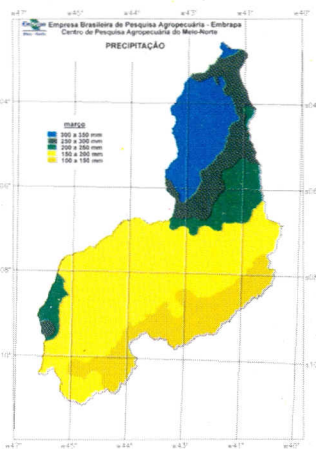
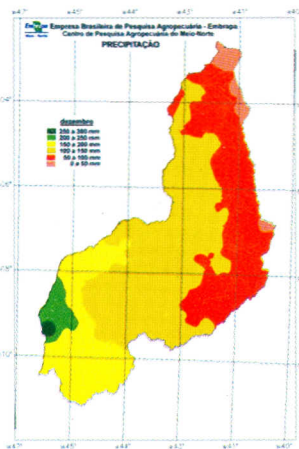
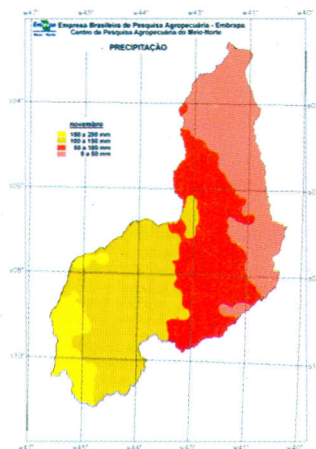
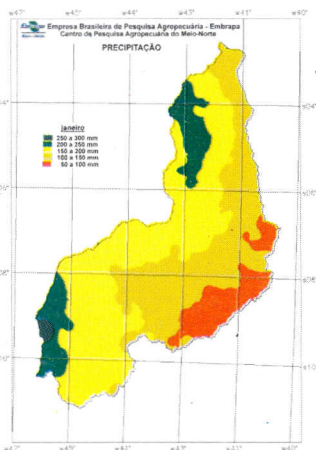
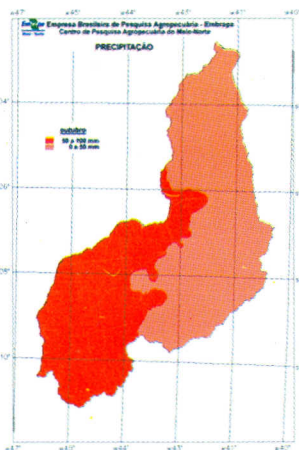
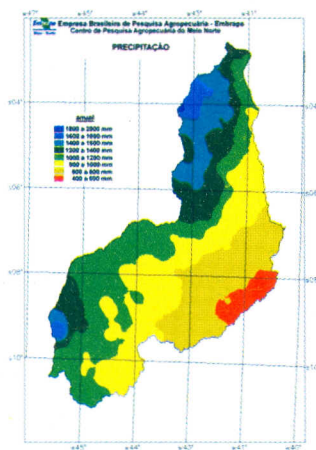


Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Milho no Estado do Piauí



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

Documentos 170

Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí

*Aderson Soares de Andrade Júnior
Edson Alves Bastos
Milton José Cardoso
Clescy Oliveira da Silva*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal 01

CEP 64006-220 Teresina, PI

Fone: (86) 3089-9100

Fax: (86) 3089-9130

Home page: www.cpamn.embrapa.br

E-mail: sac@cpamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Flávio Favaro Blanco,

Secretária Executiva: Luísa Maria Resende Gonçalves

Membros: Paulo Sarmanho da Costa Lima, Fábio Mendonça Diniz,

Cristina Arzabe, Eugênio Celso Emérito Araújo, Danielle Maria Machado

Ribeiro Azevêdo, Carlos Antônio Ferreira de Sousa, José Almeida Pereira

e Maria Teresa do Rêgo Lopes

Supervisão editorial: Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto: Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica: Orlane da Silva Maia

Editoração eletrônica: Erlândio Santos de Resende

1ª edição

1ª impressão (2008): 300 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 risco climático para a cultura do milho no
Estado do Piauí / Aderson Soares de Andrade Júnior ... [et al.]
- Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2008.
25 p. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN
0104-866X ; 170).

1. Milho. 2. Semeadura. 3. Solo. I. Andrade Júnior, Aderson
Soares de. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa, 2008

Autores

Aderson Soares de Andrade Júnior

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

aderson@cpamn.embrapa.br

Edson Alves Bastos

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

edson@cpamn.embrapa.br

Milton José Cardoso

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

milton@cpamn.embrapa.br

Clescy Oliveira da Silva

Graduada em Química, UESPI, bolsista IC-CNPq, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Apresentação

A cultura do milho é explorada no Estado do Piauí, ocupando uma área aproximadamente de 290 mil hectares, quase que exclusivamente em regime de sequeiro. A variabilidade climática do estado é muito alta, principalmente em decorrência dos níveis de pluviosidade compreendidos na faixa de 400 mm a 1.800 mm. Apesar de as isoietas seguirem um gradiente geográfico, ocorrem acentuadas variações no total anual como também na distribuição desse total entre os meses. Essa distribuição pode ter maior ou menor impacto, dependendo da fase da cultura em que ocorre. Sabe-se que para a cultura do milho a fase de enchimento dos grãos é especialmente crítica.

O zoneamento de risco climático estabelece os limites de segurança para a atividade agrícola, considerando as ameaças decorrentes do clima. Constitui, portanto, importante ferramenta para o estabelecimento de políticas agrícolas e planejamento rural nas suas diversas instâncias.

Esta publicação, definindo as variações climáticas locais e elegendo as áreas mais adequadas para o cultivo do milho no Estado do Piauí, apresenta-se como mais uma contribuição da Embrapa Meio-Norte para o desenvolvimento da cultura no estado.

Hoston Tomás Santos do Nascimento
Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

Sumário

Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí	9
Introdução	9
Modelo de balanço hídrico	13
Modelo de espacialização	16
Mapas de risco climático	17
Conclusões	22
Referências	23

Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí

Aderson Soares de Andrade Júnior

Edson Alves Bastos

Milton José Cardoso

Clescy Oliveira da Silva

Introdução

A cultura de milho é explorada praticamente em toda a região Meio-Norte, notadamente em regime de sequeiro. Em termo de área cultivada, as maiores extensões contínuas de cultivo são encontradas na região dos Cerrados. No Piauí, o período chuvoso concentra-se de novembro a abril (MEDEIROS, 1996), com precipitação média anual variando de 400 mm a 1.800 mm (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004), dos quais cerca de 50 % concentram-se de janeiro a março trimestre mais chuvoso (ANDRADE JÚNIOR; BASTOS, 1997) (Fig. 1).

Contudo, apesar de algumas regiões do Piauí (sudoeste e centro-norte) apresentarem índice pluviométrico anual elevado, o risco climáticos que a cultura está sujeita é acentuado, em razão da irregularidade na distribuição de chuvas nessas regiões, traduzida por períodos de veranicos de diferentes durações, notadamente se estes ocorrerem durante as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos) (DOORENBOS; KASSAM, 1994), quando a falta de água reduz sensivelmente o rendimento da cultura.

Em um cenário climático dessa natureza, o zoneamento agrícola de risco climático constitui-se em uma ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão, principalmente com o surgimento de um novo modelo agrícola brasileiro, baseado nas premissas de competitividade, eficiência e visão de agronegócio.

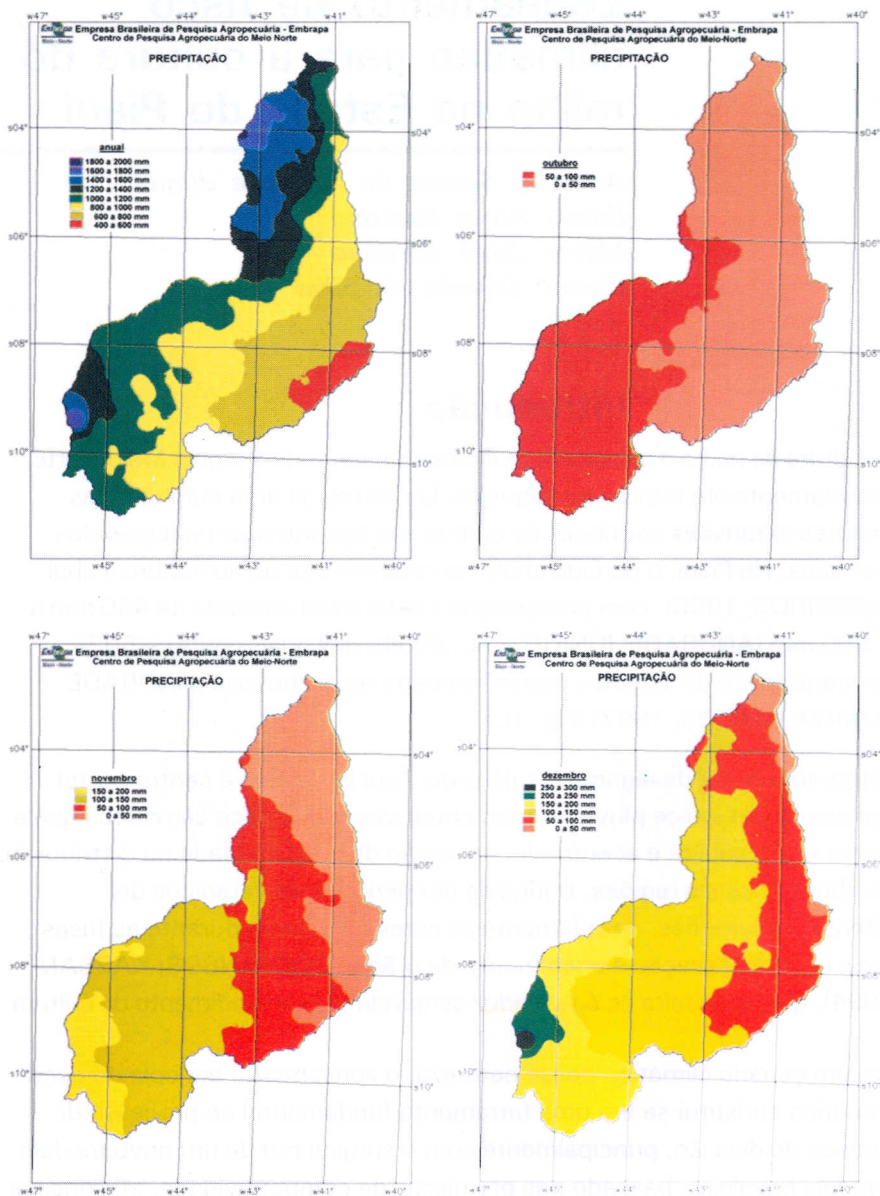


Fig. 1. Mapas de precipitação mensal e anual (mm) para o Estado do Piauí. Fonte: Andrade Júnior et al. (2004).

Continua...

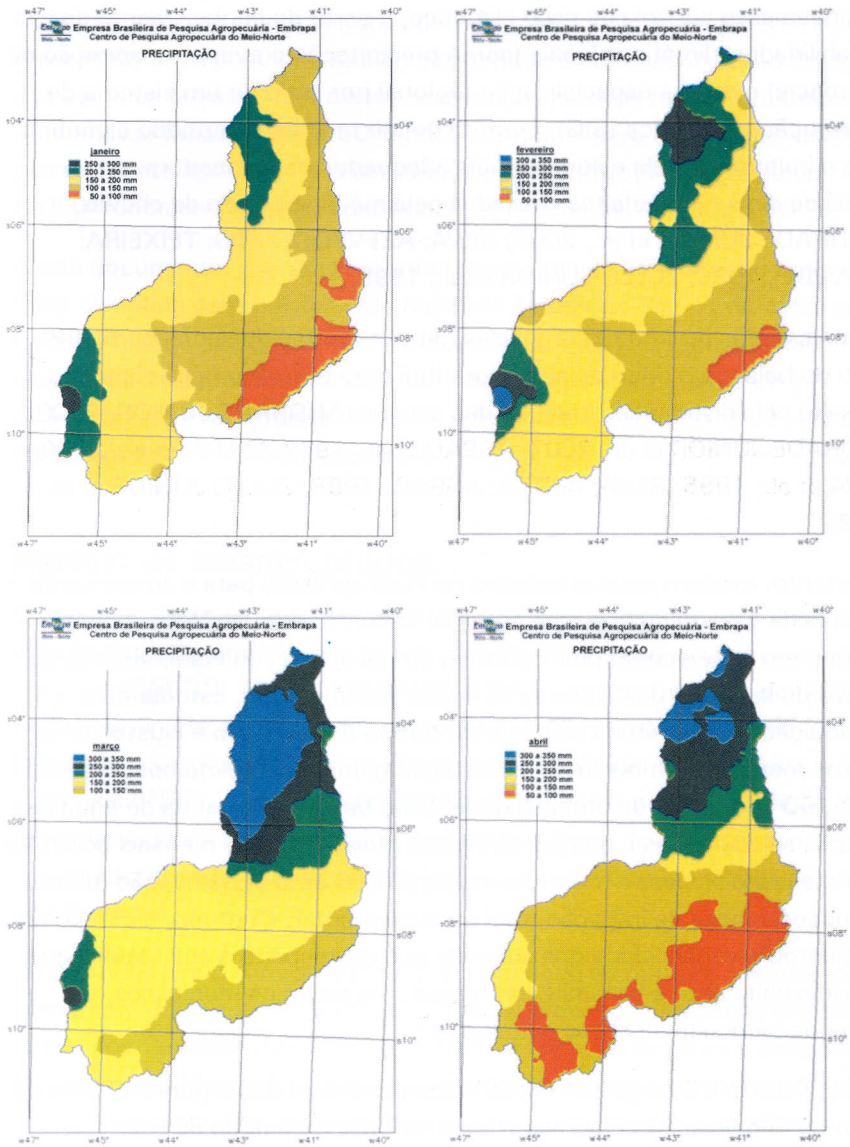


Fig. 1. Continuação.

O zoneamento agrícola de risco climático, a partir do conhecimento das variabilidades climáticas locais (como precipitação e evapotranspiração de referência) e de sua espacialização regional por meio de um sistema de informação geográfica (SIG), permite definir regiões de aptidão climática para o cultivo agrícola e épocas mais adequadas de semeadura, como forma de diminuir os efeitos causados pela má distribuição de chuvas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; SILVA; AZEVEDO, 2000; TEIXEIRA; AZEVEDO, 1996; ZULLO JÚNIOR et al., 1999).

Vários estudos mostram que a definição das épocas de semeadura, por meio do balanço hídrico do solo, contribui para reduzir o risco climático causado pela distribuição irregular das chuvas (ANDRADE JÚNIOR, 2000; ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; ASSAD et al., 1997; MARIN et al., 2000; SILVA et al., 1995; SILVA; BRITES; ASSAD, 1998; ZULLO JÚNIOR et al., 1999).

Entretanto, existem poucos estudos no Piauí voltados para o zoneamento agrícola de risco climático da cultura do milho. Rodrigues Neto (1991) efetuou um zoneamento pluviométrico de municípios do Piauí, visando ao cultivo de sequeiro das culturas de feijão, milho e arroz, estudando a distribuição pluviométrica ao longo do tempo e do espaço e ajustando os valores mensais ao modelo de distribuição gama incompleta aos níveis de 75 %, 50 % e 25 % de probabilidade. Com base na demanda de água das culturas selecionadas e nas precipitações pluviométricas mensais ocorridas no trimestre e semestre mais chuvosos, propôs uma classificação mensal das necessidades de irrigação total ou suplementar. Contudo, o estudo não considerou a variabilidade dos solos no que diz respeito à sua capacidade de armazenamento e assumiu como igual, em todos os municípios, a demanda hídrica mensal das culturas.

Assad, Feitoza e Evangelista (1999) recomendaram datas para o plantio do milho na região sul do Piauí, com base no balanço hídrico do solo. Contudo, os balanços hídricos foram efetuados com uma série de dados de precipitação desatualizada e usaram apenas dados de seis estações meteorológicas para proceder à estimativa de evapotranspiração de referência para toda a região.

Os parâmetros de solo e cultura utilizados não foram adequados e não representaram a condição real da capacidade de armazenamento de água dos solos da região. Além disso, os balanços hídricos foram simulados com uma análise freqüencial de 50 %, não adequada para estudos envolvendo planejamento agrícola. Para estudos dessa natureza, Andrade Júnior (2000) recomenda usar probabilidade de ocorrência superior a 75 %.

Neste documento, são apresentados resultados do zoneamento agrícola de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí, com base no balanço hídrico de água no solo, utilizando-se a série disponível mais atualizada de dados de chuva, uma metodologia alternativa para a estimativa da evapotranspiração de referência, e parâmetros de solo e cultura obtidos e/ou ajustados para a região.

Modelo de balanço hídrico

O zoneamento agrícola de risco climático foi efetuado em duas etapas: a) cálculo dos balanços hídricos diários, usando-se o programa computacional Sarrazon (BARON; PEREZ; MARAUX, 1996); b) espacialização dos índices de satisfação das necessidades hídricas das culturas, utilizando-se o programa computacional Spring, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Apesar de os balanços hídricos e a espacialização dos resultados terem sido realizados para todo o Piauí, deu-se atenção especial aos municípios localizados na região sul, onde predomina o ecossistema dos Cerrados.

Os balanços hídricos foram efetuados no período de outubro a fevereiro, compreendendo o início, a plena estação e o final da estação chuvosa na região dos Cerrados (MEDEIROS, 1996). As simulações foram efetuadas a cada dez dias (decêndios) e para o período de semeadura de 5 de outubro a 25 de fevereiro. As variáveis de entrada utilizadas no modelo foram:

- a) Precipitação diária: utilizaram-se as séries de dados de 163 estações pluviométricas (Fig. 2a), com no mínimo 15 anos de registros diários, obtidos junto ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e ao Núcleo Estadual de Hidrometeorologia do Estado do Piauí.

b) Evapotranspiração de referência (ET_o): os valores mensais de ET_o (Fig. 2b), para todos os municípios, foram estimados pelo método de Thornthwaite (1948), com base nas equações de estimativa da temperatura do ar propostas por Lima e Ribeiro (1998) (GOMES; ANDRADE JÚNIOR; MEDEIROS, 2002).

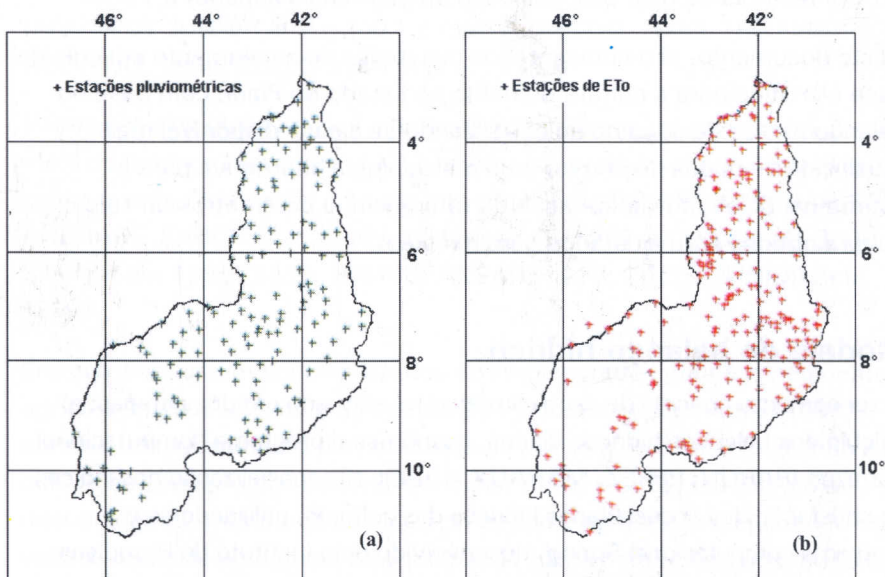


Fig. 2. Distribuição espacial das estações pluviométricas (a) e de ET_o (b) no Piauí.

c) Capacidade de armazenamento de água no solo (CAD): variou em razão do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura ($Z = 0,40$ m), admitindo-se constante ao longo do ciclo da cultura. Assumiram-se três tipos de solos: tipo 1 – Neossolo Quartzarênico (0,60 mm de água/cm de solo e CAD = 25 mm); tipo 2 - Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com menos de 35 % de argila; 1,00 mm de água/cm de solo e CAD = 40 mm; e tipo 3 - Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com mais de 35 % de argila; 1,20 mm de água/cm de solo e CAD = 50 mm). Cabe ressaltar que,

quando a espacialização do risco climático é feita considerando-se determinado tipo de solo, assume-se que toda a área em estudo apresenta aquele tipo de solo. Portanto, é necessário que o produtor, extensionista ou agente financeiro conheça o tipo de solo da região, de modo a usar de forma adequada os resultados do zoneamento.

- d) Cultivares: para representar as cultivares de milho recomendadas para a região em estudo, foi eleita uma cultivar hipotética, considerada adaptada às condições de temperatura e fotoperíodo dos diferentes locais, com ciclo de 120 dias (precoce). Foi considerado apenas um ciclo, uma vez que a diferença entre as cultivares quanto ao ciclo é pouco variável ($< 10\%$).
- e) Coeficientes de cultura (K_c): usaram-se valores de K_c decendiais ao longo do ciclo da cultura de milho (Tabela 1). Os valores foram consolidados a partir de informações obtidas na literatura, associadas a trabalhos de campo conduzidos nas condições locais.

Tabela 1. Valores de coeficientes de cultura (K_c) decendiais para a cultura de milho.

Ciclo (dias)	Decêndio											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
120	0,40	0,45	0,50	0,60	0,85	1,00	1,10	1,25	0,90	0,80	0,70	0,60

- f) Modelo Sarrazon: o modelo de simulação do balanço hídrico da cultura (Sarrazon) permitiu a determinação dos valores de evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima (ET_m), com os quais se estimou o valor dos índices de satisfação das necessidades de água (ISNA) da cultura (equação 1). A ET_r expressa a quantidade de água que a planta efetivamente consumiu e a ET_m representa a quantidade de água desejável para garantir sua produtividade máxima (SILVA; BRITES; ASSAD, 1998):

$$ISNA = \left(\frac{ETr}{ETm} \right) \quad (1)$$

em que:

ISNA - índice de satisfação das necessidades de água (decimal).

ETr- evapotranspiração real da cultura (mm).

ETm - evapotranspiração máxima da cultura (mm).

Os valores de ISNA foram obtidos da simulação de balanços hídricos efetuados com uma probabilidade de ocorrência de 80 %, ou seja, com possibilidade de ocorrência de oito anos em cada dez anos. Adotaram-se como favoráveis, em um determinado município, as épocas de semeadura que se enquadravam em um dos seguintes critérios: a) área do município com até 20 % de classe de baixo risco climático; b) área do município com pelo menos 60 % de classe de médio risco climático.

g) Classes de ISNA: para a caracterização do risco climático associado ao cultivo do milho, foram estabelecidas três classes de ISNA: a) $ISNA \geq 0,55$ - baixo risco climático (período favorável ao plantio); b) $0,55 > ISNA > 0,45$ - médio risco climático (período intermediário para plantio); c) $ISNA \leq 0,45$ - alto risco climático (período desfavorável ao plantio).

Modelo de espacialização

Na segunda etapa, para a espacialização dos resultados, foram empregados os valores de ISNA estimados para o período fenológico compreendido entre a floração e o enchimento de grãos (período mais crítico ao déficit hídrico), com frequência mínima de 80 % nos anos utilizados em cada estação pluviométrica. Cada valor de ISNA observado durante essa fase foi associado à localização geográfica da respectiva estação para sua posterior espacialização, utilizando-se o programa computacional Spring. É importante ressaltar que, por se tratar de um modelo agroclimático, assumiu-se que não existem limitações quanto à fertilidade de solos e danos causados por pragas e doenças, conforme sugerido por Assad, Feitoza e Evangelista (1999) e Evangelista, Assad e Aguiar (1999).

Mapas de risco climático

As Fig. 3 a 5 apresentam os resultados do zoneamento agrícola de risco climático da cultura do milho por tipo de solo, em determinadas épocas de semeadura. Apesar de essas figuras mostrarem as regiões consideradas de alto, médio e baixo riscos climáticos no Estado do Piauí como um todo, atenção especial deve ser dada à região sul (entre as latitudes 6° S e 11° S), onde se localizam os Cerrados piauienses, detentora da maior área plantada com milho. Quanto ao tipo de solo, devem-se priorizar os tipos 1 e 2 (Neossolos e Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, com menos de 35 % de argila), que são as classes predominantes na região sul do estado. Para as áreas compreendidas entre as latitudes 2° S e 6° S, as informações quanto ao zoneamento agrícola climático de risco são aplicáveis, porém, com algumas restrições de solo.

Comparativamente aos estudos efetuados por Assad et al. (1997) e Assad, Feitoza e Evangelista (1999), houve extensão considerável de áreas com baixo risco climático em resposta ao regime pluviométrico, em termo de disponibilidade e distribuição espacial de chuvas (Fig. 1). À medida que as épocas de semeadura foram avançando de outubro a fevereiro, as áreas indicadas como de baixo risco climático deslocaram-se em direção às regiões centro e norte do estado, já que nessas regiões o período chuvoso estende-se aos meses de março a abril (MEDEIROS, 1996).

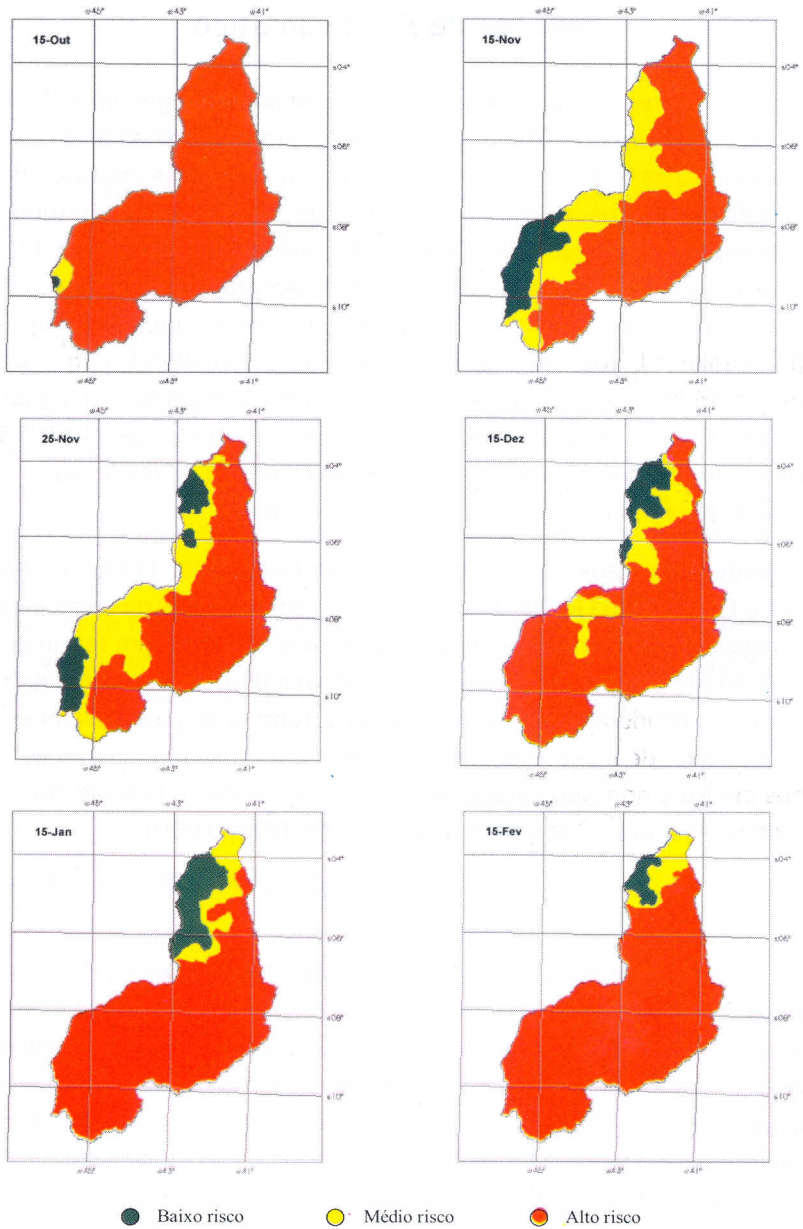


Fig. 3. Espacialização de riscos climáticos para milho em áreas com solo tipo 1 no Piauí, para diferentes épocas de semeadura.

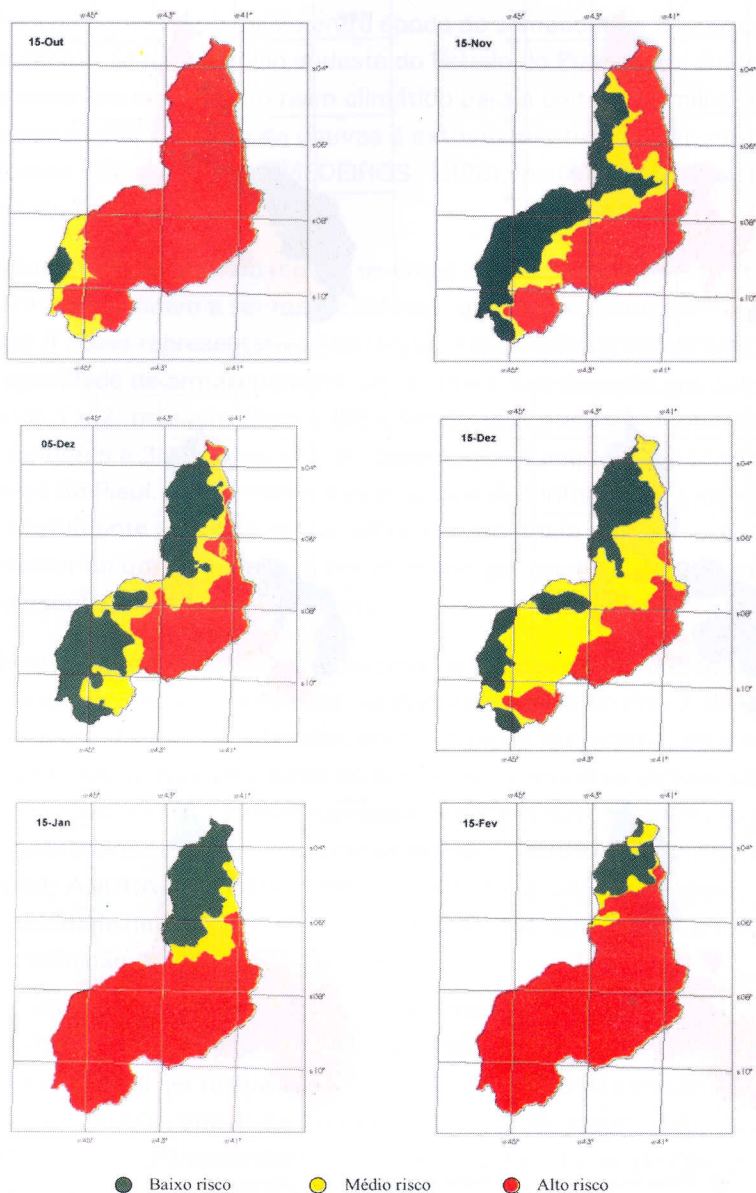


Fig. 4. Espacialização de riscos climáticos para milho em áreas com solo tipo 2 no Piauí, para diferentes épocas de semeadura.

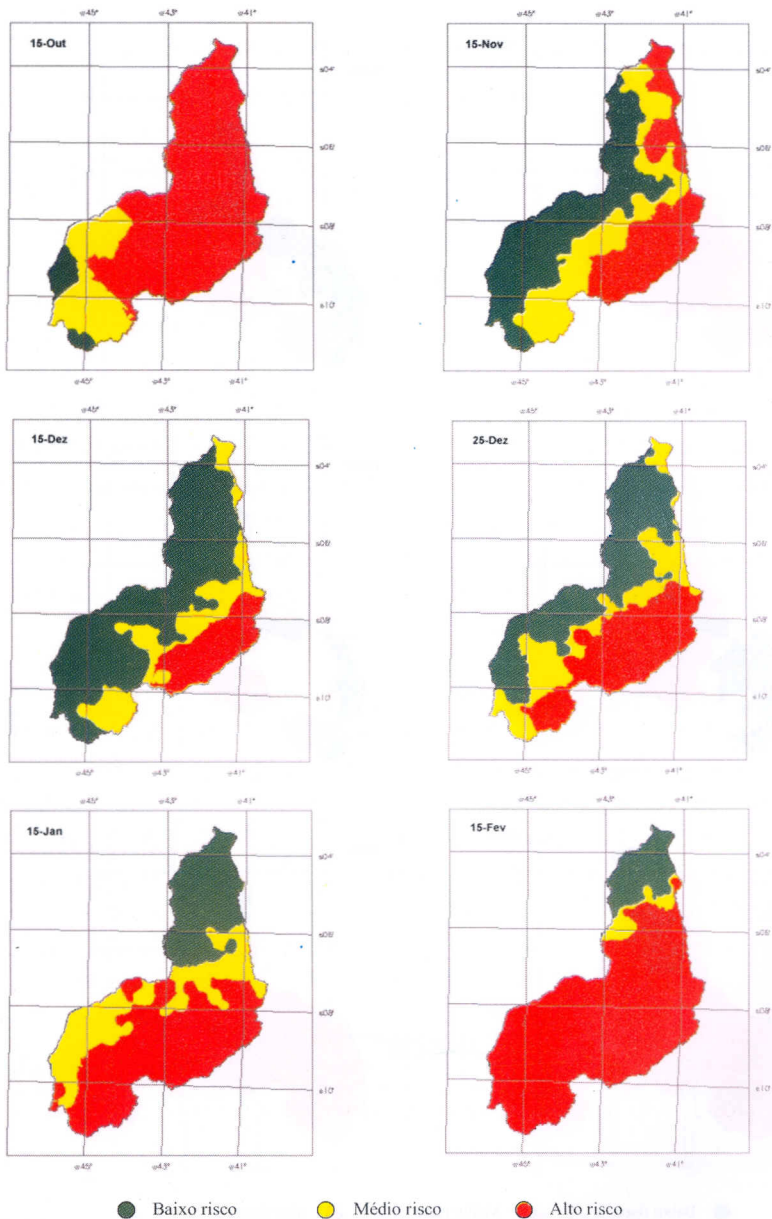


Fig. 5. Espacialização de riscos climáticos para milho em áreas com solo tipo 3 no Piauí, para diferentes épocas de semeadura.

Para qualquer combinação entre época de semeadura e tipo de solo, observou-se que a região sudeste do Estado do Piauí (Semi-Árido) apresentou sempre alto risco climático para a cultura de milho, já que nessa região o regime de chuvas é extremamente irregular e totaliza apenas 600 mm anuais (MEDEIROS, 1996), insuficiente para o suprimento hídrico da cultura.

Independentemente da região, as áreas consideradas aptas (de baixo risco climático) tendem a ser mais extensas, quando se assumiram os solos do tipo 3 como representativos da região. Esses solos apresentam maior capacidade de armazenamento de água em comparação aos solos dos tipos 1 e 2, pois, em termos granulométricos, possuem teores de argila superiores a 35 %. Ressalta-se, porém, que é pequena a ocorrência desses solos no Piauí. É importante que o usuário das informações identifique corretamente o tipo de solo a ser usado, por meio de análise de solo e parecer de um agrônomo, a fim de empregar corretamente as informações apresentadas neste zoneamento.

Diversos municípios foram considerados inaptos para o cultivo do milho, quando se processaram as simulações com o solo do tipo 2. Entretanto, todos eles foram considerados como de baixo risco climático ao assumirem-se os solos como do tipo 3. Isso porque as chuvas são, de certa forma, bastante uniformes na região dos Cerrados, tanto em termos quantitativos como em distribuição espacial (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004; ANDRADE JÚNIOR; BASTOS, 1997). Quando isso ocorre, a capacidade de armazenamento de água do solo torna-se fator fundamental na definição da aptidão climática.

De uma maneira geral, visando-se aos menores riscos climáticos em solos dos tipos 1 e 2, os mais comuns na região, constatou-se que a semeadura do milho deve ser realizada nos seguintes períodos na região dos Cerrados do Piauí: a) solo tipo 1, de 10/novembro a 10/dezembro; b) solo tipo 2, de 20/outubro a 20/dezembro. É recomendável a adoção de épocas de semeadura situadas na faixa central dos intervalos de semeadura citados, como uma forma adicional de evitarem-se os riscos de insucessos advindos da variabilidade temporal típica das precipitações da região.

Em razão das diferenças metodológicas, principalmente quanto ao maior rigor estatístico usado na simulação dos balanços hídricos (frequência de 80 % de probabilidade), constatou-se que houve algumas divergências entre os resultados obtidos por este estudo, em comparação com os apresentados nos trabalhos de Assad, Feitoza e Evangelista (1999) e Evangelista, Assad e Aguiar (1999), notadamente quanto a uma maior restrição na indicação dos períodos favoráveis ao plantio de milho na região.

É importante ressaltar que as indicações de épocas de semeadura favoráveis ao cultivo do milho levaram em consideração apenas o aspecto relativo ao balanço de água em cada um dos tipos de solo. É aconselhável que sejam incorporadas outras variáveis climáticas (por exemplo, a temperatura máxima), como elemento definidor da aptidão climática, notadamente no caso do milho, que responde negativamente em termos produtivos à ocorrência de temperaturas elevadas durante as fases de floração e enchimento de grãos (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

No formato atual, o zoneamento agrícola de risco climático constitui-se em ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão, devendo ser utilizado como documento orientador para auxiliar administradores de políticas públicas, agentes financeiros e produtores rurais na definição de regiões com aptidão climática para o cultivo do milho e na escolha de épocas de semeadura mais favoráveis a essa cultura.

Conclusões

- a) A região do Cerrado piauiense é favorável ao cultivo do milho em diferentes combinações entre épocas de semeadura e tipos de solo.
- b) Para solos dos tipos 1 e 2, mais comuns no Cerrado, as épocas de semeadura que oferecem menores riscos aos produtores são: a) solo tipo 1, de 10/novembro a 10/dezembro e b) solo tipo 2, de 20/novembro a 20/dezembro.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense**. 2000. 566 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A. **Precipitação pluviométrica provável em municípios do cerrado piauiense**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. 22 p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 25).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. de. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 101).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. Épocas de semeadura para a cultura do milho no cerrado do sul maranhense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 5 p. 1 CD-ROM.
- ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; SANS, L. M. A.; FARIAS, J. R.; SILVA, S. C. Zoneamento agroclimático para grãos na região do Meio-Norte Brasileiro. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE, 1., 1997, Teresina. **Cerrados: sua biodiversidade é uma benção da natureza - anais**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. p. 20-38. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 27).
- ASSAD, E. D.; FEITOZA, L.; EVANGELISTA, B. A. **Recomendação de datas para o plantio de milho (*Zea mays*) na região sul do Estado do Piauí**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 19).
- BARON, C.; PEREZ, P.; MARAUX, F. **Sarrazon bilan hydrique applique au zonage: bilan hydrique de réseaux pluviométriques et synotiques pour des applications de zonage annuels ou pluriannuels d' analyse de risques climatiques**. Montpellier: CIRAD - CA, 1996. 26 p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

EVANGELISTA, B. A.; ASSAD, E. D.; AGUIAR, L. M. S. **Recomendação de datas para o plantio de milho (*Zea mays*) na região sul do Estado do Maranhão e microrregião de Chapadinha**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 5 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 16).

GOMES, A. A. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. Estimativa da evapotranspiração de referência mensal para o estado do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **A engenharia agrícola para o desenvolvimento sustentável: água, energia e meio ambiente: anais**. Salvador: SBEA, 2002. 1 CD-ROM.

LIMA, M. G.; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 221-227, 1998.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; UNGARO, M. R. G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 1-6, 2000.

MEDEIROS, R. M. de. **Isoietas médias mensais e anuais do Estado do Piauí**. Teresina: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação, Departamento de Hidrometeorologia, 1996. 24 p.

RODRIGUES NETO, F. R. **Orientação de culturas aptas às condições do Estado do Piauí, segundo as distribuições espacial e temporal da chuva**. 1991. 49 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, G. B. da; AZEVEDO, P. V. de. Potencial edafoclimático da "chapada Diamantina" no Estado da Bahia para o cultivo de Cítrus. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 133 -139, 2000.

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).

SILVA, S. C. da; BRITES, R. S.; ASSAD, E. D. Identificação de risco climático para a cultura de arroz de sequeiro no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 7, p. 1005-1011, 1998.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 139-145, 1996.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) de sequeiro no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. 1 CD-ROM.