

ISSN 0104-866X

Agosto, 2009

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

Documentos 199

Zoneamento de Risco Climático para as Culturas de Milho e Feijão-Caupi Consorciadas no Estado do Piauí

Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2009

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
Email: sac@pamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Flávio Flavaro 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 Régo Lopes*

Supervisor editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*
Revisor de texto: *Lígia Maria Rolim Bandeira*
Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*
Foto da capa: *Aderson Soares de Andrade Júnior*

1ª edição

1ª impressão (2009): 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 as culturas de milho e feijão-caupi
consorciadas no Estado do Piauí / Aderson Soares de Andrade Júnior ...
[et al.] - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2009.

33 p. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X
; 199).

1. Zoneamento climático. 2. Balanço hídrico. 3. Retenção de água no
solo. 4. Consorciação de cultura. I. Andrade Júnior, Aderson Soares de. II.
Embrapa Meio-Norte. III. Série. CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa, 2009

Autores

Aderson Soares de Andrade Júnior

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, 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
miltoncardoso@cpamn.embrapa.br

Clescy Oliveira da Silva

Bacharel em Química, mestranda em Engenharia Agrícola, DEAg - UFC, bolsista CNPq. Fortaleza, CE
clescy@gmail.com

Apresentação

A consorciação de culturas tem sido recomendada como uma tecnologia de baixo custo apropriada aos agricultores familiares. De grande importância econômica e social, possibilita o aumento do rendimento e a agregação de valor, além de fixar o homem no campo. Apesar dessas vantagens, a consorciação consiste na interação entre duas ou mais culturas, cada uma com diferentes características e exigências. Assim sendo, é necessário que, ao se estabelecer o sistema de consórcio, as condições sejam adequadas às diferentes culturas em uso, de modo a propiciar o melhor proveito da consorciação.

No Nordeste do Brasil, o consórcio é intensamente utilizado pelo agricultor familiar, principalmente para reduzir os riscos decorrentes da irregularidade das chuvas. Portanto, estudos de zoneamento de risco climático das culturas em consorciação irão certamente contribuir para a redução das perdas do sistema, fortalecendo a sustentabilidade da produção agrícola consorciada no Piauí.

Hoston Tomás Santos do Nascimento

Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

Sumário

Zoneamento de Risco Climático para as Culturas de Milho e Feijão-Caupi Consorciadas no Estado do Piauí	9
Introdução	9
Modelo de balanço hídrico	13
Modelo de espacialização	19
Mapas de risco climático	18
Conclusões	32
Referências	33

Zoneamento de Risco Climático para as Culturas de Milho e Feijão-Caupi Consorciadas no Estado do Piauí

Aderson Soares de Andrade Júnior

Edson Alves Bastos

Milton José Cardoso

Clescy Oliveira da Silva

Introdução

A produção agrícola de alimentos básicos é, geralmente, oriunda da agricultura familiar. Portanto, a introdução de técnicas de baixo custo para esses sistemas de produção, utilizando plantas consorciadas com o objetivo de aumentar o rendimento das culturas, é de grande importância social e econômica, além de gerar emprego, renda e fixar o homem no campo.

O consórcio de culturas, segundo Portes e Silva (1996), é o sistema de cultivo em que a semeadura de duas ou mais espécies é realizada em uma mesma área, de modo que uma das culturas conviva com a outra, em todo ou pelo menos em parte do seu ciclo. Essa agricultura utilizando o consórcio de culturas é uma prática bastante comum, feita pelos pequenos produtores da Região Nordeste do Brasil, que buscam, com esse sistema, a redução dos riscos de perdas, por causa, notadamente, das irregularidades climáticas, principalmente as precipitações pluviais. Também buscam o maior aproveitamento da sua propriedade e o maior retorno econômico, além de constituir alternativa viável para aumentar a oferta de alimentos (ANDRADE et al., 2001).

Há diversos sistemas de produção consorciados utilizados pela agricultura familiar na Região Nordeste, dentre esses, se destaca o consórcio milho e feijão-caupi, provavelmente por constituir o alimento básico das pessoas e animais da região. Praticamente, já faz parte da cultura dessas pessoas. Portanto, esse consórcio merece atenção especial no sentido de se buscar estratégias para melhoria da sua eficiência.

No cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa como a sua área foliar (FLESCHE, 2002).

Estudos têm demonstrado maior viabilidade dos cultivos consorciados sob condições de restrição hídrica no solo (FERREIRA et al., 2008; LOPES, 1987; SANABRIA de M., 1975), o que indica a possibilidade do cultivo desses arranjos em regiões com baixa e/ou má distribuição da oferta pluviométrica, onde as culturas solteiras, por sua maior exigência no nível de satisfação hídrica, para a obtenção de produtividades satisfatórias, não têm tido sucesso.

Quanto ao cultivo solteiro de milho e de feijão-caupi no Estado do Piauí, os estudos de zoneamento de risco climático não têm recomendado a indicação de cultivo, notadamente para o milho, na região Semiárida (ANDRADE JÚNIOR et al., 2008; ANDRADE JÚNIOR; MELO; BASTOS, 2001), onde as baixas e irregulares cotas pluviométricas (400 - 600 mm) são insuficientes para o suprimento hídrico das culturas durante seu ciclo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004) (Fig. 1).

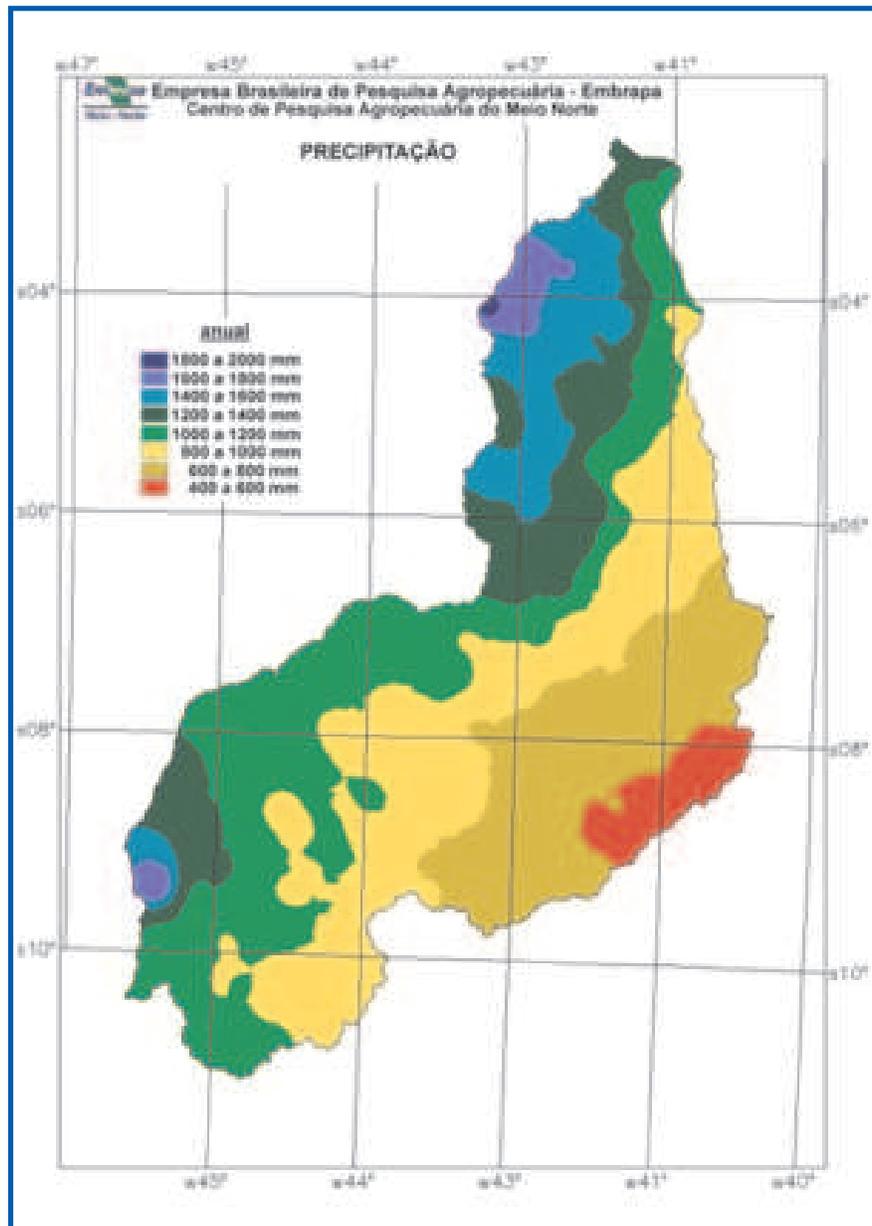


Fig. 1. Mapa de precipitação anual (mm) para o Estado do Piauí.

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 quando se visualiza a possibilidade de indicação de cultivo para culturas consorciadas em regiões com baixa oferta pluviométrica, até então, não contempladas no programa de seguridade agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (PROAGRO), ampliando-se significativamente o acesso ao crédito oficial, com maior oferta de opções de cultivo, com baixo risco para a atividade agrícola familiar.

O zoneamento agrícola de risco climático permite, a partir do conhecimento das variabilidades climáticas locais (como por ex.: precipitação e evapotranspiração de referência) e de sua espacialização regional por um sistema de informação geográfica (SIG), 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; ANDRADE JÚNIOR et al., 2008; ANDRADE JÚNIOR; MELO; BASTOS, 2001).

Neste documento, objetiva-se apresentar os resultados do zoneamento agrícola de risco climático para o consórcio milho e feijão-caupi no Estado do Piauí, com base no balanço hídrico de água no solo, utilizando-se a série disponível mais atualizada de dados de chuva e parâmetros culturais da consorciação obtidos em ensaios de campo na 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). Os balanços hídricos foram efetuados no período de outubro a fevereiro, compreendendo o início, a plena estação e o final da estação chuvosa na maior parte do Piauí (MEDEIROS, 1996). As simulações foram efetuadas a cada 10 dias (decêndios) e para o período de semeadura de 5 de outubro a 25 de fevereiro (Tabela 1). 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 Núcleo Estadual de Hidrometeorologia do Estado do Piauí.

b) Evapotranspiração de referência (ET_o): os valores mensais de ET_o 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) e no trabalho de Gomes, Andrade Júnior; Medeiros (2005).

c) Capacidade de armazenamento de água no solo (CAD): variou em função do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular do milho ($Z = 0,40$ 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-

Tabela 1. Períodos de semeadura utilizados nos cálculos dos balanços hídricos.

Períodos → (Decêndios)	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Dias →	01 a 10	11 a 20	21 a 31	11 a 20	21 a 31	21 a 30	01 a 10	11 a 20	21 a 31
Meses →	Outubro			Novembro			Dezembro		

Períodos → (Decêndios)	1	2	3	4	5	6
Dias →	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 28
Meses →	Janeiro			Fevereiro		

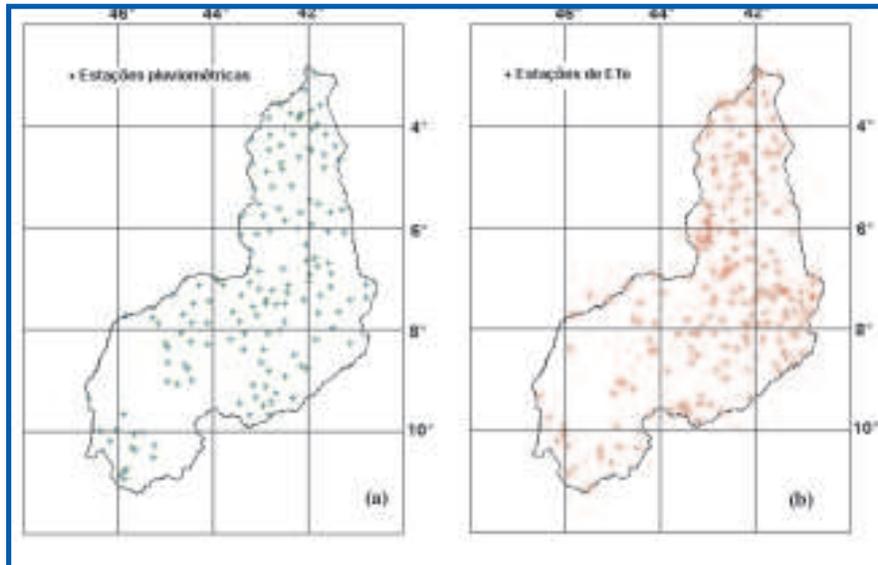


Fig. 2. Distribuição espacial das estações pluviométricas (a) e de ETo (b) no Piauí.

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 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 e feijão-caupi recomendadas para a região em estudo, foram eleitas cultivares hipotéticas, consideradas adaptadas às condições de temperatura e fotoperíodo do Estado do Piauí, com ciclo de 100 dias (milho) e 65 dias (feijão-caupi). Recomenda-se que a semeadura do feijão-caupi seja efetuada 15 dias após a semeadura do milho. Com isso, as fases críticas das culturas ao déficit hídrico coincidem na mesma época (aos

55 dias após a semeadura do milho), mantendo-se assim as mesmas condições em que foram obtidos os parâmetros culturais nos ensaios de campo. A duração do ciclo do consórcio milho e feijão-caupi foi de 100 dias, distribuídos em quatro fases fenológicas: I - estabelecimento (30 dias), II - desenvolvimento vegetativo (25 dias), III - florescimento e enchimento de grãos e vagens (20 dias) e IV - maturação (25 dias).

e) Arranjo espacial: o arranjo espacial recomendado para o consórcio é 1:1 (uma fileira de milho para uma fileira de feijão-caupi). O espaçamento para a semeadura do milho deve ser de 1,0 m (entre fileiras) e 0,25 m entre plantas, ou seja, quatro plantas de milho por metro linear. O feijão-caupi deve ser semeado entre as fileiras do milho, com cinco plantas por metro linear. É necessária a execução das práticas de calagem e adubação das culturas, com base no resultado da análise de solo, bem como os tratamentos fitossanitários seguindo os sistemas de produção recomendados para a região de cultivo (CARDOSO, 2000; CARDOSO; ATHAYDE SOBRINHO, 2007).

f) Coeficientes de cultura (K_c): usaram-se valores de K_c decendiais ao longo do ciclo da cultura de milho (Tabela 2). Os valores foram obtidos em ensaios de campo conduzidos nas condições edafoclimáticas locais (FERREIRA et al., 2007; MASCHIO et al., 2007).

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

Tabela 2. Coeficientes de cultura (Kc) decendiais para o consórcio milho e feijão-caupi.

Ciclo (dias)	Decêndios										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100	0,50	0,70	0,90	1,00	1,30	1,45	1,30	1,20	1,00	0,65	0,50

em que:

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

ETr- evapotranspiração real da cultura (mm).

ETm - evapotranspiração máxima da cultura (mm).

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

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 8 anos em cada 10 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.

h) Classes de ISNA: para a caracterização do risco climático associado ao cultivo de milho - feijão-caupi, foram estabelecidas três classes de ISNA: i) ISNA 0,40 - baixo risco climático (período favorável ao plantio); ii) 0,40 ISNA 0,30 - médio risco climático (período intermediário para plantio); iii) ISNA 0,30 - alto risco climático (período desfavorável ao plantio). Essas classes de ISNA foram definidas com base em ensaios de campo, onde se avaliou a resposta produtiva do consórcio sob a imposição de diferentes níveis de estresse hídrico no solo (FERREIRA, 2006).

Modelo de espacialização

Na segunda etapa, para a espacialização dos resultados, foram empregados os valores de ISNAs 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.

Mapas de risco climático

As Fig. 3 a 5 apresentam os resultados do zoneamento agrícola de risco climático para o consórcio milho e feijão-caupi, por tipo de solo, em determinadas épocas de semeadura. 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 no Estado do Piauí.

Comparativamente aos estudos efetuados por Andrade Júnior, Melo e Bastos (2001) e Andrade Júnior et al. (2008), houve acréscimo das áreas com baixo risco climático em resposta ao regime pluviométrico, em termos 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).

Notadamente, para o solo do tipo 3 e semeadura em dezembro e janeiro, parte da região sudeste do Estado do Piauí (semiárido) apresentou indicação de cultivo para o consórcio milho-feijão-caupi, apesar de que nessa região o regime de chuvas é extremamente irregular e totaliza apenas 600 mm anuais (MEDEIROS, 1996), sendo insuficiente para o suprimento hídrico da cultura do milho solteiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2008), porém mostrou-se mais adequado para o cultivo do consórcio.

Embora a demanda hídrica do consórcio seja superior a das culturas solteiras (FERREIRA et al., 2007; MASCHIO et al., 2007), os valores de ISNAs usados para a definição das áreas de baixo risco climático foram menores do que os indicados para as culturas solteiras (FERREIRA, 2006), o que favoreceu para que houvesse acréscimo nas áreas de baixo risco climático para o consórcio. Entretanto, destaca-se que essa condição de ISNA reduzido induz níveis de produtividade das culturas em cultivo consorciado inferiores ao cultivo solteiro (FERREIRA, 2006), tornando a adoção do consórcio milho e feijão-caupi uma alternativa agrícola para as regiões de baixa e irregular oferta pluviométrica, desde que a relação entre os preços mínimos dos produtos seja atrativa economicamente.

Independentemente da região, as áreas consideradas aptas (com 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.

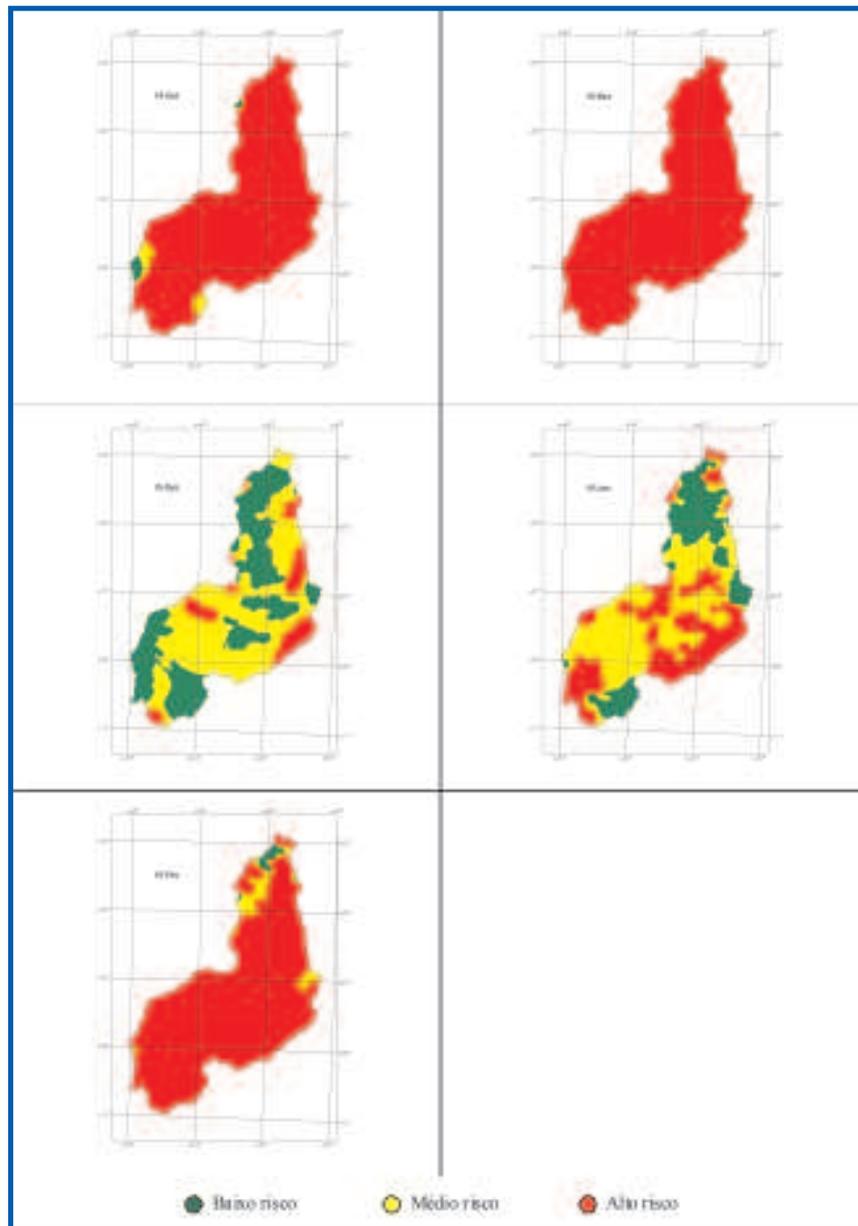


Fig. 3. Espacialização de riscos climáticos em áreas com solo tipo 1, no Piauí.

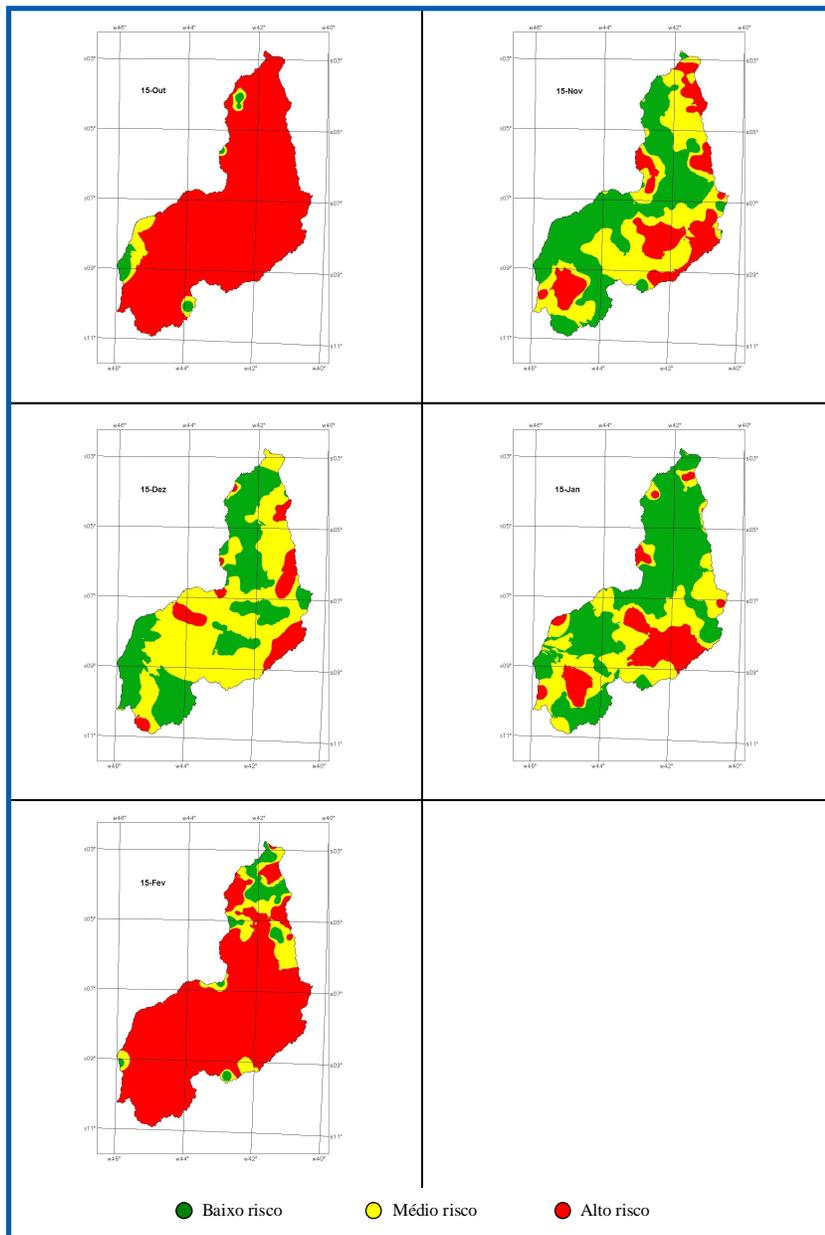


Fig. 4. Espacialização de riscos climáticos em áreas com solo tipo 2, no Piauí.

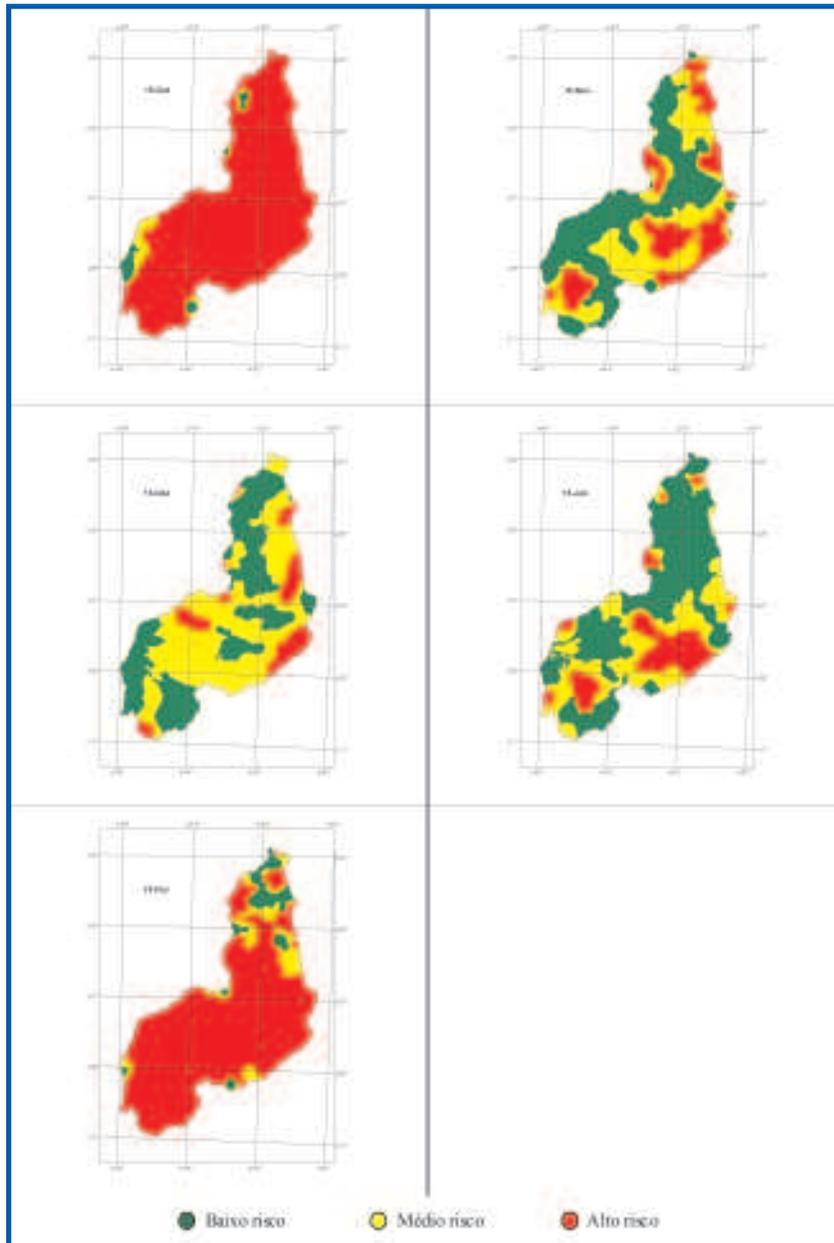


Fig. 5. Espacialização de riscos climáticos em áreas com solo tipo 3, no Piauí.

Alguns municípios foram considerados inaptos para o cultivo do consórcio milho e feijão-caupi quando se processou as simulações com o solo dos tipos 1 e 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, notadamente, 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 da 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 consórcio milho e feijão-caupi deve ser indicada nos seguintes períodos:

- a) solo do tipo 1: de 1- dezembro a 15- janeiro;
- b) solo do tipo 2: de 15- novembro a 31- janeiro.

Especificamente na região Semiárida, a semeadura do consórcio milho e feijão-caupi devem ocorrer nos seguintes períodos: a) solo do tipo 1: de 1- dezembro a 31- dezembro; b) solo do tipo 2: de 15- dezembro a 15- janeiro.

É recomendável a adoção de épocas de semeadura situadas na faixa central dos intervalos de semeadura citados, como forma adicional de reduzirem-se os riscos de insucessos da variabilidade temporal típica das precipitações da região.

Em razão das diferenças metodológicas, principalmente decorrentes do uso de valores de ISNA mais reduzidos para caracterizar as classes de alto risco climático, constatou-se que houve acréscimo nas áreas de médio e baixo risco climático, notadamente, na região Semiárida do Piauí, favorecendo a indicação do cultivo do consórcio milho e feijão-caupi, em substituição ao cultivo do milho solteiro, que apresenta elevado risco climático nessa região.

Na Tabela 3, apresenta-se a relação dos municípios com indicação de cultivo e os respectivos períodos de semeadura para todas as situações simuladas de tipo de solo. Para essa indicação, adotaram-se os critérios de enquadramento descritos na metodologia do modelo de balanço hídrico, ou seja, o município foi considerado apto quando possuía até 20 % de classe de baixo risco climático ou, com pelo menos, 60 % de classe de médio risco climático. Houve indicação de cultivo para o consórcio milho e feijão-caupi em todos os municípios do Piauí, em pelo menos, uma data de semeadura (Tabela 3).

É importante ressaltar que as indicações de épocas de semeadura favoráveis ao cultivo do consórcio milho e feijão-caupi levaram em consideração apenas o aspecto relativo ao balanço de água em cada um dos tipos de solo. É aconselhável que, no futuro, sejam incorporadas outras variáveis climáticas, como, 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 (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As variáveis econômicas, tais como o preço mínimo de venda dos produtos devem ser consideradas, uma vez que as produtividades das culturas reduzem-se bastante no sistema consorciado, tornando esse sistema indicado apenas para situações onde essa relação for atrativa economicamente.

Entretanto, 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 de base familiar na definição de regiões com aptidão climática para o cultivo do consórcio milho - feijão-caupi.

Tabela 3. Municípios aptos e períodos de semeadura para o consórcio milho e feijão-caupi no Estado do Piauí, em cada tipo de solo.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
Acauã			36 a 2
Agricolândia		35 a 36	34 a 1
Água Branca	35	35 a 36	34 a 1
Alagoinha do Piauí	34 a 6	34 a 36 e 3	33 a 3
Alegrete do Piauí	33 a 6	33 a 3	33 a 3
Alto Longa	33 a 4	31 a 4	31 a 5
Altos	33 a 4	32 a 5	32 a 5
Alvorada do Gurguéia	33 a 34 e 1	34 a 3	33 a 4
Amarante	35 a 2	34 a 3	33 a 4
Angical do Piauí	35 a 2	34 a 3	33 a 4
Anísio de Abreu		35	35 a 2
Antonio Almeida		32 a 1	32 a 2
Aroazes	33 a 1	32 a 2	32 a 3
Arraial	33 a 1	34 a 3	32 a 3
Assunção do Piauí	36 a 2	36 a 2	36 a 2 e 5
Avelino Lopes	31 a 3	29 a 3	28 a 3
Baixa Grande do Ribeiro	33 a 1	31 a 2	30 a 2
Barra D'Alcântara	33 a 1	32 a 2	30 a 4
Barras	33 a 6	29 a 6	30 a 6
Barreiras do Piauí	34 a 35	34 a 1	32 a 2
Barro Duro	33 a 36 e 3	34 a 4	33 a 4
Batalha	33 a 6	36 a 6	32 a 6
Bela Vista do Piauí		1	34 e 1
Belém do Piauí	33 a 34	34 e 1 a 3	34 a 3
Beneditinos	33 a 4	31 a 4	31 a 5
Bertolândia	34 a 1	32 a 4	31 a 4
Betânia do Piauí		34 a 4	33 a 4
Boa Hora	33 a 4	34 a 6	32 a 6
Bocaína		32 e 36 a 1	32 e 36 a 2
Bom Jesus	35	32 a 35	32 a 36
Bom Princípio do Piauí	1 a 2 e 5	34 a 6	33 a 6
Bonfim do Piauí		35 a 2	33 a 2
Boqueirão do Piauí	34 a 4	34 a 4	32 a 5
Brasileira	1 a 2	34 a 6	33 a 6
Brejo do Piauí	33 a 3	35	35
Buriti dos Lopes	35 a 6	34 a 6	33 a 6
Buriti dos Montes	1 a 3	34 a 4	32 a 4
Cabeceiras do Piauí	33 a 6	32 a 4	31 a 5
Cajazeiras do Piauí	33 a 35	31 a 2	31 a 3

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
Cajueiro da Praia		34 a 3	33 a 4
Caldeirão Grande do Piauí	34 a 2	34 a 2	33 a 3
Campinas do Piauí	35	35	35 a 2
Campo Alegre do Fidalgo	35	34	33 a 34
Campo Grande do Piauí	33 a 34 e 1 a 2	34 a 3	34 a 3
Campo Largo do Piauí	33 a 3	30 a 1	30 a 2
Campo Maior	35 a 3	32 a 4	32 a 4
Canavieira		32 a 2	31 a 2
Canto do Buriti	34	32 a 2	31 a 2
Capitão de Campos	36 a 4	34 a 4	33 a 6
Capitão Gervásio Oliveira			33 a 34
Caracol		35	35 a 2
Caraúbas do Piauí	35 a 36 e 6	31 a 3	32 a 3
Caridade do Piauí		34 a 3	33 a 3
Castelo do Piauí	1 a 3	32 a 6	32 a 6
Caxingó	35 a 6	34 a 5	32 a 5
Cocal	35 a 1 e 6	34 a 1	33 a 1
Cocal de Telha	36 a 2	34 a 4	33 a 4
Cocal dos Alves	35 a 1	35 a 1	33 a 1
Coivaras	33 a 4	31 a 4	31 a 5
Colônia do Gurguéia	33 a 3	32 a 2	30 a 2
Colônia do Piauí	33 a 35	32 a 2	32 a 3
Conceição do Canindé	1		
Coronel José Dias		34 a 1	33 a 4
Corrente	34 e 3	32 a 3	32 a 4
Cristalândia do Piauí		32 a 1	32 a 2
Cristino Castro		32 a 3	32 a 3
Curimatá	31 a 3	32 a 4	32 a 4
Currais	33	31 a 36	31 a 2
Curral Novo do Piauí		33 a 4	33 a 4
Curralinhos	35 a 3	34 a 35	28 a 1
Demerval Lobão	33 a 1	32 e 2	32 a 2
Dirceu Arcoverde		33 a 2	33 a 4
Dom Expedito Lopes		32 a 2	30 a 3
Dom Inocêncio		33 a 35	35 a 1
Domingos Mourão	2 e 3	33 a 5	33 a 5
Elesbão Veloso	30 a 1	32 a 3	32 a 4
Eliseu Martins	33 a 3	32 a 2	28 a 4
Esperantina	33 a 6	32 a 6	32 a 6
Fartura do Piauí	33	31 a 5	31 a 5

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
Flores do Piauí	33 a 3	33 a 34	33 a 35 e 3
Floresta do Piauí	35 a 1		
Floriano		32 a 4	32 a 4
Francinópolis	33 a 1	32 a 2	32 a 4
Francisco Ayres	1	33 a 3	33 a 3
Francisco Santos	1	32 a 3	32 a 3
Francisco Macedo	33	33 a 34 e 1	32 a 3
Fronteiras	34 a 4	32 a 36	32 a 36
Geminiano	35 a 3	32 a 4	32 a 4
Gilbués	34 a 36	33 e 1	1 e 2
Guadalupe	33 e 36 a 1	31 a 4	31 a 4
Guaribas		32 a 3	32 a 3
Hugo Napoleão	33 a 36	33 a 3	33 a 4
Ilha Grande		32 a 6	32 a 6
Inhuma	33 a 35	34 a 4	32 a 4
Ipiranga do Piauí	33	30 a 1	30 a 2
Isaías Coelho	35 a 1	33	
Itainópolis	31 a 1	33	36
Itaueira		32 a 1	32 a 1
Jacobina do Piauí	33 e 36 a 1	33 a 2	35 a 3
Jaicós	33 a 1	33 a 3	33 a 3
Jardim do Mulato	35 a 1	33 a 3	33 a 34
Jatobá do Piauí	35 a 3	33 a 4	33 a 4
Jerumenha	33 e 36 a 1	32 a 3	32 a 4
João Costa	35	33	
Joaquim Pires	34 a 6	33 a 6	33 a 6
Joca Marques	33 a 3	32 a 3	32 a 4
José de Freitas	33 a 4	32 a 4	32 a 4
Juazeiro do Piauí	1 a 3	33 a 3	32 a 4
Júlio Borges	33 a 3	32 a 3	32 a 4
Jurema		33 a 35	33 a 36
Lagoa Alegre	33 a 3	32 a 3	31 a 4
Lagoa de São Francisco	33 a 6	28 a 4	28 a 5
Lagoa do Barro do Piauí		30, 33 e 4	30, 33 a 36 e 4
Lagoa do Piauí	33 e 36 a 1	31 a 3	31 a 3
Lagoa do Sítio	33 a 36	32 a 6	32 a 6
Lagoinha do Piauí	35 a 36	33 a 36	33 a 3
Landri Sales	1	32 a 1	32 a 2
Luis Correia	1	33 a 3	33 a 5

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
Luzilândia	33 a 5	32 a 6	32 a 6
Madeiro	33 a 2	32 a 3	31 a 4
Manoel Emídio	33 a 34 e 1	33 a 2	33 a 2
Marcolândia	33	33 a 1	33 a 3
Marcos Parente	36 a 1	32 a 1	32 a 2
Massapê do Piauí	33 a 1	33 e 1 a 3	34 a 3
Matias Olímpio	33 a 35 e 2	30 a 3	30 a 3
Miguel Alves	29 a 1	31 a 2	30 a 2
Miguel Leão	1	33 e 36	32 a 2
Milton Brandão	2 a 3	28 a 3	28 a 4
Monsenhor Gil	1	31 a 1	31 a 3
Monsenhor Hipólito	1 a 3	32 a 3	32 a 3
Monte Alegre do Piauí		33 e 1	1 a 2
Morro Cabeça no Tempo	31 a 3	29 a 3	29 a 3
Morro do Chapéu do Piauí	33 a 6	32 a 6	32 a 6
Muricí dos Portela	35 a 6	33 a 5	32 a 5
Nazaré do Piauí		31 a 3	31 a 3
Nazária	33 a 4	32 a 6	32 a 6
Nossa Senhora de Nazaré	34 a 4	33 a 4	32 a 4
Nossa Senhora dos Remédios	33 a 4	29 a 1	30 a 1
Nova Santa Rita	35	33 a 34	34
Novo Oriente do Piauí	33 a 1	32 a 2	32 a 4
Novo Santo Antonio	35 e 2 a 3	33 a 3	32 a 4
Oeiras	33 a 35	30 a 2	30 a 2
Olho D'Água do Piauí	33 a 36 e 3	33 a 4	33 a 4
Padre Marcos	33	33 a 34 e 1	34 a 3
Paes Landim	31 a 34	33 e 36	36 a 4
Pajeú do Piauí	35 a 1	33	
Palmeira do Piauí	33	31 a 2	31 a 2
Palmeirais	35 a 3	33 a 35	34 a 1
Paquetá	35 a 1	33	32 e 1 a 3
Parnaguá	33 a 4	32 a 4	32 a 4
Parnaíba		33 a 6	32 a 6
Passagem Franca do Piauí	33 a 3	31 a 4	31 a 4
Patos do Piauí	33 a 6	33	
Paulistana		33	35 a 2

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
Pavussú		32 a 33 e 36 a 1	32 a 3
Pedro II	1 a 3	33 a 4	33 a 5
Pedro Laurentino	35	33	
Picos	35 a 4	32 a 6	32 a 6
Pimenteiras	33 a 3	32 a 2	32 a 4
Pio IX	34 a 4	30 a 36 e 3	30 a 3
Piracuruca	35	33 a 3	33 a 5
Piripiri	33 e 36 a 2	33 a 6	33 a 6
Porto	33	30 a 1	30 a 1 e 4
Porto Alegre do Piauí		32 a 1	32 a 2
Prata do Piauí	30 a 1	28 a 3	28 a 3
Queimada Nova		33	
Redenção do Gurguéia	31 a 36	31 a 36	31 a 36
Regeneração	33 a 1	33 a 3	33 a 4
Riacho Frio	34 a 3	33 a 34 e 1 a 3	33 a 4
Ribeira do Piauí	34 a 1	33	
Ribeiro Gonçalves	33 a 1	28 a 1	28 a 3
Rio Grande do Piauí	33 a 36	33	28 e 35
Santa Cruz do Piauí	35 a 1	33	
Santa Cruz dos Milagres	30 a 2	30 a 3	30 a 3
Santa Filomena	28 a 1	28 a 4	28 a 5
Santa Luz		31 a 3	31 a 3
Santa Rosa do Piauí	33 a 35	30 a 2	30 a 2
Santana do Piauí	1 a 3	32 a 6	32 a 6
Santo Antônio de Lisboa	1 a 3	32 a 2	32 a 3
Santo Antônio dos Milagres	35	33 a 2	34 a 3
Santo Inácio do Piauí	35	33 a 1	33 a 2
São Braz do Piauí		33 a 35	35
São Felix do Piauí	30 a 3	32 a 3	32 a 3
São Francisco de Assis		33	33 a 34
São Francisco do Piauí	34 a 3	28 a 3	28 a 4
São Gonçalo do Gurguéia	34 a 3	33 a 3	32 a 4
São Gonçalo do Piauí	35	33	35 a 1
São João da Fronteira	1 a 2	33 a 5	33 a 6
São João da Serra	33	32 a 2	32 a 3
São João da Varjota		30 a 1	32 a 2
São João do Arraial	33 a 3	31 a 3	30 a 4
São João do Canabrava	3	32 a 4	32 a 4
São João do Piauí	35	33	

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
São Pedro do Piauí	36	33	35
São Raimundo Nonato		33 a 1	33 a 2
Sebastião Barros	34 a 35 e 3	32 a 2	32 a 4
Sebastião Leal	33 a 34 e 1	32 a 3	32 a 3
Sigefredo Pacheco	35 a 3	33 a 3	33 a 4
Simões	33	33 a 3	33 a 3
Simplício Mendes	34	33 a 1	33 a 1
Socorro do Piauí		33	
Sussuapara	1 a 3	32 a 4	32 a 4
Tamboril do Piauí	35	33	33 a 36
Tanque do Piauí	30 a 36	31 a 3	30 a 3
Teresina	33 a 4	32 a 6	32 a 6
União	33 a 4	32 a 4	30 a 4
Uruçuí	33 e 36 a 1	30 a 2	30 a 3
Valença do Piauí	33 a 1	32 a 4	31 a 4
Várzea Branca	33	31 a 5	31 a 5
Várzea Grande	31 a 1	32 a 2	30 a 4
Vera Mendes	33 a 1	33	
Vila Nova do Piauí	33 a 6	33 e 1 a 3	1 a 3
Wall Ferraz	35 a 1	32 a 35	32 a 35

*Solo 1 – Neossolos Quartzarênicos (solos com teor de argila maior que 10 % e menor ou igual a 15 % e CAD = 30 mm); ** Solo 2 – Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com menos de 35 % de argila e CAD = 50 mm) e *** Solo 3 – Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com mais de 35 % de argila e CAD = 70 mm).

Observações:

a) Foram suprimidos todos os municípios onde não se recomenda a cultura. Se algum município mudou de nome ou foi criado um novo município, em razão de emancipação de um daqueles da listagem abaixo, todas as recomendações são idênticas às do município de origem até que nova relação o inclua formalmente.

b) Caso algum município tenha tido o seu nome modificado ou foi criado um novo nome, devem-se considerar todas as recomendações do município a qual pertencia, até que uma nova relação o inclua formalmente.

c) Caso exista mais de um período de plantio, por exemplo, 28 e 29 ou 33 a 1, significa que nos períodos intermediários ausentes da indicação 30, 31 e 32, não se recomenda plantio. Se acontecer um evento atípico na região (secas excessiva ou excesso de chuva), recomenda-se que os produtores efetivem a implantação da lavoura nesta safra no local, pois esses eventos ainda não são previsíveis pelo zoneamento.

Conclusões

- a) Houve acréscimo na indicação de cultivo do consórcio milho e feijão-caupi em comparação ao milho solteiro, notadamente, na região Semiárida e para cultivo em solos dos tipos 2 e 3, durante os meses de dezembro e janeiro;
- b) Para solos dos tipos 1 e 2, mais comuns no Piauí, as épocas de semeadura que oferecem os menores riscos aos produtores familiares são: a) solo do tipo 1: de 1- dezembro a 15- janeiro; b) solo do tipo 2: de 15- novembro a 31- janeiro.

Referências

- ANDRADE, M. J. B. de; MORAIS, A. R. de; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, M. V. da. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, mar./abr.2001.
- 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.; CARDOSO, M. J.; SILVA, C. O. da. **Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 25 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 170).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151 p. (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.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MELO, F. de B.; BASTOS, E. A. Zoneamento de risco climático para o feijão caupi no Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Avanços tecnológicos no feijão caupi**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 3-7. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 56).

- BARON, C.; PEREZ, P.; MARAUX, F. **Sarrazon bilan hydrique applique au zonage: bilan hydrique de réseaux pluviométriques et synoptiques pour des applications de zonage annuels ou pluriannuels d' analyse de risques climatiques.** Montpellier: CIRAD, 1996. 26 p.
- CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- CARDOSO, M. J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). **O milho no Meio-Norte do Brasil: estratégias básicas do manejo.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 384 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FERREIRA, V. M. **Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho - feijão-caupi.** 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- FERREIRA, V. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MASCHIO, R.; CARDOSO, M. J.; SILVA, C. R.; MORAIS, E. L. C. Coeficientes de cultivo do milho em sistemas monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais.** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4 p. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, V. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SILVA, C. R. da; MASCHIO, R. Consumo relativo de água pelo milho e pelo feijão-caupi, em sistema de cultivos solteiro e consorciado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 96-106, abr. 2008.
- FLESCH, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 51-56, jan. 2002.
- GOMES, A. A. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. Evapotranspiração de referência mensal para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 560-564, out./dez. 2005.
- LIMA, M. G. de; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 221-227, 1998.
- LOPES, L. H. de O. **Efeito da deficiência hídrica no consórcio milho x feijão vigna.** 1987. 75 f. Tese. (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MASCHIO, R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FERREIRA, V. M.; BASTOS, E. A.; SILVA, C. R.; MORAIS, E. L. C. Coeficientes de cultivo do feijão-caupi em sistemas monocultivo e consorciado com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais.** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4 p. 1 CD-ROM.

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.

PORTES, T. da A.; SILVA, C. C. Cultivo consorciado. In: ARAÚJO, R. S. **Cultura do feijão comum no Brasil**. Piracicaba. Potafos, 1996. p. 619-638.

SANABRIA de M., E. **Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación maíz-fríjol cultivada en solución nutritiva**. 1975. 80 f. Tesis (Maestría en Cultivos y Suelos Tropicales) - Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Dpto. de Cultivos y Suelos Tropicales, Turrialba, Costa Rica.

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, jul. 1998.

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