



## Zoneamento de Riscos Climáticos da Cultura da Mamoneira no Estado do Ceará, Referente ao Ano-Safra de 2007/2008

José Américo Bordini do Amaral<sup>1</sup>  
Madson Tavares Silva<sup>2</sup>

### Introdução

A produção atual de óleo de mamona no Brasil corresponde a cerca de 50 mil t ano<sup>-1</sup> e é obtida, na sua maioria, em unidades pequenas de produção agrícola com até 15 ha. Estima-se que existam cerca de 250 mil hectares plantados na região Nordeste do País, com produtividades médias inferiores a 800 kg ha<sup>-1</sup> de bagas. As variedades em uso comercial, são adequadas para altitudes entre 300 e 1500 m, temperaturas entre 20 e 30°C e precipitação acima de 500 mm ano<sup>-1</sup>, com chuvas concentradas nos 6 primeiros meses. A mamoneira tem sido cultivada no Nordeste do Brasil principalmente em condições de sequeiro.

A mamoneira desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, com exceção daqueles que apresentam deficiência de drenagem. Solos profundos, com boa drenagem e bem balanceados quanto aos aspectos nutricionais, favorecem o seu desenvolvimento. O sistema radicular da mamoneira tem capacidade de explorar as camadas mais profundas do solo, que normalmente não são

atingidas por outras culturas anuais, como soja, milho e feijão, promovendo melhor uso de água.

A mamoneira é exigente em fertilidade, devendo ser cultivada em solos com fertilidade de média a alta, porém, solos com fertilidade muito elevada favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o ciclo e expandindo, consideravelmente, o período de floração. Tanto solos ácidos como alcalinos tem efeito negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas. A cultura prefere solos com pH entre 5 e 6,5, produzindo em solos de pH até 8,0. Por ser uma espécie que, durante os estágios iniciais de desenvolvimento, expõe o solo ao impacto das gotas de chuva, seu cultivo deve ser feito em áreas onde a declividade seja inferior a 12%, obedecendo às técnicas de conservação do solo (AMORIM NETO et al., 2001). Os solos dos cerrados devem ser corrigidos devido ao efeito flocculante do alumínio trocável, que prejudica o desenvolvimento da cultura (AMORIM NETO et al., 2001).

O excesso de umidade é prejudicial em qualquer

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

período do ciclo da lavoura, sendo mais crítico nos estádios de plântula, maturação e colheita (AZEVEDO et al., 1997). São comuns a queda e a perda de frutos maduros quando ocorrem chuvas fortes (TÁVORA, 1982). Recomenda-se o cultivo em áreas com altitude na faixa de 300 a 1500 m acima do nível do mar (WEISS, 1983). A variação da temperatura deve ser de 20° a 30°C, para que haja produções com valor comercial economicamente viável (CANECCHIO FILHO, 1969; SILVA, 1983) estando a temperatura ótima para a planta em torno de 28°C (TÁVORA, 1982). Temperaturas muito elevadas, superiores a 40° C, provocam aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução substancial do teor de óleo nas sementes (BELTRÃO; SILVA, 1999). As baixas temperaturas retardam a germinação, prolongando a permanência das sementes no solo, o que favorece o ataque de microorganismos e insetos (TÁVORA, 1982).

A exploração da ricinocultura em áreas não apropriadas, impossibilitando rendimentos satisfatórios, contribui para o mau uso dos recursos naturais como o solo e a água, propiciando sua degradação e/ou subutilização, podendo ocasionar, inclusive, desertificação no semi-árido. A superfície terrestre comporta-se de forma dinâmica, apresentando mudanças que são conseqüência da ocorrência de fenômenos naturais e/ou de origem antrópica. Devido à necessidade de obtenção de máximo rendimento econômico, utilizando recursos limitados em determinada área, surge a necessidade de planejamento e ordenamento das ações de acordo com as características locais. Apresentam-se tecnologias apropriadas que são melhoradas continuamente para poder atender a essas finalidades.

Através de estudos que relacionam a interação solo-planta-atmosfera, é possível definirem-se áreas que apresentam aptidão, viabilizando a exploração agrícola das culturas, ecologicamente correta e economicamente viável.

A técnica do zoneamento com base em informações do solo, da planta e do clima, possibilita a definição dos ambientes ecologicamente favoráveis para que as culturas potencializem suas características agrônômicas, tal como em seu habitat natural, (AMORIM NETO et al., 1999).

## 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 (CÂMARA et al., 1996).

Para a identificação dos municípios com aptidão ao cultivo da mamoneira, foram utilizados os seguintes critérios: temperatura média do ar variando entre 20 °C e 30 °C, precipitação igual ou superior a 500 mm no período chuvoso; e altitude entre 300 m e 1500 m. Todos os parâmetros foram geo-especializados por meio de um sistema geográfico de informações, permitindo a geração e o cruzamento dos mapas com a malha municipal do Estado para estimar, em cada município, a área e a porcentagem de ocorrência das diversas classes de aptidão. A definição do risco climático e da época de plantio foi realizada por intermédio de um modelo de balanço hídrico da cultura, que exigiu os seguintes dados de entrada:

### Variáveis de entrada do modelo:

- **Dados diários de chuva** - Registrados durante 25 anos em estações pluviométricas disponíveis no Estado do Ceará. Os dados de precipitação utilizados se originam do Banco de Dados Hidrometeorológico da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, publicados na série "Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste - Ceará" - (SUDENE, 1990) e dados complementares da Funceme (2006).
- **Evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>)** - Foi estimada por uma equação de terceiro grau, proposta por Eagleman (1971), que descreve a evolução da ET<sub>r</sub>, em função da evapotranspiração máxima - ET<sub>m</sub> 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,

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

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

$$\text{ET}_m = K_c \times \text{ET}_0 \quad (2)$$

- **Coefficiente da cultura (kc)** - Corresponde à relação entre a evapotranspiração da cultura ( $\text{ET}_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $\text{ET}_0$ ); 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):

$$K_c = \frac{\text{ET}_c}{\text{ET}_0} \quad (3)$$

em que:

$\text{ET}_c$  é a evapotranspiração da cultura em  $\text{mm.dia}^{-1}$ ;  
 $\text{ET}_0$  é a evapotranspiração de referência em  $\text{mm.dia}^{-1}$ , obtida pelo método de Penman-Monteith.

- **Evapotranspiração 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):

$$\text{ET}_0 = \frac{0,408\Delta(\text{Rn}-\text{G}) + \left(\frac{900\text{U}_2}{\text{T}+237}\right)(\text{e}_a - \text{e}_s)}{\Delta + \gamma(1+0,34\text{U}_2)} \quad (4)$$

em que :

$\text{ET}_0$  é a evapotranspiração de referência ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );

$\text{Rn}$  é o saldo de radiação ( $\text{MJ.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );

$\text{G}$  é o fluxo de calor no solo ( $\text{MJ.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );

$\text{T}$  é a Temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\text{U}_2$  é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura ( $\text{m.s}^{-1}$ );

$\text{e}_a$  é a pressão da saturação do vapor média diária (kPa);

$\text{e}_a$  = Pressão atual de vapor média diária (kPa);

$\text{S}$  = Declividade da curva de pressão de vapor no ponto de  $\text{T}_{\text{med}}$  ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$\gamma$  é o coeficiente psicrométrico ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

- **Ciclo das cultivares** - Utilizaram-se cultivares de ciclos precoce, médio e tardio, com porte médio de 1,7 m a 2,0 m de altura em condições de cultivo de sequeiro, de frutos semi-indeiscentes e de sementes grandes, com teor mínimo de óleo de 47%, como são os casos das BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, com ciclo médio (230 dias). Considerou-se um período crítico (floração/enchimento das bagas) de 100 dias, o qual está compreendido entre o 60º e o 160º dia.
- **Altimetria** - Os valores de altitude dos municípios foram oriundos da grade altimétrica (IBGE, 2001) onde os valores são cotados em uma malha de 920 m x 920 m do terreno.
- **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):

$$\text{CAD} = \left[ \frac{(\text{CC} - \text{PMP})}{(10 \cdot \text{D}_s \cdot \text{h})} \right] \quad (5)$$

em que:

$\text{CAD}$  - Capacidade de água disponível no solo ( $\text{mm m}^{-1}$ );

$\text{CC}$  - Capacidade de campo (%);

$\text{PMP}$  - Ponto de murchamento permanente (%);

$\text{D}_s$  - Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ );

$\text{h}$  - Profundidade da camada do solo (cm). Foram estabelecidas duas classes de CAD:

- Tipo 1 - média capacidade de armazenamento de água ( $\text{CAD} = 30 \text{ mm}$ )
- Tipo 2 - alta capacidade de armazenamento de água ( $\text{CAD} = 40 \text{ mm}$ )

**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<sub>r</sub>/ET<sub>m</sub>) ao longo do ciclo, para um determinado ano, numa certa data, num tipo de solo, para a mamoneira de ciclo médio. Como o ciclo da cultura está dividido em quatro fases fenológicas e a fase de enchimento das bagas é o período mais determinante da produtividade final, estima-se o valor de ISNA nesta fase. Em seguida, passa-se então 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 seja maior ou igual ao critério de risco adotado (ISNA > 0,50), em 80 % dos casos. Os ISNA's foram espacializados pela utilização do software SPRING (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 > 0,50 - a cultura da mamoneira de sequeiro está exposta a um baixo risco climático
- $0,40 \leq \text{ISNA} < 0,50$  - a cultura da mamoneira de sequeiro está exposta a um risco climático médio
- ISNA < 0,40 - a cultura da mamoneira 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 184 municípios do Estado, 73 municípios foram considerados aptos ao cultivo da mamoneira e 111 municípios foram classificados como inaptos, correspondendo a 39,67% e 60,33% dos municípios do Estado, respectivamente.

### Zoneamento de risco climático

É fato que observado que agricultura de sequeiro não permite controle da oferta hídrica, o que deixa a atividade com risco de cultivo 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 Ceará, a exploração da cultura da mamona 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. Segue-se ainda que a indicação da época de semeadura proposta por esse estudo não está necessariamente adequada ao período de chuva, pois a análise é feita no período de maior necessidade hídrica da planta, que de tão longo se insere no intervalo que apresenta a maior incidência pluviométrica do estado, sabendo que a cultura da mamona resiste ao déficit hídrico no início do cultivo.

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, tão logo tendo como objetivo definir as regiões nas quais a exploração agrícola da cultura da mamoneira possa se inserir da forma mais produtiva.

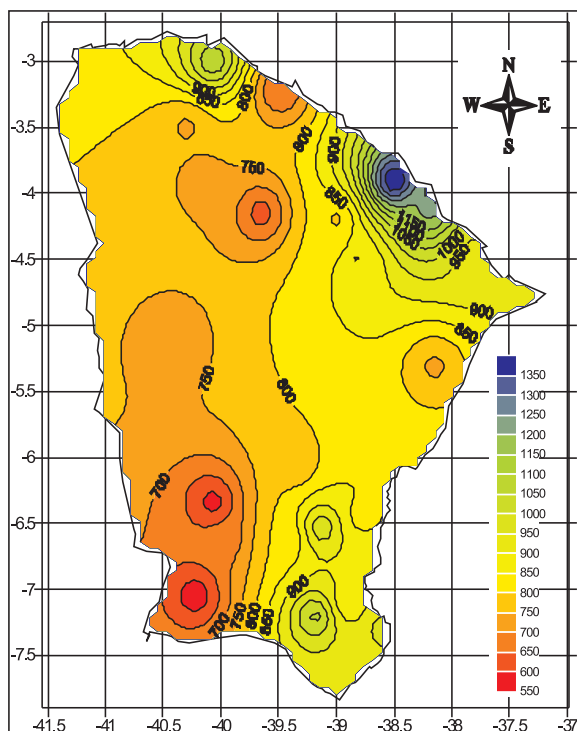
As classes de plantio estão inseridas entre os meses de novembro e fevereiro, foram assim estipuladas

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.

Considerando-se que 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 90 dias, ocorressem dentro do período chuvoso, e que durante a colheita a possibilidade de chuvas fosse menor, estabeleceu-se o seguinte critério:

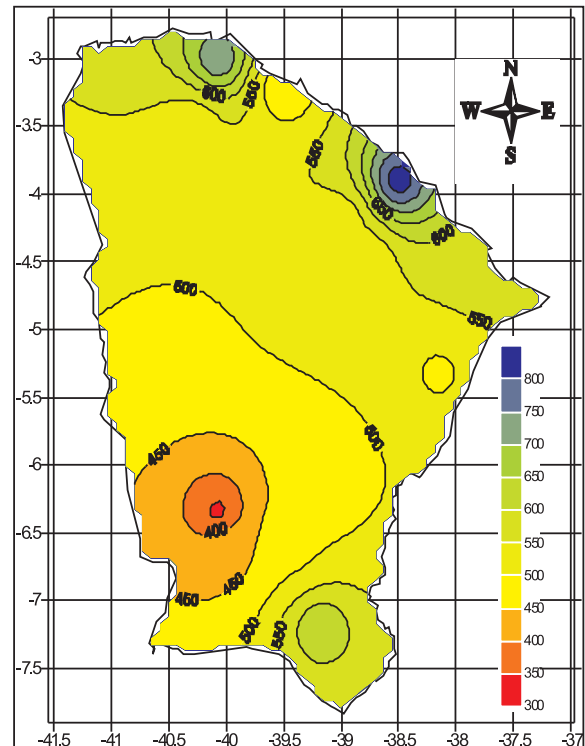
- para períodos chuvosos com duração de quatro meses - o período de semeadura correspondeu ao primeiro mês do período chuvoso.
- para períodos chuvosos com duração de cinco meses - o período de semeadura correspondeu ao primeiro e segundo meses do período chuvoso.

Na Figura 1 observa-se o comportamento do parâmetro precipitação pluviométrica média anual



**Fig. 1.** Média pluviométrica anual no Estado do Ceará no período de 1979 a 2005

no período que se estende de 1979 a 2005, e na (Figura 2), os valores da média pluviométrica, no trimestre chuvoso para o período de 1979 a 2005, no Estado do Ceará.



**Fig. 2.** Média pluviométrica no trimestre chuvoso no Estado do Ceará no período de 1979 a 2005

### Municípios aptos ao cultivo e períodos indicados para plantio

No mapa (Figura 3) estão inseridos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, em torno dos quais se encontram as regiões aptas e inaptas ao cultivo da mamoneira.

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 de mamona de ciclos precoce, médio e

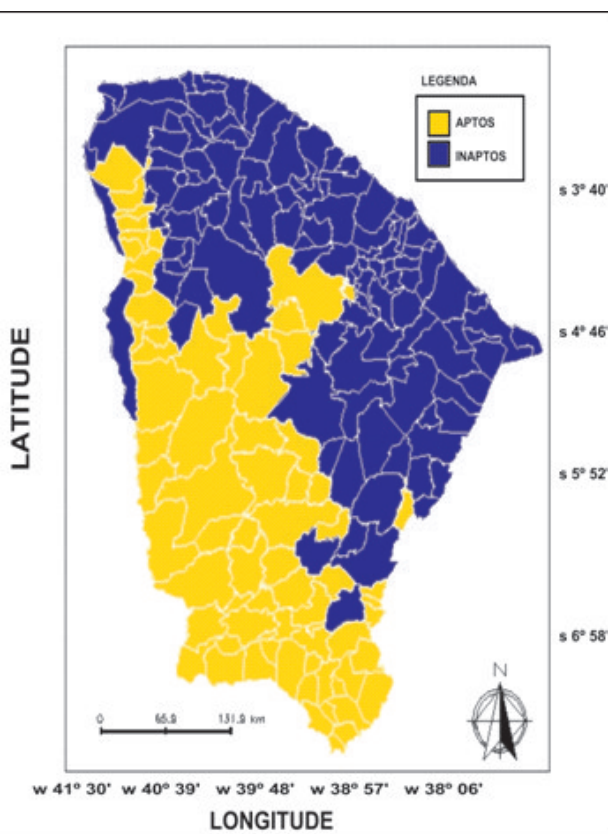


Fig. 3. Mapa dos municípios com aptidão plena ao cultivo da mamoneira no Estado do Ceará

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 da mamoneira 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 Ceará aptos ao cultivo da oleaginosa, suprimidos todos os outros, onde a cultura não é recomendada; foi calculada 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 da mamoneira no Estado do Ceará

Município	Período
Abaíara	21/11 a 10/02
Acopiara	1/12 a 10/02
Aiuaba	11/12 a 31/01
Altaneira	1/11 a 10/02
Antonina do Norte	11/12 a 31/01
Ararendá	11/12 a 20/02
Araripe	21/11 a 10/02
Aratuba	11/12 a 20/02
Arneiroz	11/12 a 31/01
Assaré	1/11 a 10/02
Aurora	21/11 a 10/02
Baixio	21/11 a 10/02
Barbalha	21/11 a 10/02
Barro	21/11 a 10/02
Boa Viagem	21/12 a 10/02
Brejo Santo	21/11 a 10/02
Campos Sales	21/11 a 10/02
Canindé	11/12 a 10/02
Caririaçu	1/11 a 10/02
Cariús	21/11 a 10/02
Carnaubal	1/12 a 28/02
Catarina	1/12 a 10/02
Catunda	21/12 a 10/02
Cedro	21/11 a 10/02
Crateús	11/12 a 10/02
Crato	1/11 a 10/02
Croatá	21/11 a 28/02
Deputado Irapuan Pinheiro	11/12 a 20/02
Farias Brito	1/11 a 10/02
Graça	1/12 a 28/02
Granjeiro	1/11 a 10/02
Guaraciaba do Norte	1/12 a 28/02
Ibiapina	1/12 a 28/02
Independência	21/12 a 10/02
Ipaporanga	11/12 a 20/02
Ipauimir	1/12 a 10/02
Ipueiras	21/11 a 28/02
Itatira	21/12 a 10/02
Jardim	21/11 a 10/02
Jati	21/11 a 10/02
Juazeiro do Norte	21/11 a 10/02
Jucás	1/12 a 31/01
Madalena	21/12 a 10/02
Mauriti	21/11 a 10/02
Milagres	21/11 a 10/02
Missão Velha	21/11 a 10/02
Mombaça	11/12 a 20/02
Monsenhor Tabosa	21/12 a 10/02
Nova Olinda	11/11 a 10/02
Novo Oriente	11/12 a 10/02
Parambu	11/12 a 31/01
Pedra Branca	21/12 a 10/02
Penaforte	21/11 a 10/02
Pereiro	11/12 a 10/02

Continua

Tabela 1. Continuação...

Município	Período
Piquet Carneiro	11/12 a 20/02
Poranga	1/12 a 10/02
Porteiras	21/11 a 10/02
Potengi	1/12 a 10/02
Quiterianópolis	11/12 a 31/01
Quixelô	1/12 a 10/02
Saboeiro	1/12 a 31/01
Salitre	21/11 a 10/02
Santana do Cariri	21/11 a 10/02
São Benedito	1/12 a 28/02
Senador Pompeu	21/12 a 10/02
Tamboril	21/12 a 10/02
Tarrafas	1/12 a 10/02
Tauá	11/12 a 31/01
Tianguá	21/11 a 28/02
Ubajara	1/12 a 28/02
Umari	21/11 a 10/02
Várzea Alegre	21/11 a 10/02
Viçosa do Ceará	21/11 a 28/02

## Conclusões

O Estado do Ceará apresentou 73 municípios com aptidão edafoclimática para a condução da cultura da mamoneira, dependendo exclusivamente de precipitação pluviométrica na época crítica de condução da cultura, quando a cultura da mamoneira terá suas necessidades hídricas atingidas em pelo menos 80% das vezes no decorrer dos anos de plantio.

## 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).
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 63-76.
- AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; ARAÚJO, A. E. de; GOMES, D. C. **Zoneamento e época de plantio para mamoneira no Estado da Bahia**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 9 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 103).
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. V. **Recomendações técnicas para o cultivo (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1997. 52 p. (EMBRAPA - CNPA. Circular Técnica, 25).
- BARON, C.; CLOPES, A. **Sistema de análise regional dos riscos agroclimáticos (Sarramet / Sarrazon)** Paris: CIRAD, 1996.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos uso do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p. 7, 1999.
- 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**, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CANECCHIO FILHO, V. Mamona: Quanto mais calor melhor. **Guia Rural**. 1968/69. p.176 - 179.
- 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 experimental derived model for actual evapotranspiration. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.8, n.4/5, p.385-409, 1971.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Monitoramento Hidroambiental**. Disponível em: <www.funceme.br/DEPAM/index.htm.>. Acesso em: 10 maio 2006.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil - 2001**. Rio de Janeiro: DGC/DECAR, 2001. 1 CD-ROM.
- PENMAN, H. L. Vegetation and hydrology. Harpenden: **Commonwealth Bureau of Soils**. n. 53, 1963. 125 p. (Technical Communication).
- REICHARDT, K. O solo como reservatório de água. In: REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícola**, 1987. p. 27- 69.
- SILVA, A. da. **Mamona: potencialidades agroindustriais do Nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE -ADR, 1983. 154 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 milieu intertropicale:quelles recherches pour le moyen terme?"** Paris: CIRAD, 1985. p. 43-54.

SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do**

**Nordeste:** Ceará. Recife, 1990. 671 p. v.1/2.

TÁVORA, F. J. A. **A cultura da mamona.** Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E. A. **Oil seed crops.** London: Longman, 1983. p. 31-99.

**Comunicado Técnico, 331**

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