

## ESTIMATIVAS DAS CONDIÇÕES HÍDRICAS EM IPOJUCA, REGIÃO CANAVIEIRA DE PERNAMBUCO<sup>1</sup>

GEBER BARBOSA DE ALBUQUERQUE MOURA<sup>2\*</sup>, GERSON QUIRINO BASTOS<sup>3</sup>, PEDRO ROGÉRIO GIONGO<sup>4</sup>, PABRÍCIO MARCOS OLIVEIRA LOPES<sup>5</sup>, SÉRGIO RICARDO RODRIGUES DE MEDEIROS<sup>6</sup>

**RESUMO** - Tendo como base os dados observados de precipitação pluvial diária e da evapotranspiração potencial para anos “secos”, “normais” e “chuvosos”, avaliou-se o melhor período de cultivo vegetal para o município de Ipojuca, Pernambuco, Brasil. As estimativas da evapotranspiração potencial (ETP) mensal foram calculadas pelo método de Hargreaves e apresentados em médias decendiais. A distribuição decendial da precipitação, da evapotranspiração plena e da metade da evapotranspiração potencial que podem ser utilizadas para caracterizar período viável de cultivo, com a determinação dos períodos pré-úmido, úmido e pós-úmido, respectivamente. Os resultados mostram que o melhor período o cultivo da planta para Ipojuca considerando os anos secos vai de 01 de março a 06 de outubro, com duração de 223 dias e um total de precipitação de 1.414 mm. Em anos de precipitações normais, o melhor período tem seu início no dia 20 de fevereiro e seu término no dia 06 de outubro, com duração de 236 dias, e precipitação média de 1.864 mm. Em anos chuvosos, o melhor período tem seu início no dia 23 de janeiro e seu término no dia 20 de outubro, com duração de 267 dias, e precipitação média de 2.578 mm.

**Palavras-chave:** Precipitação. Evapotranspiração. Distribuição gama incompleta.

## ESTIMATES OF HÍDRICS CONDITIONS IN IPOJUCA, SUGARCANE REGION OF PERNAMBUCO

**ABSTRACT** - Beginning with the observed rainfall data and the potential evapotranspiration for normal, dry and rainy years, the best period for the vegetable cultivation was evaluated for Ipojuca, Pernambuco, Brazil. The potential monthly evapotranspiration (ETP) data was computed using Hargreaves' method and transformed into ten-day averages. The sum total of rainfall over a ten day period, full evapotranspiration and half of the potential evapotranspiration data are used to characterize of the growth phase, along with the determination of the pre-humid, humid and post-humid periods. The results show that the best period for the initial growth phase in Ipojuca for dry years is from the 01<sup>st</sup> of March to the 06<sup>th</sup> of October spanning 223 days and with a total rainfall of 1414 mm. Results demonstrated that the best initial growth phase for sugar cane during normal years is from the 20<sup>th</sup> of February to the 06<sup>th</sup> of October, spanning 236 days and with a total rainfall of 1864 mm. And for the rainy years, the best period for the initial growth phase of sugar cane is from the 23<sup>th</sup> of January to the 20<sup>th</sup> of October, spanning a period of 267 days and with a total rainfall of 2578 mm.

**Keywords:** Rain. Evapotranspiration. Distribution incomplete gamma.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 01/10/2009; aceito em 05/08/2010.

<sup>2, 3, 5</sup>Departamento de Agronomia, UFRPE, 52171-900, Dois Irmãos, Recife - PE, [geber@depa.ufrpe.br](mailto:geber@depa.ufrpe.br); [bastosgq@hotmail.com](mailto:bastosgq@hotmail.com); [pabricio@depa.ufrpe.br](mailto:pabricio@depa.ufrpe.br)

<sup>4, 6</sup>Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, 13418-900, Piracicaba - SP; [giongo@pr@yahoo.com.br](mailto:giongo@pr@yahoo.com.br); [medeiros@agronomo.eng.br](mailto:medeiros@agronomo.eng.br)

## INTRODUÇÃO

Desde a época colonial, o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) no Brasil sempre se concentrou nas regiões Sudeste e Nordeste, com dois períodos de safra (UNICA, 2007), sendo os elementos climáticos os fatores determinantes no desenvolvimento e na produtividade da cultura.

A produção agrícola na Zona da Mata, Sul de Pernambuco, como na maioria do Nordeste do Brasil (NEB), depende fortemente da precipitação pluvial, com sérios prejuízos à agricultura em anos de precipitação irregular. Em consequência das variações inter e intra-anuais da precipitação, conjugadas com as altas taxas evaporativas locais, a agricultura praticada no NEB torna-se uma atividade de alto risco uma vez que as lavouras largamente praticadas (milho, feijão etc.) não são tolerantes aos estresses de umidade (MOURA et al., 2000).

As constantes variabilidades climáticas relacionadas à posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), aos fenômenos de Oscilação Sul (ENOS), oscilações de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), são mecanismos inter-relacionados que causam variabilidade na precipitação e no clima do Nordeste Brasileiro (MOLION; BERNARDO, 2002).

As relações entre elementos climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, pois os fatores do ambiente podem afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diferentes fases do ciclo das lavouras.

A situação condicionadora para o crescimento desta cultura no Estado é principalmente a distribuição de chuva e, portanto, a disponibilidade de água ao longo do ciclo da cultura. Segundo Toledo Filho et al. (2003), as maiores perdas nas safras agrícolas da zona canavieira alagoana ocorrem devido à deficiência hídrica. Toledo Filho et al. (2003) encontraram diferença no crescimento da cultura da cana-de-açúcar no mesmo Estado e entre dois anos, atribuindo-a, em parte, a uma maior restrição hídrica de um ano a outro de menor precipitação pluvial.

Moura et al. (2008) determinaram o início, duração e final de cada período de chuva bem como a estação de crescimento da cana-de-açúcar para três cenários distintos para o município de Itambé, Pernambuco, e demonstraram que há uma grande variabilidade e irregularidade da precipitação durante o ano, principalmente nos primeiros decêndios dos anos secos.

Com o advento das previsões meteorológicas, com antecedência de três a seis meses para a região do Nordeste do Brasil, é de fundamental importância o conhecimento de como a chuva se comporta em anos secos, normais e chuvosos. Esse conhecimento ajudará no melhor planejamento do plantio e condução das culturas, bem como na definição de estratégias de manejo para cada cultura com um bom prazo de antecedência.

Segundo Moura et al. (2008), a demanda hídrica depende predominantemente das condições meteorológicas, como também das características biológicas da espécie cultivada e de seu estado fenológico, além das propriedades físicas do solo. Dessa forma, estudos devem ser realizados para melhor entender o comportamento das culturas em função os elementos climáticos, principalmente na questão hídrica para o NEB.

Nas regiões áridas e semi-áridas, a distribuição dos totais mensais de chuva, em geral, não segue uma distribuição simétrica, ajustando-se melhor à distribuição gama incompleta, que é assimétrica (SILVA et al., 2007). O ajustamento de totais de chuva à distribuição gama incompleta também se verifica em regiões mais úmidas, pois esse modelo probabilístico tende ao normal quando os totais pluviométricos são elevados. De fato, a distribuição normal é um caso particular da distribuição gama.

Segundo Souza et al. (2009) as pesquisas sobre evapotranspiração fornecem informações relativas a quantidade de água consumida pelas plantas, fornecendo dados para o manejo da água e para o dimensionamento dos sistemas de irrigação.

Portanto, a finalidade deste trabalho é de relacionar as estimativas das condições com a estação de crescimento e o desenvolvimento da cana-de-açúcar em Ipojuca, PE, considerando três distintos cenários climatológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do trabalho, foram utilizados dados meteorológicos de temperatura do ar mensal, umidade relativa do ar mensal e precipitação pluvial diária para um período correspondente a 29 anos (1956-1993) da estação experimental do IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária), escolhida por ser uma estação agrometeorológica completa e por possuir uma série histórica de dados relativamente grande. A estação agrometeorológica de Ipojuca está localizada nas seguintes coordenadas geográficas de referência: 8° 45' de latitude Sul, 35° 00' de longitude Oeste e altitude de 45 metros.

A função de densidade de probabilidade da distribuição gama incompleta foi utilizada para avaliar a ocorrência de anos secos, normais e chuvosos para a cidade de Ipojuca, PE. A função de densidade de probabilidade da distribuição gama incompleta pode ser posta sob a forma (VAREJÃO-SILVA, 2001):

$$g(x; y, \mu) = \left[ \frac{1}{\Gamma(y)} \right] \left[ \frac{y}{\mu} \right] x^{y-1} e^{-\frac{yx}{\mu}}$$

(1)

Em que  $\gamma$  e  $\mu$  são parâmetros a serem definidos para a amostra particular a qual se deseja ajustar essa distribuição,  $\mu$  é a média da amostra. O símbolo  $\Gamma$  está sendo usado para designar a conhecida função gama, ou seja:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt \quad (2)$$

Sendo  $e$  a base dos logaritmos naturais. A função de distribuição associada à equação (1) é:

$$G(x; \gamma, \nu) = \left[ \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \right] \int_0^{\nu} v^{\gamma-1} e^{-v} dv \quad (3)$$

Onde  $\nu = \gamma x/\mu = x/\beta$ , com  $G(x; \gamma, \nu) = 0$  quando  $x \leq 0$  e  $\beta = \mu/\gamma$ .

Para  $\gamma < 1$ , a função de densidade de probabilidade (1) é máxima no ponto  $X = \beta(\gamma-1)$ , o qual corresponde à moda da distribuição. Quando  $\gamma = 1$ , a equação (1) se reduz à função exponencial de densidade de probabilidade, a curva intercepta o eixo das ordenadas no ponto  $1/\mu$  e a moda é zero. Finalmente, para  $0 < \gamma < 1$ , o máximo da função de densidade de probabilidade torna-se indeterminado, pois  $g(x; \gamma, \mu)$  tende ao infinito quando  $x$  tende a zero (neste caso, a moda também é considerada nula).

Neste trabalho, utilizou-se a distribuição gama incompleta seguindo a conceituação de Thom (1951), aplicando-a aos totais de precipitação anuais. Os parâmetros  $\beta$  e  $\gamma$  para cada localidade foram obtidos pelo método de máxima verossimilhança. Para verificar a qualidade do ajustamento da curva teórica aos valores observados foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov (MASSEY JR, 1951) ao nível de significância de 95%.

Os valores de precipitação foram divididos em: períodos "secos", aqueles em que o total de precipitação anual foi igual ou menor que a probabilidade de 25%; "normais" com probabilidade maior que 25% e inferior ou igual a 75%; e "chuvosos" com probabilidade superior a 75%. Assim, os anos que apresentaram valores menores ou iguais a 527,5 mm foram considerados "secos"; os anos que apresentaram valores de precipitação compreendidos entre 527,5 e 1054,9 mm foram considerados "normais" e os anos com valores maiores ou iguais a 1054,9 mm foram classificados como "chuvosos".

A evapotranspiração potencial foi calculada pelo método de Hargreaves (CHRISTIANSEN; HARGREAVES, 1969):

$$EP_0 = (32 + 1,8t) \cdot C_H \cdot M_F \quad (4)$$

Em que:  $t$  - Média mensal das temperaturas do

ar diárias ( $^{\circ}\text{C}$ );

$C_H$  - Coeficiente que depende do valor mensal da umidade relativa do ar ( $U$ ), dada como estimativa pela fórmula:

$$C_H = 0,158 \cdot (100 - U)^{1/2} \quad (5)$$

$M_F$  - Efeito energético que depende do valor médio mensal do fotoperíodo ( $N$ ) e do total mensal de radiação solar incidente no limite superior da atmosfera ( $Q_0$ ), expresso em termos da equivalente lâmina de água evaporada, sendo esta última função do calor latente de evaporação  $L_E$ , ou seja:

$$(6)$$

Em que:  $|\phi|$  é o valor absoluto da latitude local. O valor máximo permissível para o fator  $0,17(70 - |\phi|)^{1/2}$  é 1.

Os valores médios da evapotranspiração po-

$$M_F = 0,00483 Q_0 \cdot (0,1 L_E)^{-1} \left( \frac{N}{12} \right) (0,17 \cdot (70 - |\phi|)^{1/2})$$

tencial mensal foram transformados em valores decendiais.

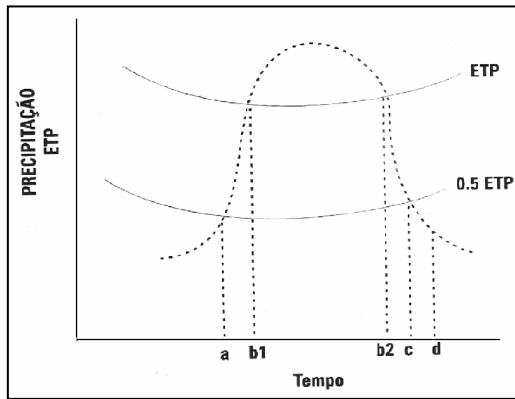
Na avaliação da estação de crescimento (EC), os dados médios diários de precipitação foram acumulados em períodos decendiais para traçar a curva média da precipitação que, juntamente com as curvas médias decendiais da evapotranspiração potencial e da metade dessa mesma evapotranspiração, obtendo-se os três sub-períodos:

a - "pré-úmido", durante o qual a precipitação permanece abaixo da evapotranspiração potencial;

b - "úmido", a precipitação média sobrepõe-se à evapotranspiração potencial; e

c - "pós-úmido", corresponde a uma redução e final das chuvas, neste período, a precipitação é superada pela evapotranspiração potencial.

De acordo com esse critério, o início da estação chuvosa e de crescimento corresponde ao dia em que a precipitação média torna-se igual ou superior à metade da evapotranspiração potencial. O fim da estação de crescimento se verifica quando a precipitação média torna-se menor que a metade da evapotranspiração potencial mais o intervalo de tempo ( $d$ ) requerido para retirada de uma lâmina de água correspondente à capacidade de armazenamento do solo, que, neste caso, seria de 12 dias. Para a estimativa de  $d$ , admitiu-se que a capacidade de água disponível no solo (CAD) fosse de 100 mm, que é o valor usado para fins de classificação climática. Essa descrição está detalhada na Figura 1, para melhor entendimento.



**Figura 1.** Descrição das estações, segundo o regime pluviométrico em que: a = início da estação chuvosa e de crescimento; b1 = início do período úmido; b2 = fim do período úmido; c = fim da estação chuvosa; d = fim da estação de crescimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os suprimentos hídricos da localidade de Ipojuca, PE, de acordo com as características da estação de crescimento para a localidade em estudo, caracterizam-se por um período úmido (nos cenários seco, normal e chuvoso) com suprimento, além das necessidades hídricas da cultura, que varia por fase fenológica. Vê-se, a partir do modelo, que o suprimento hídrico dar-se-á no subperíodo úmido. Sendo assim, tal período é propício para a fase de desenvolvimento vegetativo.

A partir do subperíodo pós-úmido, a cana-de-açúcar entra na fase de maturação por 90 dias e, necessitar de pouca água, o que coincide agora com o período de baixa precipitação pluvial. A fase de maturação é seguida da operação de colheita num período que terá efeito positivo na produção de uma cultura, devido a um baixo suprimento hídrico.

Os períodos para os cenários que serão abordados fornecerão parâmetros aplicáveis no planejamento das atividades que por ventura deva ser implantada nessa região.

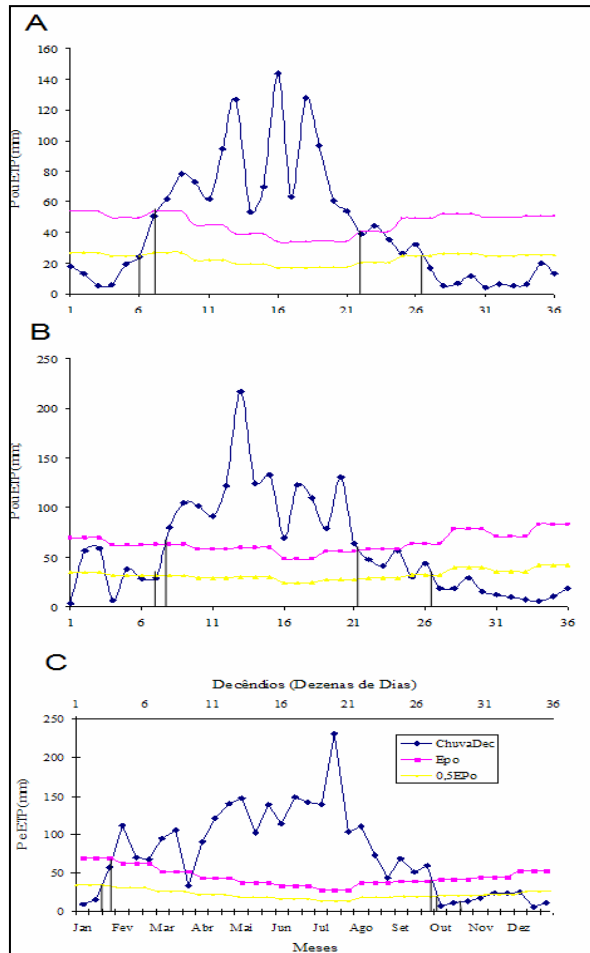
### Avaliação do cenário seco

A Figura 2A mostra o início da estação de crescimento, que ocorre em primeiro de março e tem duração de 223 dias, com precipitação pluvial de 1.414,4 mm; nota-se um aumento na precipitação pluvial até o último decêndio de março (31/03). A partir do decêndio que se inicia em primeiro de abril, observa-se uma acentuada irregularidade na precipitação pluvial até o final do subperíodo úmido, atingindo picos máximos de 125 mm no primeiro decêndio de maio, de 140 mm e 127 mm no primeiro e terceiro decêndio de junho, respectivamente. Nos decêndios que ocorrem de maio a junho, encontram-se os maiores picos de precipitação pluvial com 125 mm em maio (10/05), 140 mm em junho (no primeiro decêndio) e 127 mm também no mês de junho

(último decêndio), acontecendo, em seguida, à diminuição até o final da estação de crescimento e terminando a estação chuvosa.

Nos subperíodos pré-úmido e pós-úmido, ocorrem períodos de pequena duração, com 11 e 33 dias, respectivamente, e também com pouca precipitação pluvial 57,3 e 89,4 mm, respectivamente.

No subperíodo úmido, houve 167 dias com chuvas e intensidade pluviométrica de 1.256,6 mm.



**Figura 2.** Estação de crescimento da cana-de-açúcar em Ipojuca, PE, com representação com base na acumulação decenal e mensal de precipitação pluviométrica, e evapotranspiração potencial, considerando período seco (A), normal (B) e chuvoso (C).

A Tabela 1 mostra que a estação de crescimento no cenário seco tem seu início no dia 01 de março e seu término acontece no dia 06 de outubro. Esse período tem grande influência para determinar as épocas de cultivo, baseando-se na duração do período que é de 223 dias e na distribuição de precipitação de 1.414,4 mm ao longo de sua duração.

Com o conhecimento do início e final de cada período, pode-se organizar o plantio observando que a estação chuvosa coincida com o período de maior demanda da cultura, fornecendo a quantidade necessária de água para o desenvolvimento vegetativo,

visto que ainda nos anos secos o volume precipitado é suficiente para a demanda da cana.

#### Avaliação do cenário normal

A Figura 2B mostra o cenário normal, e dele nota-se que há um período curto no segundo e terceiro decêndio de janeiro, ocorrendo uma queda no primeiro decêndio de fevereiro. Logo depois, volta a acontecer nova subida até o segundo decêndio do referido mês, quando começa a estação chuvosa (20/02).

No subperíodo úmido, com início no segundo decêndio de março (Tabela 2), se observa irregularidades na precipitação durante todos os decêndios que fazem parte deste subperíodo, que vai de 17/03 a 03/08 (Figura 2B). Ocorrendo uma máxima precipitação no primeiro decêndio de maio (10/05), com uma precipitação de aproximadamente 220 mm, e, nos demais decêndios, houve uma variabilidade entre 80 e 140 mm. No espaço entendido como o subperíodo pós-úmido, também foi observada uma variabilidade na precipitação pluvial com valores oscilando de 80 a 120 mm.

Na Tabela 2 é mostrado que as durações dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foram, respectivamente, de 26, 140 e 58 dias.

A estação de crescimento teve início por volta do dia 20 de fevereiro, com duração em torno de 229 dias e, nesse período, a precipitação chegou a 1.863,6 mm. Isso mostra que a estação de crescimento no cenário normal possui uma demanda hídrica satisfatória (LYRA et al. 2007). Podendo ser observado que, mesmo nos subperíodos pré-úmido e pós-úmido, existe uma boa precipitação em relação ao número de dias.

#### Avaliação do cenário chuvoso

A Figura 2C mostra que, já no primeiro decêndio, começaram as chuvas, com início ocorrendo no dia 23/01. Na Tabela 3, percebe-se que a duração da estação chuvosa é de 255 dias. No subperíodo úmido, com início no dia 29 de janeiro, observam-se irregularidades na precipitação durante todos os meses que fazem parte deste subperíodo, que vai de 29 janeiro a 03 de outubro. E seu maior pico de precipitação ocorreu no dia 20 de julho, com aproximadamente 225 mm. Nos demais meses, permaneceram entre 50 e 150 mm. No subperíodo pós-úmido, com duração de apenas 5 dias, e com precipitação de 3 mm, sendo dos três sub períodos, o de menor valor registrado.

**Tabela 1.** Características do período seco para Ipojuca, PE, em função da precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1956 a 1993.

Plantio	Estação de Crescimento	Estação Chuvosa	Pré-Úmido	Úmido	Pós-Úmido
Início	01/03	01/03	01/03	11/03	24/08
Término	06/10	20/09	11/03	24/08	20/09
Duração (dias)	223	211	11	167	33
Precipitação (mm)	1.414,4	1.403,3	57,3	1.256,6	89,4

**Tabela 2.** Características do período normal em Ipojuca, PE, em função da precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1956 a 1993.

Plantio	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré-Úmido	Úmido	Pós-Úmido
Início	20/02	20/02	20/02	17/03	03/08
Término	06/10	30/09	17/03	03/08	30/09
Duração (dias)	236	224	26	140	58
Precipitação (mm)	1.863,6	1.843	120,7	1.497	233,5

**Tabela 3.** Características do período normal em Ipojuca, PE, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1956 a 1993.

Plantio	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré-Úmido	Úmido	Pós-Úmido
Início	23/01	23/01	23/01	04/02	03/10
Término	20/10	08/10	29/01	03/10	08/10
Duração (dias)	267	255	7	242	6
Precipitação (mm)	2.578,2	2.565,7	25,9	2.535,8	3

O subperíodo úmido é onde se concentram os maiores níveis de precipitações em relação aos demais. A estação de crescimento do período chuvoso teve início no dia 23 de janeiro, com duração de 267 dias, encerrando-se no dia 20 de outubro e com precipitação em torno dos 2.565,7 mm, ou seja, há uma grande quantidade de precipitação ao longo da estação de crescimento.

Devido a variação da precipitação ao longo do ciclo da cana-de-açúcar, modelos de previsão de produtividade e qualidade da matéria-prima tornam-se ferramentas importantes na lavoura canavieira, objetivando disponibilizar estimativas de rendimento ao longo da safra, visando à caracterização das alternativas de manejo, além de aumentar a eficácia das decisões gerenciais e estratégicas.

Determinadas as estações chuvosas de cada cenário, deve-se, então ordenar a época de cada plantio, obedecendo sempre aos parâmetros agrometeorológicos analisados.

Em cada cenário, deve haver uma análise para que não haja erros na organização das atividades do canavial a ser considerada nessa localidade. Com o pleno conhecimento da fisiologia da lavoura e da quantidade de precipitação projetada através dos dados desse trabalho, torna-se possível ter um planejamento mais adequado para a região.

## CONCLUSÕES

É possível determinar o início, duração e final de cada período pré-úmido, úmido e pós-úmido, para os três cenários distintos em Ipojuca, Pernambuco, Brasil;

Durante a estação de crescimento, observam-se precipitações de 1414 mm para cenário seco, 1869 mm para cenário normal e 2578 mm para cenário chuvoso, com duração no ciclo, variando de 229, 236 e 267 dias, respectivamente;

Os dados desta pesquisa permitem planejar as principais atividades agrícolas, com base no início e final dos períodos chuvoso e de crescimento em cada cenário.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco/FACEPE, pela concessão de apoio financeiro para custeio deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

CHRISTIANSEN, J. E.; HARGREAVES, G. H. Irrigation requirements from evaporation. **Transactions of International Commission on Irrigation and Drainage**, v. 3, n. 23. p. 569-596. 1969.

MASSEY JR, F. J. The Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. **Journal of American Statistical Association**, v. 46, n. 253, p. 68-78, 1951.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MOURA et al. Relação entre a precipitação no setor leste do Nordeste do Brasil e a temperatura da superfície nos oceanos Atlântico (área do Dipolo) e Pacífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 247-251, 2000.

MOURA et al. Relação entre condições hídricas e o crescimento vegetal da cana-de-açúcar no município Itambé, Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 171-177, 2008.

SOUZA, M. do S. M. de et al. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 11-16, 2009.

SILVA et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1. p. 67-72. 2007.

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

TOLEDO FILHO et al. Parâmetros aerodinâmicos associados a cultivo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 207-212, 2003.

UNICA – Portal da união da indústria de cana-de-açúcar disponível no site: <http://www.portalunica.com.br/portalunica> acesso em 08 de Nov. 2007.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. 2. ed. Brasília: INMET. 2001. 367 p.