

ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DO GERGELIM NO ESTADO DA PARAÍBA

*Madson Tavares Silva¹, José Nildo Nobrega¹,
Everson Batista Mariano¹, José Américo Bordini do Amaral²*

¹Graduando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA),
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande, PB, Brasil. madson_tavares@hotmail.com,
nildo_nobrega@yahoo.com.br, eversonmariano@yahoo.com.br

²Engº Agrº e Ftal. Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, CE, Brasil. bordini@cnpat.embrapa.br

RESUMO: A cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) constitui-se uma importante alternativa agrícola para o nordeste brasileiro por sua rusticidade e demanda do produto no mercado. O objetivo desse trabalho foi identificar as regiões do Estado da Paraíba com aptidão para a exploração dessa oleaginosa, e estabelecer suas respectivas épocas de plantio. Para tanto foram observadas as condições edafoclimáticas quanto a precipitação no ciclo - 400 a 600 mm; período chuvoso sendo considerando os meses com pelo menos 10% da precipitação total ao ano, devido a concentração das chuvas nesses meses ser suficiente para as necessidades hídricas da cultura e as características da planta, no que diz respeito a ciclo médio da cultura do gergelim em torno de 100 a 120 dias e estágio vegetativo em média de 60 dias, como período crítico à carência de água no solo e colheita no período de estiagem. Independentemente da capacidade de retenção de água do solo, a semeadura no período 21 de dezembro a 10 de janeiro para região do sertão do Estado apresenta-se como mais favorável, assim como de 11 de abril a 10 de maio para região do brejo e agreste.

ABSTRACT: Upland sesame (*Sesamum indicum* L.) is an important agricultural alternative for the Brazilian northeast because of the demands of this product in the market. This work was made in order to identify the region in the Paraíba State Brazil with conditions for plantation times. Were observed to cultivation of this sesame, and to establish its respect the edaphoclimatic conditions of the counties of the State and the characteristics of the plant, talking about the rainfall in the cycle - 400 to 600 mm; rainy period being considered that one that is between the months that happen at least 10% of the total of annual rainfall; medium cycle of the sesame plants at about 100 to 120 days, and the vegetative stage is at about 60 days, as critical period to the lack of water, and crop in the dry period. For all soil water retention capacity, the planting date from 21st December to 10th January was the most favorable for the sesame development at the sertão and east region of the Paraíba State. For the region of the brejo and agreste of the Paraíba State, the planting date must be from 11th April to 10th May.

Palavras-Chave: *Sesamum indicum* L., precipitação pluvial, Nordeste brasileiro, ISNA

1. INTRODUÇÃO

Devido a sua tolerância à seca e facilidade de cultivo apresenta alto potencial agrônomo podendo ser usado em rotação e sucessão de culturas, consorciado com o algodão, funciona como cultura armadilha para 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. 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 apresenta sistema radicular pivotante. As folhas apresentam-se alternadas ou opostas, as da parte inferior da planta adulta são mais largas irregularmente dentadas, 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, 1000 sementes, pesam de dois a quatro gramas dependendo da cultivar e do ambiente.

Em 2003, o preço no mercado internacional para sementes foi em torno de US\$ 679,00 por tonelada de sementes, enquanto o preço médio do óleo extraído com solventes foi de US\$ 2190,00/t. O Japão usa a semente de gergelim como um 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. Atualmente, o gergelim é cultivado em 71 países,

especialmente na Ásia e África. A produção mundial está estimada em 3,16 milhões de toneladas, obtidas em 6,56 milhões de hectares, com uma produtividade de 481,40 kg/ha. 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 (FAO, 2005).

A identificação de regiões com condições edafoclimáticas que permitam à cultura externar o seu potencial genético em termos de produtividade torna-se necessária para o sucesso da agricultura. Através de estudos que relacionam a interação solo-planta-clima, é possível definir áreas que apresentam aptidão, podendo dessa forma torna-se fator importante no incremento da cultura no Brasil.

Deste modo, com esse trabalho, pretende-se identificar, por intermédio de simulações de balanço hídrico, os riscos climáticos do cultivo do gergelim no Estado da Paraíba.

2. METODOLOGIA

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), em seguida, os resultados da simulação foram especializados pela utilização do software SPRING versão 4.2 (CÂMARA et al., 1996).

Variáveis de entrada do modelo:

- **Precipitação pluvial diária** - Registrados durante 25 anos em estações pluviométricas disponíveis no Estado da Paraíba. 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 – Paraíba"- (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 como segue na equação (1):

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

em que, A = 0,732 - 0,05 ET_m, B = 4,97 ET_m - 0,66 ET_m², C = 8,57 ET_m - 1,56 ET_m², D = 4,35 ET_m - 0,88 ET_m² e HR = umidade do solo

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

$$ET_m = ET_0 \times K_c \quad (2)$$

- **Coefficientes decendiais do cultivo (K_c)** - Corresponde à relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET₀); os K_c'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 & Kassam (1994). Equação (3):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (3)$$

- **Evapotranspiração de referência**- Foi estimada pelo método de FAO Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e calculada para cada dez dias do ano, gerando 36 dados de evapotranspiração, equação (4):

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

ET₀ evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹); R_n saldo de radiação (MJm⁻² dia⁻¹); G fluxo de calor no solo (MJm⁻² dia⁻¹); T Temperatura média diária do ar (°C); U₂ velocidade do vento média diária a 2 m de altura (ms⁻¹); e_s pressão

da saturação do vapor média diária (kPa); e_a pressão atual de vapor média diária (kPa); S declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_{med} (kPa °C⁻¹); γ coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

- **Ciclo das cultivares** – A cultivar utilizado no experimento foi a CNPA G4, 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 peso médio de sementes de 3,10 g (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):

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

em que: CAD - Capacidade de água disponível no solo (mm m⁻¹); CC - Capacidade de campo (%); PMP - Ponto de murchamento permanente (%); D_s - Densidade do solo (g cm⁻³) e h - Profundidade da camada do solo (cm). Foram estabelecidas duas classes de CAD:

- Tipo 1 - média capacidade de armazenamento de água (CAD= 30 mm)
- Tipo 2 - alta capacidade de armazenamento de água (CAD= 40 mm)

- **Datas de Simulação** - Para a simulação, foram estipuladas datas 30 dias antes do plantio e 30 dias após a colheita, para os intervalos de plantio de 10 dias, proporcionando ao modelo de simulação maior confiabilidade. Os balanços hídricos foram determinados no período compreendido entre 1 de dezembro e 30 de junho, considerando-se os primeiro, segundo e terceiro decêndios de cada mês.

Variáveis de saída do modelo:

- **Índice de Satisfação da Necessidade de Água para a cultura (ISNA)** - Definido como a relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima (ET_r/ET_m) ao longo do ciclo, para um determinado ano, numa certa data, num tipo de solo, para a 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 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 é maior ou igual ao critério de risco adotado ($ISNA > 45$), 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, conforme Steinmetz et al. (1985):

- $ISNA \geq 45$ - baixo risco climático para cultura do gergelim de sequeiro
- $35 \leq ISNA < 45$ - risco climático médio para cultura do gergelim de sequeiro
- $ISNA < 35$ - 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 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.

3.RESULTADOS

Nas Figuras de 1 a 3, que referem-se ao plantio em fevereiro, observa-se a existência de muitas áreas situadas entre os paralelos 7°S e 7,5°S e meridianos 36,5°W e 36°W (Região Leste), em condição de alto risco climático. Localidades como São João do Cariri (Lat. 7° 23' S Long. 36° 29' W) e Coxixola (Lat. 7° 38' S Long. 36° 37' W) apresentam condições de alto risco climático devido, principalmente, ao baixo índice pluviométrico característico da região.

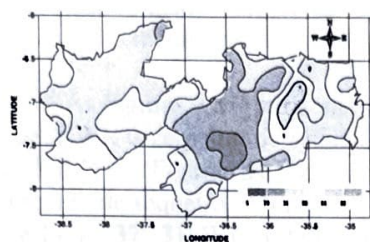


Figura 1 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 5-fevereiro

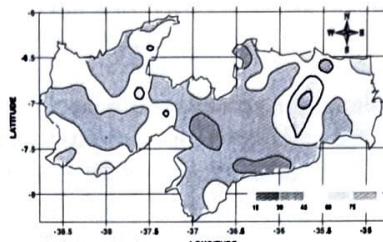


Figura 2 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 15-fevereiro

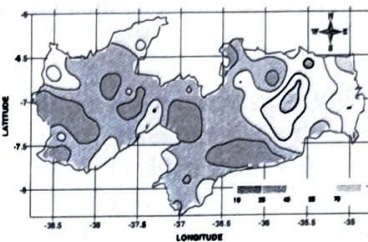


Figura 3 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 25-fevereiro

A Figura 4 apresenta duas áreas entre os paralelos 6,5°S e 7,5°S e meridianos 37,5°W e 37°W com alto risco climático, porém cerca de 60% da área restante apresenta médio risco climático. Entretanto, essas áreas, onde estão localizados os municípios de São Mamede (Lat. 6° 56' S e Long. 37° 05' W) e Patos (Lat. 6° 58' S e Long. 37° 16' W), apresentaram maior risco climático caso o plantio seja realizado de 15 a 25/02 (Figuras 2 e 3).

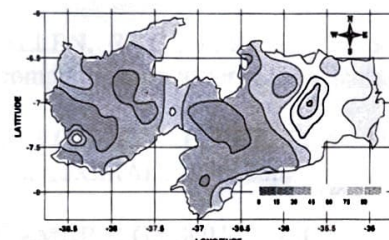


Figura 4 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 5-março

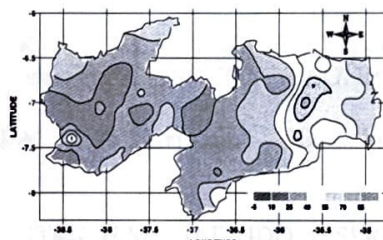


Figura 5 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 15-março

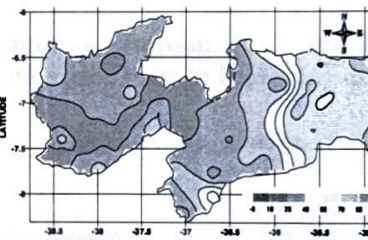


Figura 6 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 25-março

Comparando as Figuras 1 a 6 em relação a uma área localizada no paralelo 6,5°S e 7°S e meridianos 36,5° W a 36° W, observa-se que em 5/02 esta região apresenta alto risco climático (Figura 1). Entretanto, na Figura 4 (plantio em 5/03) e Figura 5 (plantio em 15/03), as condições nesta mesma área é de médio risco climático. Logo após dez dias, no entanto, para plantio em 25/03, a mesma área apresenta-se com moderado risco climático (Figura 6). Sequencialmente, na Figura 7 (plantio em 5/04), esta área apresenta baixo risco climático. Portanto, observa-se que em algumas regiões do Estado da Paraíba ocorre grande variabilidade na distribuição pluvial.

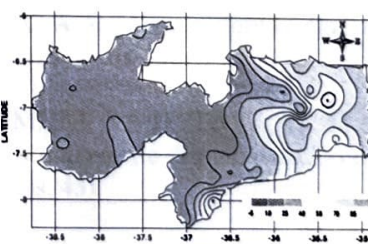
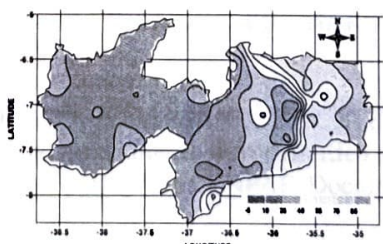
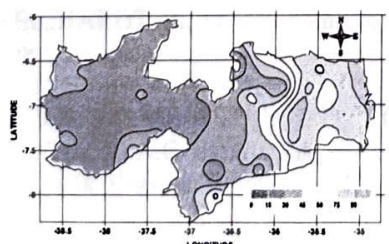


Figura 7 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 5-abril

Figura 8 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 15-abril

Figura 9 - Espacialização do ISNA, no Estado da Paraíba, para plantio do gergelim de sequeiro em 25-abril

Nas regiões situadas nos paralelos 6,5°S a 7,5°S e meridianos 36°W a 35°W (região leste), as Figuras 7, 8 e 9 retratam algumas áreas que apresentam baixo risco climático pelo fato desta região do Estado da Paraíba apresentar proximidade com o Oceano Atlântico, fazendo com que o índice pluviométrico de norte a sul tenha uma pequena variação ao longo do período analisado. O município de Mari (Lat. 7° 02' S e Long. 35° 18' W) inclui-se nesta região, indica-se que o melhor período para plantio é de 5 de abril a 15 de maio. No plantio no mês de abril (Figuras de 7 a 9), as situações de risco climático ficam mais comprometidas, apresentando maior número de regiões com alto risco climático, comparando com os meses de fevereiro e março, principalmente para região do sertão do estado.

As Figuras 7 a 9 retratam que, em localidades situadas nos paralelos 6,5°S a 8°S e meridianos 36,5°W a 38,5°W, o gergelim de sequeiro está exposto a alto risco climático; a Figura 7 apresenta risco climático médio. Já nas Figuras 8 e 9 observa-se que esta mesma região apresenta alto risco climático para a cultura do gergelim de sequeiro. Os municípios de Pedra Branca (Lat. 7° 24' S e Long. 38° 04' W) e Malta (Lat. 6° 55' S e Long. 37° 31' W), nesta região, o mês de fevereiro apresenta-se como o mais apropriado, considerando que na fase de maior necessidade para cultura do gergelim de sequeiro será satisfeita.

4. CONCLUSÕES

Os períodos favoráveis a semeadura estão compreendidos entre 21 de dezembro a 10 de janeiro para região do sertão do Estado, e de 11 de abril a 10 de maio para região do brejo e agreste do Estado, justificado pelo critério de duração do período chuvoso das regiões e pelo ciclo médio das cultivares;

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

BARON, C. ; PEREZ, P. ; MARAUX, F. **Sarrazon – Bilan hydrique applique au zonage**. Paris, França. CIRAD, 1996. 26p.

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** Estudos de FAO: irrigação e drenagem, Campina Grande: UFPB, v.33, 306p, 1994.

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

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

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

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: Embrapa-SPI, 1995. 80p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 43).

XV CBMET – Congresso Brasileiro de Meteorologia
Belo Horizonte, MG – 24 a 29 de agosto de 2008

STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; FOREST, F. Evaluation of the climatic risk on upland rice in Brazil. In: Colloque “**Resistance A La Sécheresse En Milieu Intertropicale: Quelles Recherches Our Le Moyen Terme?**”, 1984, Dakar. Proceedings... Paris: CIRAD, 1985. 43-54p.

SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Paraíba. Recife, 1990. 239 p.