

## Zoneamento de Aptidão e de Risco Climático para a Cultura da Mamona no Estado do Maranhão



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Ernesto Paterniani*

*Hélio Tollini*

*Luís Fernando Rigato Vasconcellos*

Membros

## **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*

Diretores-Executivos

## **Embrapa Meio-Norte**

*Valdemício Ferreira de Sousa*

Chefe-Geral

*Aderson Soares de Andrade Júnior*

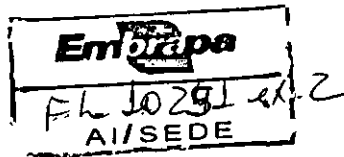
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Paulo Henrique Soares da Silva*

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

*Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza*

Chefe-Adjunto de Administração



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0104-866X

Novembro, 2004

## ***Documentos 93***

# **Zoneamento de Aptidão e de Risco Climático para a Cultura da Mamona no Estado do Maranhão**

Aderson Soares de Andrade Júnior  
Alexandre Hugo Cezar Barros  
Francisco de Brito Melo  
Adriano Alex Nascimento Gomes  
Clescy Oliveira da Silva

Teresina, PI  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal: 01, CEP 64006-220

Teresina, PI

Fone: (86) 225-1141

Fax: (86) 225-1142

Home page: [www.cpamn.embrapa.br](http://www.cpamn.embrapa.br)

E-mail: [sac@cpamn.embrapa.br](mailto:sac@cpamn.embrapa.br)

**Comitê de Publicações**

Presidente: Edson Alves Bastos

Secretária-executiva: Úrsula Maria Barros de Araújo

Membros: Aderson Soares de Andrade Júnior, Cristina Arzabe, Edvaldo Sagrilo, Francisco José de Seixas Santos, José Almeida Pereira e Maria do Perpétuo Socorro Cortez Bona do Nascimento

Supervisor editorial: Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisor de texto: Lígia Maria Rolim Bandeira

Normalização bibliográfica: Orlane da Silva Maia

Editoração eletrônica: Erlândio Santos de Resende

**1ª edição**

**1ª impressão (2004): 1000 exemplares**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Meio-Norte**

---

**Zoneamento de aptidão e de risco climático para a cultura da mamona no Estado do Maranhão / Aderson Soares de Andrade Júnior ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2004. 32 p. ; 21 cm. - (Embrapa Meio-Norte. Documentos , 93).**

1. Mamona - Cultivo. 2. Aptidão climática. 3. Época de plantio. I. Andrade Júnior, Aderson Soares de. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 636.85098121 (21. ed.)

---

© Embrapa, 2003



## **Autores**

### **Aderson Soares de Andrade Júnior**

Engenheiro agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem,  
Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-  
220, Teresina, PI.

*aderson@cpamn.embrapa.br.*

### **Alexandre Hugo Cezar Barros**

Engenheiro agrônomo, mestre em Agrometeorologia,  
Embrapa Solos – UEP Recife, Rua Antonio Falcão, 402,  
CEP 51.020-240, Recife, PE.

*alex@cnps.embrapa.br.*

### **Francisco de Brito Melo**

Engenheiro agrônomo, mestre em Ciência do Solo,  
Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-  
220, Teresina, PI.

*brito@cpamn.embrapa.br.*

### **Adriano Alex Nascimento Gomes**

Engenheiro agrícola, estagiário Zoneamento Agrícola,  
Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-  
220, Teresina-PI.

### **Clescy Oliveira da Silva**

Estudante graduação, CEFET-PI, estagiário Zoneamento  
Agrícola, Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP  
64006-220, Teresina, PI.

*clescy@cpamn.embrapa.br*

# Apresentação

Na Região Nordeste e em especial no Estado do Maranhão, o cultivo da mamoneira tem alcançado grande expansão, devido, principalmente, a sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima e ao uso múltiplo do óleo extraído de suas sementes, que possui inúmeras aplicações. Dentre elas, destaca-se a produção de óleo, visando sua adição ao óleo diesel tradicional, que é uma das alternativas brasileiras para a redução da importação de petróleo e da emissão de poluentes e gases responsáveis pelo "efeito estufa" na atmosfera. O cultivo da mamoneira para produção de biodiesel tem proporcionado um acréscimo significativo das áreas agrícolas exploradas com a cultura, com a conseqüente geração de milhares de postos de trabalho diretos e indiretos.

O zoneamento agrícola é atualmente um dos mais importantes instrumentos de política agrícola do país. Estudos de zoneamento de aptidão agroclimática e de risco climático possibilitam uma redução sensível dos riscos da atividade agrícola, permitindo o adequado ordenamento territorial, planejamento e execução de políticas públicas e de seguridade agrícola.

No caso particular da cultura da mamona, o presente estudo define quais os municípios do Estado do Maranhão têm condições climáticas favoráveis ao seu cultivo, bem como indica as épocas de plantio mais adequadas ao bom desempenho da cultura. Para tanto, faz-se uso de informações relativas aos parâmetros de temperatura média anual, precipitação e altitude, com escala e precisão mais adequadas, usando-se técnicas apropriadas para o geoprocessamento e espacialização dessas informações.

Valdemício Ferreira de Sousa  
Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

# Sumário

<b>Zoneamento de Aptidão e de Risco Climático para a Cultura da Mamona no Estado do Maranhão .....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Metodologia.....</b>	<b>12</b>
Zoneamento de aptidão agroclimática .....	17
Zoneamento de risco climático .....	18
<b>Indicações do Zoneamento de Aptidão Agroclimática e de Risco Climático .....</b>	<b>19</b>
Zoneamento de aptidão agroclimática .....	23
Zoneamento de risco climático .....	28
<b>Conclusões .....</b>	<b>31</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>31</b>

# Zoneamento de Aptidão e de Risco Climático para a Cultura da Mamona no Estado do Maranhão

---

*Aderson Soares de Andrade Júnior*

*Alexandre Hugo Cezar Barros*

*Francisco de Brito Melo*

*Adriano Alex Nascimento Gomes*

*Clescy Oliveira da Silva*

## Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é cultivada praticamente em toda a Região Nordeste, a qual é responsável por 94% da área plantada (155.995 ha) com a cultura no país e por 87% da produção nacional de bagas (72.376 t). No período de 1990 a 2002, a região produziu 940.886 t de bagas de mamona, cujo valor da produção foi de R\$ 242 milhões de reais. O Estado da Bahia é o maior produtor, com uma média de 79% da produção regional (57.462 t de bagas), (IBGE, 2004).

No Estado do Maranhão, embora possuindo áreas com aptidão ao cultivo, ainda não se registram grandes plantios comerciais (Amorim Neto et al., 2001a). No período de 1990 a 2002 não se registrou informações quanto à área plantada, produção de bagas e valor da produção da mamoneira no Estado (IBGE, 2004). Apesar da participação ainda pequena do Estado no agronegócio da mamona na Região Nordeste, o governo do Estado do Maranhão tem incentivado a cadeia produtiva voltada para a produção de combustível renovável e ecológico, o biodiesel, extraído da mamoneira.

Na Região Nordeste, nos últimos anos, o cultivo da mamoneira sofreu grande expansão, por causa, principalmente, da sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima e ao uso múltiplo do óleo extraído de suas sementes, que possui inúmeras aplicações, tais como: fabricação de cosméticos, próteses para ossos humanos, lubrificantes e aditivos de combustíveis dentre outras.



Atualmente, o uso de óleo de mamona para produção de biodiesel, visando sua adição ao óleo diesel tradicional, é uma das alternativas brasileiras para redução da importação de petróleo e da emissão de poluentes e gases responsáveis pelo “efeito estufa” na atmosfera (Melo et al., 2003). O cultivo de mamona para produção de biodiesel tem proporcionado um acréscimo significativo das áreas agrícolas exploradas com a cultura, com a conseqüente geração de milhares de postos de trabalho diretos e indiretos.

Em termos fisiográficos, o Estado do Maranhão apresenta duas regiões distintas que incluem a planície litorânea e o planalto tabular. A planície litorânea é formada por baixadas alagadiças, tabuleiros e extensas praias, destacando-se as grandes formações de dunas e o litoral recortado. As demais regiões compõem-se de planaltos, que formam as chapadas. Na parte noroeste do Estado, situa-se a Amazônia Maranhense, que se caracteriza pela vegetação de floresta e clima equatorial. Segundo Thornthwaite (1948), o clima predominante é o tropical úmido, com excedente hídrico nos meses de janeiro a maio e deficiência hídrica nos meses de julho a setembro. A precipitação média anual é de 1.557 mm, apresentado desde cotas pluviométricas de 800 a 1200 mm, nas regiões central e sul do Estado, a cotas entre 2.400 e 2.800, na região da Amazônia Maranhense (Maranhão, 2002).

Quanto à precipitação necessária para o adequado desenvolvimento e produção da mamoneira, trabalhos relatam que totais de chuva de 600 a 700 mm são suficientes para que se obtenham rendimentos em torno de 1.500 kg/ha (Weiss, 1983; Beltrão & Silva, 1999). A maior exigência de água no solo ocorre durante a fase vegetativa, onde a precipitação mínima até o início da floração situa-se em torno de 400 a 500 mm (Távora, 1982). A ocorrência de precipitações durante a colheita são muito prejudiciais à cultura, podendo causar grande redução na qualidade do produto e na produtividade, devido à possibilidade dos frutos apodrecerem no cacho.

Trabalhos de pesquisa demonstram que a mamoneira não é muito exigente quanto à necessidade hídrica. Segundo Weiss (1983) é possível obter-se produtividades econômicas com precipitações pluviais de 375 a 500 mm anuais. Azevedo et al. (1997), em dois anos de experimentação no Município de Monteiro-PB, cuja média da precipitação anual é de 620 mm, obtiveram desenvolvimento satisfatório da lavoura, conseguindo plantas bem estabelecidas

e produtivas quando ocorreram precipitações de 215,0 e 270,0 mm nos primeiros 70 dias após a germinação. Constataram, ainda, que o excesso de umidade no solo é prejudicial em qualquer período do ciclo da lavoura, sendo mais crítico nos estádios de plântula, maturação e colheita.

Quanto ao parâmetro altitude, ocorrem cultivos em altitudes variando desde o nível do mar até 2.300 m (Távora, 1982). Entretanto, para a obtenção de produções comerciais, recomenda-se o cultivo em áreas com altitude na faixa de 300 a 1.500 m acima do nível médio do mar (Weiss, 1983). A altitude altera o comportamento de alguns elementos climáticos, dentre eles a temperatura do ar. Por isso, em altitudes superiores a 1.500 m, há a tendência da temperatura média do ar oscilar para valores inferiores a 10°C, inviabilizando a produção de sementes, por causa da perda de viabilidade do pólen (Távora, 1982). Em altitudes inferiores a 300 m, a mamoneira tem a tendência de ficar mais vegetativa e apresentar, às vezes, abortamento de flores e até reversão de sexo (Melo et al., 2003).

Para que ocorram produções comerciais satisfatórias, a temperatura média do ar deve estar entre 20°C e 30°C (Canecchio Filho, 1969; Silva, 1983). A temperatura ótima para a planta gira em torno de 28°C (Távora, 1982). Temperaturas 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). A ocorrência de baixas temperaturas retarda a germinação, prolonga a permanência das sementes no solo, favorece o ataque de microrganismos e insetos (Távora, 1982) e provoca redução no teor de óleo nas sementes (Canvin, 1965; Weiss, 1983).

O zoneamento agrícola é atualmente um dos mais importantes instrumentos de política agrícola do país. Estudos de zoneamento de aptidão agroclimática e de risco climático possibilitam uma redução sensível dos riscos da atividade agrícola, permitindo o adequado ordenamento territorial, planejamento e execução de políticas públicas e de segurança agrícola.

Amorim Neto et al. (2001b) efetuaram estudos de zoneamento de aptidão e risco climático para a cultura da mamona no Estado do Maranhão. Com bases nos critérios adotados, consideraram, apenas, 12 municípios como aptos ao cultivo da mamoneira. Entretanto, com relação ao critério altitude, basearam-se nos valores medidos nos postos pluviométricos do banco de dados

hidrometeorológicos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), que não refletem, necessariamente, a condição altimétrica da área total do município onde os mesmos estão localizados. Como a altitude é um parâmetro muito restritivo no zoneamento da cultura, é fundamental que sejam utilizadas informações mais precisas e que reflitam a condição altimétrica da área total dos municípios. Além disso, não usaram técnicas para o geoprocessamento e espacialização dos parâmetros usados no zoneamento, fundamental em estudos dessa natureza, o que limita, restringe e dificulta a extrapolação dos resultados para toda a área do Estado, ficando essas restritas apenas aos pontos de coordenadas dos postos pluviométricos.

O presente estudo propõe a identificação dos municípios do Estado do Maranhão com condições climáticas favoráveis ao cultivo da mamoneira, bem como a indicação das épocas de plantio mais adequadas ao bom desempenho da cultura, utilizando-se informações relativas aos parâmetros de temperatura média anual, precipitação e altitude com escala e precisão mais adequadas, usando-se técnicas adequadas para o geoprocessamento e espacialização dessas informações.

## Metodologia

Os dados pluviométricos mensais utilizados no estudo foram publicados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) para o Estado do Maranhão, abrangendo 113 postos pluviométricos, com 10 ou mais anos de registros completos (Sudene, 1990) (Tabela 1), os quais encontram-se espacializados na Fig. 1. Os valores de temperatura média do ar foram estimados usando-se equações de regressão linear múltipla baseadas em valores de latitude, longitude e altitude. Usaram-se as coordenadas e altitude dos postos pluviométricos para processar a estimativa da temperatura média do ar para todo o Estado. Os valores de altitude dos municípios foram oriundos da grade altimétrica da Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) - Ministério do Exército, onde os valores são cotados em uma malha de 920 x 920 m do terreno.

Tabela 1. Relação dos postos pluviométricos da Sudene no Estado do Maranhão.

Posto pluviométrico	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período	
				Inicial	Final
Carutapera	1°13'00''	46°01'00''	10	1965	1987
Luiz Domingues	1°18'00''	45°52'00''	10	1965	1988
Godofredo Viana	1°24'00''	45°47'00''	20	1965	1982
Cândido Mendes	1°28'00''	45°43'00''	10	1965	1977
São João do Muruja	1°36'00''	46°12'00''	50	1965	1974
Turiaçu	1°40'00''	45°22'00''	10	1965	1985
Turiaçu	1°41'00''	45°22'00''	10	1976	1988
Serrano	1°51'00''	45°04'00''	20	1965	1987
Santa Helena	2°14'00''	45°18'00''	40	1965	1988
Pinheiro	2°31'00''	45°05'00''	60	1965	1988
Curva Grande	2°37'00''	45°28'00''	60	1965	1976
Paraíso	2°48'00''	45°19'00''	70	1965	1976
Centro do Josias	3°07'00''	45°38'00''	70	1962	1974
Zé Doca	3°14'00''	45°37'00''	50	1965	1988
Rosilândia	3°19'00''	45°37'00''	60	1962	1976
Bom Jardim	3°34'00''	45°38'00''	70	1962	1974
Pindaré Mirim	3°37'00''	45°21'00''	55	1962	1990
Pio XII	3°53'00''	45°16'00''	70	1965	1978
Três Lagos	4°17'00''	45°33'00''	150	1965	1976
Vitorino Freire	4°05'00''	45°10'00''	70	1965	1990
Lago da Pedra	4°20'00''	45°10'00''	120	1965	1978
Cururupu	1°50'00''	44°53'00''	10	1965	1986
Guimarães	2°08'00''	44°37'00''	10	1965	1988
Bequimão	2°27'00''	44°48'00''	20	1965	1988
São Bento	2°42'00''	44°50'00''	70	1965	1988
São Luís	2°32'00''	44°18'00''	30	1965	1985
São Luís	2°32'00''	44°18'00''	30	1910	1988
Ribamar	2°33'00''	44°04'00''	32	1965	1990
Rosário	2°57'00''	44°15'00''	30	1965	1988
Barreirinhas	2°45'00''	42°50'00''	20	1965	1990
Tutóia	2°46'00''	42°17'00''	10	1965	1986
Viana	3°13'00''	45°00'00''	20	1966	1988
Anajatuba	3°16'00''	44°38'00''	8	1965	1988
Itapecuru Mirim	3°24'00''	44°21'00''	14	1965	1990
Urbano Santos	3°12'00''	43°24'00''	90	1965	1990
Vertentes	3°07'00''	42°56'00''	70	1965	1988
Cantanhede	3°38'00''	44°24'00''	20	1965	1987
Balaiada	3°52'00''	44°10'00''	70	1965	1976

Continua...

Tabela 1. Continuação

Posto pluviométrico	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período	
				Inicial	Final
Vargem Grande	3°33'00''	43°57'00''	90	1965	1974
Chapadinha	3°44'00''	43°21'00''	130	1965	1988
Brejo	3°41'00''	42°48'00''	50	1965	1990
Bacabal	4°14'00''	44°47'00''	40	1965	1986
Coroatá	4°08'00''	44°08'00''	34	1965	1977
Peritoró	4°20'00''	44°19'00''	80	1965	1986
Timbiras	4°15'00''	43°57'00''	36	1965	1988
Codó	4°29'00''	43°53'00''	48	1965	1975
Cedro	4°06'00''	43°16'00''	70	1965	1990
Pedreiras	4°35'00''	44°40'00''	60	1965	1988
Esperantinópolis	4°53'00''	44°53'00''	80	1965	1986
Gonçalves Dias	4°58'00''	44°14'00''	200	1965	1990
Caxias	4°50'00''	43°21'00''	63	1964	1976
Patos	5°17'00''	46°22'00''	250	1965	1990
Aldeia velha	5°10'00''	45°35'00''	190	1965	1975
Naru	5°28'00''	45°34'00''	220	1965	1990
Imperatriz	5°32'00''	47°29'00''	96	1965	1985
Imperatriz	5°30'00''	47°28'00''	96	1969	1988
Montes Altos	5°50'00''	47°04'00''	250	1965	1988
Amarante do Maranhão	5°34'00''	46°46'00''	300	1965	1990
Grajaú	5°49'00''	46°08'00''	149	1965	1990
Grajaú	5°50'00''	46°08'00''	149	1969	1988
Solta dos Carlos	5°35'00''	45°53'00''	180	1965	1988
Barra do Corda	5°31'00''	45°15'00''	81	1965	1985
Barra do Corda	5°32'00''	45°15'00''	81	1969	1988
Aldeia Sardinha	5°44'00''	45°20'00''	150	1965	1990
Porto Franco	6°20'00''	47°24'00''	130	1965	1975
Conceição	6°14'00''	46°28'00''	230	1965	1990
Formosa	6°20'00''	46°03'00''	250	1965	1990
Resplandes	6°17'00''	45°13'00''	320	1965	1990
São Pedro	6°38'00''	46°53'00''	450	1965	1990
Fortaleza dos Nogueiras	6°54'00''	46°10'00''	420	1962	1990
José Miguel	6°31'00''	45°37'00''	400	1965	1986
Carolina	7°20'00''	47°28'00''	169	1965	1985
Riachão	7°22'00''	46°37'00''	354	1963	1974
Brejo Comprido Boto	7°29'00''	45°58'00''	200	1965	1990
S. Raimundo das Mangabeiras	7°01'00''	45°29'00''	190	1963	1985
Loreto	7°05'00''	45°08'00''	170	1965	1988

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Posto pluviométrico	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período	
				Inicial	Final
Helenópolis	7°43'00''	47°13'00''	170	1965	1990
Angicos	7°45'00''	46°53'00''	190	1965	1988
Balsas	7°32'00''	46°02'00''	235	1962	1988
Coqueiro	7°40'00''	46°28'00''	320	1965	1990
Ouro	8°10'00''	46°14'00''	300	1965	1990
Tasso Fragoso	8°28'00''	45°46'00''	191	1962	1990
Rio Verde	8°43'00''	46°43'00''	480	1965	1988
Amaro Leite	8°58'00''	46°52'00''	630	1966	1990
Coroatá	8°30'00''	46°28'00''	350	1966	1988
Salinas	8°55'00''	46°09'00''	380	1966	1988
Cachoeira	8°44'00''	45°53'00''	190	1962	1976
Cabeceira	9°18'00''	46°42'00''	600	1965	1990
Cambuí	9°10'00''	46°12'00''	370	1965	1984
Morrinhos	9°27'00''	46°18'00''	520	1966	1990
Alto Parnaíba	9°07'00''	45°56'00''	220	1962	1988
Presidente Dutra	5°15'00''	44°31'00''	150	1965	1988
Pedras	5°02'00''	43°44'00''	190	1965	1990
S. José dos Perdidos	5°16'00''	43°50'00''	80	1965	1978
Paioí	5°19'00''	43°31'00''	80	1965	1990
Buriti Cortado	5°11'00''	43°06'00''	230	1965	1990
S. Joaquim dos Melos	5°48'00''	44°44'00''	220	1965	1988
Leandro	5°59'00''	44°54'00''	220	1965	1986
Fortuna	5°41'00''	44°04'00''	80	1965	1990
S. Domingos do Maranhão	5°42'00''	44°22'00''	180	1965	1990
Buriti Bravo	5°51'00''	43°51'00''	70	1965	1976
Matões	5°42'00''	43°14'00''	180	1965	1988
Campo Largo	6°23'00''	44°59'00''	280	1965	1988
Colinas	6°02'00''	44°15'00''	70	1965	1986
Mirador	6°22'00''	44°22'00''	140	1965	1988
Ibipira	6°31'00''	44°38'00''	280	1965	1990
São Domingos	6°49'00''	44°39'00''	310	1965	1990
Paraibano	6°30'00''	44°01'00''	270	1962	1990
Pastos Bons	6°36'00''	44°05'00''	285	1960	1990
Roçado	6°40'00''	44°19'00''	200	1965	1990
Nova Iorque	6°41'00''	44°03'00''	120	1962	1990
São João dos Patos	6°30'00''	43°42'00''	350	1965	1990
São Félix de Balsas	7°03'00''	44°59'00''	180	1965	1978

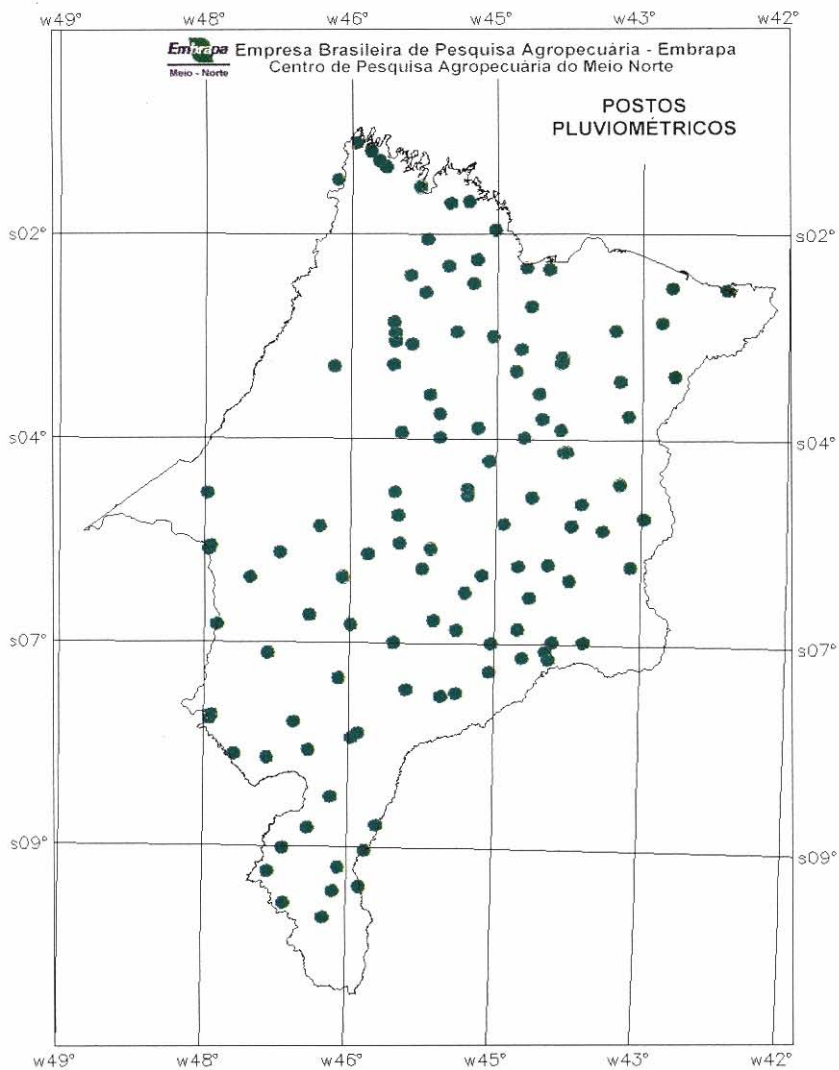


Fig. 1. Postos pluviométricos da Sudene no Estado do Maranhão.

## Zoneamento de aptidão agroclimática

Para identificação dos municípios com aptidão ao cultivo da mamoneira, seguiram-se as exigências agroclimáticas da cultura (Canecchio Filho, 1969; Távora, 1982; Silva, 1983; Weiss, 1983; Beltrão & Silva, 1999) e as recomendações de Amorim Neto et al. (2001b) definindo-se as seguintes classes de aptidão:

### a) Aptidão plena:

- Temperatura média do ar variando entre 20°C e 30°C.
- Precipitação igual ou superior a 500 mm no período chuvoso.
- Altitude entre 300 e 1500 m.

### b) Inaptidão:

- Temperatura média do ar inferior a 20°C e superior a 30°C.
- Precipitação inferior a 500 mm no período chuvoso.
- Altitude inferior a 300 m e superior a 1.500 m.

Todos os parâmetros foram geoespacializados usando-se o Sistema de Informação Geográfica - SIG - Spring (Camara et al., 1996), permitindo a geração dos mapas de temperatura média do ar, precipitação total no período chuvoso e altimetria. Adotou-se o seguinte procedimento: i) importação das amostras (valores de temperatura, precipitação e altimetria), no formato de modelo numérico de terreno – MNT; ii) análise exploratória dos dados; iii) geração dos semivariogramas; iv) ajustes dos semivariogramas aos modelos matemáticos; v) geração de grade retangular, por meio do procedimento de krigeagem ordinária; vi) recorte do plano de informação, usando-se como máscara o limite estadual; vii) fatiamento e associação em classes, com intervalos variáveis, de acordo com os limites inferior e superior estabelecidos para cada parâmetro; viii) tabulação cruzada entre os planos de informação (PI's) de temperatura, precipitação e altimetria versus a malha municipal do Estado, permitindo estimar, para cada município, a área (km<sup>2</sup>) e a porcentagem de ocorrência das diversas classes de aptidão. Para a tabulação cruzada dos planos de informação, usou-se a malha municipal do Estado (IBGE, 2001).

Quando a área de um determinado município apresentava duas ou mais classes de um dos parâmetros (temperatura, precipitação e altimetria), assumiu-se que prevalecia(m) a(s) classe(s) com área de abrangência maior ou igual a 20% da



área do município em questão. Ou seja, se em determinado município ocorressem as classes de altimetria  $\geq 300$  m e  $< 300$  m, com áreas de abrangência de 25%, para a classe  $\geq 300$  m e de 75%, para a classe  $< 300$  m, assumiu-se que prevalecia, no referido município, a classe de altimetria  $\geq 300$  m. Procedeu-se da mesma forma para todos os outros dois parâmetros. A utilização desse critério permitiu tornar os mapas de classificação climática mais homogêneos.

## Zoneamento de risco climático

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 a frutificação, cerca de 70 dias, ocorressem dentro do período chuvoso, e que durante a colheita a possibilidade de chuvas fosse menor (Amorim Neto et al., 2001b).

Para tanto, nos postos pluviométricos com período chuvoso mais curto (4 meses), foram estabelecidos os 2 meses iniciais como a época mais favorável ao plantio da mamoneira. Nos postos pluviométricos com período chuvoso de maior duração, estabeleceu-se o seguinte: a) para períodos chuvosos com duração de 5 meses – o período de semeadura correspondeu ao segundo e terceiro meses do período chuvoso; b) para períodos chuvosos com duração de 6 meses – o período de semeadura correspondeu ao terceiro e quarto meses do período chuvoso.

Em seguida, 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.

## **Indicações do Zoneamento de Aptidão Agroclimática e de Risco Climático**

As Fig. 2 a 4 mostram o comportamento dos parâmetros altimetria, temperatura média do ar e precipitação no período chuvoso no Estado do Maranhão. As maiores altitudes são encontradas na região sul do Estado, justamente nas áreas de influência das Chapadas do Extremo Sul Maranhense, no limite dos Estados do Piauí e Tocantins. Não houve variação na temperatura média anual do ar nas diferentes regiões do Estado, demonstrando que este elemento climático não é limitante para a cultura da mamona no Estado do Maranhão, conforme relatado por Amorim Neto et al. (2001b). Valores de precipitação total no período chuvoso superiores ou iguais a 500 mm ocorreram em todo o Estado, indicando que o elemento climático precipitação não é limitante à cultura da mamona no Maranhão.

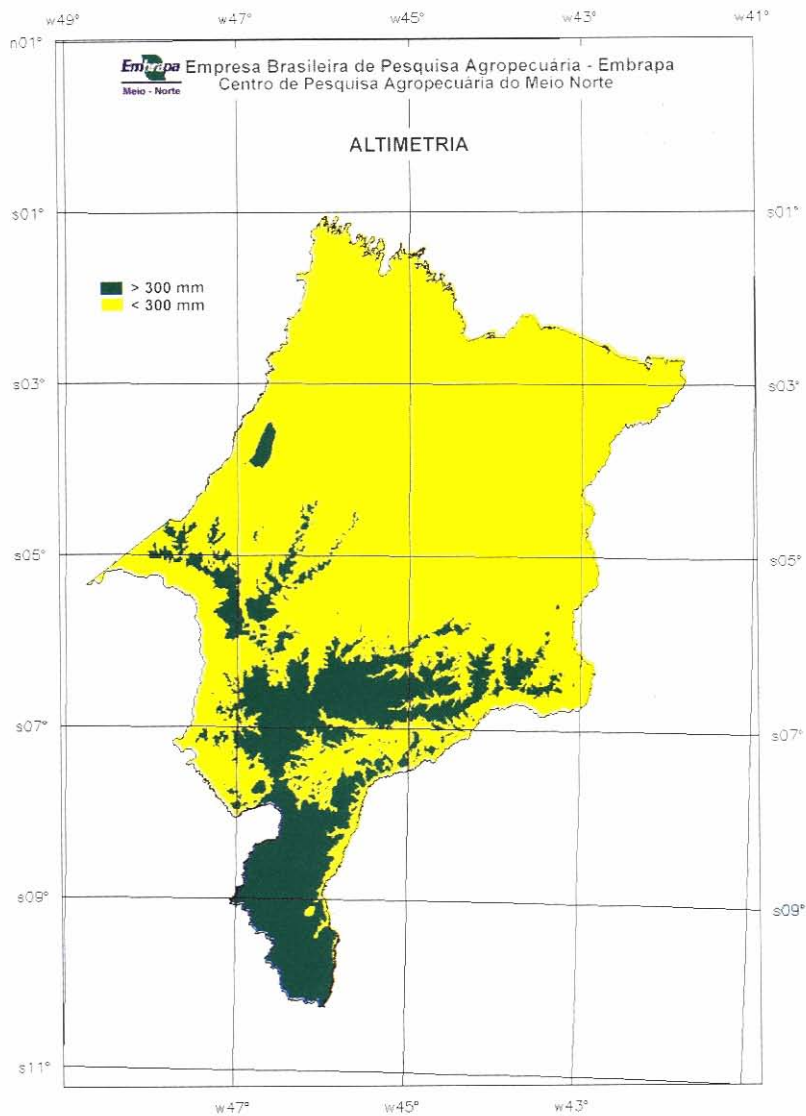


Fig. 2. Altimetria do Estado do Maranhão.

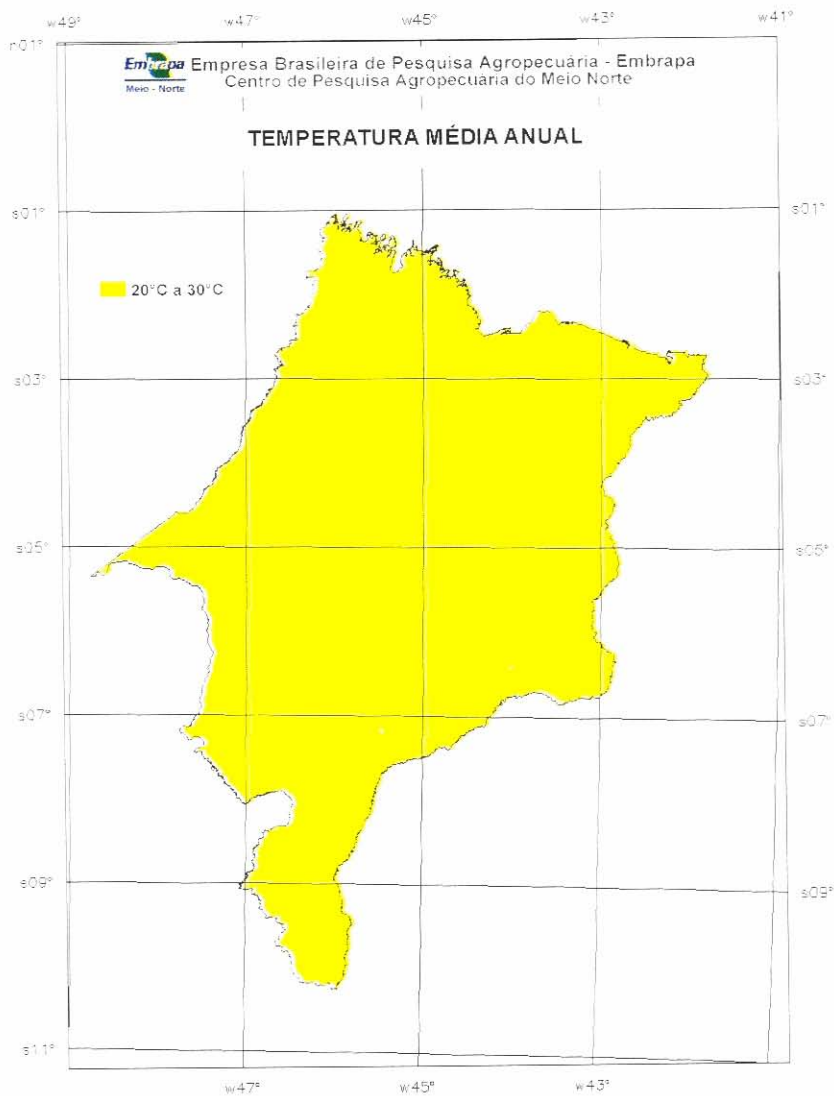


Fig. 3. Temperatura média anual do Estado do Maranhão.



Fig. 4. Precipitação total no período chuvoso do Estado do Maranhão.

## Zoneamento de aptidão agroclimática

Do cruzamento do mapa de altimetria com a malha municipal do Estado gerou-se o mapa de zoneamento agroclimático da cultura da mamona no Estado do Maranhão (Fig. 5). Do total de 217 municípios do Estado, 39 municípios foram considerados aptos ao cultivo da mamoneira e 178 municípios foram classificados como inaptos, correspondendo a 18,0% e 82,0% da área do Estado, respectivamente (Tabela 2). A quase totalidade dos municípios inaptos (178) localiza-se na região centro-norte do Estado, onde os valores de altitude são inferiores a 300 m (Fig. 2), embora a precipitação total no período chuvoso seja superior a 500 mm (Fig. 4). Na região sul do Estado, apenas oito Municípios (Campestre do Maranhão, Imperatriz, Lajeado Novo, Nova Iorque, Porto Franco, Ribamar Fiquene, São Pedro da Água Branca e Vila Nova dos Martírios) foram classificados como inaptos ao cultivo da mamoneira, justamente por apresentarem valores de altimetria inferiores a 300 m, em pelo menos, 20% da área desses municípios, apesar do total de precipitação no período chuvoso ultrapassar o limite estabelecido de 500 mm como adequado para a mamoneira.

O número e a porcentagem de municípios aptos ao cultivo da mamoneira superam bastante os 12 municípios indicados por Amorim Neto et al. (2001b) como aptos ao cultivo da mamoneira no Maranhão. Este comportamento é justificado por causa da melhor definição do parâmetro altitude, pela utilização de uma malha altimétrica do Estado, em uma escala de 920 x 920 m do terreno, em vez de utilizar apenas o valor de altitude dos postos pluviométricos. Na definição da aptidão agroclimática da mamoneira, não houve influência significativa do parâmetro precipitação total no período chuvoso, uma vez que, ao que parece, foi utilizado o mesmo banco de dados pluviométricos em ambos os estudos. Não se pode afirmar isso com certeza, já que Amorim Neto et al. (2001b) não relacionam os nomes dos postos e os períodos da série de dados utilizados.



Tabela 2. Aptidão agroclimática da cultura da mamona no Estado do Maranhão.

Município	Classes <sup>(1)</sup>		Município	Classes	
	P	I		P	I
Açailândia	X	-	Buriti Bravo	-	X
Afonso Cunha	-	X	Buriticupu	-	X
Água Doce do Maranhão	-	X	Buritirana	X	-
Alcântara	-	X	Cachoeira Grande	-	X
Aldeias Altas	-	X	Cajapió	-	X
Altamira do Maranhão	-	X	Cajari	-	X
Alto Alegre do Maranhão	-	X	Campestre do Maranhão	-	X
Alto Alegre do Pindaré	-	X	Cândido Mendes	-	X
Alto Parnaíba	X	-	Cantanhede	-	X
Amapá do Maranhão	-	X	Capinzal do Norte	-	X
Amarante do Maranhão	X	-	Carolina	X	-
Anajatuba	-	X	Carutapera	-	X
Anapurus	-	X	Caxias	-	X
Apicum-Açu	-	X	Cedral	-	X
Araguanã	-	X	Central do Maranhão	-	X
Araioses	-	X	Centro do Guilherme	-	X
Arame	-	X	Centro Novo do Maranhão	-	X
Arari	-	X	Chapadinha	-	X
Axixá	-	X	Cidelândia	X	-
Bacabal	-	X	Codó	-	X
Bacabeira	-	X	Coelho Neto	-	X
Bacuri	-	X	Colinas	X	-
Bacurituba	-	X	Conceição do Lago-Açu	-	X
Balsas	X	-	Coroatá	-	X
Barão de Grajaú	-	X	Cururupu	-	X
Barra do Corda	-	X	Davinópolis	X	-
Barreirinhas	-	X	Dom Pedro	-	X
Belágua	-	X	Duque Bacelar	-	X
Bela Vista do Maranhão	-	X	Esperantinópolis	-	X
Benedito Leite	X	-	Estreito	X	-
Bequimão	-	X	Feira Nova do Maranhão	X	-
Bernardo do Mearim	-	X	Fernando Falcão	X	-
Boa Vista do Gurupi	-	X	Formosa da Serra Negra	X	-
Bom Jardim	-	X	Fortaleza dos Nogueiras	X	-
Bom Jesus das Selvas	-	X	Fortuna	-	X
Bom Lugar	-	X	Godofredo Viana	-	X
Brejo	-	X	Gonçalves Dias	-	X
Brejo de Areia	-	X	Governador Archer	-	X
Buriti	-	X	Governador Edison Lobão	X	-

<sup>(1)</sup>Classes: P – Aptidão plena; I – Inaptidão.

Tabela 2. Continuação.

Município	Classes		Município	Classes	
	P	I		P	I
Governador Eugênio Barros	-	X	Miranda do Norte	-	X
Governador Luiz Rocha	-	X	Mirinzal	-	X
Governador Newton Bello	-	X	Monção	-	X
Governador Nunes Freire	-	X	Montes Altos	X	-
Graça Aranha	-	X	Morros	-	X
Grajaú	-	X	Nina Rodrigues	-	X
Guimarães	-	X	Nova Colinas	X	-
Humberto de Campos	-	X	Nova Iorque	-	X
Icatu	-	X	Nova Olinda do Maranhão	-	X
Igarapé do Meio	-	X	Olho d'Água das Cunhãs	-	X
Igarapé Grande	-	X	Olinda Nova do Maranhão	-	X
Imperatriz	-	X	Paço do Lumiar	-	X
Itaipava do Grajaú	-	X	Palmeirândia	-	X
Itapecuru Mirim	-	X	Paraibano	X	-
Itinga do Maranhão	-	X	Parnarama	-	X
Jatobá	-	X	Passagem Franca	X	-
Jenipapo dos Vieiras	-	X	Pastos Bons	X	-
João Lisboa	X	-	Paulino Neves	-	X
Joselândia	-	X	Paulo Ramos	-	X
Junco do Maranhão	-	X	Pedreiras	-	X
Lago da Pedra	-	X	Pedro do Rosário	-	X
Lago do Junco	-	X	Penalva	-	X
Lago Verde	-	X	Peri Mirim	-	X
Lagoa do Mato	X	-	Peritoró	-	X
Lagoa dos Rodrigues	-	X	Pindaré-Mirim	-	X
Lagoa Grande do Maranhão	-	X	Pinheiro	-	X
Lajeado Novo	-	X	Pio XII	-	X
Lima Campos	-	X	Pirapemas	-	X
Loreto	X	-	Poção de Pedras	-	X
Luís Domingues	-	X	Porto Franco	-	X
Magalhães de Almeida	-	X	Porto Rico do Maranhão	-	X
Maracaçumé	-	X	Presidente Dutra	-	X
Marajá do Sena	-	X	Presidente Juscelino	-	X
Maranhãozinho	-	X	Presidente Médici	-	X
Mata Roma	-	X	Presidente Sarney	-	X
Matinha	-	X	Presidente Vargas	-	X
Matões	-	X	Primeira Cruz	-	X
Matões do Norte	-	X	Raposa	-	X
Milagres do Maranhão	-	X	Riachão	X	-
Mirador	X	-	Ribamar Fiquene	-	X

Continua...



Tabela 2. Continuação.

Município	Classes		Município	Classes	
	P	I		P	I
Rosário	-	X	São Pedro da Água Branca	-	X
Sambaíba	X	-	São Pedro dos Crentes	X	-
Santa Filomena do Maranhão	-	X	São R. das Mangabeiras	X	-
Santa Helena	-	X	São R. do Doca Bezerra	-	X
Santa Inês	-	X	São Roberto	-	X
Santa Luzia	-	X	São Vicente Ferrer	-	X
Santa Luzia do Paruá	-	X	Satubinha	-	X
Santa Quitéria do Maranhão	-	X	Senador Alexandre Costa	-	X
Santa Rita	-	X	Senador La Rocque	X	-
Santana do Maranhão	-	X	Serrano do Maranhão	-	X
Santo Amaro do Maranhão	-	X	Sítio Novo	X	-
Santo Antônio dos Lopes	-	X	Sucupira do Norte	X	-
São Benedito do Rio Preto	-	X	Sucupira do Riachão	X	-
São Bento	-	X	Tasso Fragoso	X	-
São Bernardo	-	X	Timbiras	-	X
São Domingos do Azeitão	X	-	Timon	-	X
São Domingos do Maranhão	-	X	Trizidela do Vale	-	X
São Félix de Balsas	X	-	Tufilândia	-	X
São Francisco do Brejão	X	-	Tuntum	-	X
São Francisco do Maranhão	-	X	Turiaçu	-	X
São João Batista	-	X	Turilândia	-	X
São João do Carú	-	X	Tutóia	-	X
São João do Paraíso	X	-	Urbano Santos	-	X
São João do Soter	-	X	Vargem Grande	-	X
São João dos Patos	X	-	Viana	-	X
São José de Ribamar	-	X	Vila Nova dos Martírios	-	X
São José dos Basílios	-	X	Vitória do Mearim	-	X
São Luís	-	X	Vitorino Freire	-	X
São Luís Gonzaga do Maranhão	-	X	Zé Doca	-	X
São Mateus do Maranhão	-	X			
<b>Total</b> .....				<b>39,0</b>	<b>178,0</b>
<b>Área do Estado (%)</b> .....				<b>18,0</b>	<b>82,0</b>

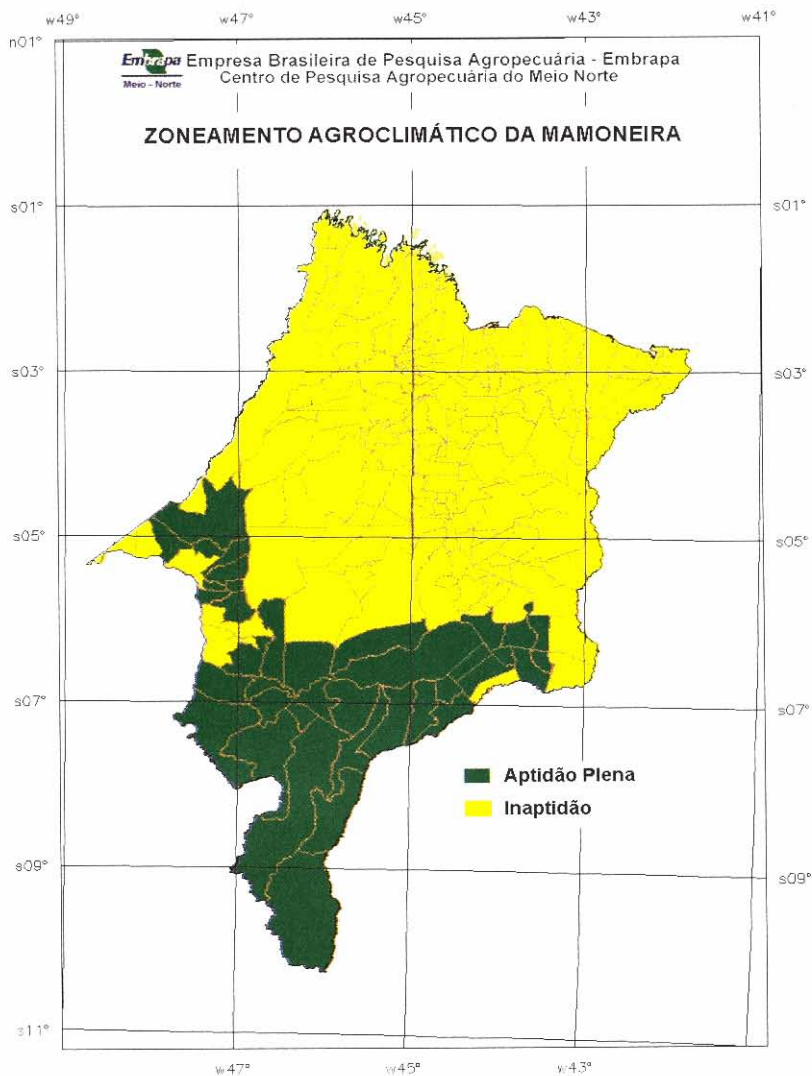


Fig. 5. Aptidão agroclimática da mamoneira no Estado do Maranhão.

## Zoneamento de risco climático

Os períodos de semeadura com menores riscos climáticos para a cultura da mamona no Estado do Maranhão encontram-se na Fig. 6. Ocorreram duas classes de épocas de semeadura nas áreas que apresentaram aptidão agroclimática ao cultivo da mamoneira, quais sejam: dezembro – janeiro e janeiro – fevereiro. Os períodos de semeadura com menores riscos iniciam-se em dezembro, na região sul do Estado, contrapondo-se à recomendação de Amorim Neto et al. (2001b), que estabelece o início do período de semeadura em novembro, para essa mesma região.

Conforme a definição de período chuvoso utilizado nesse estudo, verificou-se que, para todos os postos pluviométricos existentes na região sul do Maranhão, o início do período chuvoso ocorre no mês de novembro. Portanto, é extremamente temeroso recomendar-se o início do período de semeadura de forma coincidente com o início do período chuvoso na região, sem garantir qualquer margem de segurança. Por outro lado, a metodologia usada, no presente estudo, assegura um maior grau de segurança na recomendação, já que ocorre uma diferenciação na indicação do período de semeadura em função da duração do período chuvoso em cada posto pluviométrico.

Houve predomínio da época de semeadura de dezembro – janeiro e janeiro – fevereiro em praticamente toda a área do Estado, com ocorrência na região sul e centro-sul, respectivamente. Na região centro-norte, houve, também, predominância da época de semeadura de janeiro – fevereiro. Porém, não houve indicação de municípios aptos ao cultivo da mamoneira nessa região, devido ao parâmetro altitude ficar abaixo do limite estabelecido de 300 m (Fig. 2). Esse comportamento é uma consequência da variação sazonal das chuvas no Estado, que se deslocam da região sul em direção a norte, à medida que o período chuvoso vai se transcorrendo no Estado (Rede..., 2004).

Os municípios aptos ao cultivo da mamoneira e suas respectivas épocas de semeadura com os menores riscos climáticos são apresentados na Tabela 3. Para os municípios considerados aptos ao cultivo da mamoneira, constatam-se que em alguns deles houve mudanças no período ótimo para semeadura indicado por Amorim Neto et al. (2001b), devido, principalmente, às diferenças metodológicas adotadas nesses estudos para essa definição. Amorim Neto et al. (2001b) usaram informações pontuais oriundas dos postos pluviométricos e, quando necessário, as extrapolou para os municípios mais próximos. No presente estudo, procedeu-se a geoespacialização dessa informação, cruzando-a com a malha municipal do Estado. Desta forma, com base no limite de corte estabelecido (20% da área do município), foi possível extrapolar esta informação de forma mais adequada, levando-se em conta as técnicas geostatísticas empregadas.

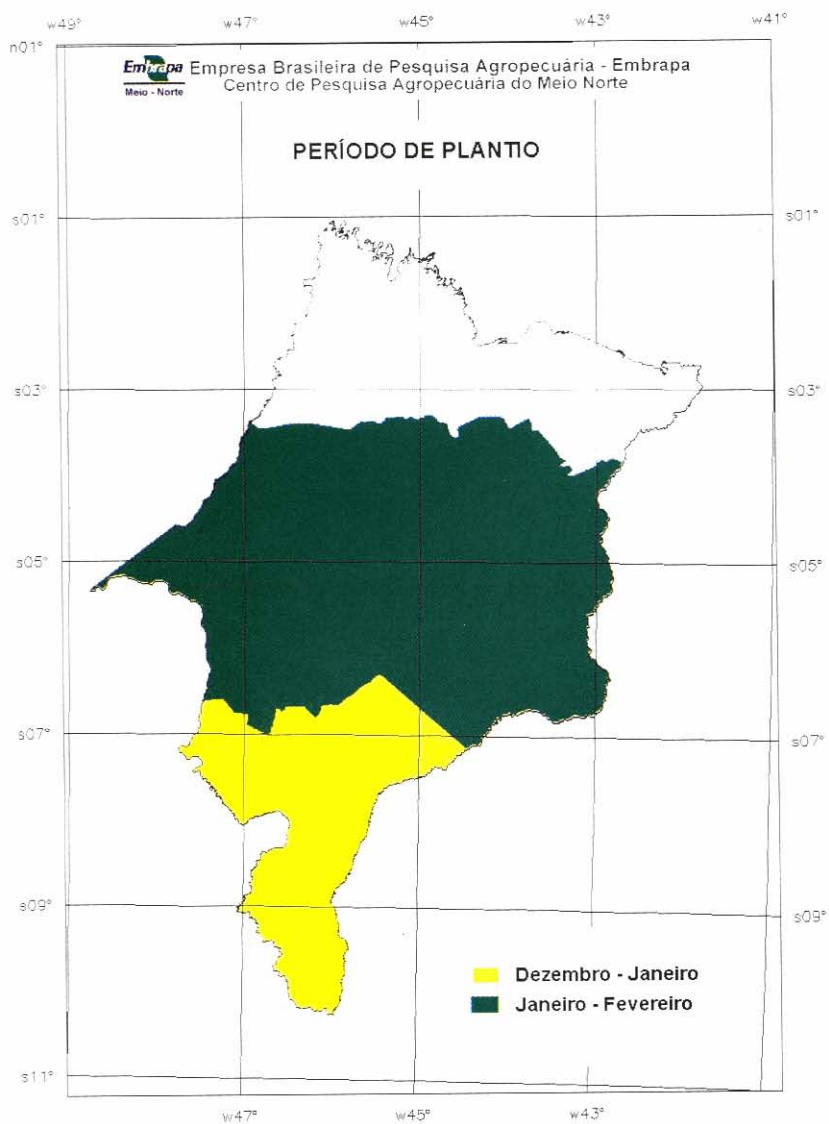


Fig. 6. Período de semeadura da mamoneira no Estado do Maranhão.

**Tabela 3.** Períodos de semeadura indicados para os municípios com aptidão plena ao cultivo da mamoneira no Estado do Maranhão.

Município	Período de plantio		Município	Período de plantio	
	Início	Final		Início	Final
Açailândia	Janeiro	Fevereiro	Montes Altos	Janeiro	Fevereiro
Alto Parnaíba	Dezembro	Janeiro	Nova Colinas	Dezembro	Janeiro
Amarante do Maranhão	Janeiro	Fevereiro	Paraibano	Janeiro	Fevereiro
Balsas	Dezembro	Janeiro	Passagem Franca	Janeiro	Fevereiro
Benedito Leite	Janeiro	Fevereiro	Pastos Bons	Janeiro	Fevereiro
Buritirana	Janeiro	Fevereiro	Riachão	Dezembro	Janeiro
Carolina	Dezembro	Janeiro	Sambaíba	Dezembro	Janeiro
Cidelândia	Janeiro	Fevereiro	São Domingos do Azeitão	Janeiro	Fevereiro
Colinas	Janeiro	Fevereiro	São Félix de Balsas	Dezembro	Janeiro
Davinópolis	Janeiro	Fevereiro	São Francisco do Brejão	Janeiro	Fevereiro
Estreito	Dezembro	Janeiro	São João do Paraíso	Janeiro	Fevereiro
Feira Nova do Maranhão	Dezembro	Janeiro	São João dos Patos	Janeiro	Fevereiro
Fernando Falcão	Janeiro	Fevereiro	São Pedro dos Crentes	Janeiro	Fevereiro
Formosa da Serra Negra	Janeiro	Fevereiro	S. R. das Mangabeiras	Dezembro	Janeiro
Fortaleza dos Nogueiras	Dezembro	Janeiro	Senador La Rocque	Janeiro	Fevereiro
Gov. Edison Lobão	Janeiro	Fevereiro	Sítio Novo	Janeiro	Fevereiro
João Lisboa	Janeiro	Fevereiro	Sucupira do Norte	Janeiro	Fevereiro
Lagoa do Mato	Janeiro	Fevereiro	Sucupira do Riachão	Janeiro	Fevereiro
Loreto	Dezembro	Janeiro	Tasso Fragoso	Dezembro	Janeiro
Mirador	Janeiro	Fevereiro			

## Conclusões

Com base nos critérios precipitação no período chuvoso superior a 500 mm, temperatura média do ar entre 20<sup>o</sup>C e 30<sup>o</sup>C e altitude entre 300 e 1.500 m, 39 municípios do Estado do Maranhão apresentam aptidão plena para o cultivo da mamoneira em condições de sequeiro.

Quanto à indicação das épocas de semeadura com menores riscos climáticos, houve predomínio dos períodos de dezembro a janeiro e de janeiro a fevereiro em, praticamente, todo o Estado, os quais ocorrem nas regiões sul e central, respectivamente.

## Referências Bibliográficas

- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. De; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001a. p. 63-76.
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAUJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 551-556, 2001b.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. de M.; MOREIRA, J. de A. N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 52 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 25).
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p. 7, ago. 1999.
- CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. **Computers and Graphics**, Great Britain, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

- CANECCHIO FILHO, V. Mamona: quanto mais calor melhor. **Guia Rural**, São Paulo, p. 176-179, 1968/1969.
- CANVIN, D. T. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, Canada, v. 43, p. 63-69, 1965.
- IBGE. Banco de Dados Agregados (SIDRA). **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp>. Acesso em: 3 nov. 2004.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil, 2001**. Rio de Janeiro: DGC/DECAR, 2001. 1 CD-ROM.
- MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Atlas do Maranhão**. São Luis: UEMA–Laboratório de Geoprocessamento, 2002. 44 p.
- MELO, F. de B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, P. H. S. da. **Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) no Semi-Árido**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 89 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 74).
- REDE NACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA (RNA). **Mapas mensais de precipitação do Estado do Maranhão**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/rna>. Acesso em: 3 nov. 2004.
- SILVA, A. da. **Mamona: potencialidades agroindustriais do Nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE–ADR, 1983. 154 p.
- SUDENE (Recife, PE). **Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Estado do Maranhão**. Recife, 1990. 103 p. (SUDENE. Pluviometria, 1).
- TÁVORA, F. J. A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.
- WEISS, E. A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. 659 p



# Patrocínio

---



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

