamento e a definição da época de plantio para a cultura do algodão herbáceo (Gossypium hirsutum) é 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 crescimento e no 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, sendo a ótima para produção está entre 20 e 30° C (REDDY et al., 1991).

Noites frias e temperaturas diurnas baixas resultam em crescimento vegetativo com poucos ramos frutíferos.

A cultura necessita de precipitação pluviométrica anual entre 500 e 1500 mm, bem distribuída segundo o Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco (1987). Precipitações intensas podem causar o acamamento das plantas o que, durante a floração, provoca queda dos botões florais e das maçãs jovens; chuvas contínuas durante a floração e a abertura das maçãs comprometem a polinização e reduzem a qualidade da fibra. O algodão é plantado em uma ampla faixa de solos, porém os preferidos são os de textura média a pesada, profundos e com boas características de retenção de água. A faixa ideal de pH é de 6,0 a 7,0, segundo Malavolta et al. (1974).

A identificação de regiões com condições edafoclimáticas que permitam à cultura externar o seu potencial genético, em termos de produtividade, torna-se necessário para o sucesso da agricultura. Através de estudos que relacionam a interação solo - planta - clima, é possível definir áreas que apresentam aptidão, viabilizando a exploração agrícola das plantas, ecológica e economicamente. A criação de um banco de dados, com uso de

[1]Eng. Agrôn. Dr. da. Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, 58107-720 Campina Grande, PB. E-mail: bordini@cnpa.embrapa.br
[2]Graduação em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG e estagiário da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, E-mail: madson_tavares@hotmail.com

Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG) e diagnóstico da região, assim como 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 da produtividade e diminuição das perdas. A precisão alcançada é fator que permite maior acerto nas previsões e a 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 no Estado do Piauí.

Material e Métodos

Situando-se entre os meridianos de 40,37º e 45,99º de longitude a oeste de Greenwich e os paralelos de 2,73º e 10,92º de latitude sul, o Estado do Piauí está localizado na porção ocidental da Região Nordeste do Brasil, limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico; ao leste, com os Estados do Ceará e Pernambuco; ao sul com o Estado da Bahia ; e a oeste, com o Estado do Maranhão. Na Figura 1 está a ilustração de área.

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:

- Dados diários de chuva - Registrados durante 25 anos em estações pluviométricas disponíveis no Estado do Piauí. 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 - Piauí"- (SUDENE, 1990) e dados complementares de UACA (2006).

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

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

em que,

$A = 0,732 - 0,05\ ETm$, $B = 4,97\ ETm - 0,66\ ETm^2$, $C = 8,57\ ETm - 1,56\ ETm^2$, $D = 4,35\ ETm - 0,88\ ETm^2$ e HR = umidade do solo

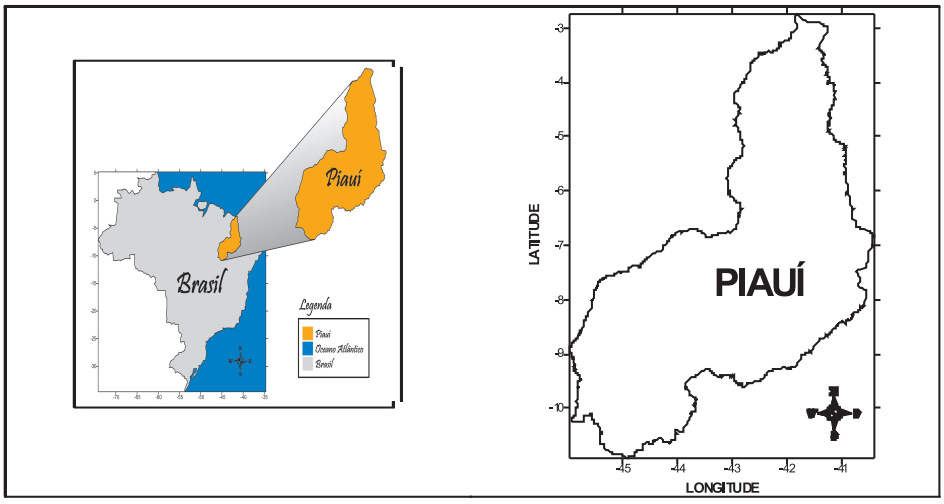

Fig. 1. Localização da área em estudo

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

$$ETm = \frac{ETp}{K_c} \quad (2)$$

onde:

ETp - evapotranspiração potencial (mm dia^{-1});

kc - coeficiente da cultura

• **Coeficientes decendiais do cultivo (kc)** - Corresponde à relação entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo); os kc'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 e Kassam (1994), equação (3):

$$K_c = \frac{ETc}{ETo} \quad (3)$$

• **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):

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

em que :

ET_o é a evapotranspiração de referência ($mm.dia^{-1}$);

Rn 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 (ºC);

U_2 é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura ($m.s^{-1}$);

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

ea = Pressão atual de vapor media diária (kPa);

S = Declividade da curva de pressão de vapor no ponto de Tmed (kPa $ºC^{-1}$);

γ é o coeficiente psicrométrico (kPa $ºC^{-1}$).

• **Profundidade Radicula**r - Para a cultura do algodoeiro herbáceo em regime de sequeiro, a profundidade radicular efetiva, ou seja, a profundidade máxima na qual o sistema radicular ainda possui considerável capacidade de absorção, que está nos primeiros 0,40 m de profundidade, foi adotada para efeito de cálculo.

• **Capacidade de Água Disponível (CAD)** - Determinou-se a CAD, segundo Reichardt (1987), a partir da curva de retenção de água, da densidade do solo e da 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 ($g\ cm^{-3}$);

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 do Piauí; os balanços hídricos foram determinados no período compreendido entre 1 de outubro e 31 de março, 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 (ETr/ETm) ao longo do ciclo, para um determinado ano, numa certa data, num tipo de solo, para a algodoeiro herbáceo de ciclo médio. Como o ciclo da cultura está dividido em quatro fases fenológicas e a fase de enchimento dos grãos 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 freqüência 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 $\geq$ 0,55 - a cultura do algodão herbáceo de sequeiro está exposta a um baixo risco climático

- 0,45 $\leq$ 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 freqüência de ocorrência; transformação das coordenadas geográficas em coordenadas de projeção cartográfica utilizadas (no caso, projeção policônica), 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 221 municípios do Estado, 151 municípios foram considerados aptos ao cultivo do algodoeiro herbáceo e 70 municípios foram classificados como inaptos, correspondendo a 68,32% e 31,67% dos municípios do Estado, respectivamente.

Zoneamento de risco climático

Observou-se que a agricultura de sequeiro não permite o controle da oferta hídrica, o que se caracteriza como atividade de risco em períodos inadequados, podendo a safra ser comprometida pelo excesso ou pela escassez de água, acarretando prejuízos aos produtores e aos agentes financiadores da atividade. De acordo com as restrições edafoclimáticas do Estado do Piauí, a exploração da cultura do algodão herbáceo 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 esta necessariamente adequada ao período de chuva, pois a analise é feita no período de maior necessidade hídrica da planta, que por ser longo se insere no intervalo que apresenta a 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 anteriormente como inaptas. Tendo em vista que a metodologia deste trabalho busca o aprimoramento contínuo, ao longo das 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 dezembro até janeiro, 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 ocorrem, 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:

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

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

Na (Figura 2), pode se ver o comportamento do parâmetro precipitação pluviométrica média anual, no período que se estende de 1964 a 1989, e na (Figura 3) os valores da média pluviométrica no trimestre chuvoso, para o período de 1964 a 1989, no Estado do Piauí.

Municípios aptos ao cultivo e períodos indicados para plantio

No mapa (Fig. 4) estão inseridos os municípios do Estado do Piauí, em torno dos quais se encontram as regiões aptas e inaptas ao cultivo do algodoeiro herbáceo.

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

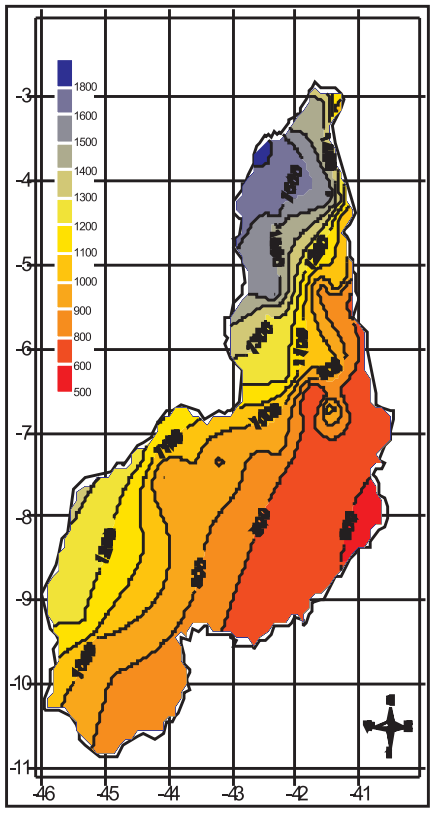

Fig. 2. Média Pluviométrica Anual para o Estado do Piauí no período de 1964 a 1989

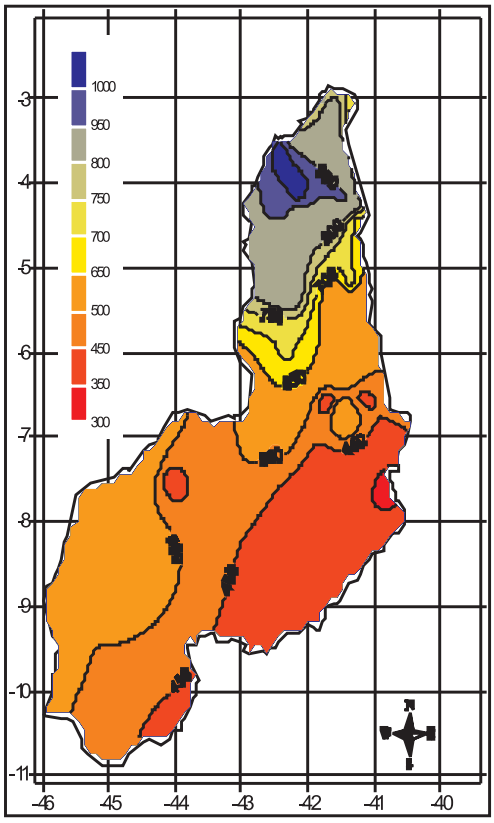

Fig. 3. Média Pluviométrica no Trimestre Chuvoso no Estado do Piauí no período de 1964 a 1989

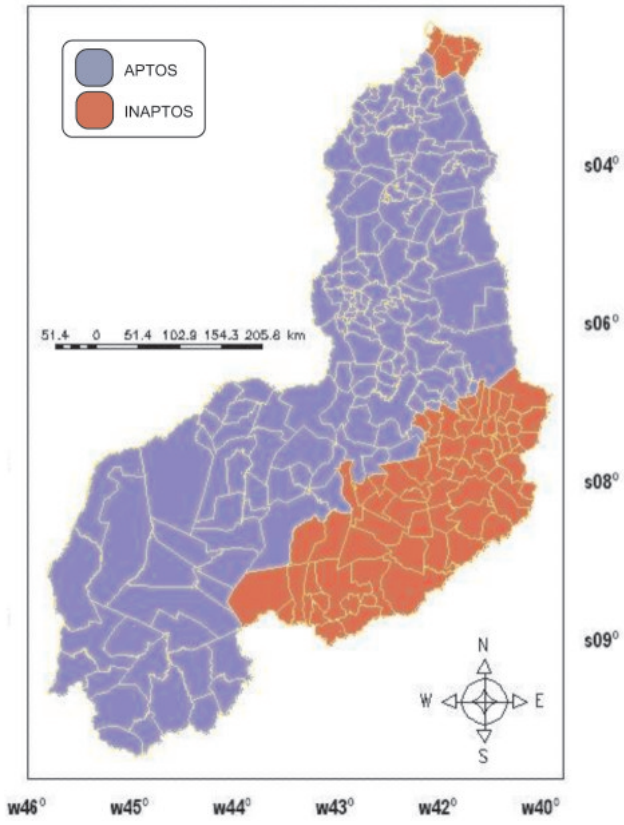

Fig. 4. Mapa dos municípios com aptidão plena ao cultivo do algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí

cultivares do algodão herbáceo de ciclos precoce, médio e tardio apresentaram as mesmas datas de semeadura para cada tipo de solo recomendado.

Os Solos Tipo 1, de textura arenosa, não foram recomendados para o plantio do algodão herbáceo no Estado, por apresentarem baixa capacidade de retenção de água e alta probabilidade de quebra de rendimento das lavouras por ocorrência de déficit hídrico.

Na Tabela 1, estão listados os municípios do Estado do Piauí aptos ao cultivo do algodão herbáceo, 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 no Estado do Piauí, em função dos tipos de solo predominantes nas regiões

Município	Período
Agricolândia	dezembro-janeiro
Água Branca	dezembro-janeiro
Alto Longá	dezembro-janeiro
Altos	dezembro-fevereiro
Alvorada do Gurguéia	dezembro-janeiro
Amarante	dezembro-janeiro
Angical do Piauí	dezembro-janeiro
Antônio Almeida	dezembro-janeiro
Aroazes	dezembro-janeiro
Arraial	dezembro-janeiro
Assunção do Piauí	dezembro-janeiro
Avelino Lopes	dezembro-janeiro
Baixa Grande do Ribeiro	dezembro-janeiro
Barra D'Alcântara	dezembro-janeiro
Barras	dezembro-fevereiro
Barreiras do Piauí	dezembro-janeiro
Barro Duro	dezembro-janeiro
Batalha	dezembro-fevereiro
Beneditinos	dezembro-janeiro
Bertolínia	dezembro-janeiro
Boa Hora	dezembro-fevereiro
Bom Jesus	dezembro-fevereiro
Boqueirão do Piauí	dezembro-fevereiro
Brasileira	dezembro-fevereiro
Buriti dos Lopes	dezembro-fevereiro
Buriti dos Montes	dezembro-janeiro
Cabeceiras do Piauí	dezembro-fevereiro
Cajazeiras do Piauí	dezembro-janeiro
Campo Largo do Piauí	dezembro-janeiro
Campo Maior	dezembro-janeiro
Canavieira	dezembro-janeiro
Canto do Buriti	dezembro-janeiro
Capitão de Campos	dezembro-fevereiro
Caraúbas do Piauí	dezembro-fevereiro
Castelo do Piauí	dezembro-janeiro
Caxingó	dezembro-fevereiro
Cocal	dezembro-fevereiro
Cocal de Telha	dezembro-fevereiro
Cocal dos Alves	dezembro-fevereiro
Coivaras	dezembro-fevereiro
Colônia do Gurguéia	dezembro-janeiro
Colônia do Piauí	dezembro-janeiro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Período
Corrente	dezembro-janeiro
Cristalândia do Piauí	dezembro-janeiro
Cristino Castro	dezembro-janeiro
Curimatá	dezembro-janeiro
Currais	dezembro-janeiro
Curralinhos	dezembro-janeiro
Demerval Lobão	dezembro-fevereiro
Dom Expedito Lopes	dezembro-janeiro
Domingos Mourão	dezembro-fevereiro
Elesbão Veloso	dezembro-janeiro
Eliseu Martins	dezembro-janeiro
Esperantina	dezembro-janeiro
Flores do Piauí	dezembro-janeiro
Floriano	dezembro-janeiro
Francinópolis	dezembro-janeiro
Francisco Ayres	dezembro-janeiro
Gilbués	dezembro-janeiro
Guadalupe	dezembro-janeiro
Hugo Napoleão	dezembro-janeiro
Inhuma	dezembro-janeiro
Ipiranga do Piauí	dezembro-janeiro
Itaueira	dezembro-janeiro
Jardim do Mulato	dezembro-janeiro
Jatobá do Piauí	dezembro-fevereiro
Jerumenha	dezembro-janeiro
Joaquim Pires	dezembro-janeiro
Joca Marques	dezembro-janeiro
José de Freitas	dezembro-janeiro
Juazeiro do Piauí	dezembro-janeiro
Júlio Borges	dezembro-janeiro
Lagoa Alegre	dezembro-janeiro
Lagoa de São Francisco	dezembro-fevereiro
Lagoa do Piauí	dezembro-fevereiro
Lagoa do Sítio	dezembro-janeiro
Lagoinha do Piauí	dezembro-janeiro
Landri Sales	dezembro-janeiro
Luzilândia	dezembro-fevereiro
Madeiro	dezembro-fevereiro
Manoel Emídio	dezembro-janeiro
Marcos Parente	dezembro-janeiro
Matias Olímpio	dezembro-fevereiro
Miguel Alves	dezembro-janeiro
Miguel Leão	dezembro-janeiro
Milton Brandão	dezembro-fevereiro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Período
Monsenhor Gil	dezembro-fevereiro
Monte Alegre do Piauí	dezembro-janeiro
Morro Cabeça no Tempo	dezembro-janeiro
Morro do Chapéu do Piauí	dezembro-fevereiro
Murici dos Portelas	dezembro-janeiro
Nazaré do Piauí	dezembro-janeiro
Nossa Senhora de Nazaré	dezembro-janeiro
Nossa Senhora dos Remédios	dezembro-fevereiro
Novo Oriente do Piauí	dezembro-janeiro
Novo Santo Antônio	dezembro-janeiro
Oeiras	dezembro-janeiro
Olho D'Água do Piauí	dezembro-janeiro
Pajeú do Piauí	dezembro-janeiro
Palmeira do Piauí	dezembro-janeiro
Palmeirais	dezembro-janeiro
Parnaguá	dezembro-janeiro
Passagem Franca do Piauí	dezembro-janeiro
Pau D'Arco do Piauí	dezembro-fevereiro
Pavussu	dezembro-janeiro
Pedro II	dezembro-fevereiro
Pimenteiras	dezembro-janeiro
Piracuruca	dezembro-fevereiro
Piripiri	dezembro-fevereiro
Porto	dezembro-fevereiro
Porto Alegre do Piauí	dezembro-janeiro
Prata do Piauí	dezembro-janeiro
Redenção do Gurguéia	dezembro-janeiro
Regeneração	dezembro-janeiro
Riacho Frio	dezembro-janeiro
Ribeiro Gonçalves	dezembro-janeiro
Rio Grande do Piauí	dezembro-janeiro
Santa Cruz dos Milagres	dezembro-janeiro
Santa Filomena	dezembro-janeiro
Santa Luz	dezembro-janeiro
Santa Rosa do Piauí	dezembro-janeiro
Santana do Piauí	dezembro-janeiro
Santo Antônio dos Milagres	dezembro-janeiro
Santo Inácio do Piauí	dezembro-janeiro
São Félix do Piauí	dezembro-janeiro
São Francisco do Piauí	dezembro-janeiro
São Gonçalo do Gurguéia	dezembro-janeiro
São Gonçalo do Piauí	dezembro-janeiro
São João do Canabrava	dezembro-janeiro
São João da Fronteira	dezembro-fevereiro
São João da Serra	dezembro-janeiro
São João da Varjota	dezembro-janeiro
São João do Arraial	dezembro-fevereiro
São José do Divino	dezembro-fevereiro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Período
São José do Peixe	dezembro-janeiro
São José do Piauí	dezembro-janeiro
São Luis do Piauí	dezembro-janeiro
São Miguel da Baixa Grande	dezembro-janeiro
São Miguel do Fidalgo	dezembro-janeiro
São Miguel do Tapuio	dezembro-janeiro
São Pedro do Piauí	dezembro-janeiro
Sebastião Barros	dezembro-janeiro
Sebastião Leal	dezembro-janeiro
Sigefredo Pacheco	dezembro-janeiro
Tanque do Piauí	dezembro-janeiro
Teresina	dezembro-fevereiro
União	dezembro-fevereiro
Uruçuí	dezembro-janeiro
Valença do Piauí	dezembro-janeiro
Várzea Grande	dezembro-janeiro
Wall Ferraz	dezembro-janeiro

Conclusões

O cultivo do algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí apresentou risco climático diferenciado em função da época de plantio e do tipo de solo. Para os dois tipos de solos, os períodos favoráveis ao plantio estão compreendidos entre 11 de dezembro e 10 de fevereiro, justificados pelo critério de duração do período chuvoso do Estado e pelo ciclo médio das cultivares; Identificou-se 151 municípios no Estado do Piauí que satisfazem a todas as necessidades edafoclimaticas e fenológicas da cultura do algodoeiro herbáceo, em função da variabilidade espaço temporal da chuva na região do Semi-Árido nordestino; sugere-se o acompanhamento das informações disponibilizadas por boletins de previsão climática, adequando e garantindo o plantio e a colheita sem interrupção do fornecimento das condições necessárias para o desenvolvimento da cultura.

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. ; PEREZ, P. ; MARAUX, F. **Sarrazon** - Bilan hidrique applique au zonage. Paris: CIRAD, 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 Graphies**, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

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

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

FUNCEME. **Monitoramento Hidroambiental**. Disponível em : <www.funceme.br/DEPAM/index.htm>. Acesso em: 10 maio 2006.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO. **Zoneamento pedoclimático do Estado de Pernambuco: relatório de dados básicos**. Recife: IPA/SUDENE, 1987. 183 p. v 1.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752 p.

REDDY, V. R.; REDDY, K. R.; BAKER, D. N. Temperature effect on growth and development of cotton during the fruiting period. **Agronomy Journal**, Madison, 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.

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 "resistence a la secheresse en millieu intertropicale**: quelles recherches pour le moyen terme?" Paris: CIRAD, 1985. 43-54 p.

SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Ceará. Recife, 1990. 671p. v.1/2.

UACA. **Banco de Dados Climáticos**. Disponível em: <www.dca.ufcg.edu.br/clima.htm.>. Acesso em: 10 maio 2006.

Comunicado Técnico, 323

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

BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

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: Geraldo F. de S. Filho
Editoração Eletrônica: Geraldo F. de S. Filho