



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros* **Aptidão Climática da cultura do sorgo para o Estado de Alagoas<sup>1</sup>**



*Alexandre Hugo Cezar Barros<sup>2</sup>; Mário Adelmo Varejão-Silva<sup>3</sup>; José Nildo Tabosa<sup>4</sup>; Ademar Barros da Silva<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 de agosto de 2015

<sup>2</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Solos UEP, Recife, PE, Fone: (81) 3325 5988, [alexandre.barros@embrapa.br](mailto:alexandre.barros@embrapa.br)

<sup>3</sup> Agrônomo, Professor Titular (aposentado), UFRPE, Recife, PE, [m.a.varejao.silva@gmmail.com](mailto:m.a.varejao.silva@gmmail.com)

<sup>4</sup> Agrônomo, Pesquisador, IPA, Recife, PE, [nildo.tabosa@ipa.br](mailto:nildo.tabosa@ipa.br)

<sup>5</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Solos UEP, Recife, PE, [ademar.barros@embrapa.br](mailto:ademar.barros@embrapa.br)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a aptidão climática do estado de Alagoas para cultura do sorgo. O estudo foi desenvolvido pela Embrapa Solos UEP Recife, em parceria com o Governo do Estado de Alagoas. O objetivo foi gerar informações para subsidiar o planejamento do uso das terras do estado. No que se refere à metodologia, foram utilizados procedimentos diferentes dos tradicionalmente adotados nos zoneamentos climáticos, os quais se baseiam nas médias históricas dos totais mensais de chuva. Nesta nova abordagem, três cenários pluviométricos foram considerados: anos secos, anos regulares e anos chuvosos, com base nas séries históricas de dados de chuva, as quais representam a variabilidade natural do regime pluviométrico. A ideia é que um dos cenários pluviométricos disponibilizados seja adotado pelo usuário, em função dos prognósticos de previsão pluviométrica publicados antecipadamente pelos núcleos de meteorologia. Esta nova abordagem climatológica é especialmente importante nos ambientes semiáridos do Nordeste do Brasil, onde são grandes as variações anuais nas precipitações pluviométricas. Observou-se que nos anos considerados secos a deficiência hídrica restringe o cultivo no semiárido de Alagoas. Porém, nesse cenário o sorgo sofre menor restrição para seu cultivo em função da maior tolerância às condições de deficiência hídrica. Em anos com chuvas regulares, cerca de 50% da área do estado não apresenta restrições climáticas para a cultura. Apesar dos anos chuvosos apresentarem boas condições climáticas para o cultivo do sorgo, parte da região da Zona da Mata e do Litoral do estado pode apresentar moderado excesso hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** zoneamento climático, climatologia, cenários

### **Climatic zoning of the sorghum crop in the State of Alagoas**

**ABSTRACT:** This work presents the climatic suitability of the Alagoas state for sorghum. The study was developed by Embrapa Solos UEP Recife, in partnership with the Government of the State of Alagoas. The goal was to generate information to support planning the use of state lands. With respect to methodology, different procedures have been used traditionally adopted in the climatic zoning, which are based on historical averages of the monthly total rain. In this new approach, three rainfall scenarios were considered: dry years, regular years and wet years, based on historical series of rainfall data, which represent the natural variability of rainfall. The idea is that one of the available rainfall scenarios to be adopted by the user, depending on rainfall forecast predictions published in advance by meteorological centers. This new climatological approach is especially important in semiarid environments in northeastern Brazil, where are large annual variations in rainfall. It was observed that in the years considered dry water deficiency restricts crop in the semiarid region of Alagoas. However, in this scenario sorghum suffers less constraint for its cultivation due to higher tolerance to water stress conditions. In years with regular rainfall, about 50% of the state's area has no restrictions climate for the crop. Despite the rainy years present good weather for sorghum cultivation, part of the region of Zona da Mata and the state of the Coast may have mild water excess.

**KEY WORDS:** climatology, climate scenarios, zoning



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



## INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta de origem tropical, bem adaptada a regiões áridas e semiáridas, exigindo clima quente para poder expressar o seu potencial produtivo. A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil. Em Alagoas, as principais regiões produtoras localizam-se no Agreste e no Sertão (TABOSA et al., 2002; EMBRAPA, 2012).

Nos estados da região Nordeste, em função da irregularidade no regime de chuvas, o cultivo do sorgo é realizado durante a estação chuvosa, período curto e com distribuição irregular, caracterizado, ainda, por ocorrência de veranicos, com 15 a 20 dias sem chuvas. As condições climáticas durante o desenvolvimento e o crescimento da cultura são importantes para a qualidade do produto e produção final.

A cultura do sorgo exige em torno de 300 mm a 400 mm de precipitação pluviométrica, distribuídos regularmente durante o seu ciclo de crescimento e desenvolvimento para que se alcancem níveis de produtividade satisfatórios, sem a necessidade de irrigação suplementar. A cultura tolera ocorrências de deficiência hídrica, inclusive pequenos veranicos, sendo considerada resistente à seca. As fases fenológicas críticas da cultura correspondem ao estágio de plântula e no florescimento, sendo importante nessas épocas um adequado nível de suprimento de água para uma boa produção (TABOSA et al., 2008; EMBRAPA, 2012).

A temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura varia conforme a cultivar considerada. De modo geral, temperaturas do ar superiores a 38°C ou inferiores a 16°C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares. Um aumento de 5°C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar em uma redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre o aumento da taxa de respiração noturna. A cada 1°C de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14%. Por pertencer ao grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e conseqüente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (EMBRAPA, 2012).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A discriminação dos cenários pluviométricos seguiu a metodologia proposta por Varejão-Silva e Barros (2002). Para cada posto pluviométrico, foi estabelecido o total de precipitação pluviométrica registrado nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico completo. Em seguida, a distribuição gama incompleta, seguindo a conceituação de Thom (1951), foi ajustada à série desses totais em cada posto, seguindo a metodologia indicada por Mielke (1976).

Para delimitar as áreas com aptidão climática da cultura do sorgo, foram realizadas simulações de balanço hídrico sequencial, que permitiu uma visão da influência da deficiência e do excesso hídrico do plantio à colheita, mediante aos parâmetros adotados adiante, relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (tomado como 110 dias). As informações podem ser interpretadas com o objetivo de produzir grãos ou forragem (feno). Em ambos os casos, as exigências climáticas da planta, durante o ciclo vegetativo, são as mesmas (VAREJÃO-SILVA; BARROS, 2002).

Para designar todos os três meses iniciais do ciclo foram usados os seguintes índices:  $j = 1, 2$  e  $3$  (cumulativo); e  $i = 1, 2$  ou  $3$  (não cumulativo) para indicar um dos três meses iniciais do ciclo; os outros dois meses foram representados por  $k$ . Por exemplo: se  $i = 3$ , então  $k = 1$  e  $2$ . O último mês (secagem e colheita) foi representado pelo índice 4. Considerou-se 100 mm como a capacidade de armazenamento de água pelo solo mais favorável ao presente estudo. Utilizaram-se os seguintes critérios discriminantes (Tabela 1):

**Aptidão Moderada por excesso hídrico** - se a soma do excedente hídrico durante todo o ciclo da cultura ( $j = 1, 2, 3, 4$  meses) for igual ou superior a 300 mm ( $\sum EXC_j \geq 300$  mm) ou, alternativamente, se em qualquer mês ( $i$ ) for igual ou exceder a 200 mm ( $EXC_i \geq 200$  mm), caracteriza-se ambiente com água em demasia para a cultura);






**Aptidão plena, mas com pequeno excesso hídrico** - no final do ciclo ( $P4/EP4 \geq 1$ ), podendo prejudicar a secagem dos grãos ou a silagem;

**Aptidão Plena** - ( $0 \leq \sum EXC_i < 200$  mm;  $DEF_i < 10$  mm e  $P4/EP4 < 1$ ), sem limitações climáticas apreciáveis;

**Aptidão Moderada por pequena deficiência hídrica** - quando a deficiência mensal for inferior a 20 mm ( $DEF_i < 20$  mm) em todo o ciclo, tendo o 4º mês relativamente seco ( $P4/EP4 < 1$ ), ou carência hídrica, quando a deficiência hídrica for inferior a 20 mm no primeiro mês ( $DEF_1 < 20$  mm), e 40 mm nos demais ( $DEF_{2,3} < 40$  mm), tendo o 4º mês relativamente seco ( $P4/EP4 < 1$ );

**Inaptidão** climática por insuficiência hídrica - quando a deficiência hídrica for igual ou superior a 20 mm no primeiro mês do ciclo ou superior a 40 mm em quaisquer dos demais meses ( $DEF_1 \geq 20$  e  $DEF_{2,3} \geq 40$  mm).

**Tabela 1.** Legenda utilizada nos mapas para caracterizar a aptidão climática das culturas

Legenda	Cor	Aptidão Climática
C1		Plena (sem restrição)
C2		Plena com período chuvoso prolongado
C3		Moderada por excesso hídrico
C4		Moderada por deficiência hídrica
C5		Inapta por deficiência hídrica acentuada

O usuário deve interpretar a(s) área(s) de uma determinada classe de aptidão como sendo não estática(s) e sem limite(s) rígido(s). Não se pode esquecer que elas representam valores médios de um parâmetro obtido dentro de um cenário pluviométrico particular (seco, regular e chuvoso). Em cada cenário o elemento climático considerado, varia dentro de um certo intervalo. Cada faixa de aptidão climática deve ser considerada também como uma área de transição, onde as condições climáticas vão gradualmente mudando, quando se parte da porção central dessa mesma faixa no sentido da(s) faixa(s) vizinha(s).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas das áreas com aptidão climática nos três cenários pluviométricos para a cultura do sorgo, no estado de Alagoas, são apresentados na Tabela 2.

No cenário seco 62% (17.341,3 km<sup>2</sup>) do estado apresenta aptidão plena; 22% (6.188,3 km<sup>2</sup>) aptidão moderada por deficiência hídrica; e 15% (4.238,2 km<sup>2</sup>) inapta, evidenciando que a cultura do sorgo é resistente a deficiência hídrica, mesmo nos anos considerados secos (Tabela 2).

Tabela 13. Estimativa das classes de aptidão climática do estado de Alagoas para cultura do sorgo nos cenários pluviométricos: seco, regular e chuvoso.

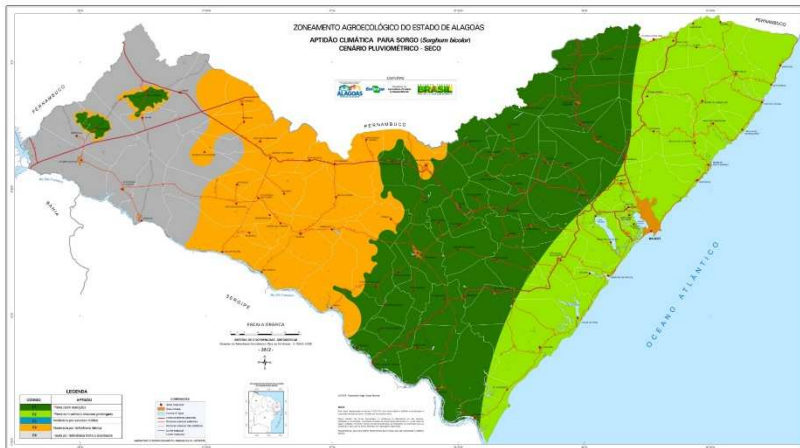
Aptidão climática	Cenário Pluviométrico					
	Seco		Regular		Chuvoso	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Plena (sem restrição)	10.757,4	38,7	15.716,9	56,6	11.977,0	43,1
Plena com período chuvoso prolongado	6.583,9	23,7	4.109,2	14,8	7.169,1	25,8
Moderada por excesso hídrico	0,0	0,0	4.388,8	15,8	6.239,6	22,5
Moderada por deficiência hídrica	6.188,2	22,3	3.552,7	12,8	2.381,9	8,6
Inapta por acentuada deficiência hídrica	4.238,2	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>27.767,7</b>	<b>100,0</b>	<b>27.767,7</b>	<b>100,0</b>	<b>27.767,7</b>	<b>100,0</b>

No cenário seco a área propícia ao desenvolvimento do sorgo no estado de Alagoas se concentra em parte da região do Agreste (úmido) e da Zona da Mata, esta última com áreas apresentando moderado excesso hídrico podendo prejudicar a colheita. As áreas plenas, sem restrições climáticas à cultura, encontram-se a partir dos municípios de Colônia Leopoldina no sentido de Boca da Mata até Penedo, podendo se estender no sentido do Agreste, onde se encontram remanescentes da floresta caducifólia, nos municípios de Minador Negrão, Craíbas e Traipu. A partir desses municípios, observa-se aptidão moderada até os municípios de Senador Rui Palmeira, Ouro Branco e parte de Palestina. Verifica-se inaptidão por deficiência hídrica acentuada nos municípios de Pariconha, Piranhas, Delmiro Gouveia, Pão de Açúcar, Olho d'Água do Casado, Canapi e Inhapi (Figura 1).

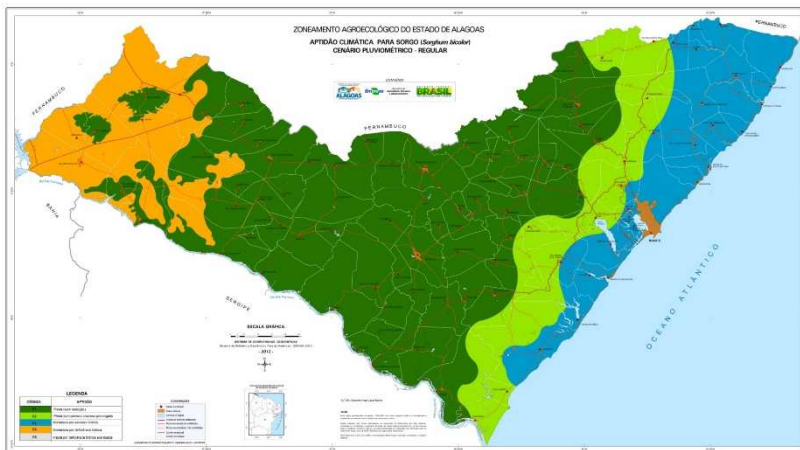
Nos cenários pluviométricos regulares e chuvosos, verifica-se que aproximadamente 70% do estado encontram-se sob condição climática plena ao cultivo do sorgo. Nesses dois cenários não há áreas consideradas impróprias (inaptas) – figuras 2 e 3. Por outro lado, a cultura pode apresentar problemas devido ao excesso hídrico nas regiões da Zona da Mata e Litoral do estado, principalmente no cenário chuvoso, quando as áreas próximas ao Litoral podem se mostrar demasiadamente úmidas (Figura 3). Neste cenário cerca de 22% (6.239,6 km<sup>2</sup>) do estado pode apresentar problemas devido ao excesso hídrico (Tabela 1).

No cenário regular, a região de aptidão climática plena se expande em direção ao oeste do estado, alcançando áreas limítrofes com os municípios de Senador Rui Palmeira, Piranhas e Canapi. Partes do Litoral e Mata podem apresentar condições pouco favoráveis devido ao excesso hídrico. Neste cenário observa-se aptidão moderada por deficiência hídrica nas áreas com forte domínio de caatinga hiperxerófila, nos arredores dos municípios de Piranhas, Delmiro Gouveia e Pão de Açúcar (Figura 2).

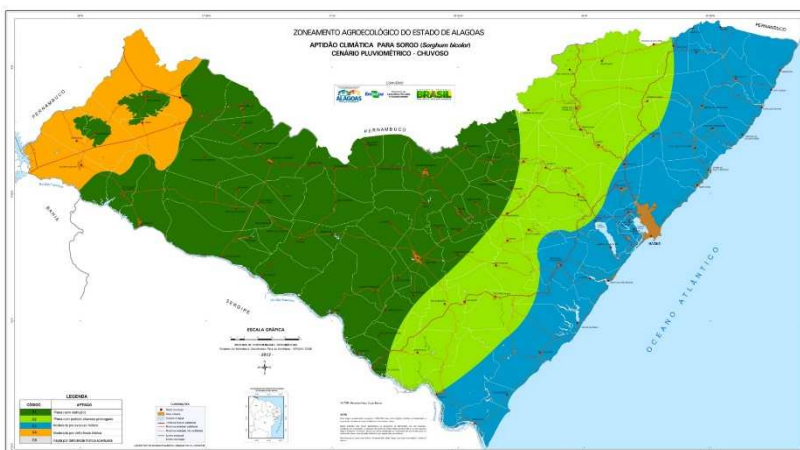
No cenário chuvoso aumentam as áreas que podem apresentar problemas devido ao excesso de umidade, desde o Litoral até o Agreste, entre os municípios de Palmeira dos Índios, Junqueiro e Porto Real do Colégio. A partir destes municípios, praticamente o restante do estado apresenta condições plenas, sem restrições climáticas ao cultivo do sorgo. Apenas algumas áreas no extremo oeste do estado apresentam condições moderadas devido à deficiência hídrica (Figura 3).



**Figura 1.** Zoneamento de aptidão climática do estado de Alagoas para cultura do sorgo no cenário pluviométrico seco.



**Figura 2.** Zoneamento de aptidão climática do estado de Alagoas para cultura do sorgo no cenário pluviométrico regular.



**Figura 3.** Zoneamento de aptidão climática do estado de Alagoas para cultura do sorgo no cenário pluviométrico chuvoso.

- 1- Nos anos considerados secos a deficiência hídrica restringe o cultivo no semiárido de Alagoas;
- 2 - Em anos com chuvas regulares, cerca de 50% da área do estado não apresenta restrições climáticas para a cultura; e
- 3 - Apesar dos anos chuvosos apresentarem boas condições climáticas para o cultivo do sorgo, parte da região da Zona da Mata e do Litoral do estado pode apresentar moderado excesso hídrico.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Governo do Estado de Alagoas pelo incentivo e o financiamento dos trabalhos, por meio do Convênio Embrapa/SEAGRI-AL, referente ao Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas – ZAAL.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. **Sorgo**. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_4ed/clima.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_4ed/clima.htm). Acesso em: 04 mar. 2012.

MIELKE, P. W. Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, Washington, v. 15, n. 12, p. 181-183, 1976.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. de; SILVA, F. G. da; NETO, A. D. A.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A. do; LIMA, L. E. de; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, L. R. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 1, n. 2, p. 47-58, 2002

TABOSA, J. N.; TAVARES, J. A.; REIS, O. V. dos; SIMPLÍCIO, J. B.; LIMA, J. M. P. de; CARVALHO, H. W. L. de; NASCIMENTO, M. M. A. do. Potencial do Sorgo Granífero em Pernambuco e no Rio Grande do Norte – Resultados obtidos com e sem irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2008, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: ABMS, 2008. CD-ROM.

THON, H. S. C. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, Massachusetts, v. 86, n. 4, p. 117-121, 1951.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Recife, PE: Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2002, 51 p.