

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 37

ISSN 1679-6543
Agosto, 2008

Zoneamento de Riscos Climáticos para a Cultura do Gergelim no Estado do Ceará



ISSN 1679-6543

Agosto, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 31

Zoneamento de Riscos Climáticos para a Cultura do Gergelim no Estado do Ceará

*Madson Tavares Silva
Gabriel Castro Farias
Laíse Ferreira de Araújo
Sérgio César de França Fuck Júnior
José Americo Bordini do Amaral*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *João Paulo Saraiva Morais, Jorge Anderson Guimarães,
Antonio Calixto Lima, José Americo Bordini do Amaral,
Diva Correia, Ana Fátima Costa Pinto*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisão de texto: *Ana Fátima Costa Pinto*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Guilherme Filho/Secom-MT, 2006*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2008): *on line*

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 Agroindústria Tropical**

Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do gergelim no Estado do Ceará./ Madson Tavares Silva... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

23 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 31).

ISSN 1679-6543

1. *Sesamum indicum* L. 2. Planta oleaginosa. I. Silva, Madson Tavares. II. Farias, Gabriel Castro. III. Araújo, Laíse Ferreira de. IV. Fuck Júnior, Sérgio César de França. V. Amaral, José Americo Bordini do. VI. Série.

CDD 633.85

© Embrapa 2008

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	15
Conclusões	21
Referências	22

Zoneamento de Riscos Climáticos para a Cultura do Gergelim no Estado do Ceará

Madson Tavares Silva¹

Gabriel Castro Farias³

Laise Ferreira de Araújo²

Sérgio César de França Fuck Júnior⁴

José Americo Bordini do Amaral⁵

Resumo

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), tolerante à seca e apto para o cultivo em zonas áridas e semi-áridas, é um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas, características que o transformam em excelente opção de diversificação agrícola para o Nordeste brasileiro, com grande potencial econômico nos mercados nacional e internacional. O objetivo deste trabalho foi identificar, por meio de técnicas de geoprocessamento, as áreas do Estado do Ceará com aptidão para a exploração dessa oleaginosa e estabelecer épocas adequadas de plantio. Foram observadas as condições edafoclimáticas relativas à quantidade de água no solo e à precipitação pluvial, e considerado suficiente o período chuvoso para as necessidades hídricas da cultura de acordo com as características da planta, quanto ao ciclo médio da cultura (90 a 100 dias e estágio vegetativo, em média, de 50 dias), bem como ao período crítico de carência de água no solo e a colheita no período de

¹Aluno do Curso de Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); ex-estagiário da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. E-mail: madson_tavares@hotmail.com

²Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará (UFC); estagiário da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici, CEP 60511-110 Fortaleza, CE.

³Aluna do Curso de Graduação em Agronomia (UFC); estagiária da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

⁴Geógrafo, M. Sc., Analista da Embrapa Agroindústria Tropical, sergiofuck@cnpat.embrapa.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Ph. D., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, bordini@cnpat.embrapa.br

estiagem. Identificaram-se, entre os 184 municípios do Estado do Ceará, 136 municípios aptos para o cultivo do gergelim, com épocas ideais de plantio variando entre os meses de janeiro a fevereiro.

Termos para indexação: *Sesamum indicum* L., precipitação pluvial, Nordeste brasileiro.

Climate Risk Zoning to Sesame Crop in the Ceará State (Brazil)

Abstract

The sesame crop (*Sesamum indicum* L.), show tolerance to drought and aptitude for arid and semiarid regions, these are excellent characteristics for the Brazilian Northeast agriculture with high economic potential to national and international markets due to its high oil and protein nutritional value. The objective of this paper was to identify, by the use of geoprocessing (GIS) techniques, areas of the Ceará State with capability for sesame oilseeds exploitation and to establish its adequate crop sowing times. For in such a way, soil type and local climatic conditions had been observed; meteoric rain and soil water amount, being rainy period considered for crop water needs, to sesame crop average phenological cycle from 90 to 100 days and production vegetative period about 50 days, as well as the critical period of lack of water in the soil and harvest during the dry season. Were identified 136 from 184 counties of the Ceará State capable for the sesame crop exploitation, with adequate sowing times from January to February.

Index terms: *Sesamum indicum* L., meteoric rain, Brazilian Northeast.

Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das mais antigas plantas oleaginosas usadas pela humanidade, existindo achados arqueológicos remanescentes do subcontinente Indiano datados de 5.000 AC. Na América do Sul, foi introduzida no Nordeste do Brasil pelos portugueses no século 16, sendo plantada tradicionalmente para consumo local, em quintais (BELTRÃO e VIEIRA, 2001 BAHIA, 2000). Sua exploração comercial no Nordeste teve início apenas em 1986, "... por fomento e pesquisa com a cultura nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba..." (BAHIA, 2000), após a drástica redução do cultivo do algodão, embora venha ocorrendo na Região Centro-Sul do País, especialmente no Estado de São Paulo, há mais de 60 anos, para atender ao segmento agroindustrial oleaginoso e de alimentos *in natura* (ARRIEL et al., 2007).

Por ser um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas, e seus grãos encontrarem diversas aplicações na indústria farmacêutica, cosmética e óleo-química, o gergelim (ou sésamo) vem despertando nos últimos anos o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável (EMBRAPA ALGODÃO, 2003). Segundo Beltrão e Vieira (2001):

"Sua ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas dos países de clima quente, bom nível de resistência à seca e facilidade de cultivo tornam a cultura [do gergelim] uma excelente opção para diversificação agrícola e com grande potencial econômico, tendo em vista as boas perspectivas dos mercados nacional e internacional, pois suas sementes contêm em média 50% de óleo de elevada qualidade com aplicações que se encontram em plena ascensão, devido ao aumento da quantidade de produtos industrializáveis para o consumo, que tem crescido em torno de 15% ao ano, gerando demanda do produto in natura e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta".

A torta de gergelim, subproduto da extração do óleo, pode ser destinada, sem quaisquer restrições, à alimentação humana e animal. Em virtude da sua tolerância à seca e facilidade de cultivo, apresenta alto potencial agrônômico, podendo ser usado em rotação e sucessão de culturas ou consorciado com o algodão, funcionando também como cultura-armadilha para a mosca-branca e para controle de formigas cortadeiras. É uma cultura que se insere tanto nos tradicionais sistemas de cultivo, como na agricultura sustentável e orgânica (ARRIEL et al., 2007).

Segundo Arriel et al. (2007), o gergelim é uma planta anual ou perene, de altura variável (0,5 a 3 m), caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo, e apresenta sistema radicular pivotante. As folhas apresentam-se alternadas ou opostas; as da parte inferior da planta adulta são mais largas, irregularmente dentadas ou lobadas, enquanto as da parte superior são lanceoladas. As flores são completas e axilares, em número de 1 a 3 por axila foliar. O fruto é uma cápsula alongada, pilosa, deiscente ou indeiscente, de tamanho variando de 2 a 8 cm, dependendo da variedade. As sementes são pequenas; 1.000 sementes pesam de dois a quatro gramas, dependendo da cultivar e do ambiente. A cor das sementes varia de branca a preta.

Atualmente, o gergelim é cultivado em 71 países, especialmente na Ásia e na África. O Japão usa a semente de gergelim como alimento medicinal, constituindo-se em um dos principais países importadores, seguido da China. Aproximadamente, 70% das sementes produzidas no mundo são processadas para obtenção de óleo e produtos alimentícios (EMBRAPA ALGODÃO, 2003).

A produção mundial está estimada em 3,16 milhões de toneladas, obtidas em 6,56 milhões de hectares, com uma produtividade média de 481,40 kg/ha. A Índia e Myanmar são responsáveis por 49% da produção mundial. O Brasil é um pequeno produtor, com 15 mil toneladas produzidas em 25 mil hectares e rendimento em torno de 600,0 kg/ha. No Brasil, além do cultivo tradicional na maioria dos Estados nordestinos, o gergelim é cultivado em São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais

e Goiás (maior produtor). Em 2003, o preço no mercado internacional para sementes foi em torno de U\$ 679,00 por tonelada de sementes, enquanto o preço médio do óleo extraído com solventes foi de U\$ 2.190,00/t (EMBRAPA ALGODÃO, 2003).

Materiais e Métodos

Situando-se entre os meridianos $41^{\circ} 25' 42''$ e $37^{\circ} 14' 54''$ de longitude oeste e os paralelos $2^{\circ} 46' 24''$ e $7^{\circ} 52' 55''$ de latitude sul, o Estado do Ceará limita-se ao Norte com o oceano Atlântico; ao Sul com o Estado de Pernambuco; a Oeste com o Estado do Piauí; e a Leste com os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. A Fig. 1 ilustra a 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

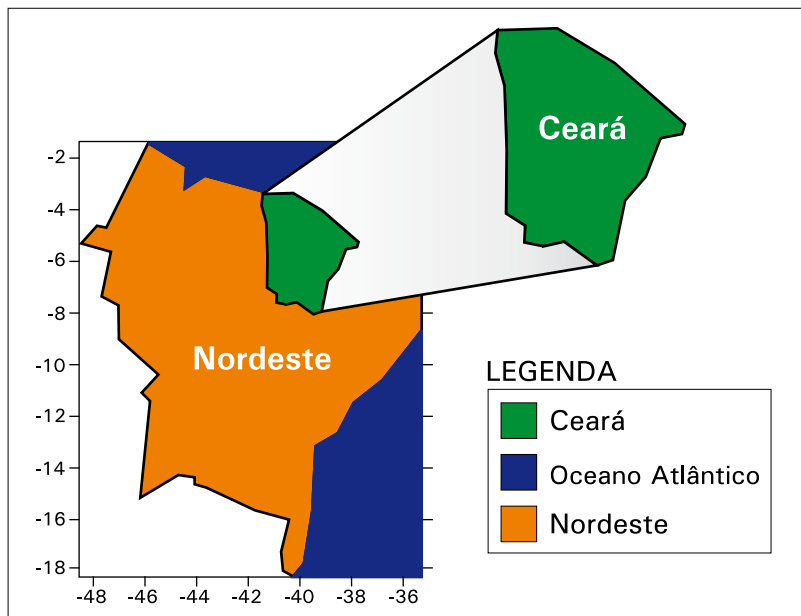


Fig. 1. Localização da área em estudo.

Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos, o software SARRAZON (BARON et al., 1996), em seguida, 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 um período mínimo de 25 anos em estações pluviométricas disponíveis no Estado do Ceará. Os dados de precipitação utilizados pertencem ao Banco de Dados Hidrometeorológicos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), publicados na série “Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Ceará” (SUDENE, 1990).

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

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

em que:

$$A = 0,732 - 0,05 ET_m;$$

$$B = 4,97 ET_m - 0,66 ET_m^2;$$

$$C = 8,57 ET_m - 1,56 ET_m^2;$$

$$D = 4,35 ET_m - 0,88 ET_m^2; e$$

$$HR = \text{umidade do solo.}$$

Evapotranspiração máxima (ET_m) – Foi estimada pela equação (2), conforme Doorenbos e Kassam (1994).

$$ET_m = ET_p \times K_c \quad (2)$$

ET_p – evapotranspiração potencial (mm dia⁻¹);

K_c – coeficiente de cultura.

Coefficientes 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 pela Doorenbos e Kassam (1994). Equação (3)

$$Kc = ETc / ETo \quad (3)$$

Evapotranspiração potencial – Foi estimada pela equação de Penman (1963) e calculada para cada dez dias do ano, gerando 36 dados de evapotranspiração, conforme a equação (4)

$$ETp = \{ [s/(s + \gamma)] Rn + [\gamma / (s + \gamma)] Ea \} \quad (4)$$

sendo:

ETp – evapotranspiração estimada (mm dia⁻¹);

Rn – saldo de radiação convertido em (mm dia⁻¹) de evaporação equivalente;

Ea – termo aerodinâmica (mm dia⁻¹);

γ – constante psicométrica = (0,66 mb/°C); e

s – tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água (mb/°C).

Ciclo das cultivares – A cultivar utilizada foi a “CNPA G4”, com ciclo de 90 a 100 dias. Apresenta haste de cor verde, ausência de pêlos nas folhas e nas hastes, crescimento ramificado, sementes de cor creme, predominantemente um fruto por axila foliar, teor de óleo da semente entre 48 e 50%, e 1.000 sementes pesam, em média, de 2 a 4 gramas (EMBRAPA ALGODÃO, 2000).

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)

$$CAD = [(CC - PMP) / (10 Ds h)] \quad (5)$$

em que:

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

CC – Capacidade de campo (%);

PMP – Ponto de murchamento permanente (%);

Ds – Densidade do solo (g cm^{-3}); e

h – Profundidade da camada do solo (cm).

Foram estabelecidas duas classes de CAD:

- Tipo 2 - média capacidade de armazenamento de água (CAD = 30 mm); solos de textura média;
- Tipo 3 - alta capacidade de armazenamento de água (CAD = 40 mm); solos de textura argilosa.

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 oleaginosa 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 nessa 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 ($ISNA > 0,45$), 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's, conforme Steinmetz et al. (1985):

- $ISNA > 0,45$ – baixo risco climático para cultura do gergelim de sequeiro;

- $0,35 \leq ISNA \leq 0,45$ – risco climático médio para cultura do gergelim de sequeiro;
- $ISNA < 0,35$ – alto risco climático para cultura do gergelim de sequeiro.

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 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); e, por último, a articulação com a malha municipal estadual¹, onde foram considerados aptos ao plantio (nas datas indicadas) os municípios com mais de 20% do território com condições edafoclimáticas favoráveis e mais de 60% com condições intermediárias, concomitantemente. Por se tratar de 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 resultado linear.

Resultados e Discussão

Nas Figuras 2 e 3, que se referem ao mapa do Ceará com plantio de gergelim no início de dezembro, observa-se que a maior parte do Estado apresenta condição de médio a alto risco climático, em razão, principalmente, do baixo índice pluviométrico característico da região nessa época.

¹Optou-se, neste trabalho, por mostrar apenas o território estadual como um todo (sem a malha municipal), visando facilitar a visualização das espacializações.

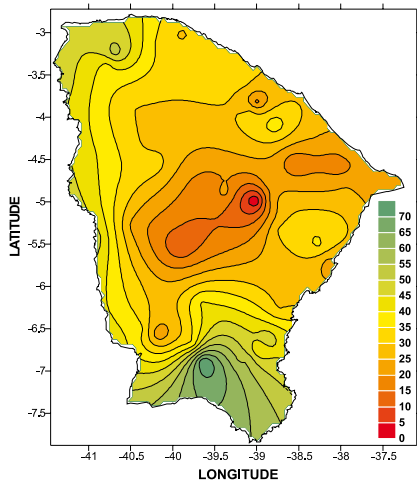


Fig. 2. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 5 de dezembro.

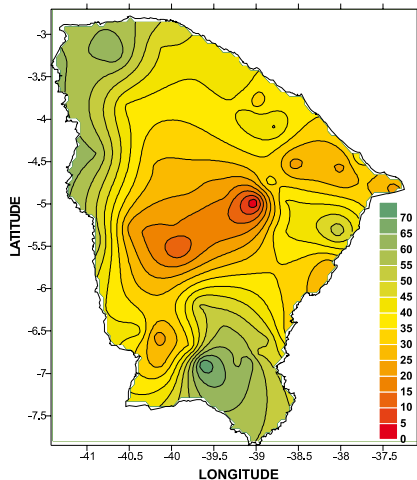


Fig. 3. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 15 de dezembro.

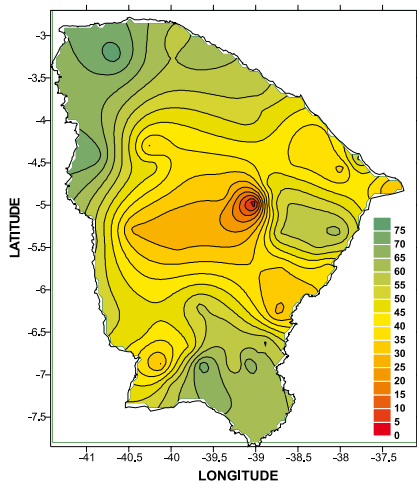


Fig. 4. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 25 de dezembro.

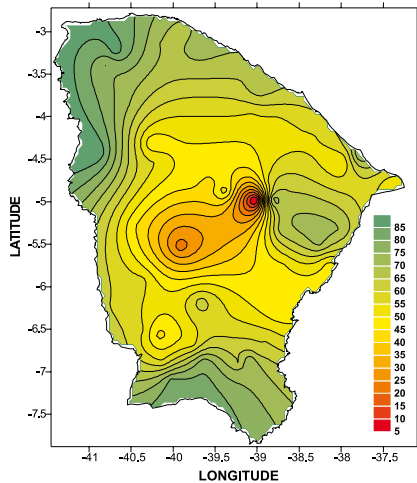


Fig. 5. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 5 de janeiro.

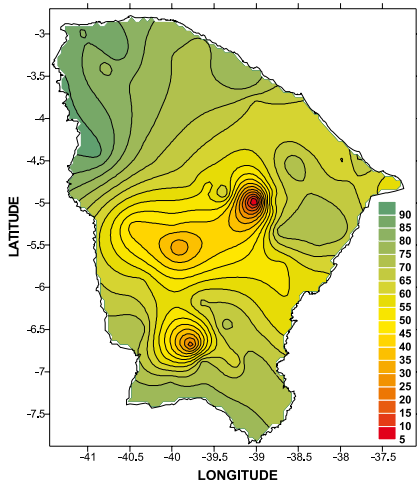


Fig. 6. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 15 de janeiro.

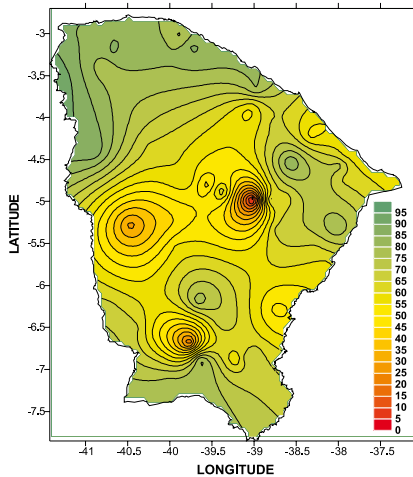


Fig. 7. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 25 de janeiro.

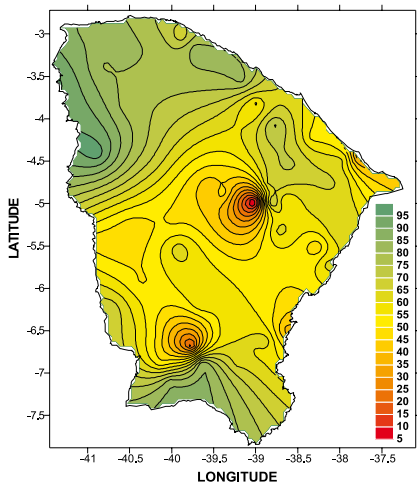


Fig. 8. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 5 de fevereiro.

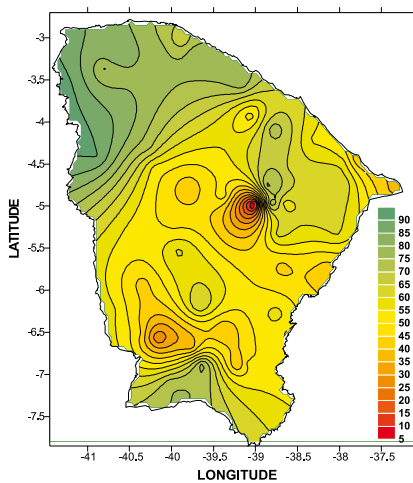


Fig. 9. Espacialização do ISNA, no Estado do Ceará, para plantio do gergelim de sequeiro em 15 de fevereiro.

A partir do plantio no final de dezembro (Fig. 4), já diminui consideravelmente o risco climático para a cultura em boa parte do Estado. No vale do Rio Jaguaribe, por exemplo, onde está localizado, dentre outros, o Município de Morada Nova (Lat. 05° 06' S, Long. 38° 22' W), o risco climático é baixo (até meados de fevereiro).

Para o plantio em meados de janeiro (Figuras 6 e 7), as situações de risco climático ficam menos comprometidas, apresentando maior número de regiões com baixo risco climático (comparativamente aos demais períodos).

Para a Região Centro-Norte do Estado, onde se localiza, dentre outros, o Município de Santa Quitéria (Lat. 04° 19' S, Long. 40° 09' W), o plantio até 05/01 (Fig. 5) apresenta condições de médio risco climático. Logo após alguns dias, no entanto, para plantio a partir de 15/01 (Figura 6, abaixo), as condições são de baixo risco climático. Portanto, observa-se que, em algumas regiões do Estado do Ceará, ocorre grande variabilidade na distribuição pluvial (no espaço e no tempo).

Para o Litoral Norte do Estado, onde se situa, dentre outros, o Município de Camocim (Lat. 02° 54' S, Long. 40° 50' W), as Figuras 4 a 9 retratam o baixo risco climático da região para o plantio a partir do final de dezembro, pelo fato da proximidade com a umidade trazida pelo oceano Atlântico, fazendo com que o índice pluvial de Leste a Oeste tenha pequena variação ao longo do período analisado (que também conta com o início de atuação da ZCIT²).

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. Na Tabela 1, estão listados os municípios do Estado do Ceará aptos ao cultivo do gergelim (suprimidos todos os outros onde a cultura não é recomendada).

²Zona de Convergência Intertropical, principal sistema causador de chuvas no Nordeste setentrional (verão e outono).

Tabela 1. Municípios e períodos favoráveis ao plantio do gergelim no Estado do Ceará.

Município	Época de Semeadura	Município	Época de Semeadura
Abaiara	11/01 a 20/02	Crateús	21/01 a 28/02
Acopiara	11/01 a 20/02	Crato	11/01 a 20/02
Aiuaba	11/01 a 20/02	Croatá	21/01 a 28/02
Alcântaras	11/01 a 20/02	Dep. Irapuan Pinheiro	11/01 a 20/02
Altaneira	11/01 a 20/02	Ererê	11/01 a 20/02
Alto Santo	21/01 a 28/02	Eusébio	21/01 a 28/02
Antonina do Norte	11/01 a 20/02	Farias Brito	11/01 a 20/02
Apuiarés	21/01 a 28/02	Forquilha	21/01 a 28/02
Aracoiaba	21/01 a 28/02	Frecheirinha	11/01 a 20/02
Ararenda	21/01 a 28/02	General Sampaio	21/01 a 28/02
Araripe	11/01 a 20/02	Graça	11/01 a 20/02
Aratuba	21/01 a 28/02	Granjeiro	11/01 a 20/02
Arneiroz	11/01 a 20/02	Groaíras	21/01 a 28/02
Assaré	11/01 a 20/02	Guaraciaba do Norte	11/01 a 20/02
Aurora	11/01 a 20/02	Guaramiranga	21/01 a 28/02
Baixio	11/01 a 20/02	Hidrolândia	21/01 a 28/02
Banabuiú	21/01 a 28/02	Ibaretama	21/01 a 28/02
Barbalha	11/01 a 20/02	Ibiapina	21/01 a 28/02
Barro	11/01 a 20/02	Ibicuitinga	21/01 a 28/02
Baturité	21/01 a 28/02	Icó	11/01 a 20/02
Boa Viagem	21/01 a 28/02	Iguatu	11/01 a 20/02
Brejo Santo	11/01 a 20/02	Independência	21/01 a 28/02
Campos Sales	11/01 a 20/02	Ipaporanga	21/01 a 28/02
Canindé	21/01 a 28/02	Ipauimirim	11/01 a 20/02
Capistrano	21/01 a 28/02	Ipu	21/01 a 28/02
Caridade	21/01 a 28/02	Ipueiras	21/01 a 28/02
Cariré	21/01 a 28/02	Iracema	21/01 a 28/02
Cariariçu	11/01 a 20/02	Irauçuba	21/01 a 28/02
Cariús	11/01 a 20/02	Itapajé	21/01 a 28/02
Carnaubal	11/01 a 20/02	Itapipoca	11/01 a 20/02
Catarina	11/01 a 20/02	Itapiúna	21/01 a 28/02
Catunda	21/01 a 28/02	Itatira	21/01 a 28/02
Cedro	11/01 a 20/02	Jaguaretama	21/01 a 28/02
Choró	21/01 a 28/02	Jaguaribara	21/01 A 28/02
Coreaú	11/01 a 20/02	Jaguaribe	21/01 a 28/02

Continua...

Tabela 1. (Continuação)

Município	Época de Semeadura	Município	Época de Semeadura
Jardim	11/01 a 20/02	Poranga	21/01 a 28/02
Jati	11/01 a 20/02	Porteiras	11/01 a 20/02
Juazeiro do Norte	11/01 a 20/02	Potengi	11/01 a 20/02
Jucás	11/01 a 20/02	Potiretama	21/01 a 28/02
Lavras da Mangabeira	11/01 a 20/02	Quiterianópolis	21/01 a 28/02
Limoeiro do Norte	21/01 a 28/02	Quixadá	21/01 a 28/02
Madalena	21/01 a 28/02	Quixelô	11/01 a 20/02
Massapê	11/01 a 20/02	Quixeramobim	21/01 a 28/02
Mauriti	11/01 a 20/02	Quixeré	21/01 a 28/02
Meruoca	11/01 a 20/02	Reriutaba	11/01 a 20/02
Milagres	11/01 a 20/02	Russas	21/01 a 28/02
Milhã	21/01 a 28/02	Saboeiro	11/01 a 20/02
Miraíma	11/01 a 20/02	Salitre	11/01 a 20/02
Missão Velha	11/01 a 20/02	Santa Quitéria	21/01 a 28/02
Mombaça	21/01 a 28/02	Santana do Acaraú	11/01 a 20/02
Monsenhor Tabosa	21/01 a 28/02	Santana do Cariri	11/01 a 20/02
Morada Nova	21/01 a 28/02	São Benedito	21/01 a 28/02
Moraújo	11/01 a 20/02	São J. do Jaguaribe	21/01 a 28/02
Mucambo	21/01 a 28/02	Senador Pompeu	21/01 a 28/02
Mulungu	21/01 a 28/02	Sobral	21/01 a 28/02
Nova Olinda	11/01 a 20/02	Solonópole	21/01 a 28/02
Nova Russas	21/01 a 28/02	Tabuleiro do Norte	21/01 a 28/02
Novo Oriente	21/01 a 28/02	Tamboril	21/01 a 28/02
Ocara	21/01 a 28/02	Tarrafas	11/01 a 20/02
Orós	11/01 a 20/02	Tauá	21/01 a 28/02
Pacujá	11/01 a 20/02	Tejuçuoca	21/01 a 28/02
Parambu	11/01 a 20/02	Tianguá	11/01 a 20/02
Paramoti	21/01 a 28/02	Ubajara	11/01 a 20/02
Pedra Branca	21/01 a 28/02	Umari	11/01 a 20/02
Penaforte	11/01 a 20/02	Uruoca	11/01 a 20/02
Pereiro	11/01 a 20/02	Varjota	11/01 a 20/02
Piquet Carneiro	11/01 a 20/02	Várzea Alegre	11/01 a 20/02
Pires Ferreira	11/01 a 20/02	Viçosa do Ceará	11/01 a 20/02

Conclusões

- O cultivo do gergelim no Estado do Ceará apresentou risco climático diferenciado em função da época de plantio e do tipo de solo.
- Para os dois tipos de solos, texturas média e argilosa, os períodos favoráveis ao plantio estão compreendidos entre 11 de janeiro e 28 de fevereiro, justificado pelo critério de duração do período chuvoso do estado e pelo ciclo médio das cultivares.
- Identificaram-se 136 municípios no Estado do Ceará que satisfazem todas as necessidades edafoclimáticas e fenológicas da cultura do gergelim.

Referências

ARRIEL, N. H. C. ; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E. de; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. **A cultura do gergelim**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 72 p. (Coleção Plantar, 50).

BAHIA. Secretaria da Agricultura , Irrigação e Reforma Agrária. **Cultura Gergelim**. Salvador, 2000. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/gergelim.html>> . Acesso em: 6 jun. 2008.

BARON, C. ; PEREZ, P. ; MARAUX, F. **Sarrazon: bilan hidrique applique au zonage**. Paris: CIRAD, 1996. 26 p.

BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.

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

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos 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.

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS 196 (CNPA G4)**: nova cultivar de gergelim e seu sistema de cultivo. Campina Grande, 2000. Folder.

EMBRAPA ALGODÃO. **Gergelim**: apresentação do produto. Campina Grande, 2003.
Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/gergelim/apresentacao.html>>.
Acesso em: 26 maio 2008.

PENMAN, H. L. **Vegetation and hydrology**. Harpenden: Commonwealth Bureau of Soils, 1963. 125 p. (Technical Communication, 53).

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

SILVA, S. C. da; ASSAD, E. D.; LOBATO, E. J. V.; SANO, E. E.; STEINMETZ, S.; BEZERRA, H. da S.; CUNHA, M. A. C. da; SILVA, F. A. M. da. **Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado de Goiás**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995. 80 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 43).

STEINMETZ, S.; REYNIERS, F. N.; FOREST, F. Evaluation of the climatic risk on upland rice in Brazil. In: COLLOQUE RESISTANCE A LA SÉCHERESSE EN MILLIEU INTERTROPICALE: QUELLES RECHERCHES POUR LE MOYEN TERME?, 1984, Dakar. **Proceedings...** Paris: CIRAD, 1985. p. 43-54.

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



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

