

**PKS**

PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA  
(RECIFE)**

<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

**OJS**

OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS

## **APTIDÃO CLIMÁTICA DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) PARA O ESTADO DA PARAÍBA**

*Paulo Roberto Megna Francisco<sup>1</sup>; Djail Santos<sup>2</sup>; Carlos Lamarque Guimarães<sup>3</sup>; Sandro Roberto Dias Araujo<sup>4</sup>; Flavio Pereira de Oliveira<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba. Email: paulomegna@ig.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba. Email: santosdj@cca.ufpb.br

<sup>3</sup>Instituto Federal da Paraíba. Email: carlos.guimaraes@ifpb.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande. Email: sandrodiariasriego@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal da Paraíba. Email: pereira@cca.ufpb.br

Artigo recebido em 08/06/2016 e aceito em 30/04/2017

### **RESUMO:**

Este trabalho objetivou elaborar o mapeamento da aptidão climática para a cultura agrícola do milho no Estado da Paraíba, considerando a variabilidade natural do regime de chuvas, estabelecida em três cenários pluviométricos. Foram utilizados dados pluviométricos mensais de séries com vinte anos ou mais de observações. Para cada posto pluviométrico, foi estabelecido o total de precipitação registrado nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico. Os dados foram ajustados utilizando-se a distribuição gama incompleta e verificada a qualidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 95%. No cálculo da temperatura média do ar foram utilizados os dados estimados pelo software Estima\_T e especializados pelo método estatístico de interpolação de krigagem simples. Para o cálculo do balanço hídrico foram utilizados os dados obtidos para capacidade de campo de armazenamento de água no solo de 100mm. Foi elaborado o cálculo de área para três cenários pluviométricos distintos, definidos como: seco, regular e chuvoso com probabilidade de chuvas de 25, 50 e 75%, respectivamente. Pode-se constatar que os balanços hídricos foram determinantes para a definição da aptidão climática do milho no Estado da Paraíba; O cenário chuvoso é o que apresenta maiores probabilidades de melhores colheitas do milho; As áreas com aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada nos três cenários ocorrem principalmente na região do Cariri e Curimataú; As áreas de aptidão climática Moderada por excesso hídrico são observadas nos três cenários pluviométricos na região do Litoral; A classe de aptidão Plena para a cultura milho ocorre em maior proporção na região do Sertão nos cenários regular e chuvoso.

**Palavras-chave:** climatologia, aptidão agrícola, cenário pluviométrico, probabilidade.

## **CLIMATIC APTITUDE FOR CORN (*Zea mays L.*) FOR THE PARAÍBA STATE**

### **ABSTRACT:**

The objective of this work was mapping of climatic aptitude suitability for corn in the Paraíba state of Brazil, considering the natural variability of rainfall, established in three rainfall scenarios. Monthly rainfall data series with twenty or more years of observations were used. For each rainfall station, it was established the total rainfall recorded in the three consecutive months rainiest of each hydrological year. Data adjustments were made using the incomplete gamma distribution and checked for quality by the Kolmogorov-Smirnov test at 95% significance level. In calculating the average air temperature data estimated by Estima\_T software and specialized statistical method of simple kriging interpolation were used. To calculate the water balances were used the data for water storage field capacity on the ground 100mm. It was prepared the area calculation for three different rainfall scenarios, defined as: dry, regular and rainy with probability of rain 25, 50 and 75%, respectively. It can be seen that water balances were instrumental in the definition of climate corn aptitude in the state of Paraíba; The rainy scenery is what has most likely better crops of corn; Areas with inept aptitude by

accentuated water deficit in the three scenarios occur mainly in the Cariri and Curimataú region; The areas of climate suitability Moderated by excess water is observed in the three rainfall scenarios in the Litoral region; The aptitude class for the Plena corn is in greater proportion in the Sertão region in regular and rainy scenes.

**Keywords:** climatology, agricultural potential, rainfall scenario, rain probability.

## **INTRODUÇÃO**

Em toda extensão territorial brasileira, o milho (*Zea mays L.*) é cultivado, destacando-se das demais culturas e ocupando assim a segunda maior área cultivada do país (CONAB, 2007). No Brasil, o milho constitui uma das principais culturas agrícolas. De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (2015), a produção nacional de grãos no ano de 2014 foi de aproximadamente 79 milhões de toneladas. De acordo com Silva *et al.* (2012) essa cultura é importante na composição de silagem e rações, sendo a principal fonte de energia na dieta de rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e na avicultura, e também para alimentação humana

A cultura do milho apresenta pouca tolerância à falta de água. Cultivado em diversos sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul. No Nordeste do Brasil os rendimentos da cultura são muito baixos, cultivado por pequenos agricultores que utilizam pouco ou nenhum recurso tecnológico. Entretanto, apesar dos baixos rendimentos, o milho é um cereal tradicional e apresenta aspectos culturais e históricos na região (EMBRAPA, 2012).

A irregularidade pluviométrica torna o cultivo agrícola de sequeiro uma atividade de alto risco. Com isso, semiárido brasileiro possui sua capacidade produtiva limitada, por causa das características intrínsecas em relação à vegetação, clima e solo (Cavalcanti e Resende, 2001).

Quanto ao clima, os fatores que afetam o crescimento da cultura de milho variam com a região. Nas regiões temperadas e subtropicais, a limitação maior se deve à temperatura do ar e a radiação solar. No Nordeste, destacam-se a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração, pois afetam as atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca (Silva *et al.*, 2012).

Pela continentalidade do Brasil, observa-se que os fatores que afetam o crescimento da cultura de milho variam com a região. Nas regiões temperadas e subtropicais, a maior limitação se deve à temperatura do ar e a radiação solar. No Nordeste destacam-se a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração da cultura. A radiação solar, a precipitação e a temperatura são os fatores de maior influência no desenvolvimento do milho, afetam as

atividades fisiológicas que interferem diretamente na produção de grãos e de matéria seca (EMBRAPA, 1996; EMBRAPA, 2012).

De acordo com Bevilacqua (2012), a radiação solar é essencial para o desenvolvimento do milho, pois sem este o processo fotossintético é inibido e consequentemente ocorre redução na produção (Maldaner et al, 2014).

A temperatura do ar ideal está entre 25 e 30°C. Temperaturas do ar superiores a 35°C provocam a diminuição da atividade da redutase do nitrato, causando queda de rendimento e da composição proteica do grão, temperaturas superiores a 33°C durante a polinização reduz sensivelmente a germinação do grão de pólen; e temperaturas noturnas superiores a 24°C proporcionam um aumento da respiração, de tal forma que a taxa de fotossimilados diminui e, com isso, reduz a produção (Sans et al, 1992).

Segundo Rodrigues et al (2011), caso o solo tenha umidade suficiente o milho se desenvolve bem em altas temperaturas. A temperatura para germinação até a maturação deve ficar próxima dos 25°C (EMBRAPA, 2004).

Para a obtenção de boas produtividades a cultura do milho necessita de precipitação pluvial acima de 500 mm durante o ciclo; temperatura média diária acima de 19°C e temperatura média noturna acima de 12,8°C e abaixo de 25°C; temperaturas, no período, próximo e durante o florescimento, entre 15°C a 30°C e ausência de déficit hídrico (MAPA, 2014).

O milho é cultivado em regiões com precipitação de 400mm anuais, caso do semiárido nordestino, com baixíssimos rendimentos, a valores superiores a 1.500mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pelo milho durante o seu ciclo está em torno de 600 a 800mm (Aldrich et al, 1982), consistindo em uma das culturas mais afetadas pela variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica.

De acordo com EMBRAPA (2004), o milho necessita de no mínimo 350 a 500mm de chuva por ciclo, pluviometria menores irá exigir o uso de irrigação, sendo que a precipitação ideal gira em torno de 500 a 800mm. Porém, de acordo com Bergamaschi *et al.* (2006), a necessidade hídrica do milho varia de 200 a 400mm para o ciclo completo, mas estes valores variam com os diferentes locais e épocas de plantio.

A produção de grãos é drasticamente afetada por períodos curtos de estiagem (veranicos), principalmente quando ocorre nas fases críticas do estágio de desenvolvimento da cultura, do pendoamento a fase de enchimento de grãos. Portanto, conhecer os períodos de

escassez hídrica consecutivos é fundamental na delimitação das áreas com aptidão climática para a cultura (EMBRAPA, 2012).

A cultura está entre as de maior consumo de água. A deficiência hídrica na planta é quase diária, em função da alta demanda evaporativa da atmosfera, notadamente nas regiões tropicais, onde as taxas de transpiração são elevadas. Nos dias mais quentes, a planta perde mais água do que consegue absorver, mesmo em condições de disponibilidade de água no solo. A escassez hídrica na planta afeta todos os processos relacionados com seu desenvolvimento (Taiz e Zaiger, 2000).

Deste modo este trabalho objetiva elaborar o mapeamento da aptidão climática para a cultura agrícola do milho no Estado da Paraíba, considerando a variabilidade natural do regime de chuvas, estabelecida em três cenários pluviométricos.

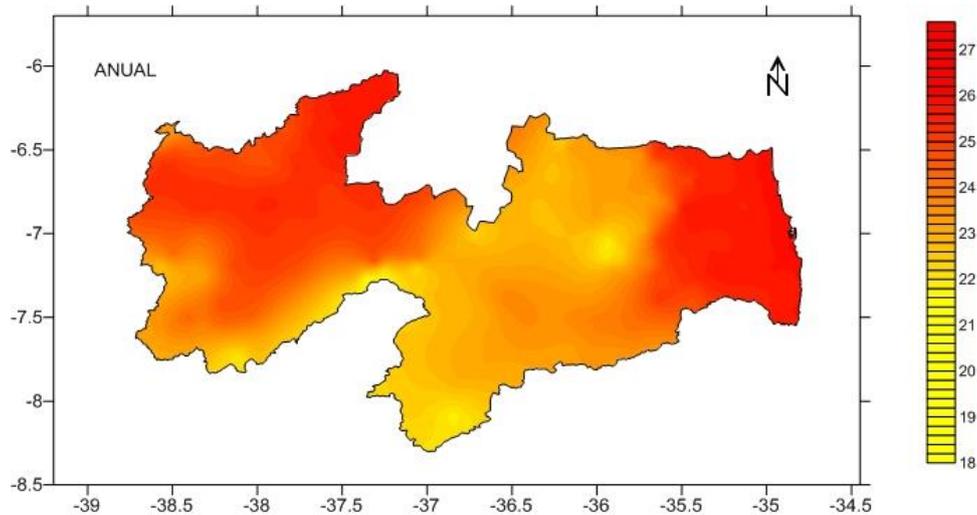
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O Estado da Paraíba localizado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 56.372 km<sup>2</sup>, que corresponde a 0,662% do território nacional. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (Francisco, 2010).

O relevo do Estado da Paraíba apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas de relevo diferentes trabalhadas por diferentes processos, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos do Estado: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

O clima caracteriza-se por temperaturas médias elevadas (22 a 30°C) e uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e elevações (<700m) (Varejão-Silva *et al.*, 1984). De acordo com Francisco *et al.* (2015b) os meses com temperaturas mais baixas são os meses de junho, julho e agosto, enquanto os meses mais quentes são outubro, novembro e dezembro no Estado como um todo, sendo esses os meses com os menores índices de precipitação pluviométrica, pois é o período mais seco da região (Figura 1).

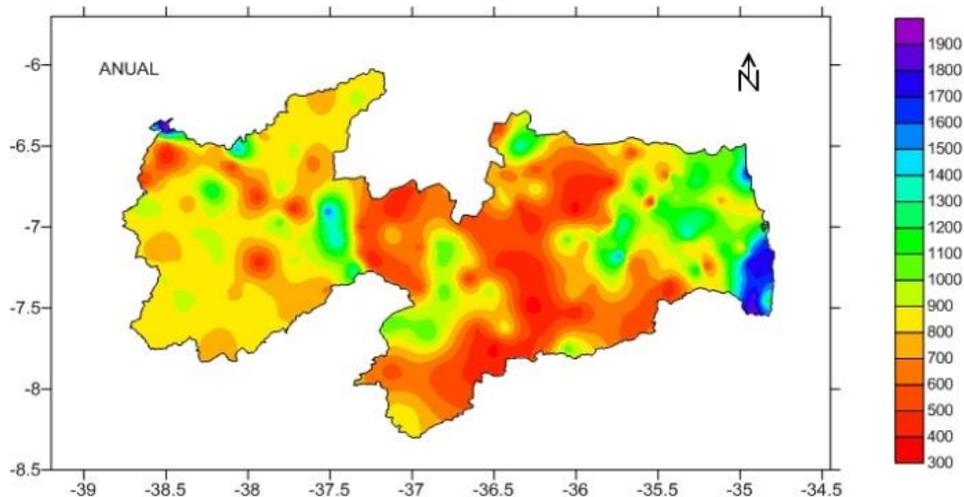
Figura 1: Temperatura (°C) média anual do Estado da Paraíba



Fonte: Francisco et al. (2015)

A precipitação varia de 400 a 800mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar aos 1.600mm (Varejão-Silva *et al.*, 1984). De acordo com Francisco *et al.* (2015a) a distribuição da precipitação pluviométrica ocorre de forma irregular e com grande variação durante todo o ano e sua distribuição anual demonstra a alta variabilidade espacial de precipitação no setor central do Estado com menores valores em torno de 300 a 500mm; no Sertão e Alto Sertão em torno de 700 a 900mm; no Brejo e Agreste de 700 a 1.200mm; e no Litoral em média de 1.200 a 1.600mm (Figura 2).

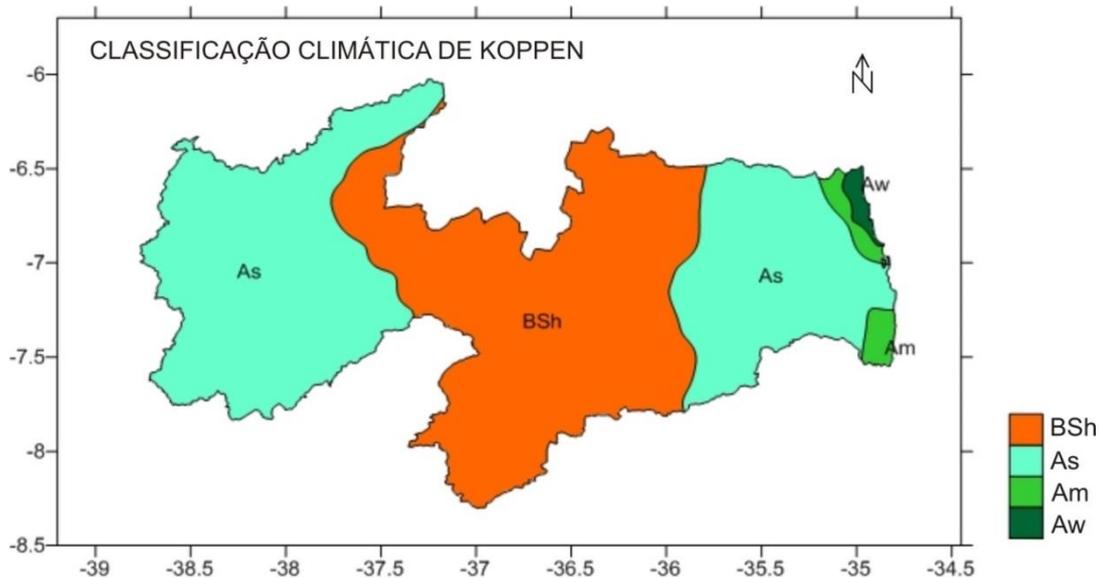
Figura 2: Pluviosidade anual média dos últimos 102 anos (mm)



Fonte: Francisco et al. (2015a)

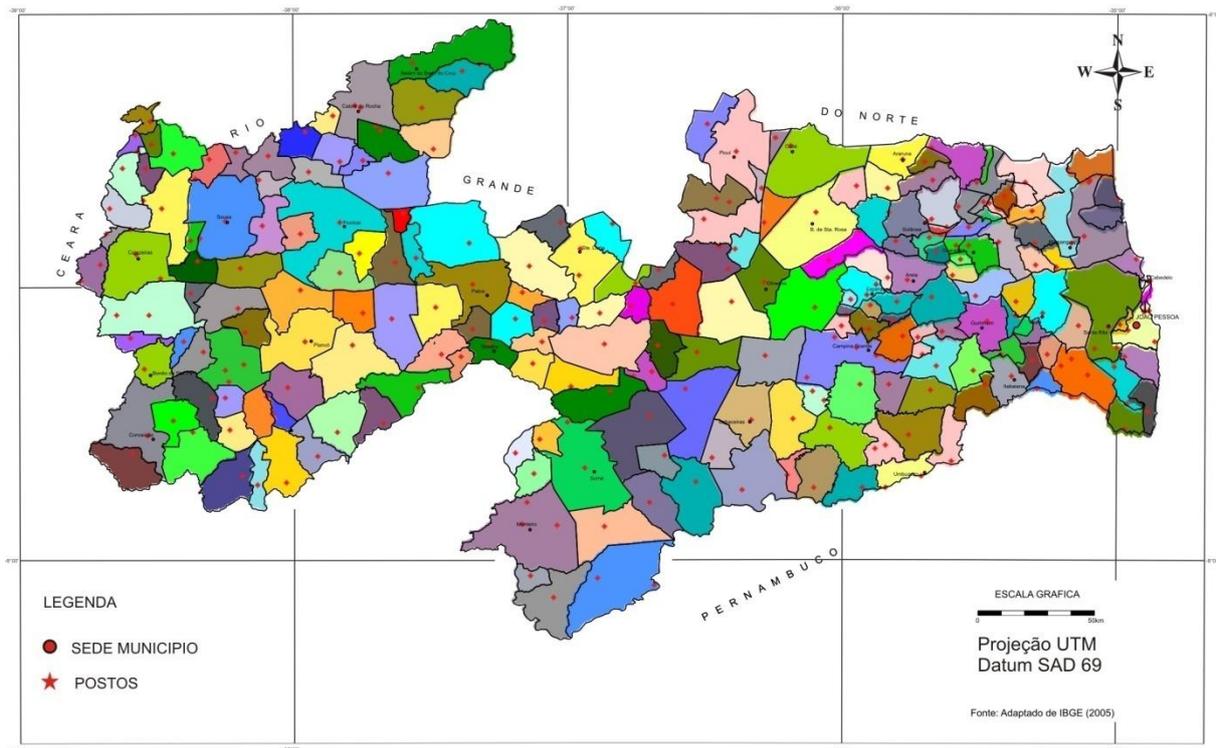
Conforme Francisco *et al.* (2015b), o Estado da Paraíba, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta quatro tipos diferentes de clima (Figura 3). O clima Aw, no litoral norte, que caracteriza essa região como Tropical com estação seca no inverno. O clima Am, localizado na região litorânea norte e sul, característico de região monçônica, relacionado a regiões de alto volume anual de precipitação. Os tipos climáticos As que dominam em sua maioria parte do Litoral, Brejo, Agreste em pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão. O tipo climático BSh é predominante da área do Cariri/Curimataú e boa parte do Sertão.

Figura 3: Classificação climática de Köppen para o Estado da Paraíba



Na metodologia de trabalho, para o cálculo da pluviosidade, utilizaram-se os dados obtidos dos totais mensais de precipitações obtidas nos postos pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB), onde foram selecionados postos que possuem vinte ou mais anos de observações, conforme distribuição espacial demonstrada na Figura 4. Procedeu-se de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série, e elaborou-se uma planilha eletrônica com os dados obtidos onde se calculou as médias mensais e anuais.

Figura 4: Distribuição espacial dos postos pluviométricos da área de estudo



Fonte: Francisco et al (2015)

No cálculo da temperatura média do ar foram utilizados os dados estimados pelo software Estima\_T (Cavalcanti e Silva, 1994; Cavalcanti *et al.*, 2006) e especializados pelo método estatístico de interpolação de krigagem simples.

A discriminação dos cenários pluviométricos seguiu a metodologia proposta por Varejão e Barros (2002) e utilizada por Francisco *et al.* (2016) onde para cada posto pluviométrico, foi estabelecido o total de precipitação pluviométrica registrado nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico completo e em seguida, a distribuição gama incompleta (Assis *et al.*, 1996), seguindo a conceituação de Thom (1958), foi ajustada à série desses totais em cada posto, seguindo a metodologia indicada por Mielke (1976) e utilizada por EMBRAPA (2012). A qualidade do ajustamento da curva teórica aos valores observados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1980) ao nível de significância de 95%.

Para o cálculo do balanço hídrico foram utilizados os dados obtidos para capacidade de campo de armazenamento de água no solo (CAD) de 100mm, onde o modelo utilizado foi o proposto por Thornthwaite (1948; 1955).

Para avaliação de aptidão climática da cultura do milho que tem o ciclo vegetativo curto, foram utilizados os critérios conforme a metodologia adaptada de EMBRAPA (2012) e utilizada por Silva *et al.* (2012), onde foi elaborado o evapopluviograma para cada localidade, empregados seus elementos que leva em consideração as exigências da cultura, separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

Pm/EPm - Relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m;

EXCm - Estimativa do excedente hídrico no mês m; e

DEFm - Estimativa da deficiência hídrica no mês m.

Os critérios utilizados para caracterizar os graus de aptidão climática do milho foram obtidos a partir do balanço hídrico climatológico mensal (Varejão Silva e Barros, 2002). Foram usados os índices: j = 1, 2 e 3 (cumulativo), para designar os três meses iniciais do ciclo; 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. Foram adotados os parâmetros relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (120 dias) de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mandioca

Aptidão Climática	EXC(mm)	DEF(mm)	P/EP(m m)	PREC(mm)
C3-Moderada por excesso hídrico	$\geq 400$			$\geq 700$
C2-Plena com período chuvoso prolongado	$300 < EXC_j \leq 400$		$P_4/EP_4 \geq 1$	$600 < PREC \leq 700$
C1-Plena sem restrição	$200 < EXC_j \leq 300$	$DEF_i < 5$	$P_4/EP_4 < 1$	$500 < PREC \leq 600$
C4-Moderada por deficiência hídrica	$180 < EXC_j \leq 200$	$DEF_i < 5$	$P_4/EP_4 < 1$	$480 < PREC \leq 500$
C5-Inapta por deficiência hídrica acentuada	$< 180$	$DEF_i \geq 5$		$< 480$

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012)

Para a espacialização dos dados foi utilizado o programa Surfer 9.0 e recortado utilizando os limites do Estado utilizando arquivo digital de IBGE (2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mapa de aptidão climática para a cultura do milho (Figura 5), cenário seco com 25% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 96,55% da área com 54.426,79 km<sup>2</sup> (Tabela 2) abrangendo quase todas as regiões do Estado. De acordo com EMBRAPA (2012) no cenário seco as possibilidades climáticas para o cultivo do milho são muito reduzidas devido à escassez hídrica.

A classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre numa estreita faixa na região do Litoral em 255,71 km<sup>2</sup>, ocupando 0,45% da área do Estado. Observa-se que 0,04% da área do Estado em 22,84 km<sup>2</sup> (Tabela 2), apresenta aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3) localizada somente na região do Litoral norte no município de Baía da Traição. A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2) com 202,41km<sup>2</sup> representando 0,36% da área total, ocorre nos municípios de Mataraca, Baía da Traição e Marcação, região do Litoral norte; na região do litoral sul ocorre na região sul do município de Alhandra.

Observa-se que 2,6% da área do Estado apresenta aptidão climática Plena (C1), com 1.464,25 km<sup>2</sup>, ocorrendo na região do Litoral norte nos municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição e Marcação; na região do litoral sul ocorre nos municípios de Cabedelo, João Pessoa, Conde, Alhandra, Pitimbu, Caaporã e parte de Pedras de Fogo e Santa Rita.

Figura 5: Aptidão climática para cultura do milho para o cenário seco

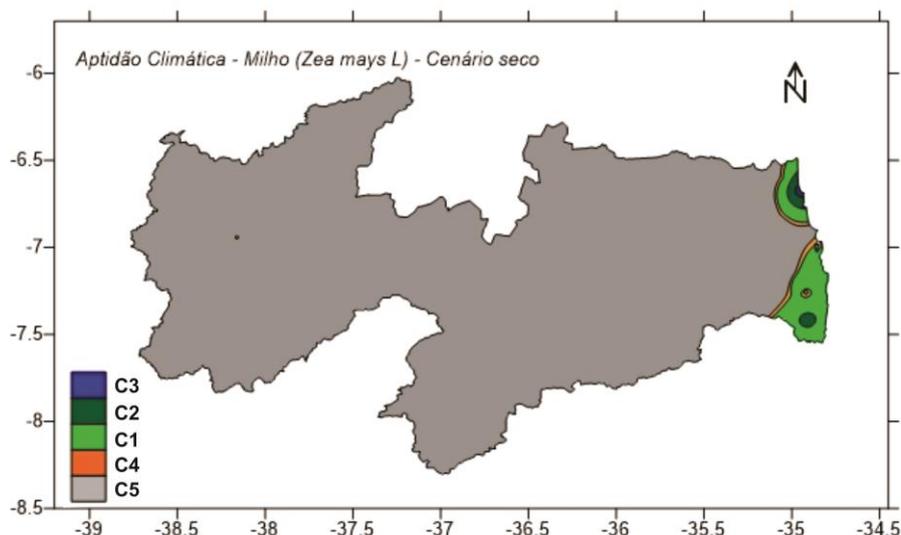
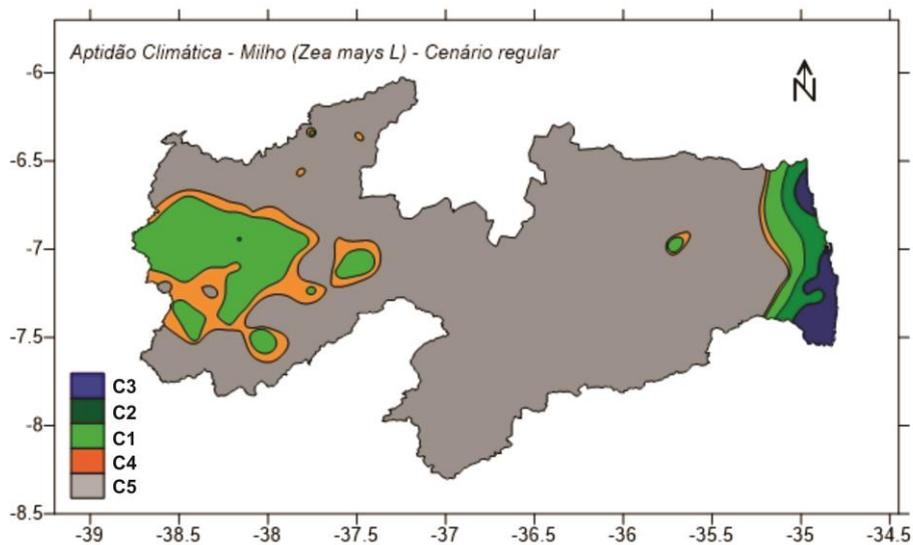


Tabela 2 - Classes de aptidão climática para cultura do milho nos três cenários pluviométricos

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
C1	Plena	1.464,25	2,60	6.205,93	11,01	9.587,75	17,00
C2	Plena com período chuvoso prolongado	202,41	0,36	1.192,66	2,11	13.460,77	23,88
C3	Moderada por excesso hídrico	22,84	0,04	1.153,79	2,04	4.894,31	8,68
C4	Moderada por deficiência hídrica	255,71	0,45	3.435,12	6,09	1.047,27	1,86
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	54.426,79	96,55	44.384,50	78,75	27.381,90	48,58

Para o cenário regular com 50% de probabilidade de chuvas (Figura 6), observa-se que 11,01% da área do Estado (Tabela 2), apresenta aptidão climática Plena (C1), com 6.205,93 km<sup>2</sup>, ocorrendo na região do Litoral e em pequena região do Brejo paraibano, no município de Areia e na região do Sertão ocorre em toda a sua região central. De acordo com EMBRAPA (2012) no cenário pluviométrico regular grande parte da área não ocorre as melhores condições climáticas para o cultivo do milho.

Figura 6: Aptidão climática para cultura do milho para o cenário regular



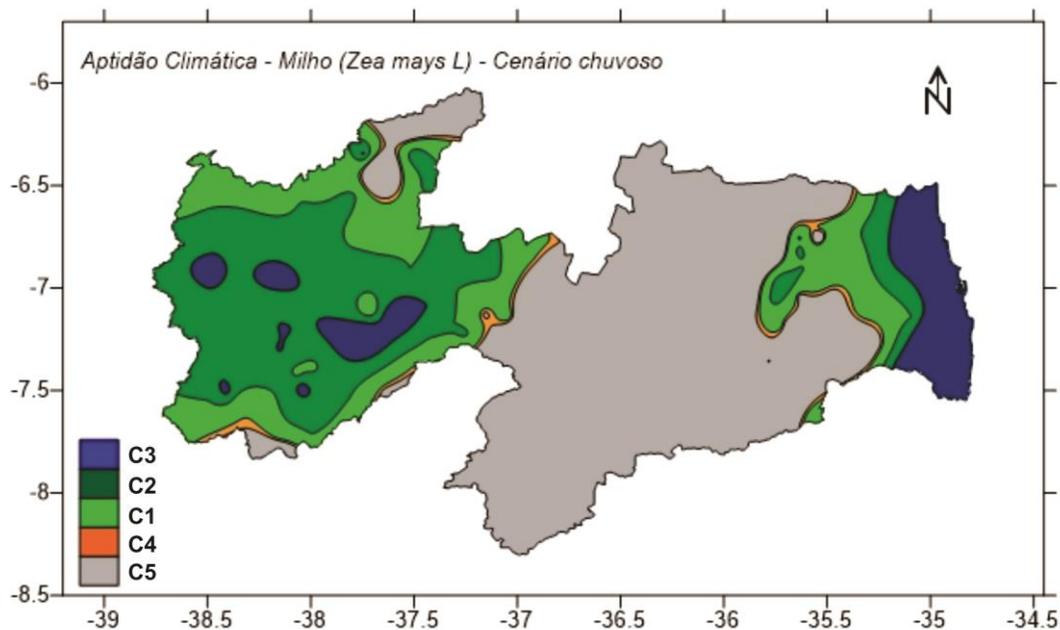
A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2) com 1.192,66 km<sup>2</sup> representando 2,11% da área total, ocorre somente na faixa litorânea. Observa-se que 2,04% da área do Estado em 1.153,79 km<sup>2</sup> (Tabela 2), apresenta aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3) localizada na região do Litoral norte no município de Baía

da Traição e no Litoral sul em Cabedelo, João Pessoa, Conde, Alhandra, Pitimbu, Caaporã e parte de Pedras de Fogo.

Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4) com aumento gradativo da escassez hídrica, limitando o plantio, observa-se que ocorrem em pequena faixa estreita entre as classes C5 e C1 no Litoral, Brejo e Sertão, com 3.435,12 km<sup>2</sup> representando 6,09% da área total. A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 44.384,50 km<sup>2</sup> representando 78,75% da área total, abrange boa parte do Agreste e Brejo, a região do Cariri/Curimataú sobre o planalto da Borborema e parte do Sertão.

No mapa de aptidão climática para a cultura do milho no cenário chuvoso com 75% de probabilidade (Figura 7), observa-se que 8,68% da área do Estado em 4.894,31 km<sup>2</sup> (Tabela 2), apresenta aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3) localizada na região do Litoral e em alguns municípios da região do Sertão em Cajazeiras, São Jose de Lagoa Tapada, Piancó, Olho D'água, Catingueira e Santa Teresinha.

Figura 7: Aptidão climática para cultura do milho para o cenário chuvoso



De acordo com EMBRAPA (2012) onde o período chuvoso for demasiadamente longo, o ciclo vegetativo da cultura pode apresentar problemas devido ao encharcamento do solo, de modo que a colheita, o armazenamento e a secagem de grãos podem ser prejudicados. Nessas condições, mesmo que o plantio seja realizado tardiamente para assegurar alguns meses secos na colheita e na secagem dos grãos, não há como oferecer ao agricultor a

indicação da melhor época de plantio. Por isso, no zoneamento de aptidão climática as áreas classificadas como moderada e plena por excesso de umidade refletem a condição desfavorável de um período seco para colheita.

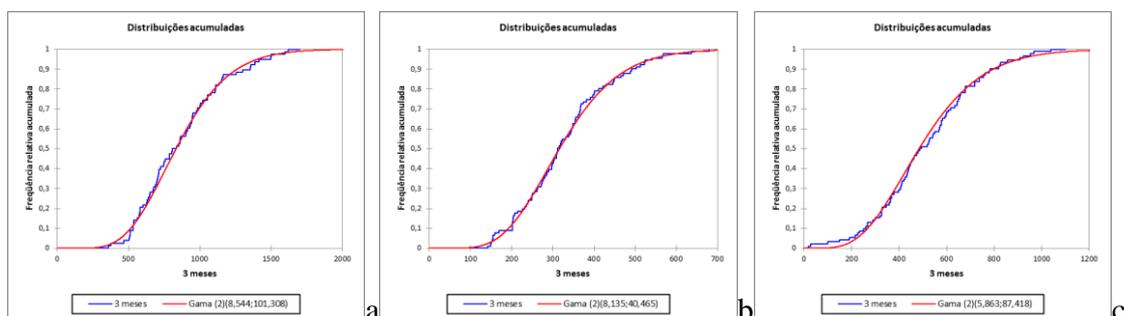
A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2) com 13.460,77 km<sup>2</sup> representando 23,88% da área total, ocorre na faixa Litorânea, do Agreste e Brejo, na região central do Sertão. A classe de aptidão Plena (C1), com 9.587,75 km<sup>2</sup> representando 17% da área total, ocorre nas regiões do Agreste, Brejo e em torno dos contrafortes do Sertão e Alto Sertão.

A classe de aptidão climática Moderada por deficiência hídrica (C4) observa-se que ocorrem em pequenas faixas estreitas entre as classes C1 e C3, com 1.047,27 km<sup>2</sup> representando 1,86% da área total. A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 27.381,90 km<sup>2</sup> representando 48,58% da área total, abrange todo o planalto da Borborema nas regiões do Cariri e do Curimataú, na região do Agreste e na região do Sertão em direção voltada ao Estado do Rio Grande do Norte.

Para uma melhor análise dos resultados apresenta-se a caracterização dos anos secos, regulares e chuvosos, segundo a distribuição dos totais de chuva acumulados nos três meses consecutivos mais chuvosos, os resultados dos balanços hídricos e evapopluviogramas dos postos pluviométricos de Alhandra região do Litoral, de Campina Grande região do Agreste e de Sousa região do Sertão que foram tomados como exemplos das principais regiões climáticas do Estado.

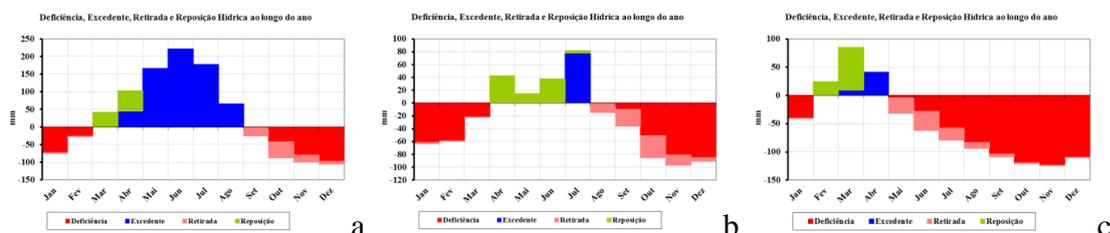
Para o posto pluviométrico de Alhandra (Figura 8), observa-se que o cenário seco é composto pelos anos em que o período mais chuvoso é inferior ou igual a 656mm; o cenário regular é composto pelos anos em que o período mais chuvoso varia de 656 a 828mm e o cenário chuvoso é constituído pelos anos em que o período mais chuvoso supera os 1045mm. Para o posto de Campina Grande, o cenário seco é inferior ou igual a 246mm; o cenário regular varia até 316mm e o cenário chuvoso supera os 398mm. Para o posto de Sousa, o cenário seco é inferior ou igual a 360mm; o cenário regular varia até 490mm e o cenário chuvoso supera os 639mm.

Figura 8: Caracterização dos anos secos, regulares e chuvosos, segundo a distribuição dos totais de chuva acumulados nos três meses consecutivos mais chuvosos do posto pluviométrico de Alhandra região do Litoral (a); Campina Grande região do Agreste (b); Sousa região do Sertão (c)



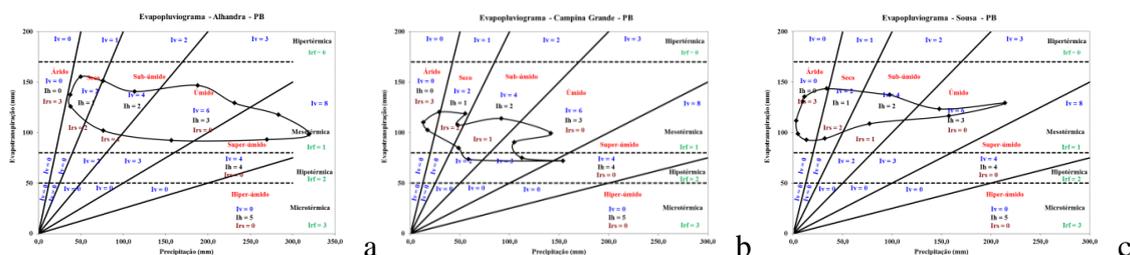
Na Figura 9 observam-se os resultados dos balanços hídricos dos postos pluviométricos. A deficiência (cor vermelha) para Alhandra ocorre de janeiro ao início de março e voltando a ocorrer no mês de setembro até dezembro; para o município de Campina Grande ocorre de janeiro até o final de março; para o município de Sousa ocorre no início de maio ao final de janeiro. O excedente (cor azul) para Alhandra ocorre de abril a agosto; para Campina Grande ocorre somente no mês de julho; para Sousa ocorre no final de março até o final de abril.

Figura 9: Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo do ano para Alhandra (a); Campina Grande (b); e Sousa (c)



Nos evapopluviogramas (Figura 10) observa-se que para o município de Alhandra (a) apresenta três meses super úmido, e três meses seco; para Campina Grande (b) apresenta três meses úmido e três meses árido; para Sousa (c) apresenta três meses úmido e cinco meses árido.

Figura 10: Evapopluviogramas do posto de Alhandra (a); Campina Grande (b); e Sousa (c)



## CONCLUSÕES

Os balanços hídricos foram determinantes para a definição da aptidão climática do milho no Estado da Paraíba. O cenário chuvoso é o que apresenta maiores probabilidades de melhores colheitas do milho. As áreas com aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada nos três cenários ocorrem principalmente na região do Cariri e Curimataú.

As áreas de aptidão climática Moderada por excesso hídrico são observadas nos três cenários pluviométricos na região do Litoral. A classe de aptidão Plena para a cultura milho ocorre em maior proporção na região do Sertão nos cenários regular e chuvoso.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## REFERENCIAS

- ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. Modern corn production. 2 ed. Champaign: A&L Publication, 1982. 371p.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V. DE; PEREIRA, A. R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas: UFPel, 1996. 161p.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.2, p.243-249, 2006.
- BEVILACQUA, L. B. Sazonalidade da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico em uma área agrícola no RS. 52 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Física. RS, 2012.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157, 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. DE P. R.; SOUSA, F. DE A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.140-147, 2006.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semiárida da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.3, p.568-570, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Sétimo Levantamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Abril, 2007. Acesso em: 6/03/2016. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a046.pdf>.

EMBRAPA. Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 86p.

EMBRAPA. Manual de segurança e qualidade para a cultura do milho. Brasília: Embrapa/Sede, 2004. 78p.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D. Oscilações pluviométricas dentre os regimes diferenciados de precipitação no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, n.6, p.360-371, 2015.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D.; MATOS, R. M. DE. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8, n.4, p.1006-1016, 2015b.

FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. DE; MATOS, R. M. DE; MARIA MARLE BANDEIRA, M. M.; SANTOS; D. Análise e Mapeamento dos Índices de Umidade, Hídrico e Aridez através do BHC para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8 n.4, p.1093-1108, 2015.

FRANCISCO; P. R. M.; MELLO, V. DA S.; MARIA MARLE BANDEIRA, M. M.; MACEDO, F. L. DE; SANTOS; D. Discriminação de cenários pluviométricos do Estado da Paraíba utilizando distribuição Gama incompleta e teste Kolmogorov-Smirnov. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.9, n.9, p.1206-1216, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março de 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.29, n.3, p.1-81, 2015.

MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. DE; GRZESIUCK, A. E. Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.3, p.13-23, 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Portaria nº 155, de 4 de agosto de 2015. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Politica\\_Agricola/Portarias/PORT-N-155-MILHO-PB.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/Portarias/PORT-N-155-MILHO-PB.pdf). Acesso em: 6 de março de 2016.

MASSEY JR, F. J. The Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. *Journal of American Statistical Association*, v.46, p.68-78, 1980.

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

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

SANS, L. M. A.; SANTOS, N. C. Resposta de cultivares de milho a variações climáticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19. Porto Alegre, 1992. Anais... Porto Alegre, RS. 1992.

SILVA; A. B. DA; AMARAL, A. J. DO; BARROS; A. H. C.; ACCIOLY, L. J. DE O.; SANTOS, J. C. P. DOS; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; OLIVEIRA NETO, M. B. DE; PARAYBA, R. DA B. V.; GOMES, E. C. Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas Para a Cultura do Milho em Manejo com Alta Tecnologia, Manejo C e Cenário Chuvoso Regular. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, Águas de Lindóia, 2012. Anais... Águas de Lindóia, 2012.

THOM, H. C. S. A note on the gama distribution. *Monthly Weather Review*, v.86, p.117-122, 1958.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographic Review*, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

VAREJÃO-SILVA M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande, 1984.

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