
AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS RELACIONADAS AO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO DE ITUVERAVA - SP

GARCIA, Anice¹

Recebido em: 2011-02-09

Aprovado em: 2011-09-26

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.558

RESUMO: O presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar algumas variáveis climáticas da região de Ituverava-SP, e a sua influência sobre a cultura da cana-de-açúcar. Os dados diários dos parâmetros climatológicos foram coletados na estação agrometeorológica da Faculdade Dr. Francisco Maeda, em Ituverava - SP, com os quais se determinou a evapotranspiração de potencial pelo método de Thornthwaite e o balanço hídrico para o período de 1996-2008. Durante o período avaliado as condições de evapotranspiração e temperatura, foram ideais para o bom desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar. O balanço hídrico climatológico indicou que o plantio sob o sistema cana de ano pode ser recomendado para a região de Ituverava- SP .

Palavras-chave: Evapotranspiração. *Saccharum* spp. Aptidão climática.

EVALUATION OF CLIMATIC VARIABLES RELATED TO THE CULTIVATION OF THE SUGARCANE IN ITUVERAVA-SP

SUMMARY: The following study was carried out with the objective of analyzing some climatical variables in the region of Ituverava-SP, and its influence over sugar cane crop. During the period, were avaliate the evapotranspiration potential and the water balance to 1996-2008. During the assessed the conditions of evapotranspiration and temperature ideal to the good development of sugarcane. The climatological water balance indicated can be recommended for planting under a twelve months cycle at Ituverava region of São Paulo State, Brazil.

Keywords: Evapotranspiration. *Saccharum* spp. Climatic zoning.

INTRODUÇÃO

Na safra 2008/09, as usinas brasileiras processaram 569 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), produzindo 22,5 bilhões de litros de etanol e 30,8 milhões de toneladas de açúcar. O Estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, sendo responsável, na safra 2008/09, por 61% da produção total do Brasil (UNICA, 2011).

Nos diferentes ambientes de produção da cultura da cana-de-açúcar várias são as variáveis ambientais que influenciam a produtividade desta cultura, assim como para as demais culturas. Algumas dessas variáveis não são passíveis de manejo, como o clima, enquanto outros, como o solo e a disponibilidade de água, podem ser manejados para favorecer o melhor desempenho da cultura. Sendo assim, é importante o conhecimento sobre

¹ Engenheira Agrônoma. Dra. em Ciência do Solo. Docente FE/FAFRAM. Ituverava-SP

o comportamento das variáveis climáticas que não podem ser alteradas pelo homem nas diferentes regiões onde a cultura esta inserida, dando suporte teórico para estabelecer as melhores práticas de manejo, a fim de obter altos rendimentos a baixos custos racionalizando as relações entre os diferentes fatores de produção visando o máximo desempenho (TERAMOTO, 2003).

O conhecimento da época de plantio é de fundamental importância para planejamento da atividade canavieira, pois permite otimizar o processo produtivo através da ampliação do período útil de industrialização, o que vai possibilitar a colheita de matéria prima de melhor qualidade, por um período de tempo maior. (Marques; Marques; Tasso Junior , 2001). Para isto deve-se levar em conta o ciclo da variedade e o tipo de solo. Em áreas não irrigadas, é possível o estabelecimento de algumas épocas distintas de plantio, podendo ser plantada de janeiro a abril (cana de ano e meio); de setembro a outubro (cana de ano); de novembro a dezembro (cana de dois verões) e; de junho a agosto (cana de inverno).

O clima é fator que mais influencia na produtividade da cana-de-açúcar (IDE; OLIVEIRA, 1986; BARBIERI, 1993). No Brasil, pela grande extensão do seu território encontram-se as mais variadas condições climáticas para a lavoura canavieira. Independentemente da região produtora, a cultura da cana-de-açúcar é exigente, sobretudo, de chuva nas fases de crescimento e desenvolvimento e de um período de restrição hídrica ou térmica (repouso fisiológico) na fase de maturação para favorecer o acúmulo de sacarose (MACHADO, 2008). De forma geral, pode-se dizer que o clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca, para favorecer a maturação (CRISPIM, 2006).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das variáveis climáticas na região de Ituverava – SP, relacionando com as exigências da cultura da cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação e temperatura do ar para a cidade de Ituverava – SP (20°20'22" S, 47°46'50" W e 605 m), cujo clima de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, com verão úmido e inverno seco (CARRER; GARCIA, 2007), foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Faculdade Dr. Francisco Maeda (FAFRAM) e referem-se a um período de 13 anos (1996 – 2008).

Foram coletados também dados de temperatura do ar e de umidade relativa, com a utilização de um psicrômetro instalado dentro do abrigo termométrico e , temperatura do solo

em níveis de profundidade. Com a utilização destes calculou-se a evapotranspiração potencial, sendo estimada pelo método de Thornthwaite, conforme apresentado por Pereira; Angelocci; Sentellhas (2002), em que inicialmente, calculou-se a evapotranspiração potencial padrão (ETp) através da fórmula:

$$ETp = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot T_n}{I} \right)^a$$

Em que, T_n= Temperatura média do mês, °C (o subscrito *n* representa o mês em questão);

I= índice que expressa o nível de calor disponível na região; sendo calculado por:

$$I = \sum (0.2 \cdot T_n)^{1.514}$$

Em que, a- índice baseado em I. calculado:

$$a = 6.75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7.71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1.7912 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0.49239.$$

Por fim calculou-se a evapotranspiração potencial, corrigindo-se a evapotranspiração potencial padrão, segundo o número de dias do mês e o fotoperíodo.

$$ETP = ETp \cdot Cor$$

$$Cor = \left(\frac{ND}{30} \right) \left(\frac{N}{12} \right)$$

Em que:

Cor = correção;

ND = número de dia do mês em questão;

N = fotoperíodo médio daquele mês.

O déficit e o excesso de água foram determinados através de um balanço hídrico climatológico diário sequencial, realizado segundo a metodologia de Thornthwaite; Mather (1955), considerando-se uma CAD de 125 mm.

A ET_c – evapotranspiração da cultura foi calculada através do valor da evapotranspiração de potencial (ETP) corrigida pelo coeficiente da cultura (K_c), sendo esse dependente do tipo de cultura e seu estágio de desenvolvimento. Usaram-se valores de k_c apresentados na Tabela 1, para a cultura da cana-de-açúcar.

Tabela 1: Coeficiente de cultura para cana-de-açúcar (Kc).

Idade da cultura (meses)		Período de desenvolvimento	Coeficiente		
Cana Planta	Cana Soca		Mínimo	Máximo	Médio
0-2	0-1	Do plantio até 25% de cobertura do solo ⁽¹⁾	0,40	0,60	0,50
2-3	1-2	De 25% a 50% de cobertura do solo ⁽¹⁾	0,75	0,85	0,80
3-4	2-3	De 75% a cobertura completa do solo ⁽¹⁾	0,90	1,00	0,95
4-7	3-4	De 75% a cobertura completa do solo ⁽¹⁾	1,00	1,20	1,10
7-14	4-9	Utilização máxima ⁽²⁾	1,05	1,30	1,20
14-16	9-10	Início da maturação ⁽³⁾	0,80	1,05	0,95
16-18	10-12	Maturação ⁽³⁾	0,60	0,75	0,70

⁽¹⁾ Primeiro estágio: estabelecimento da cultura segundo período vegetativo

⁽²⁾ Segundo estágio: formação da produção

⁽³⁾ Terceiro estágio: maturação

Fonte: Doorenbos; Kassan (1994).

A partir de dados de literatura sobre o comportamento da cana-de-açúcar, foi realizada uma análise das condições climatológicas da região para o desenvolvimento da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os valores médios de temperatura e precipitação para o ano de 2007, obtidos na Estação Agrometeorológica de Ituverava – SP e os dados de evapotranspiração potencial e evapotranspiração da cultura calculados.

Tabela 2: Valores de temperatura média (Tm) e precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração da cultura (ETc), para a cultura da cana-de-açúcar. 2007. Ituverava – SP

Meses	Tm °C	P mm	ETP mm/mês	ETc mm/mês
Jan	23,8	330,7	112	89
Fev	25,5	192,3	123	117
Mar	24,9	144,8	123	117
Abr	23,8	68,3	100	120
Mai	19,5	44,6	56	68
Jun	19,9	13,3	56	53
Jul	19,9	7,5	57	40
Ago	21,9	13,5	77	54
Set	24,0	41,2	100	70
Out	25,2	103,3	125	87
Nov	24,8	224,4	121	85
Dez	24,8	275,2	129	90

A precipitação mais acentuada ocorreu nos meses de verão (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro), e as menores nos meses de junho, julho e agosto.

Tomando-se por base um cultivo de cana de ano (Figura 1), observa-se que evapotranspiração da cultura é mais elevada durante os meses de dezembro a abril, pois esse é o período de maior desenvolvimento da cultura, em que ocorre o perfilhamento e o crescimento de colmos. A partir de maio, quando se inicia a maturação, até a colheita, nota-se que a ETC diminui, uma vez que o índice de área foliar diminui também.

A evapotranspiração da cultura foi de 990 mm, e a precipitação durante o período foi de 1459 mm, demonstrando que em termos de disponibilidade hídrica a região apresenta precipitação que permite uma produtividade elevada de acordo com a capacidade genética da cultura. Durante o ciclo da cultura, considera-se que 850 mm anuais de evapotranspiração real é o mínimo valor compatível com um bom desenvolvimento (BACCHI, 1978).

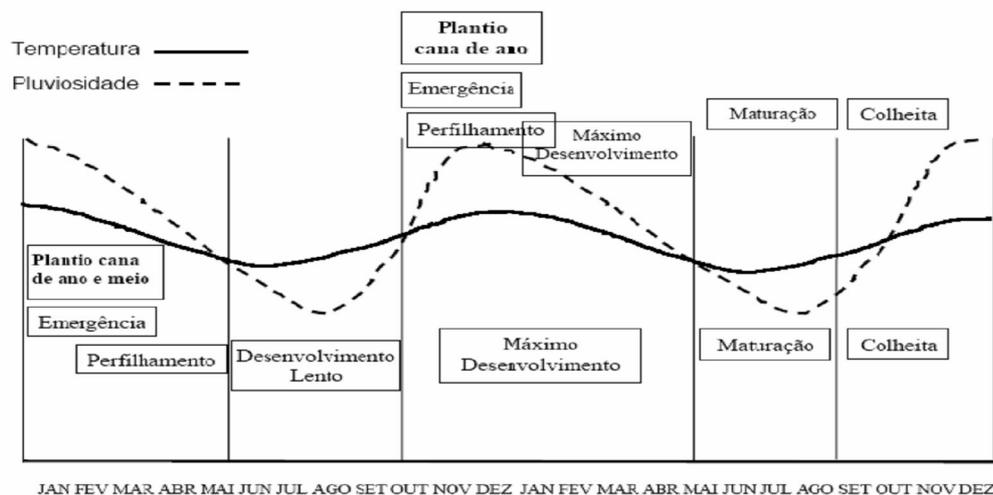


Figura 1 - Ciclos da cana-de-açúcar e variações de temperatura e pluviosidade para a região Centro-Sul do Brasil.

Fonte: Castro (1999).

Com os dados de ETP e precipitação realizou-se o balanço hídrico do período de dez anos, 1998 a 2007, apresentado na Figura 2.

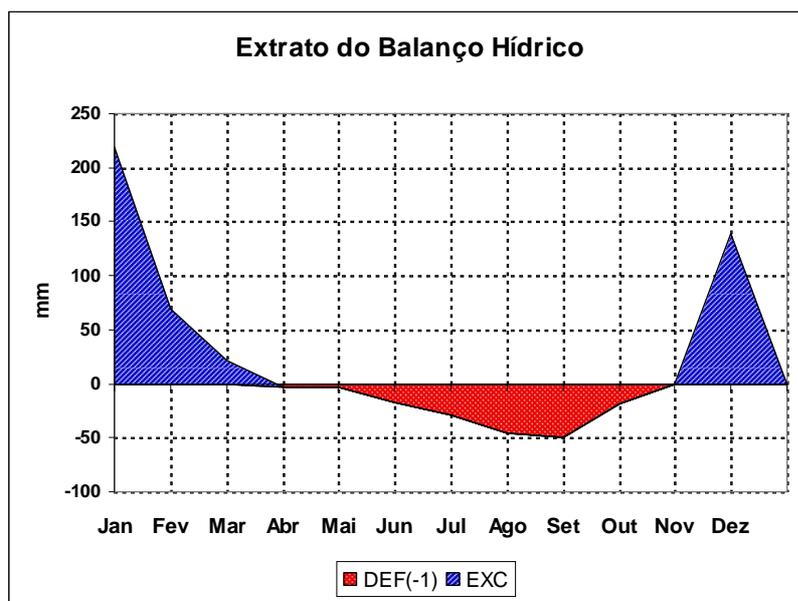


Figura 2: Extrato de balanço hídrico para o período de 1996 a 2008. Ituverava – SP.

Pelo extrato observa-se que durante o período houve um excedente hídrico de 448 mm e um déficit hídrico de 167 mm e, precipitação média anual de 1459 mm, valores esses dentro do considerado apto para cultivo da cana-de-açúcar.

Com base nos trabalhos de Camargo et al. (1977) e Brunini (1997) citados por Brunini (2011), os seguintes parâmetros agroclimáticos devem ser utilizados para definir as áreas de exploração agrícola para a cultura da cana de açúcar: temperatura média anual (TA) de 20°C indica o limite inferior da faixa térmica favorável e é considerado ótimo para a cana de açúcar; deficiência hídrica anual até 250 mm indica condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura e propicia a maturação, porém as diferentes graduações ou variabilidade espacial devem ser consideradas; deficiência hídrica anual (Da) abaixo de 10 mm, indicando as faixas com ausência de estação seca, fator que prejudica a maturação e colheita da cana; e; deficiência hídrica anual acima de 400 mm, indicando o limite acima do qual se torna inviável a cultura da cana sem irrigação, por carência hídrica excessiva.

A deficiência hídrica mais acentuada ocorreu de abril a outubro. As chuvas ocorridas no mês de novembro foram suficientes para fazer a reposição de água no solo, chegando no mês de dezembro com excedente hídrico.

Diante disso observa-se que, para cana de ano, com plantio em outubro, durante o período de janeiro a março, em que a cultura estaria em fase desenvolvimento, seria favorecida pelo excedente que ocorre nos meses seguintes. A partir de abril que seria a fase de maturação, inicia-se o período de deficiência que até outubro soma um total de 167 mm e,

além disso, a temperatura média abaixo de 24°C (Tabela 2), são fatores que favorecem o acúmulo de sacarose, que tem início então.

Na região de estudo, ao plantar-se cana de ano e meio, sendo plantada em janeiro, aproveitaria o excedente hídrico de janeiro, favorecendo assim, a brotação. O déficit hídrico aconteceria na fase de máximo crescimento do desenvolvimento vegetativo que poderia provocar a diminuição da produção. Se plantada em março a cultura teria o déficit hídrico ocorrendo na fase mais crítica para o estabelecimento da cultura, que é a fase em que esta deixa de depender das reservas dos toletes e passa a absorver água e nutrientes das reservas do solo.

CONCLUSÃO

Durante o período avaliado, as condições de evapotranspiração e temperatura, foram ideais para o bom desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar.

O melhor sistema de plantio a ser adotado na região de Ituverava-SP é o sistema cana de ano, considerando-se as temperaturas médias e a disponibilidade hídrica da região.

REFERÊNCIAS

BACCHI, O.S. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo para cana-de-açúcar**. Araras: PLANASUGAR – Coordenadoria Regional Sul –SP, 1978. 36p.

BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo matemático – fisiológico de estimativa**. 1993. 140p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

BRUNINI, O. **Zoneamento de culturas bioenergéticas no Estado de São Paulo**. http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/zoneamento/index.htm, 2011. Acesso em 05 fev. 2011.

CARRER, T.T.; GARCIA, A. Classificação climática para a cidade de Ituverava/SP. **Nucleus**, Ituverava, v.4, n. 1-2, p. 39-47, 2007. ISSN 1678-6602.

CRISPIM, J.E. Manejo correto da cana é essencial para alta produtividade. **Rev. Campo & Negócios**, Uberlândia, n.37, p.16-18, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.K. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. p.220-226.

IDE, B. Y.; OLIVEIRA, M.A. de. Efeito do clima na produção de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, 1986. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1986. p.573-583.

MACHADO, R.S.; RAMOS, R.A.; MACHADO, D.F.S.P.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C. 2008. **Fotossíntese e conteúdo foliar de carboidratos em cana-de-açúcar**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ECOFISIOLOGIA, MATURAÇÃO E MATURADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR, Botucatu: UNESP/FCA, pp. 11-15.

MARQUES, M.O.; MARQUES, T.A.; TASSO JUNIOR, L.C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 2001. 170p.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

TERAMOTO, E.R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimativa de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) baseados em parâmetros do solo e do clima**. 2003. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. <<http://www.tese.usp.br>>. Acesso em: ago 2008.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, Drexel, Institute of Technology 1955, 140p.

ÚNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Dados e cotações: estatísticas, Produção Brasil**. 2011. Disponível em <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 25 ago.2011.