



Zoneamento Agrícola do Algodão Herbáceo no Nordeste Brasileiro Safra 2007/2008 - Estado da Bahia

José Américo Bordini do Amaral¹
Madson Tavares Silva²

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 desta cultura 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 situa-se 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 de 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 que uma cultura explore 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 apresentam 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, confecção de mapas, armazenamento de dados existentes, formação de técnicos especializados e

¹ Eng. Agrôn. D. Sc., da Embrapa Algodão, Rua Oswaldo 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

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 ecologicamente e comercialmente. Esse trabalho teve o objetivo identificar, por intermédio de simulações de balanço hídrico, os riscos climáticos do cultivo do algodão herbáceo 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 25 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, publicado na série "Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste - Bahia" - (SUDENE, 1990).

- **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 na equação 1:

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

em que,

A = 0,732 - 0,05 ETm, B = 4,97 ETm - 0,66 ETm², C = 8,57 ETm - 1,56 ETm², D = 4,35 ETm - 0,88 ETm² e HR = umidade do solo

- **Evapotranspiração máxima (ETm)** - Foi estimada pela equação (2), conforme Doorenbos & 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 (ETo)** - 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):

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

em que :

ETo 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 (°C);

U₂ 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);

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).

- **Profundidade Radicular** - 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.

- **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).

- **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):

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

em que:

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

CC - Capacidade de campo (%);

PMP - Ponto de murchamento permanente (%);

D_s - 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 a 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 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 417 municípios do Estado, 227 municípios foram considerados aptos ao cultivo do algodoeiro herbáceo e 190 municípios foram classificados como inaptos, correspondendo a 54,44% e 45,56% 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 e pode comprometer a safra 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 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, devem-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 dos meses de novembro até abril e foram assim estipuladas, considerando-se 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 a possibilidade de chuvas fosse menor durante a colheita. Estabeleceu-se o seguinte critério:

- a) para períodos chuvosos com duração de quatro meses - o período de semeadura correspondeu ao primeiro e ao segundo meses do período chuvoso;
- b) para períodos chuvosos com duração de cinco meses - o período de semeadura correspondeu ao segundo e ao terceiro meses do período chuvoso.

Na Figura 1, pode-se ver a distribuição da precipitação pluviométrica média anual entre 1960 a 1990 e na Figura 2, a média pluviométrica no trimestre chuvoso para o período de 1960 a 1990, no Estado da Bahia.

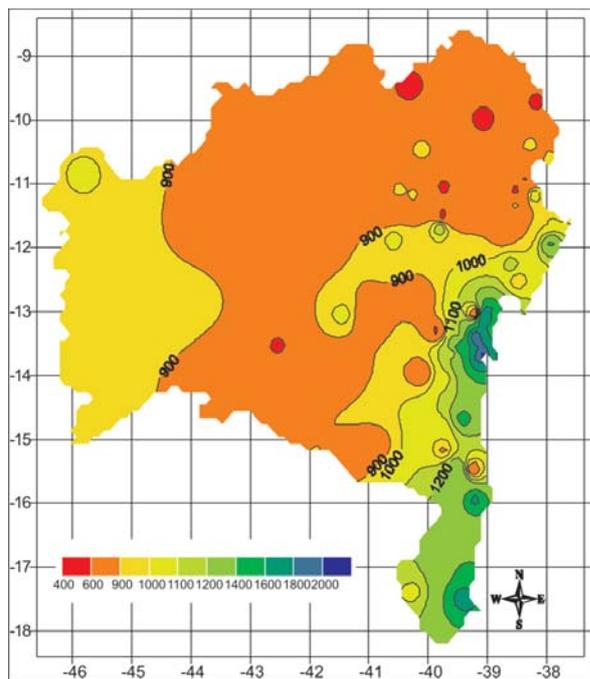


Fig. 1. Média pluviométrica anual do Estado da Bahia.

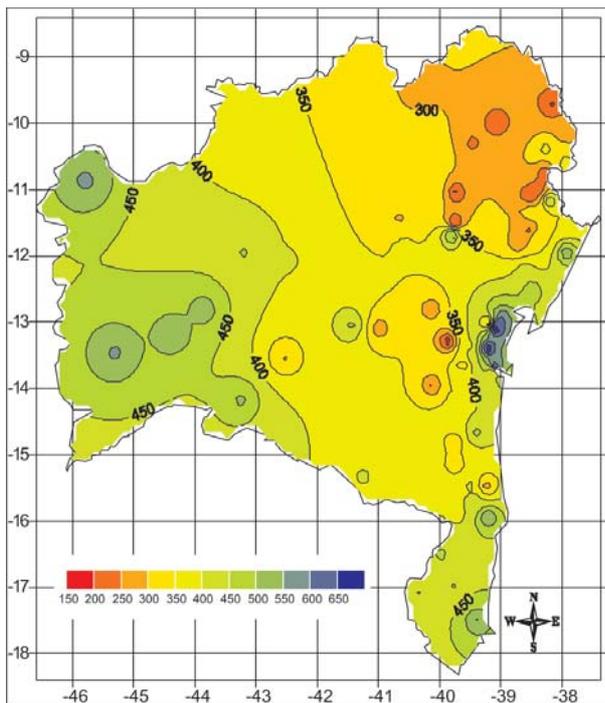


Fig. 2. Média pluviométrica no trimestre chuvoso no Estado da Bahia.

Municípios aptos ao cultivo e períodos indicados para plantio

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

Para a 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 a 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.

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 em caso de ocorrência de déficit hídrico.

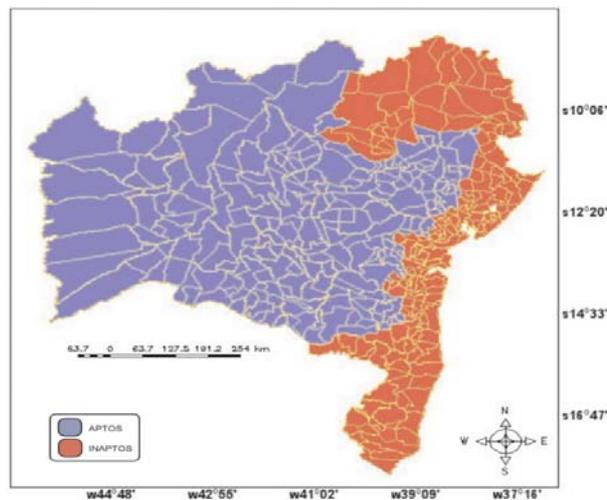


Fig. 3. Mapa dos municípios com aptidão plena ao cultivo do algodoeiro herbáceo no Estado da Bahia.

Na Tabela 1, estão listados os municípios do Estado da Bahia 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 da Bahia, em função dos tipos de solo predominantes nas regiões.

Município	Períodos
Abaíra	novembro-dezembro
América Dourada	novembro-dezembro
Anagé	novembro-dezembro
Andaraí	dezembro
Angical	novembro-dezembro
Anguera	março-abril
Antônio Cardoso	março-abril
Apuarema	março-abril
Aracatu	novembro-dezembro
Araci	março-abril
Baianópolis	novembro-dezembro
Baixa Grande	dezembro
Banzaê	março-abril
Barra	novembro-dezembro
Barra da Estiva	dezembro
Barra do Choça	novembro-dezembro
Barra do Mendes	novembro-dezembro
Barreiras	novembro-dezembro
Barro Alto	novembro-dezembro
Belo Campo	novembro-dezembro
Biritinga	março-abril
Boa Nova	novembro-dezembro
Boa Vista do Tupim	dezembro
Bom Jesus da Lapa	novembro-dezembro
Bom Jesus da Serra	novembro-dezembro
Boninal	novembro-dezembro
Bonito	novembro-dezembro
Boquira	novembro-dezembro
Botuporã	novembro-dezembro
Brejolândia	novembro-dezembro
Brotas de Macaúbas	novembro-dezembro
Brumado	novembro-dezembro
Buritirama	novembro-dezembro
Caatiba	novembro-dezembro
Caculé	novembro-dezembro
Caetanos	novembro-dezembro
Caetité	novembro-dezembro
Cafarnaum	novembro-dezembro
Campo Alegre de Lourdes	novembro-dezembro
Canápolis	novembro-dezembro
Canarana	novembro-dezembro
Candeal	março-abril
Candiba	novembro-dezembro
Cândido Sales	novembro-dezembro
Cansanção	dezembro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Períodos
Capela do Alto	novembro-dezembro
Capim Grosso	dezembro
Caraibas	novembro-dezembro
Carinhanha	novembro-dezembro
Casa Nova	novembro-dezembro
Castro Alves	março-abril
Catolândia	novembro-dezembro
Caturama	novembro-dezembro
Central	novembro-dezembro
Cocos	novembro-dezembro
Conceição do Coité	dezembro
Condeúba	novembro-dezembro
Contendas do Sincorá	novembro-dezembro
Cordeiros	novembro-dezembro
Coribe	novembro-dezembro
Correntina	novembro-dezembro
Cotegipe	novembro-dezembro
Cravolândia	dezembro
Cristópolis	novembro-dezembro
Dário Meira	novembro-dezembro
Dom Basílio	novembro-dezembro
Elísio Medrado	março-abril
Érico Cardoso	novembro-dezembro
Feira da Mata	novembro-dezembro
Feira de Santana	março-abril
Firmino Alves	novembro-dezembro
Floresta Azul	novembro-dezembro
Formosa do Rio Preto	novembro-dezembro
Gavião	novembro-dezembro
Gentio do Ouro	novembro-dezembro
Guanambi	novembro-dezembro
Iaçu	dezembro
Ibiassucê	novembro-dezembro
Ibicoara	dezembro
Ibicuí	novembro-dezembro
Ibipeba	novembro-dezembro
Ibipitanga	novembro-dezembro
Ibiquera	novembro-dezembro
Ibitiara	novembro-dezembro
Ibititá	novembro-dezembro
Ibotirama	novembro-dezembro
Ichu	março-abril
Igaporã	novembro-dezembro
Iguaí	novembro-dezembro
Ipecaetá	março-abril
Ipirá	dezembro
Ipupiara	novembro-dezembro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Períodos
Irajuba	dezembro
Iramaia	dezembro
Iraquara	novembro-dezembro
Irecê	novembro-dezembro
Itaberaba	dezembro
Itaeté	dezembro
Itaguaçu da Bahia	novembro-dezembro
Itambé	novembro-dezembro
Itapetinga	novembro-dezembro
Itaquara	dezembro
Itatim	dezembro
Itiruçu	dezembro
Itororó	novembro-dezembro
Ituaçu	novembro-dezembro
Iuiú	novembro-dezembro
Jaborandi	novembro-dezembro
Jacaraci	novembro-dezembro
Jacuipe	novembro-dezembro
Jaguaquara	dezembro
Jequié	dezembro
João Dourado	novembro-dezembro
Jussara	novembro-dezembro
Jussiape	novembro-dezembro
Lafaiete Coutinho	dezembro
Lagoa Real	novembro-dezembro
Lajedinho	novembro-dezembro
Lajedo do Tabocal	dezembro
Lamarão	março-abril
Lapão	novembro-dezembro
Lençóis	dezembro
Licínio de Almeida	novembro-dezembro
Livramento de Nossa Senhora	novembro-dezembro
Livramento do Brumado	novembro-dezembro
Luis Eduardo Magalhães	novembro-dezembro
Macajuba	dezembro
Macarani	novembro-dezembro
Macaúbas	novembro-dezembro
Maetinga	novembro-dezembro
Mairi	dezembro
Malhada	novembro-dezembro
Malhada de Pedras	novembro-dezembro
Manoel Vitorino	novembro-dezembro
Mansidão	novembro-dezembro
Maracás	dezembro
Marcionílio Souza	dezembro
Matina	novembro-dezembro
Miguel Calmon	novembro-dezembro

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Períodos
Milagres	dezembro
Mirante	novembro-dezembro
Monte Alegre da Bahia	novembro-dezembro
Morpará	novembro-dezembro
Morro do Chapéu	novembro-dezembro
Mortugaba	novembro-dezembro
Mucugê	dezembro
Mulungu do Morro	novembro-dezembro
Mundo Novo	novembro-dezembro
Muquém de São Francisco	novembro-dezembro
Nordestina	dezembro
Nova Canaã	novembro-dezembro
Nova Fátima	novembro-dezembro
Nova Itarana	dezembro
Nova Redenção	dezembro
Novo Horizonte	novembro-dezembro
Olindina	março-abril
Oliveira dos Brejinhos	novembro-dezembro
Palmas de Monte Alto	novembro-dezembro
Palmeiras	dezembro
Paramirim	novembro-dezembro
Paratinga	novembro-dezembro
Pé de Serra	novembro-dezembro
Piatã	novembro-dezembro
Pilão Arcado	novembro-dezembro
Pindaí	novembro-dezembro
Pintadas	dezembro
Piripá	novembro-dezembro
Piritiba	novembro-dezembro
Planaltino	dezembro
Planalto	novembro-dezembro
Poções	novembro-dezembro
Presidente Dutra	novembro-dezembro
Presidente Jânio Quadros	novembro-dezembro
Queimadas	dezembro
Quijingue	março-abril
Quixabeira	dezembro
Rafael Jambeiro	dezembro
Remanso	novembro-dezembro
Retirolândia	dezembro
Riachão das Neves	novembro-dezembro
Riacho de Santana	novembro-dezembro
Rio de Contas	novembro-dezembro
Rio do Antônio	novembro-dezembro
Rio do Pires	novembro-dezembro
Ruy Barbosa	novembro-dezembro
Santa Bárbara	março-abril

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Município	Períodos
Santa Cruz da Vitória	novembro-dezembro
Santa Inês	dezembro
Santa Maria da Vitória	novembro-dezembro
Santa Rita de Cássia	novembro-dezembro
Santa Teresinha	dezembro
Santaluz	dezembro
Santana	novembro-dezembro
Santanópolis	março-abril
Santo Estevão	março-abril
São Desidério	novembro-dezembro
São Domingos	novembro-dezembro
São Félix do Coribe	novembro-dezembro
São Gabriel	novembro-dezembro
São José do Jacuípe	dezembro
Seabra	novembro-dezembro
Sebastião Laranjeiras	novembro-dezembro
Sento Sé	novembro-dezembro
Serra do Ramalho	novembro-dezembro
Serra Dourada	novembro-dezembro
Serra Preta	março-abril
Serrinha	março-abril
Serrolândia	dezembro
Sítio do Mato	novembro-dezembro
Souto Soares	novembro-dezembro
Tabocas do Brejo Velho	novembro-dezembro
Tanhaçu	novembro-dezembro
Tanque Novo	novembro-dezembro
Tanquinho	março-abril
Tapiramutá	novembro-dezembro
Teofilândia	março-abril
Tremedal	novembro-dezembro
Tucano	março-abril
Umburanas	novembro-dezembro
Urandi	novembro-dezembro
Utinga	novembro-dezembro
Valente	dezembro
Várzea da Roça	dezembro
Várzea do Poço	novembro-dezembro
Várzea Nova	novembro-dezembro
Varzedo	março-abril
Vitória da Conquista	novembro-dezembro
Wagner	novembro-dezembro
Wanderley	novembro-dezembro
Xique-Xique	novembro-dezembro

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) Para os dois tipos de solos, os períodos favoráveis ao plantio estão compreendidos entre 21 de novembro e 20 de abril, justificado pelo critério de duração do período chuvoso do Estado e pelo ciclo médio das cultivares;

3) Identificaram-se 227 municípios no Estado da Bahia que satisfazem as necessidades edafoclimáticas 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, para adequar e garantir 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 Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- DOOREMBOS, J.; KASSAN, 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 experimentally derived model for actual evapotranspiration. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 8, n. 4/5, p. 385-409, 1971.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO. **Zoneamento pedoclimático do Estado de Pernambuco: relatório de dados básicos**. Recife: IPA/SUDENE, 1987. , v. 1, 183 p.

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**, v. 83, p. 211-217, 1991.

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

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. p. 43-54.

SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Bahia. Recife, 1990. v. 1/3, p.747.

Comunicado Técnico, 316

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