

ISSN 0104-866X  
Dezembro, 2010

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

## ***Documentos 205***

### **Zoneamento de risco climático para as culturas de algodão e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí**

*Aderson Soares de Andrade Júnior  
Simone Raquel Mendes de Oliveira  
José Lopes Ribeiro  
Clescy Oliveira da Silva*

Embrapa Meio-Norte

Teresina, PI  
2010

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  
Homepage [www.cpamn.embrapa.br](http://www.cpamn.embrapa.br).  
Email: [sac@pamn.embrapa.br](mailto:sac@pamn.embrapa.br)

**Comitê de Publicações:**

Presidente: *Kaesel Jackson Damasceno e Silva*  
Secretário-administrativo: *Erick Gustavo de Oliveira Sales*  
Membros: *Humberto Umbelino de Sousa, Lígia Maria Rolim Bandeira, Maria Eugênia Ribeiro, Orlane da Silva Maria, Aderson Soares de Andrade Júnior, Francisco José de Seixas Santos, Marissônia de Araujo Noronha, Adilson Kenji Kobayashi, Milton José Cardoso, José Almeida Pereira, Maria Teresa do Rêgo Lopes, Marcos Jacob de Oliveira Almeida, Francisco das Chagas Monteiro*  
Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*  
Revisão de texto: *Edsel Rodrigues Teles*  
Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*  
Editoração eletrônica: *Erlândio Santos de Resende*  
Foto da capa: *Aderson Soares de Andrade Júnior*

**1ª edição**

1ª impressão (2010): 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 algodão e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí / Aderson Soares de Andrade Júnior ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2010.  
30 p. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 205).

1. Climatologia agrícola. 2. Aptidão climática. 3. Época de plantio. 4. Sistema de cultivo. I. Andrade Júnior, Aderson Soares de. II. Série.

CDD 630.2516 (21. ed.)

---

© Embrapa, 2010

## **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

### **Simone Raquel Mendes de Oliveira**

Engenheira-agrônoma, doutoranda em Engenharia Agrícola, DEAg-UFC, Fortaleza, CE. Bolsista CNPq  
simone\_raquel@hotmail.com

### **José Lopes Ribeiro**

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI  
jlopes@cpamn.embrapa.br

### **Clescy Oliveira da Silva**

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

## **Apresentação**

O zoneamento de risco climático é uma ferramenta técnico-científica necessária ao estabelecimento de políticas agrícolas e à gestão de riscos na agricultura. Constitui, portanto, informação útil para agricultores, extensionistas, órgãos governamentais, financiadores agrícolas, seguradoras, entre outros. Permite, a partir do conhecimento das variabilidades climáticas locais e cálculos matemáticos, definir regiões de aptidão climática e estabelecer períodos em que os cultivos agrícolas possam ocorrer com maior possibilidade de sucesso.

É importante para o sistema de consórcio entre algodão e feijão-caupi, que são culturas com relativa tolerância ao estresse hídrico. Entretanto, dependendo da época, ano e local, suas produtividades podem ser prejudicadas, principalmente dada a alta variabilidade da ocorrência de chuvas no Semiárido. Adicionalmente à relativa tolerância do feijão-caupi e

algodão e à baixa disponibilidade de água no solo, o sistema de consórcio tem sido tradicionalmente usado pelos agricultores familiares com vistas a reduzir os riscos de perdas decorrentes de condições adversas no semiárido piauiense.

Este documento apresenta o zoneamento do risco climático para o consórcio de algodão e feijão-caupi no semiárido piauiense, com vistas a diminuir as incertezas e aumentar a segurança da atividade agrícola na região.

*Hoston Tomás Santos do Nascimento*

Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

## Sumário

<b>Zoneamento de risco climático para as culturas de algodão e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí .....</b>	<b>9</b>
Introdução .....	9
Modelo de balanço hídrico .....	12
Modelo de espacialização .....	17
Mapas de risco climático .....	17
<b>Conclusão .....</b>	<b>28</b>
<b>Referências .....</b>	<b>28</b>

# **Zoneamento de risco climático para as culturas de algodão e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí**

---

*Aderson Soares de Andrade Júnior*

*Simone Raquel Mendes de Oliveira*

*José Lopes Ribeiro*

*Clescy Oliveira da Silva*

## **Introdução**

A produção agrícola de alimentos básicos e fibras é, geralmente, oriunda da agricultura familiar. No Nordeste brasileiro, o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça Latifolium Hutch.) é cultivado, na maioria das áreas, em regime consorciado. O consórcio algodão e feijão-caupi é um sistema ideal, pois combina uma leguminosa de ciclo rápido com uma cultura de ciclo mais longo (BELTRÃO et al., 2003).

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 delas conviva com a outra, em todo ou em pelo menos parte do seu ciclo. Este sistema de agricultura é uma prática bastante comum feita pelos pequenos produtores da região Nordeste do Brasil, que buscam, com ela, a redução dos riscos de perdas, por causa, notadamente, das irregularidades climáticas, principalmente as precipitações pluviais. Buscam o maior aproveitamento e o maior retorno econômico da propriedade agrícola (ARAÚJO et al., 2008), 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 eles se destaca o algodão e feijão-caupi, provavelmente por constituírem o alimento básico e fonte de fibras da população da região. Praticamente já faz parte da cultura dessas pessoas. Portanto, esse consórcio merece atenção especial no sentido de se buscarem estratégias para a melhoria de sua eficiência (OLIVEIRA, 2010).

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 (FLESCH, 2002).

Estudos têm demonstrado maior viabilidade dos cultivos consorciados sob condições de restrição hídrica no solo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2009a; FERREIRA et al., 2008; LOPES, 1987; SANABRIA DE MOJICA, 1975), o que indica a possibilidade do cultivo desses arranjos em regiões com baixa e/ou má distribuição da oferta pluviométrica. Nessa região, as culturas solteiras, por exigirem maior nível de disponibilidade hídrica no solo para a obtenção de produtividades satisfatórias, não têm tido sucesso.

Apesar de serem culturas com relativa tolerância ao estresse hídrico no solo, os estudos de zoneamento de risco climático não têm recomendado a indicação de cultivo solteiro de algodão e feijão-caupi no Estado do Piauí, especialmente em parte da região semiárida (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001, 2006), onde a distribuição das chuvas (400 - 600 mm) é insuficiente para o suprimento hídrico das culturas durante seu ciclo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004) (Figura 1).

10 | Zoneamento de risco climático para as culturas de algodão e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí

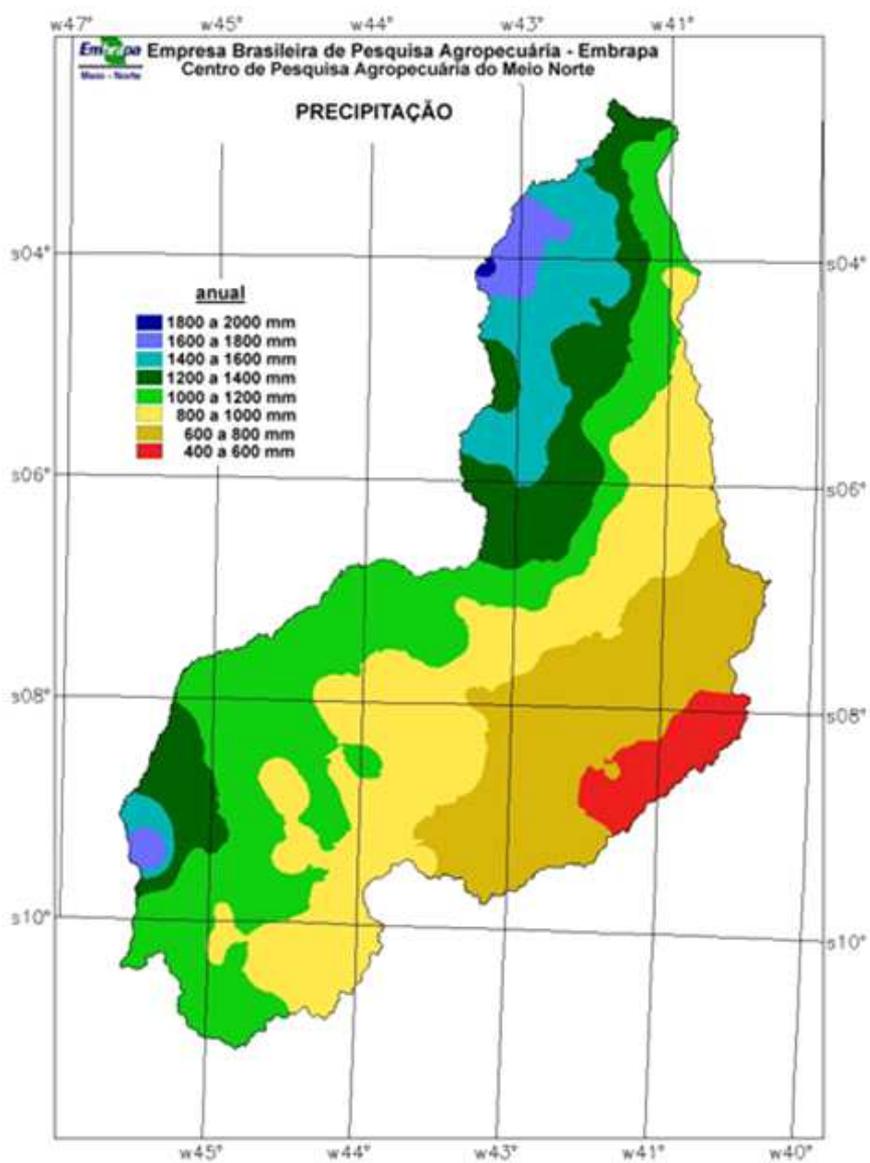


Figura 1. Mapa de precipitação anual (mm) para o Estado do Piauí.

Em um cenário climático dessa natureza, o zoneamento agrícola de risco climático constitui 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 exemplo, 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., 2001, 2007, 2008, 2009b).

Neste documento, objetiva-se apresentar os resultados do zoneamento agrícola de risco climático para o consórcio algodão e feijão-caupi no Estado do Piauí, com base no balanço hídrico de água no solo, utilizando 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 o programa computacional Sarrazon (BARON et al., 1996) e b) espacialização dos índices de satisfação das necessidades hídricas das culturas, utilizando 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 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 (Tabela 1). As variáveis de entrada utilizadas no modelo foram:

- a) Precipitação diária: utilizaram-se as séries de dados de 163 estações pluviométricas (Figura 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<sub>o</sub>): os valores mensais de ET<sub>o</sub> (Figura 2b), para todos os municípios, foram estimados pelo método de Thornthwaite (1948), com base no estudo desenvolvido por Gomes et al. (2005), usando as equações de estimativa da temperatura do ar propostas por Lima e Ribeiro (1998).

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

Períodos → (Decêndios)	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Dias →	01a10	11a20	21a31	01a10	11a20	21a30	01a10	11a20	21a31
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					

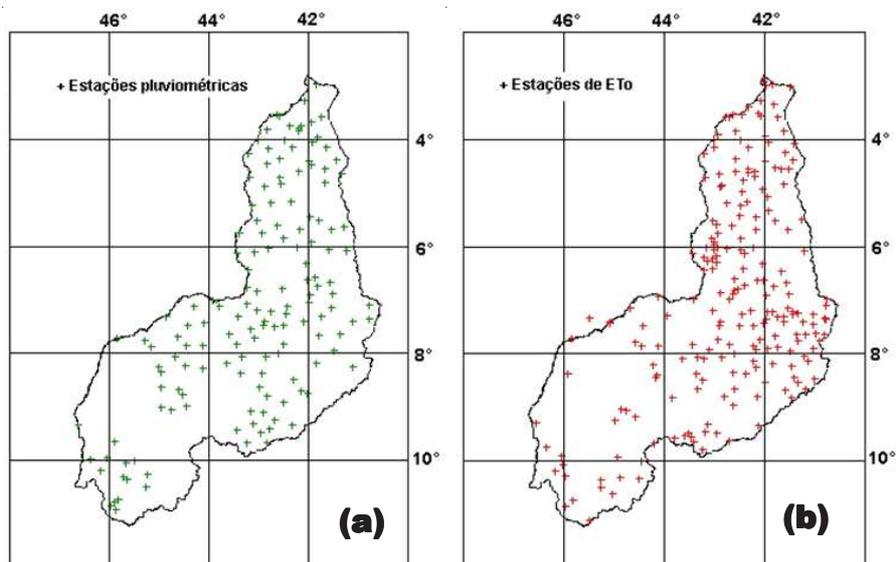


Figura 2. Distribuição espacial das estações pluviométricas (a) e de ETo (b) no Piauí.

c) Capacidade de armazenamento de água no solo (CAD): variou em função do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular do algodão ( $Z = 0,40$  m), admitindo-se constante ao longo do ciclo da cultura. Assumiram-se três tipos de solos: Tipo 1 – CAD = 20 mm (0,60 mm de água/cm de solo), Tipo 2 – CAD = 40 mm (1,00 mm de água/cm de solo) e Tipo 3 – CAD = 60 mm (1,20 mm de água/cm de solo). 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 algodão 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 120 dias (algodão) e 65 dias

(feijão-caupi). Recomenda-se que a sementeira do feijão-caupi seja efetuada 15 dias após a sementeira do algodão. Com isso, as fases críticas das culturas ao déficit hídrico coincidem na mesma época (aos 55 dias após a sementeira do algodão), mantendo-se assim as mesmas condições em que foram obtidos os parâmetros culturais nos ensaios de campo. A duração do ciclo do consórcio algodão e feijão-caupi foi de 120 dias, distribuídos em quatro fases fenológicas: I – estabelecimento (15 dias), II – desenvolvimento vegetativo (30 dias), III – florescimento e formação das maçãs e vagens (45 dias) e IV – maturação (30 dias).

e) Arranjo espacial: o arranjo espacial recomendado para o consórcio é 1:1 (uma fileira de algodão para uma fileira de feijão-caupi). O espaçamento para a sementeira do algodão deve ser de 1,0 m (entre fileiras) e 0,2 m entre plantas, ou seja, cinco plantas de algodão por metro linear. O feijão-caupi deve ser semeado entre as fileiras do algodão, 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; CULTURA..., 2003).

f) Coeficientes de cultura (Kc): usaram-se valores de Kc decendiais ao longo do ciclo do consórcio algodão-feijão-caupi (Tabela 2). Os valores foram obtidos em ensaios de campo conduzidos nas condições edafoclimáticas locais (OLIVEIRA et al., 2009).

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

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

f) Modelo Sarrazon: o modelo de simulação do balanço hídrico da cultura (Sarrazon) permitiu a determinação dos valores de evapotranspiração real (ETr) e evapotranspiração máxima (ETm), com os quais se estimou o valor dos índices de satisfação das necessidades de água (ISNA) da cultura (equação 1). A ETr expressa a quantidade de água que a planta efetivamente consumiu e a ETm representa a quantidade de água desejável para garantir sua produtividade máxima (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006):

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

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 enquadrava em um dos seguintes critérios: a) área do município com até 20% de classe de baixo risco climático ou 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 de algodão - feijão-caupi, foram estabelecidas três classes de ISNA, a saber: i)  $ISNA \geq 0,45$  – baixo risco climático (período favorável para plantio); ii)  $0,45 > ISNA > 0,35$  – médio risco climático (período intermediário para plantio) e iii)  $ISNA \leq 0,35$  – alto risco climático (período desfavorável para plantio). Essas classes de ISNA foram definidas com base em ensaios de campo, nos quais se avaliou a resposta produtiva do consórcio sob a imposição de diferentes níveis de estresse hídrico no solo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2009a).

## **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**

Nas figuras 3 a 5 são apresentados os resultados do zoneamento agrícola de risco climático para o consórcio algodão 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 et al. (2001, 2006), em cultivo solteiro, houve acréscimo das áreas com baixo risco climático, em cultivo consorciado, em resposta ao regime pluviométrico, em termos de disponibilidade e distribuição de chuvas (Figura 1). Houve aumento gradual das áreas com baixo risco climático, em direção às regiões centro e norte, à medida que as datas de semeadura avançaram de outubro a fevereiro, já que nessas regiões o período chuvoso estende-se aos meses de março a abril (MEDEIROS, 1996).

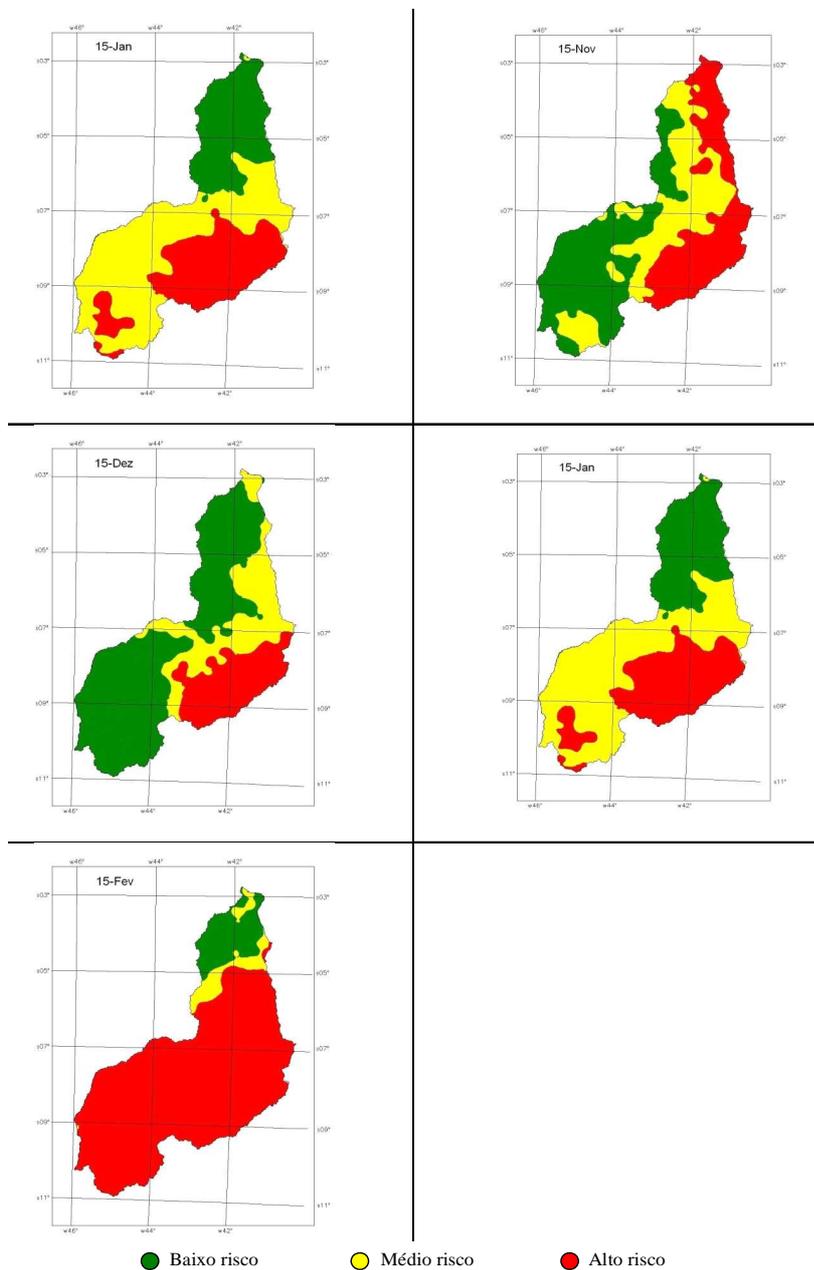
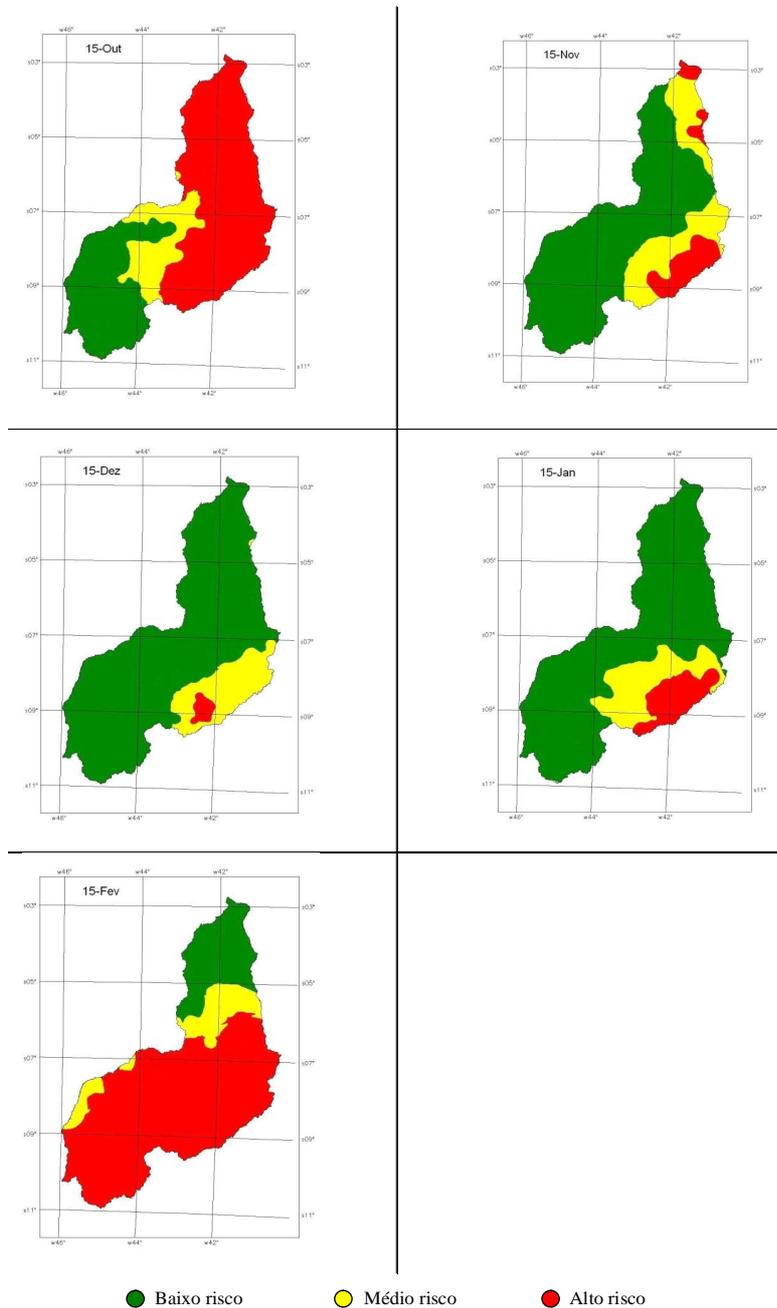


Figura 3. Espacialização de riscos climáticos em áreas com solo tipo 1, no Piauí.



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

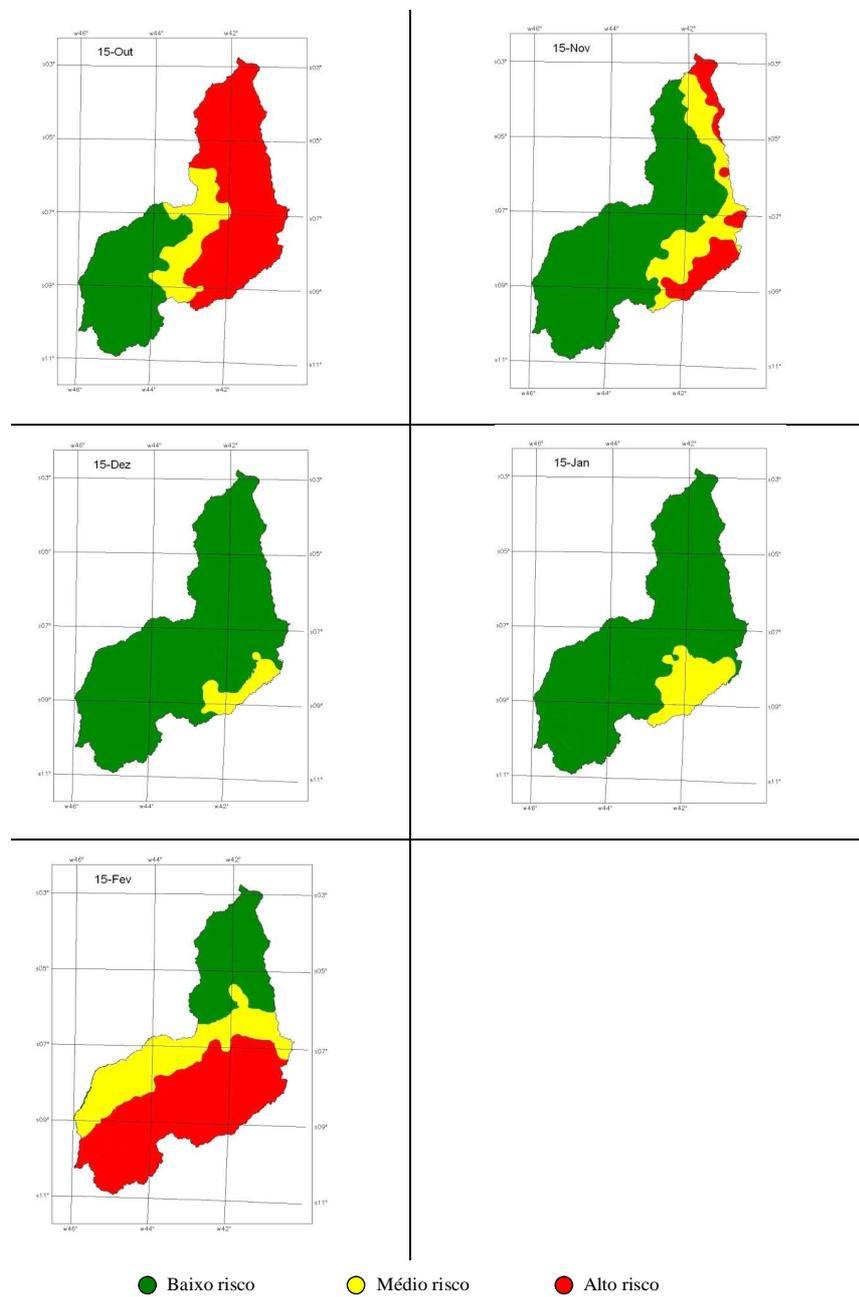


Figura 5. Espacialização de riscos climáticos em áreas com solo tipo 3, no Piauí.

Notadamente, para o solo tipo 3 e semeadura em dezembro e janeiro, extensa área da região sudeste do Piauí (semiárido) apresentou indicação de cultivo para o consórcio algodão – feijão-caupi. Apesar de, nessa região, o regime de chuvas ser extremamente irregular –totalizando apenas 600 mm anuais (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004) – e insuficiente para o suprimento hídrico da cultura do algodão solteiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006), o cultivo do consórcio mostrou-se adequado.

Embora a demanda hídrica do consórcio seja superior à das culturas solteiras (OLIVEIRA et al., 2009), os valores de ISNA usados para a definição das áreas de baixo risco climático foram menores que os indicados para as culturas solteiras (Andrade Júnior et al., 2009a), o que favoreceu para que houvesse acréscimo nas áreas de baixo risco climático para o consórcio. Destaca-se que essa condição de ISNA reduzido leva a níveis de produtividade das culturas em cultivo consorciado inferiores ao cultivo solteiro (OLIVEIRA, 2010). Mesmo assim, a adoção do consórcio algodão e feijão-caupi é uma alternativa agrícola para as regiões de baixa e irregular oferta pluviométrica, pois o cultivo das culturas solteiras nessas regiões é inviável.

Independentemente da região, as áreas consideradas aptas (com baixo risco climático) tendem a ser mais extensas quando se assumiu os solos do tipo 3 como representativos da região. Esses solos apresentam maior capacidade de armazenamento de água em comparação aos solos do tipo 1 e 2, pois em termos granulométricos possuem teores de argila superiores a 35%. Ressalta-se, porém, que é pequena a ocorrência destes 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.

Alguns municípios foram considerados inaptos para o cultivo do consórcio algodão e feijão-caupi quando se processaram as simulações com o solo do

tipo 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). Quando isso ocorre, a capacidade de armazenamento de água do solo torna-se fator fundamental da definição da aptidão climática.

Analisando-se o Estado do Piauí como um todo, visando-se aos menores riscos climáticos em solos do tipo 1 e 2, a semeadura do consórcio algodão e feijão-caupi deve ser indicada nos seguintes períodos: a) solo tipo 1: de 01-Novembro a 20-Fevereiro e b) solo tipo 2: de 01-Outubro a 20-Fevereiro. Especificamente, nas áreas de baixo risco climático na região Semiárida, a semeadura do consórcio deve ocorrer nos seguintes períodos: a) solo tipo 1: de 01-Janeiro a 20-Janeiro e b) solo tipo 2: de 01-Janeiro a 31-Janeiro.

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

Na Tabela 3 é apresentada 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 algodão e feijão-caupi em praticamente todos os municípios do Piauí, em pelo menos, uma data de semeadura (Tabela 3).

**Tabela 3.** Municípios aptos e períodos de semeadura para o consórcio algodão 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
Benedictinos	33 a 4	31 a 4	31 a 5
Bertolínia	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
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

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
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
Currálinhos	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
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

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Município	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
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
Isaias 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 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
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

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Municípios	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
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
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

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Municípios	Solo 1*	Solo 2**	Solo 3***
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	
São José do Divino	35 a 4	32 a 3	32 a 5
São José do Peixe	34 a 35	32 a 3	31 a 3
São José do Piauí		32 a 3	32 a 3
São Julião	33 a 6	33 e 3	33 a 3
São Lourenço do Piauí	34	33 a 35 e 3 a 6	33 a 35 e 3 a 6
São Luis do Piauí	3	32 a 1	32 a 1
São Miguel da Baixa Grande	30 a 3	32 a 3	32 a 4
São Miguel do Fidalgo	34	33 a 2	33 a 2
São Miguel do Tapuio	33 e 36 a 4	32 a 4	32 a 5
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).

É importante ressaltar que as indicações de épocas de semeadura favoráveis ao cultivo do consórcio algodão e feijão-caupi levam em consideração apenas o aspecto relativo ao balanço de água em cada um dos tipos de solo. Entretanto, no formato atual, o zoneamento agrícola de risco climático constitui 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, especialmente na definição de regiões com aptidão climática para o cultivo do consórcio algodão–feijão-caupi.

## Conclusão

Para solos do tipo 1 e 2, mais comuns no Piauí, as épocas de semeadura que oferecem os menores riscos aos produtores familiares são: a) solo tipo 1: de 01-Novembro a 20-Fevereiro e b) solo tipo 2: de 01-Outubro a 20-Fevereiro.

## 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.; 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.; CARDOSO, M. J.; SILVA, C. O. da. **Zoneamento de risco climático para as culturas de milho e feijão-caupi consorciadas no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009b. 34 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 199).

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.

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).

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; OLIVEIRA, S. R. M. de; RIBEIRO, V. Q.; RIBEIRO, J. L.; MASCHIO, R. Índice de satisfação da necessidade de água do algodoeiro herbáceo em sistemas monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável**: [Trabalhos apresentados]. Belo Horizonte: SBA; Viçosa, MG: UFV; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009a. 1 CD-ROM.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SILVA, F. A. de M.; RIBEIRO, J. L.; LIMA, M. G. de; AMARAL, J. A. B. do. **Zoneamento de risco climático para a cultura do algodão herbáceo no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 45 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 137).

ARAÚJO, A. C. de; BELTRÃO, N. E. de M.; MORAIS, M. dos S.; ARAÚJO, J. de L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. Indicadores agroeconômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1467-1472, set./out. 2008.

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.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, M. N. B. da; DANTAS, E. S. B.; CARDOSO, G. D.; PEREIRA, J. R.; GONDIM, T. M. de S. Avaliação do consórcio algodão colorido + feijão macassar em sistema orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Algodão**: um mercado em evolução: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão; Goiânia: Fundação GO, 2003. 1 CD-ROM. (Embrapa Algodão. Documentos, 118).

CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijao caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular técnica, 28).

CULTURA do algodão herbáceo na agricultura familiar. Campina Grande: Embrapa Algodão, jan. 2003. (Embrapa Algodão. Sistemas de produção, 1, *on-line*). Disponível em: <<http://>

sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/index.htm>. Acesso em: 19 out. 2010.

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.

FLESCHE, 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, Brasil. **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. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

OLIVEIRA, S. R. M. de. **Determinação de parâmetros para estimativa do risco climático no consórcio algodão herbáceo e feijão-caupi**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

OLIVEIRA, S. R. M. de; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RIBEIRO, V. Q.; BARROS, M. A.; MASCHIO, R. Coeficientes de cultivo do algodoeiro herbáceo em sistemas monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável**: [Trabalhos apresentados]. Belo Horizonte: SBA; Viçosa, MG: UFV; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 1 CD-ROM.

PORTES, T. da A.; SILVA, C. C. Cultivo consorciado. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 619-638.

SANABRIA DE MOJICA, E. **Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación fríjol - maíz cultivada en solución nutritiva**. 1975. 63 f. Tesis (Magister Scientiae) - Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba.

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