



## **APTIDÃO E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA PALMA FORRAGEIRA PARA O ESTADO DO PIAUÍ**

Daisy Beserra Lucena<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>,  
Luciano Marcelo Fallé Saboya<sup>3</sup>, Pedro Luiz do Nascimento<sup>4</sup>

### **RESUMO**

A aptidão e o zoneamento agroclimático são extraordinários processos de informação do potencial agrícola da palma forrageira para o estado do Piauí. Diante dessa afirmativa, o objetivo deste trabalho é caracterizar o clima e efetivar a aptidão e o zoneamento agroclimático da cultura na área em estudo. Os dados utilizados foram série histórica de precipitação, temperatura do ar (máxima, mínima e média) e amplitude térmica provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O cálculo do balanço hídrico climatológico foi realizado para a capacidade de campo de 100 mm, obtendo-se os índices de umidade, aridez e hídrico. As atividades fisiológicas da palma forrageira para o Estado do Piauí mostraram-se restritas devido às condições inadequadas da disponibilidade de temperatura e do índice de umidade, isto para todos os municípios, classificando-se dentro de faixa restrita ou inapta ao desenvolvimento da cultura. Entretanto, algumas localidades dentro do Estado apresentaram índices pluviométricos necessários ao desenvolvimento da palma forrageira. Sendo assim, fica claro que, para o plantio em larga escala é necessário um planejamento adequado para a utilização de cultivares mais resistentes às temperaturas e aos índices de umidade, e a adequação de sistema de irrigação eficiente e compatível com a demanda de água da cultura.

**Palavras-chaves:** Nordeste Brasileiro, Cultivos, forragem, Clima semiárido e Subúmido.

## **APTITUDE AND AGROCLIMATIC ZONING OF PALMA FORRAGEIRA FOR THE PIAUI STATE**

### **ABSTRACT**

---

<sup>1</sup> Prof. Dra. Departamento de geociência – Centro de Ciências Exatas e da Natureza - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba – Brasil (daisylucena@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Doutor em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba - Brasil (mainarmedeiros@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Doutor do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba - Brasil

<sup>4</sup> Prof. mestre, UAFÍSICA/CCT/UFPG, Campina Grande-PB, Brasil. pedroln@df.ufcg.edu.br

The aptitude and agroclimatic zoning are extraordinary information processes of the agricultural potential of forage cactus to the state of Piauí. Given this statement, the aim of this study is to characterize the climate and carry out aptitude and agroclimatic zoning of culture in the study area. The data were time series of precipitation, air temperature (maximum, minimum and average) and temperature range from the National Institute of Meteorology (INMET). The calculation of the climatic water balance was carried out for 100 mm field capacity, obtaining the humidity levels, drought and water. The physiological activities of the forage palm Piauí state proved limited due to inadequate conditions of availability of temperature and moisture content, that for all municipalities and are classified within restricted or unsuited track the development of culture. However, some scattered within the state showed rainfall necessary for the development of the cactus pear. Thus, it is clear that for the large scale cultivation is required proper planning for the use of materials more resistant to the temperatures and moisture contents, and the suitability of efficient and compatible irrigation system with the demand for water culture.

**Keywords:** Brazilian Northeast, crops, fodder, semi-arid climate and sub-humid areas.

## INTRODUÇÃO

Embora possua uma reconhecida gama de potencialidades, a palma forrageira tem sido cultivada no Semiárido Brasileiro quase exclusivamente para a produção de forragem (SANTOS et al., 2001; ARAÚJO e OLIVEIRA, 2005; PINTO et al., 2011) e de acordo com Bezerra et al. (2014) se tornou, ao longo das décadas, uma das principais alternativas para alimentação dos rebanhos, sobretudo em longos períodos de estiagem, quando as pastagens nativas e outras forrageiras, tais como as gramíneas e leguminosas de elevada exigência hídrica, estão sob fortes condições de estresse hídrico.

No entanto, na maioria dos cultivos da palma forrageira têm sido dispensadas, à região, maiores preocupações em manejos e tratos culturais básicos. Em outras palavras, a palma forrageira nunca foi encarada como lavoura. Entretanto e de acordo com Moura et al. (2011) a palma forrageira, tal como outra cultura qualquer, não dispensa tratos culturais básicos, tais como fertilização, controle de plantas daninhas, doenças e pragas, como a cochonilha de escama (*Pinnaspis aspidistrae*) e a cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) além do delineamento de densidade de plantio adequado para expressar seu potencial produtivo.

A Palma é considerada uma importante aliada na sustentabilidade e na redução da

vulnerabilidade das atividades agropecuárias no Semiárido Brasileiro (MOURA et al., 2011). Ainda de acordo com os autores, embora se tenha referência na literatura sobre as condições climáticas favoráveis ao cultivo da palma forrageira por se tratar de uma cultura com grandes oportunidades de adaptabilidade às condições de semiaridez, seu cultivo tem sido realizado sem que haja um embasamento técnico-científico no que concerne às suas necessidades climáticas.

A aptidão climática destina-se a caracterizar os parâmetros meteorológicos que mais atuam no comportamento das culturas e, que em suas condições extremas, venham a prejudicar sensivelmente o crescimento e desenvolvimento da planta em conformidade com Ometto (1981).

No Nordeste Brasileiro que, frequentemente, enfrenta os problemas da seca, estiagens, alagamentos e inundações prolongadas dentro do período chuvoso, estas condições se tornam ainda mais graves pois afetam toda a parte social e econômica da região. (NOBRE e MELO, 2001; MARENGO, 2009; KAYANO e ANDREOLI, 2009; MARENGO et al., 2011). Em se tratando do fenômeno seca, esse é uma problemática que causam diversos setores para essa região que apresenta uma grande irregularidade de precipitação, causando inúmeros transtornos à população, um deles é a escassez de água para as mais diversas utilidades. Atualmente, as

previsões com base no impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, ameaçam intensificar a dificuldade de acesso à água, tendo em vista que a região já enfrenta problemas crônicos de falta d'água (MARENGO et al., 2011). Os autores ainda relatam que isto impactará significativamente na agricultura de subsistência, agropecuária, indústria, geração de energia e irrigação, saúde humana, etc. Dessa forma, uma das metodologias para analisar a deficiências ou excesso de água ao longo do ano, segundo Camargo (1971) e Horikoshi e Fisch (2007), é necessária comparar dois termos contrários do balanço, a precipitação (responsável pela umidade para o solo) e a evapotranspiração que utiliza essa umidade do solo. Segundo Pereira et al. (2002) e Horikoshi e Fisch (2007), a água disponível para o consumo e uso do homem pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico, em que fica evidente a variação temporal de períodos com excedente e com deficiência hídricas, permitindo, dessa forma, o planejamento agrícola. O mapeamento de variáveis que compõem o balanço hídrico é fundamental para o planejamento de técnicas do uso da terra e para entender, explicar e prever o crescimento e o desenvolvimento dos recursos naturais, com a finalidade de promover a sua utilização racional.

Diante do exposto, o conhecimento do comportamento das variáveis climáticas é de suma importância para o planejamento das atividades agrícolas. Não obstante, a temperatura do ar destaca-se na condução de estudos concernentes à ordenação agrícola, uso do solo, zoneamento ecológico e aptidão climática, época de semeadura, estimativa do ciclo das culturas, dentre outras conforme Oliveira Neto et al. (2002).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é realizar a aptidão e o zoneamento agroclimático para a cultura da palma forrageira (*Opuntia sp.*) para o estado do Piauí.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Piauí é um estado localizado na parte oeste do Nordeste Brasileiro, com uma área de

252.385 Km<sup>2</sup>, representando 2,95% do total do território nacional. Suas maiores altitudes são registradas no platô da Serra das Mangabeiras, com 880 metros acima do nível do mar. As maiores distâncias (em linha reta) são 887 Km de norte a sul e 618 Km de leste a oeste. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com os estados da Bahia e Tocantins, ao leste com o Ceará e Pernambuco e ao oeste com o Maranhão. Tendo como pontos extremos: ao norte, a ponta setentrional da Ilha Grande de Santa Isabel; ao sul, o divisor de águas dos Rios Paraim e Preto (Piauí/Bahia); ao leste, divisor de águas dos cursos Riachão e Riacho Conceição e ao oeste, a curva do Rio Parnaíba, entre os afluentes da margem esquerda, Rio da Pedra Ferrada e Rio Medenho. O Estado é composto por 225 municípios (CONDEPI, 2000).

Para a análise do comportamento climático do estado do Piauí utilizou-se dados de precipitação fornecidos pela Superintendência do desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí (EMATER-PI). A estimativa da temperatura do ar para o período de 1950 a 2011 com base em 137 postos pluviométricos localizados por todo o Estado.

A estimativa da temperatura média do ar foi realizada pelo software denominado "Estima\_T" (CAVALCANTI et al., 2006), desenvolvido pelo Núcleo de Meteorologia Aplicada da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O "Estima\_T" é um software para fazer estimativas de temperaturas do ar na região NEB. A região foi dividida em três áreas: 1 - Maranhão e Piauí; 2 - Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco e 3 - Alagoas, Sergipe e Bahia. Para cada uma das regiões se determinaram os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude em conformidade com Cavalcanti et al. (2006).

O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática, dada pela equação 1.

$$T_{ij} = C_0 + C_1 \lambda + C_2 \varnothing + C_3 h + C_4 \lambda^2 + C_5 \varnothing^2 + C_6 h^2 + C_7 \lambda \varnothing + C_8 \lambda h + C_9 \varnothing h + ATSM_{ij} \quad (1)$$

Em que:  $C_0, C_1, \dots, C_9$  são constantes (coeficientes);  $\lambda$  é a longitude e  $\varnothing$  a latitude, em graus, e  $h$  altura (metros). Os índices  $i$  e  $j$  indicam, respectivamente, o mês e o ano para os quais se está calculando a temperatura do ar ( $T_{ij}$ ).

Assim, o sinal das Anomalias de Temperaturas da Superfície do Mar (ATSM),  $ATSM_{ij}$ , assume valores positivos e negativos, de acordo com o padrão de comportamento da TSM do oceano. Cavalcanti et al. (2006) também utilizaram uma superfície quadrática para determinar as temperaturas médias e extremas no NEB e, expressa, porém, apenas em função das coordenadas geográficas.

Pode-se estimar a série temporal de temperatura, adicionando-lhe a anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (SILVA et al., 2006), conforme a equação 2.

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad (2)$$

Sendo  $i = 1, 2, 3, \dots, 12$  e  $j = 1926, 1927, 1928, \dots, 2015$ .

O cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado através da metodologia proposta por Thornthwaite e

Mather (1955), com elaboração de planilhas eletrônicas em conformidade com Medeiros (2014) que contabilizam as entradas e saídas de água no solo, em que a precipitação representa (ganho) e a evapotranspiração (perda) de umidade do solo, podendo-se estimar os valores correspondentes ao Excedente Hídrico (EXE) e Deficiência Hídrica (DEF). Com base nesta metodologia foi estimada a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 100 mm. A Evapotranspiração Potencial (ETp) foi obtida conforme a equação 3.

$$ETp = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{I}\right)^a \quad (3)$$

Em que;  
 ETp – Evapotranspiração potencial anual (mm ano<sup>-1</sup>);  
 Fc – Fator de correção, segundo a Tabela 1;  
 T – Temperatura média mensal (°C);  
 I – Índice anual de calor, correspondente a soma dos doze índices mensais; e  
 a – Função cúbica do índice anual de calor dada pela equação 4:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492 \quad (4)$$

Na determinação da aptidão climática para a cultura da palma forrageira (*Opuntia* sp.), foram utilizados os indicadores climáticos propostos por Souza et al. (2008) e expostos na Tabela 2. Essas faixas foram utilizadas no estudo do

zoneamento agroclimático da palma forrageira para o estado de Pernambuco por Moura et al. (2011) e por Bezerra et al. (2014) e também em estudo sobre o zoneamento agroclimático da palma forrageira para o estado da Paraíba

**Tabela 1.** Fator de Correção de acordo com Thornthwaite e Mather (1955) em função de todos os meses do ano.

Fator de Correção											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10

Fonte: UNESCO (1982).

Por meio do balanço hídrico, calcularam-se os índices de aridez, umidade e hídrico. Estes índices são importantes para a caracterização

climática da região segundo a metodologia de Thornthwaite (1948), e no estudo de adaptação de culturas à região (Zoneamento Agroclimático).

O Índice de Aridez caracteriza-se por indicar a deficiência hídrica expressa em percentagem da evapotranspiração potencial (necessidade). É definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais), expresso pela equação 5.

$$Ia = 100 \frac{\sum DEF}{\sum ETp} \quad (5)$$

O índice de umidade representa o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é representada pela evapotranspiração potencial, ambas anuais, segundo a expressão 6.

$$Ih = 100 \frac{\sum EXE}{\sum ETp} \quad (6)$$

Geralmente tem-se durante o ano estações de excesso e falta de água. Por isso, define-se o índice hídrico pela equação 7.

$$Iu = Ih - 0,6 \cdot Ia \quad (7)$$

Em que:

Ia – Índice de aridez (%);

Ih – Índice hídrico (%);

Iu – Índice de umidade (%);

$\sum DEF$  – Somatório da deficiência hídrica anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ );

$\sum EXE$  – Somatório do excedente hídrico anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ ); e

$\sum ETp$  – Somatório da evapotranspiração anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ ).

Os valores dos indicadores climáticos para o estado do Piauí foram aplicados em conformidade a Tabela 2 para determinação da aptidão climática, classificando a cultura da palma forrageira em aptidão plena, aptidão restrita e aptidão inaptidão.

**Tabela 2.** Aptidão e indicadores climáticos da cultura da palma forrageira.

Plena	Restrita	Inaptidão
$16,1 \leq T_{\text{méd}} \leq 25,4$	$T_{\text{méd}} < 16,1; T_{\text{méd}} > 25,4$	-
$28,5 \leq \text{máx} \leq 31,5$	$T_{\text{máx}} < 28,5; T_{\text{máx}} > 31,5$	-
$8,6 \leq T_{\text{mín}} \leq 20,4$	$T_{\text{mín}} < 8,6; T_{\text{mín}} > 20,4$	-
$10,0 \leq \text{AMT} \leq 17,2$	$\text{AMT} < 10,0; \text{AMT} > 17,2$	-
$368,4 \leq \text{Prec} \leq 812,4$	$\text{Prec} < 368,4; 812,4 < \text{Prec} \leq 1089,9$	$\text{Prec} > 1089,9$
$-65,6 \leq Iu \leq -31,8$	$-31,8 < Iu \leq 7,7; Iu < -65,6$	$Iu > 7,7$

Fonte: Souza et al. (2008)

$T_{\text{méd}}$ =Temperatura média;  $T_{\text{máx}}$ =Temperatura máxima;  $T_{\text{mín}}$ =Temperatura mínima; AMT=Amplitude térmica; Prec=Precipitação média anual; Iu=Índice de umidade; (-) sem informações.

Para a aptidão e zoneamento agroclimático utilizou-se dos critérios para classificação descritos por Moura et al. (2011) e referenciado por Bezerra et al. (2014), da seguinte forma:

- Plena: A região possui clima adequado ao desenvolvimento da cultura, sem apresentar nenhuma restrição ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

- Restrita: O cultivo da palma forrageira nesta região é limitado no mínimo por um dos indicadores climáticos.

- Inaptidão: Nesta região os indicadores climáticos encontram-se fora das faixas adequadas ao desenvolvimento da cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se na Tabela 3 os resultados obtidos e as variáveis utilizadas para a elaboração da aptidão e do zoneamento agroclimático e na determinação do balanço hídrico climatológico do estado do Piauí considerando a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) de 100 mm.

A temperatura média anual do estado é de 25,9°C, com os menores valores ocorridos em fevereiro com temperaturas de 24,9°C e a máxima de 27,8 °C no mês de outubro. As temperaturas máximas, também coerentes com as médias, apresentam seu menor valor no mês

de fevereiro (30,9°C) e a máxima em outubro (35,4°C). A temperatura mínima oscilou entre 19,5 °C no mês de julho a 22 °C em novembro.

**Tabela 3.** Variáveis utilizadas na elaboração da aptidão e do zoneamento agroclimático e na determinação do balanço hídrico climatológico.

Legenda:	Meses	Tméd	Tmáx	Tmín	AMT	Prec	ETp	EVr	DEF	EXC	Tméd
		(°C)				(mm)					
	Jan	25,4	31,8	21,5	9,8	124,8	119,8	119,8	0,0	0,0	
	Fev	24,9	30,9	21,5	8,9	124,9	103,5	103,5	0,0	0,0	
	Mar	25,2	31,6	21,3	9,8	169,9	118,1	118,1	0,0	0,0	
	Abr	25,2	31,3	21,3	9,5	119,8	112,6	112,6	0,0	0,0	
	Mai	25,2	31,8	20,7	10,4	43,2	114,7	86,9	27,8	0,0	
	Jun	25,1	32,3	19,7	12,0	11,6	108,3	37,5	70,8	0,0	
	Jul	25,3	33,0	19,5	12,8	3,7	114,9	14,4	100,5	0,0	
	Ago	26,2	34,4	19,9	13,9	1,6	131,0	5,4	125,6	0,0	
	Set	27,5	35,5	21,3	13,5	4,7	152,5	5,8	146,7	0,0	
	Out	27,8	35,4	21,9	12,8	17,2	166,3	17,5	148,8	0,0	
	Nov	27,2	34,6	22,0	11,9	46,1	151,1	46,1	104,9	0,0	
	Dez	26,2	33,0	21,8	10,7	75,2	138,0	75,2	62,8	0,0	

Temperatura média; Tmáx - Temperatura máxima; Tmín - Temperatura mínima; AMT - Amplitude térmica, Prec - Precipitação média anual; ETp - Evapotranspiração potencial, EVr - Evapotranspiração real, DEF - Deficiência hídrica e EXC - Excesso Hídrico.

O trimestre correspondente aos meses de fevereiro, março e abril, apresentou os menores valores de amplitude térmica, já os meses de julho, agosto e setembro proporcionam as maiores amplitudes térmicas. A amplitude térmica média anual é de 11,3 °C, sendo o menor valor de 8,9 °C registrado no mês de fevereiro e a maior de 13,9 °C no mês de agosto, resultados concordantes com o trabalho de Medeiros et al. (2013).

O estado do Piauí tem distribuição pluviométrica anual irregular com média anual de 742,7 mm, sendo as maiores precipitações ocorridas entre os meses de janeiro e abril, oscilando de 124,8 a 169,9 mm, correspondendo aos meses com maiores índices pluviométricos. Os menores índices pluviométricos ocorrem nos meses de junho a outubro, com oscilações de 1,6 a 17,2 mm. Estes resultados estão em conformidade com os obtidos no estudo sobre o regime da precipitação no estado do Piauí, realizado por Medeiros (2013).

O período chuvoso corresponde aos meses de novembro a abril, e os meses de julho a setembro correspondem aos meses secos. Medeiros et al. (2015) descrevem que as precipitações ocorridas de junho a setembro são

caracterizadas como abaixo da evapotranspiração, não sendo suficiente para atender a demanda ocorrida no período, tornando inviável a produção agrícola de sequeiro e com pouca contribuição para o armazenamento de água no solo. Guerra et al. (2005) constataram que os genótipos da palma forrageira e suas variedades miúda, redonda e gigante, apresentaram maior rendimento nas regiões com precipitação pluviométrica média de 700,0 mm ano<sup>-1</sup>. Segundo Rocha (2012), a faixa adequada de precipitação pluviométrica ao desenvolvimento da palma forrageira está entre 368,4 e 812,4 mm, embora possa ser cultivada com 200 mm.

A evapotranspiração potencial anual tem o seu somatório de 1.579,9 mm ano<sup>-1</sup>, com oscilações de 103,5 a 166,3 mm mês<sup>-1</sup>. A evaporação real (EVr), que representa a quantidade real de água evaporada, se comportou de forma semelhante à distribuição mensal da precipitação pluvial. A maior média anual de ETp obtida pode estar associada ao método utilizado para a estimativa da evapotranspiração, que pode ter superestimado os valores de ETp.

Verificou-se que nos meses de maio a dezembro ocorrem os maiores déficits hídrico,

variando de 27,8 a 148,8 mm mês<sup>-1</sup>, com um total médio anual de 788 mm. Durante os meses não ocorrem excedente hídricos.

Para certificar-se de uma melhor produtividade das culturas, é indispensável o uso de sistemas de irrigação em regiões que apresentam deficiência hídrica que limitar o desenvolvimento das culturas, principalmente quando esta deficiência se estende por todos os meses do ano (SANTOS et al., 2010).

Conforme Marengo et al. (2004) é de suma importância o conhecimento do comportamento da deficiência hídrica em uma

localidade, principalmente para o planejamento agrícola, para que o desenvolvimento seja seguro e economicamente viável, e se necessário utilizar da prática de sistemas de irrigação. Além do déficit hídrico, é importante entender as variáveis climáticas da região, analisando cuidadosamente a variabilidade da precipitação e a intensidade da evapotranspiração.

Através do balanço hídrico climatológico determinaram-se os índices de aridez (Ia), hídrico (Ih) e de umidade (Iu) para o estado do Piauí, conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Índices: aridez, hídrico e umidade para o estado do Piauí.

Ia (%)	Ih (%)	Iu (%)
51,48	0,51	-0,31

Wollmann e Galvani (2013) relatam que as condições locais hídricas e de clima, são levadas em consideração no zoneamento agroclimático, visando à exploração de culturas economicamente rentáveis. São estas as características agroclimáticas desta localidade que determinam a aptidão ao desenvolvimento das culturas.

A aptidão e o zoneamento da palma forrageira para o estado do Piauí foram realizadas baseando-se nos resultados obtidos na tabela 3 e 4 comparando-as com as condições exigidas pela cultura conforme Tabela 2.

Analisando os resultados percebe-se claramente que a cultivar é bem restrita a região de estudo, principalmente tratando-se dos elementos temperatura e índice de umidade. Quanto a precipitação apesar de a mesma apresentar irregularidade, mesmo assim em algumas localidades tem-se aptidão plena ao cultivo da palma forrageira (vide Tabela 5). Segundo Toledo et al. (2009) a aptidão climática de uma região é determinada com base na agregação da precipitação, temperatura e altitude local, sendo de grande importância sob o aspecto própria das culturas, geradora de recursos a agricultura.

**Tabela 5.** Classificações de aptidões e zoneamento para temperatura, precipitação e índices de umidade para a Palma forrageira no estado do Piauí.

Município	Classificação Temperatura	Classificação o Precipitação	Classificação Índice de Umidade	Município	Classificação Temperatura	Classificação Precipitação	Classificação Índice de Umidade
Acauã	Restrita	Plena	Restrita	Colônia G.	Restrita	Plena	Restrita
Agricolândia	Restrita	Inapta	Inapta	Colônia	Restrita	Plena	Restrita
Água Branca	Restrita	Inapta	Inapta	Conceição C	Restrita	Plena	Restrita
Alagoinha	Restrita	Plena	Restrita	Coronel J Dias	Restrita	Plena	Restrita
Alegrete	Restrita	Plena	Restrita	Corrente	Restrita	Restrita	Inapta
Alto Longá	Restrita	Restrita	Inapta	Cristalândia	Restrita	Restrita	Inapta
Altos	Restrita	Inapta	Inapta	Cristino Castro	Restrita	Restrita	Restrita
Alvorada Gurguéia	Restrita	Plena	Restrita	Curimatá	Restrita	Restrita	Restrita
Amarante	Restrita	Inapta	Inapta	Currais	Restrita	Restrita	Restrita
Angical	Restrita	Restrita	Inapta	Curral novo	Restrita	Restrita	Restrita
Anísio de Abreu	Restrita	Plena	Restrita	Curralinhos	Restrita	Restrita	Inapta
Antônio Almeida	Restrita	Restrita	Restrita	Demerval L	Restrita	Inapta	Inapta
Aroazes	Restrita	Restrita	Inapta	D Arcoverde	Restrita	Plena	Restrita
Arraial	Restrita	Plena	Inapta	D Expedito	Restrita	Plena	Restrita
Assunção	Restrita	Plena	Inapta	D. Inocêncio	Restrita	Plena	Restrita
Avelino Lopes	Restrita	Plena	Restrita	Domingos M	Restrita	Restrita	Restrita
Baixa G. Ribeiro	Restrita	Plena	Inapta	Elesbão V	Restrita	Restrita	Inapta
Barra D'Alcântara	Restrita	Plena	Inapta	Eliseu Martins	Restrita	Plena	Restrita

Barras	Restrita	Inapta	Inapta	Esperantina	Restrita	Inapta	Inapta
Barreiras	Restrita	Restrita	Inapta	Fartura Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Barro duro	Restrita	Inapta	Inapta	Flores Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Batalha	Restrita	Inapta	Inapta	Floresta Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Bela Vista	Restrita	Plena	Inapta	Floriano	Restrita	Restrita	Restrita
Belém do Piauí	Restrita	Plena	Restrita	Francinópolis	Restrita	Inapta	Inapta
Beneditinos	Restrita	Inapta	Inapta	Fran. Ayres	Restrita	Restrita	Restrita
Bertolinia	Restrita	Restrita	Restrita	Franc Macedo	Restrita	Restrita	Restrita
Betania	Restrita	Restrita	Restrita	Franc Santos	Restrita	Plena	Restrita
Bocaina	Restrita	Plena	Restrita	Fronteiras	Restrita	Plena	Restrita
Bom Jesus	Restrita	Restrita	Restrita	Geminiano	Restrita	Plena	Inapta
Bom princípio	Restrita	Restrita	Restrita	Gilbués	Restrita	Restrita	Restrita
Bonfim do Piauí	Restrita	Plena	Restrita	Guadalupe	Restrita	Inapta	Inapta
Boqueirão	Restrita	Restrita	Inapta	Guaribas	Restrita	Restrita	Restrita
Brasileira	Restrita	Inapta	Inapta	H. Napoleão	Restrita	Restrita	Inapta
Brejo do Piauí	Restrita	Inapta	Restrita	Ilha grande	Restrita	Restrita	Inapta
Buriti dos Lopes	Restrita	Restrita	Inapta	Inhuma	Restrita	Restrita	Restrita
Buriti Montes	Restrita	Restrita	Inapta	Ipiranga Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Cabeceiras	Restrita	Inapta	Inapta	Isaías Coelho	Restrita	Plena	Restrita
Cajazeiras	Restrita	Plena	Restrita	Itainópolis	Restrita	Plena	Restrita
Cajueiro Praia	Restrita	Restrita	Inapta	Itaueiras	Restrita	Restrita	Restrita
Caldeirão Grande	Restrita	Plena	Restrita	Jacobina Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Campinas	Restrita	Plena	Restrita	Jaicós	Restrita	Plena	Restrita
C. A. Fidalgo	Restrita	Restrita	Restrita	Jardim Mulato	Restrita	Restrita	Inapta
Campo Grande	Restrita	Plena	Restrita	Jatobá Piauí	Restrita	Restrita	Inapta
Campo Largo	Restrita	Inapta	Inapta	Jerumenha	Restrita	Restrita	Restrita
Campo Maior	Restrita	Inapta	Inapta	João Costa	Restrita	Plena	Restrita
Canavieira	Restrita	Plena	Restrita	Joaquim Pires	Restrita	Inapta	Inapta
Canto Buriti	Restrita	Plena	Restrita	Joca Marques	Restrita	Plena	Inapta
Capitão Campos	Restrita	Inapta	Inapta	José de Freitas	Restrita	Inapta	Inapta
Cap Ger Oliveira	Restrita	Plena	Restrita	Juazeiro Piauí	Restrita	Restrita	Restrita
Caracol	Restrita	Plena	Restrita	Júlio Borges	Restrita	Plena	Restrita
Caraubas	Restrita	Restrita	Inapta	Jurema Piauí	Restrita	Plena	Restrita
Caridade	Restrita	Restrita	Restrita	Lagoa Alegre	Restrita	Inapta	Inapta
Castelo Piauí	Restrita	Restrita	Inapta	L. Francisco	Restrita	Restrita	Inapta
Caxingó	Restrita	Restrita	Inapta	Lagoa Barro	Restrita	Plena	Restrita
Cocal	Restrita	Restrita	Inapta	Lagoa Piauí	Restrita	Restrita	Inapta
Cocal Telha	Restrita	Plena	Inapta	Lagoa Sítio	Restrita	Plena	Restrita
Cocal Alves	Restrita	Plena	Restrita	Lagoinha	Restrita	Plena	Inapta
Coivaras	Restrita	Restrita	Inapta	Landri Sales	Restrita	Inapta	Inapta
Luzilândia	Restrita	Inapta	Inapta	R. Gonçalves	Restrita	Restrita	Inapta
Madeiro	Restrita	Restrita	Inapta	Rio Grande	Restrita	Plena	Restrita
Manoel Emídio	Restrita	Plena	Restrita	Santa Cruz	Restrita	Plena	Restrita
Marcolândia	Restrita	Plena	Restrita	S. C Milagres	Restrita	Restrita	Inapta
Marcos Parente	Restrita	Restrita	Restrita	S. Filomena	Restrita	Inapta	Inapta
Massapê do Piauí	Restrita	Restrita	Restrita	Santa Luz	Restrita	Plena	Restrita
Matias Olímpio	Restrita	Inapta	Inapta	Santana	Restrita	Plena	Restrita
Miguel Alves	Restrita	Inapta	Inapta	Santa rosa	Restrita	Restrita	Restrita
Miguel Leão	Restrita	Inapta	Inapta	S. A. Milagres	Restrita	Plena	Inapta
Milton Brandão	Restrita	Plena	Restrita	S. A. Lisboa	Restrita	Plena	Restrita
Monsenhor Gil	Restrita	Inapta	Inapta	Santo Inácio	Restrita	Plena	Restrita
Mons. Hipólito	Restrita	Plena	Restrita	São Braz	Restrita	Plena	Restrita
Monte Alegre	Restrita	Restrita	Restrita	São Félix	Restrita	Inapta	Inapta
Morro Cabeça	Restrita	Restrita	Restrita	S. F. Assis	Restrita	Plena	Restrita
Morro Chapéu	Restrita	Plena	Inapta	São Francisco	Restrita	Restrita	Restrita
Murici Portelas	Restrita	Restrita	Inapta	S. Gonçalo G.	Restrita	Restrita	Inapta
N. S. Nazaré	Restrita	Plena	Inapta	S. Gonçalo	Restrita	Restrita	Inapta
N. S. dos Remédios	Restrita	Inapta	Inapta	ç. J. Canabrava	Restrita	Plena	Restrita
Nazária	Restrita	Restrita	Inapta	S. J. da Serra	Restrita	Restrita	Inapta
Nova S. Rita	Restrita	Restrita	Restrita	S. J. Varjota	Restrita	Plena	Inapta
Novo oriente	Restrita	Restrita	Restrita	S. J. do Arraial	Restrita	Inapta	Inapta
Novo S. Antônio	Restrita	Restrita	Inapta	São João	Restrita	Plena	Restrita
Oeiras	Restrita	Restrita	Restrita	S. J. do Divino	Restrita	Inapta	Inapta
Olho D'Água	Restrita	Plena	Inapta	S. J. do Peixe	Restrita	Restrita	Restrita
Padre Marcos	Restrita	Plena	Restrita	São José	Restrita	Plena	Restrita
Paes Landim	Restrita	Plena	Restrita	São Julião	Restrita	Plena	Restrita
Pajeu	Restrita	Restrita	Restrita	São Lourenço	Restrita	Plena	Restrita
Palmeira	Restrita	Plena	Restrita	São Luís	Restrita	Restrita	Restrita
Palmeirais	Restrita	Inapta	Inapta	S. M. B Grande	Restrita	Restrita	Inapta
Paquetá	Restrita	Restrita	Restrita	S. M. I Fidalgo	Restrita	Restrita	Restrita
Parnaguá	Restrita	Restrita	Inapta	S. M. Tapuio	Restrita	Plena	Restrita
Parnaíba	Restrita	Inapta	Inapta	São Pedro	Restrita	Inapta	Inapta

Pass. Franca	Restrita	Plena	Inapta	S. R Nonato	Restrita	Plena	Restrita
Patos do Piauí	Restrita	Plena	Restrita	Sebast Barros	Restrita	Restrita	Inapta
Pau Darco	Restrita	Restrita	Restrita	Sebastião Leal	Restrita	Plena	Inapta
Paulistana	Restrita	Plena	Restrita	Sig Pacheco	Restrita	Plena	Inapta
Pavussu	Restrita	Restrita	Restrita	Simões	Restrita	Plena	Restrita
Pedro II	Restrita	Inapta	Inapta	Simplício	Restrita	Plena	Inapta
Pedro Laurentino	Restrita	Plena	Restrita	Socorro d	Restrita	Plena	Restrita
Picos	Restrita	Plena	Restrita	Sussuapara	Restrita	Plena	Inapta
Pimenteiras	Restrita	Plena	Restrita	Tamboril	Restrita	Plena	Restrita
Pio IX	Restrita	Plena	Restrita	Tanque	Restrita	Plena	Inapta
Piracuruca	Restrita	Inapta	Inapta	Teresina	Restrita	Inapta	Inapta
Piripiri	Restrita	Inapta	Inapta	União	Restrita	Inapta	Inapta
Porto	Restrita	Inapta	Inapta	Uruaú	Restrita	Inapta	Inapta
Porto Alegre	Restrita	Restrita	Inapta	Valença	Restrita	Restrita	Inapta
Prata do Piauí	Restrita	Inapta	Inapta	Várzea Branca	Restrita	Plena	Restrita
QueimadaNova	Restrita	Plena	Restrita	Várzea Grande	Restrita	Inapta	Inapta
Redenção Gurguéi	Restrita	Plena	Restrita	Vera Mendes	Restrita	Restrita	Restrita
Regeneração	Restrita	Inapta	Inapta	Vila Nova	Restrita	Restrita	Restrita
Riacho Frio	Restrita	Plena	Restrita	Wall Ferraz	Restrita	Restrita	Restrita

## CONCLUSÕES

Para o estado do Piauí as atividades fisiológicas da palma forrageira são bastantes restritas devido às condições inadequadas da disponibilidade de temperatura e do índice de umidade, como foi verificado em todos os municípios do Estado, que se apresentaram dentro da faixa restrita ou inapta ao desenvolvimento da cultura, apesar de que, Acauã, Alagoinha, Alegrete, Alvorada Gurguéia, Anísio de Abreu, Assunção, Avelino Lopes, Baixa G. Ribeiro, Barra D'Alcântara, Bela Vista, Belém do Piauí, Bocaina, Bonfim do Piauí, Cajazeiras, Isaías Coelho, Itainópolis, Ipiranga Piauí, Franc Santos, Fronteiras, Geminiano, Fartura Piauí, Flores Piauí Floresta Piauí, Eliseu Martins, Colônia G., Colônia Piauí, Conceição C, Coronel J Dias, D Arcoverde, D Expedito, D. Inocêncio, Caldeirão Grande, Campinas Piauí, Canavieira, Canto Burití, Caracol, Cocal Telha, Cocal Alves, Manoel Emídio, Marcolândia, Milton Brandão, Monsenhor Hipólito, Morro Chapéu Piauí, Nossa S. Nazaré, Olho D'Água, Padre Marcos, Paes Landim, Palmeira Piauí, Passagem Franca, Patos do Piauí, Paulistana, Pedro Laurentino, Picos, Pimenteiras Piauí, Pio IX, Piracuruca, Queimada Nova, Redenção Gurguéia, Várzea Branca, Sebastião Leal, Sigefredo Pacheco, Simões, Simplício Mendes, Socorro do Piauí, Sussuapara, Tamboril do Piauí, São José do Piauí, São Julião, São Lourenço, São João do Piauí, São João da Varjota, S. João Canabrava, S. João Fronteira,

S. Antônio Milagres, S. Antônio Lisboa, Santo Inácio, São Braz, Santa Luz, Santana, Rio Grande, Santa Cruz do Piauí, Lagoa Sítio, Lagoinha, Lagoa Barro, Júlio Borges, Jurema Piauí, Joca Marque, João Costa, Jacobina Piauí, Jaicós, disponibilizam de índices pluviométricos necessários ao bom desenvolvimento.

Para o plantio em larga escala é necessário um planejamento adequado para a utilização de cultivares mais resistentes as temperaturas e os índices de umidade, e adequação de sistema de irrigação eficiente e compatível com a demanda de água da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L.F.; OLIVEIRA, L.S.C. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.9. n 3. P.379-384. 2005.
- BEZERRA, B.G.; ARAÚJO, J.S.; PEREIRA, D.D.; LAURENTINO, G.Q.; SILVA, L.L. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 755-761, 2014.
- CAMARGO, A.P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, p.28. (Boletim Técnico, 116). 1971.

- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.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, n.1, p.140-147, 2006.
- CONDEPI. Companhia do desenvolvimento do Estado do Piauí. 2000.
- GUERRA, M.G.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, H.R.; LIMA, G.F.C.; AGUIAR, E.M.; GARCIA, L.R.U.C. Produção de novos genótipos de palma forrageira no Estado do Rio Grande do Norte. In: 42<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia-GO. Anais... CD-ROM, Goiânia-GO, 2005.
- HORIKOSHI, A.S.; FISCH, G. Balanço Hídrico Atual e Simulações para Cenários Climáticos Futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.2, n.2. 2007.
- KAYANO, M.T.; ANDREOLI, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: Cavalcanti, I.; Ferreira, N.; Silva, M. G. J. da; Dias, M. A. F. S. (ed.). Tempo e Clima no Brasil, Oficina de Textos, Sao Paulo. p. 375-383. 2009.
- MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semiárido do Brasil**. In Parcerias Estrategicas/Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-Ministerio da Ciencia e Tecnologia, v.1, n.1, Braslia DF, p. 149-176, 2009.
- MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Instituto Nacional do Semiárido: Campina Grande-PB, 2011. Disponível em: <[http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/06.11.02.16/doc/Marengo\\_Variabilidade.pdf?languagebutton=en](http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/06.11.02.16/doc/Marengo_Variabilidade.pdf?languagebutton=en)>. Acesso em: 10.fev.2016.
- MARENGO, J.A.; SOARES, W.R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. **Journal of Climate**, v. 17, n. 12, p. 2261 - 2280, 2004.
- MEDEIROS, R.M.; MATOS, R. M.; SILVA, P.F.; SILVA, J.A.S. FRANCISCO, P.R.M. Caracterização climática e diagnóstico da aptidão agroclimática de culturas para Barbalha - CE. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 21; p. 461-476, 2015.
- MEDEIROS, R.M.; SILVA, J.A.S.; SILVA, A.O.; MATOS, R.M.; BALBINO, D.P. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para a área produtora da banana do município de Barbalha, CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 4, p. 258 - 268, 2013.
- MEDEIROS, R.M. Elaboração de programa computacional em planilhas eletrônicas do Balanço hídrico. 2014.
- MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D.C.; SOUSA, F.A.S.; GOMES FILHO, M.F. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife - PE, v.6, p.652-664, 2013.
- MOURA, M.S.B.; SOUZA, L.S.B.; SILVA, T.G.F.; SÁ, I.I.S. **Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o estado de Pernambuco**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 26p. Documentos 242. 2011.
- NOBRE, P.; MELO, A.B.C. Variabilidade climática intra-sazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998 – 2000. **Climanálise**, CPTEC/INPE, São Paulo. 2001.
- OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; LEITE, H.G.; COSTA, J.M.N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste.

- Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1-4, p. 57-61, 2002.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, p.478, 2002.
- PINTO, S.A.; ASSAD, E.D.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Cap. CDROM. 2011.
- ROCHA, J.E.S. **Palma forrageira no Brasil: o estado da arte**. EMBRAPA Caprinos e Ovinos. 40p. (Documentos, 106). 2012.
- SANTOS, A.S.; GOMES, H.B.; AMORIM, R.F.C.; AMORIM, R.C.F.; PONTES, E.G.S.; MEDEIROS, F.C. Estudo da Climatologia dos Ventos Através dos Dados de Reanálises: Período 1970-2002, e Sua Relação com a Precipitação para o Estado de Alagoas nos Anos 1992/94. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2001, Fortaleza - CE. Meteorologia e o Desenvolvimento Sustentável, 2001.
- SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p.142 - 149, 2010.
- SILVA, J.A.S.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, A.O.; SILVA, J.W.O.S.; MATOS, R.M. Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha - CE. In: I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, Iguatu – CE, Brasil. 2006.
- SOUZA, L.S.B.; MOURA, M.S.B.; SILVA, T.G.F.; SOARES, J.M.; CARMO, J.F.A.; BRANDÃO, E.O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 3, Petrolina. Anais...Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p.23-28. 2008.
- SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí. Recife, 1990 (Série Pluviometria, 2).
- PINTO, T. F.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. DE; MEDEIROS, G. R.; AZEVEDO, P. S.; OLIVEIRA, R. L.; TREVIÑO, I. H. Use of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) replacing corn on carcass characteristics and non-carcass components in Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1333-1338, 2011.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publication in Climatology**. n 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J. 1955.
- TOLEDO, J.V.; MARTINS, L.D.; KLIPPEL, V.H.; PEZZOPANE, J.E.M.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão manso (*Jatropha Curcas*L.) e da mamona (*Ricinus Communis* L.) no estado do Espírito Santo. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 05, p. 41 - 51, 2009.
- UNESCO. Mexico City Declaration on Cultural Policies World Conference on Cultural Policies Mexico City, 26 July - 6 August, 1982.
- WOLLMANN, C.A.; GALVANI, E. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Sociedade e Natureza**, v. 25, p. 179-190, 2013.