

## **ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO O MÉTODO DA ZONA AGROECOLÓGICA NA REGIÃO DE PRADÓPOLIS, SP**

**LUÍS GUILHERME POLIZEL LIBARDI<sup>1</sup>, ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA<sup>2</sup>, PAULO JOSÉ DESIDÉRIO DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, JOSÉ EDUARDO PITELLI TURCO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal - SP, Fone: (19) 99748-0277, lglibardi@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, (16) 3209-2637, rogeriofaria@fcav.unesp.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, (16) 99767-3388, fluirti@gmail.com.

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, (16) 3209-7278, jepturco@fcav.unesp.br.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** A condição ambiental é um dos principais fatores atuantes no sucesso ou fracasso dos sistemas de produção agrícola. O rendimento das culturas é, principalmente, condicionado por variações meteorológicas na escala temporal. Neste aspecto, o presente trabalho teve por objetivo estimar a produtividade atingível (PA) de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta de ano (plantio em outubro e colheita em outubro do ano seguinte) em Pradópolis, SP (21°21'43”S, 48°04' 26”O). Dois tipos de solo genéricos foram considerados, S1 e S2, com capacidades de água disponível de 12,5 mm e 137,5 mm, respectivamente. O balanço hídrico foi calculado pelo método FAO-56 e adotou-se o método da Zona Agroecológica para modelagem de PA em dez safras consecutivas (2003/2004 a 2012/2013). A ferramenta computacional utilizada para processamento de dados foi o Microsoft Excel 2007. Os dados meteorológicos foram coletados em uma estação meteorológica localizada na área de estudo (21°22'32”S e 47°59'09”O). As maiores PA estimadas foram obtidas na safra 2008/2009 para ambos os solos, enquanto as menores ocorreram em 2009/2010 para S1 e 2007/2008 para S2. Concluiu-se que a metodologia empregada foi adequada para a estimativa da PA, visto que os dados de produtividade real observados à campo também são modulados por variáveis de manejo.

**PALAVRAS-CHAVE:** balanço hídrico, modelagem, déficit hídrico

### **SUGARCANE YIELD ESTIMATION USING THE AGROECOLOGICAL ZONE METHOD IN PRADÓPOLIS, SP**

**ABSTRACT:** The environmental condition is one of the most important factors of the success or failure in agricultural production systems. Crop yield is mainly conditioned by meteorological variations in time scale. In this aspect, the present study aimed to estimate attainable sugarcane yield (ASY) of one-year crop cycle (planting in October and harvesting in October next year), in Pradópolis, SP (21°21'43”S, 48°04'26”W). Two generic soil were considered, S1 and S2, with soil available water capacity (AWC) of 12,5 mm and 137,5 mm, respectively. Soil water balance was calculated by the FAO-56 method and the Agroecological Zone method was applied for modeling ten consecutive ASY cycles (2003/2004 to 2012/2013). The computing tool to process data was Microsoft Excel 2007. Meteorological data were collected from a weather station localized in the study region (21°22'32”S, 47°59'09”W). The highest ASY were obtained in 2008/2009 for both soils and the lowest ASY were obtained in 2009/2010 for S1 and 2007/2008 for S2. It was further concluded that the methodology used was appropriate for the purposes of this study, since the observed yield data is modulated by management variables.

**KEYWORDS:** water balance, modeling, water deficit

## INTRODUÇÃO

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo e permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA & SANTOS, 2009). É a primeira etapa de avaliação regional, em que se determina a contabilização de água das camadas do solo onde se define os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) das diferentes regiões (REICHARDT, 1990), assim, identificando as áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia (BARRETO et al., 2009). O conhecimento das variáveis que compõem o balanço hídrico favorece ao planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, ou seja, disponibilizar informações que permitam aos produtores identificar as fragilidades climáticas, sendo uma ferramenta essencial para o sucesso de um empreendimento agrícola, que inclui a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo. Na região de Pradópolis, há predominância de culturas de cana-de-açúcar, sendo a base socioeconômica. Assim, este trabalho teve por objetivo realizar estimativas de produtividade atingível de cana-de-açúcar em dois tipos de solo no período de 2003 a 2013.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Pradópolis, SP (21° 21'43'' Sul e longitude 48°04'26'' Oeste e altitude de 531 m). De acordo com Köppen, o clima da região é classificado como subtropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. Os dados meteorológicos históricos compreenderam o período de 2003 a 2013 de uma estação meteorológica automatizada instalada nas coordenadas de latitude 21° 22'32'' Sul, longitude 47°59'09'' e altitude de 595 m. Os dados pluviométricos foram obtidos de um pluviômetro padrão paris. A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi calculada por Penman-Monteith e a evapotranspiração de cultura (ET<sub>c</sub>) pelo produto entre ET<sub>o</sub> e coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), utilizando-se de dados de literatura (TOLEDO FILHO, 1988; DOORENBOS e KASSAM, 1979). Utilizando-se dos cálculos de ET<sub>o</sub> e ET<sub>c</sub>, aplicou-se o modelo de estimativa de produtividade desenvolvido pela FAO (DOORENBOS e KASSAM, 1979), o qual considera parâmetros de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), evapotranspiração de cultura (ET<sub>c</sub>), índice de área foliar (IAF), coeficiente de colheita (C<sub>c</sub>) e umidade da cultura (U%). O detalhamento dos parâmetros influentes sobre os valores estimados de produtividade foi realizado somente para a menor e maior produtividade de cada tipo de solo. Foram escolhidos para o presente trabalho dois tipos de solo (S1 e S2), os quais apresentam capacidades de água disponível (CAD) de 12,5 mm e 137,5 mm, respectivamente (PRADO, 2013). O ciclo utilizado para a estimativa de produtividade foi a denominada cana de ano, a qual compreende o plantio no mês de outubro e colheita no mês de outubro do ano seguinte. O índice de área foliar (IAF) também foi estimado por meio de regressão de dados de literatura (SUGUITANI, 2006; LIU & BULL, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de estimativa de produtividade atingível (PA) de cana-planta de ano foram obtidos por meio da aplicação do modelo para os solos S1 e S2 durante o período de 2003 a 2013 e são descritos na TABELA 1.

TABELA 1. Estimativa de produtividade atingível (PA) para o solo S1 e S2 entre as safras 2003-2004 a 2012-2013, destacando o maior e menor valor de produtividade das safras. **Yield estimation for the soil S1 in 2003-2004 to 2012-2013, highlighting highest and lowest yield values.**

Ano	Produtividade (t/ha)	
	Solo S1	Solo S2
2003-2004	115	129,6
2004-2005	100,1	116,7
2005-2006	106,9	122,3

2006-2007	103,4	123,6
2007-2008	99,2	<b>107,9</b>
2008-2009	<b>138,3</b>	<b>149,7</b>
2009-2010	<b>96,0</b>	114,7
2010-2011	110,7	125,6
2011-2012	104,7	121,1
2012-2013	117,1	127,6
Média	109,1	123,9
Máximo	138,3	149,7
Mínimo	96,0	107,9
Desvio padrão ( $\sigma$ )	12,3	11,1

A redução da produtividade potencial (PPf) no solo S1 no período de menor produtividade (2009 a 2010) foi de 132,1 t/ha para 96,0 t/ha (37,6%) de PA, enquanto que no período de maior produtividade (2008 a 2009) foi de 157,4 t/ha para 138,3 t/ha (13,8%), conforme FIGURA 2.

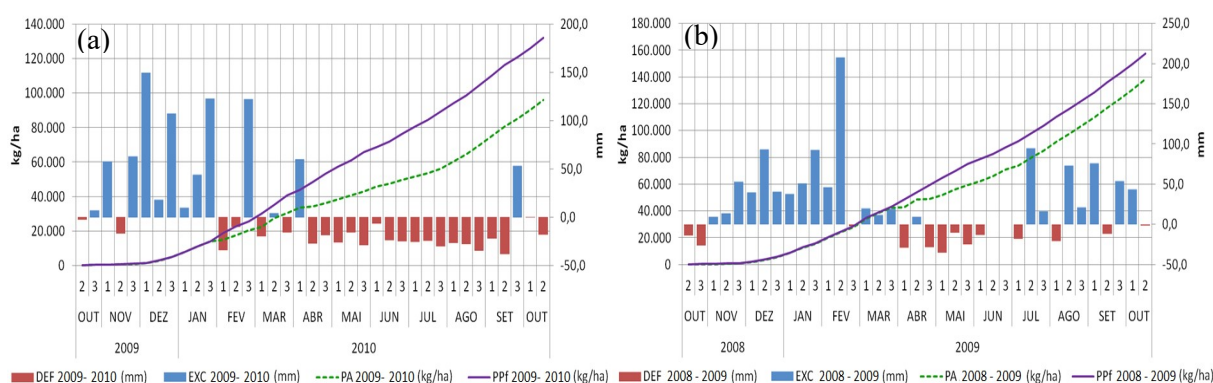


FIGURA 2. Redução da produtividade potencial (PPf) para a produtividade atingível (PA) de acordo com o déficit (DEF) e excedente hídrico (EXC) no solo S1 para o período de (a) menor produtividade (2009 a 2010) e (b) maior produtividade (2008 a 2009). **Potential yield (PPf) loss to attainable yield (PA) according to water deficit (DEF) and water surplus (EXC) in S1 soil of (a) lowest yield (2009 to 2010) and (b) highest yield (2008 to 2009).**

Entre os anos de 2009 a 2010 (96,0 t/ha), a estimativa foi inferior ao período médio de estudo (107,0 t/ha), visto que ocorreu má distribuição da precipitação ao longo do ciclo (1483 mm), 4% superior à média (1421,9 mm), déficit hídrico acumulado (522,7 mm), 20% superior à média (434,9 mm), e má distribuição do excedente hídrico acumulado (534,0 mm), 186% superior à média (286,4 mm). Enquanto que entre os anos de 2008 a 2009 (138,3 t/ha), a estimativa foi superior ao período médio de estudo (107,0 t/ha), influenciada pela elevada precipitação ao longo do ciclo (2041 mm), 44% superior à média (1421,9 mm), pelo déficit hídrico acumulado (235,6 mm), 46% inferior à média (434,9 mm), e pelo excedente hídrico acumulado (842,2 mm), 294% superior à média (286,4 mm).

A redução da PPf no solo S2 no período de menor produtividade (2007 a 2008) foi de 119,0 t/ha para 107,9 t/ha (10,3%) de PA, enquanto que no período de maior produtividade (2008 a 2009) foi de 157,4 t/ha para 149,7 t/ha (5,1%), conforme FIGURA 3.

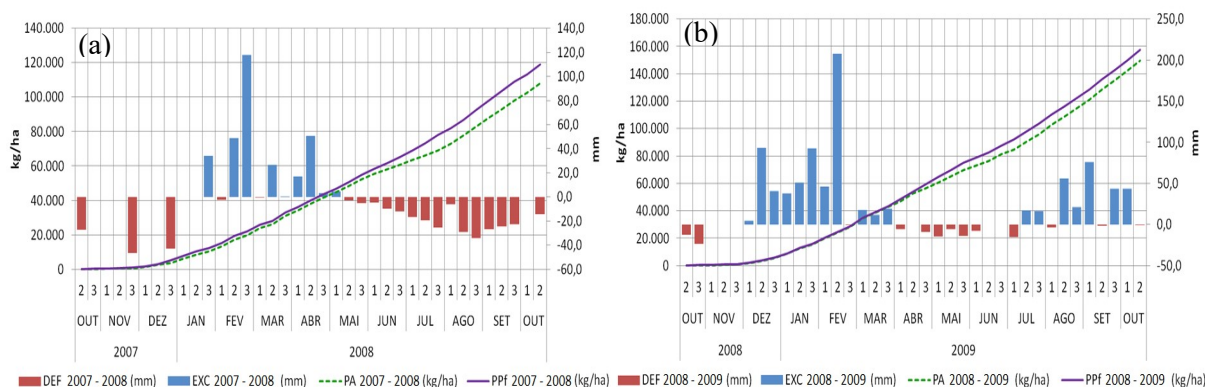


FIGURA 3. Redução da produtividade potencial (PPf) para a produtividade atingível (PA) de acordo com o déficit (DEF) e excedente (EXC) hídrico no solo S2 para o período de (a) menor produtividade (2007 a 2008) e (b) maior produtividade (2008 a 2009). **Potential yield (PPf) loss to attainable yield (PA) according to water deficit (DEF) and water surplus in S2 soil of (a) lowest yield (2007 to 2008) and (b) highest yield (2008 to 2009).**

Entre os anos de 2007 a 2008 (107,9 t/ha), a estimativa foi inferior ao período médio de estudo (127,6 t/ha), visto que ocorreu menor e má distribuição da precipitação ao longo do ciclo (1337,0 mm), 6% inferior à média (1421,9 mm), déficit hídrico acumulado (372,3 mm), 19% superior à média (312,6 mm), e má distribuição do excedente hídrico acumulado (303,1 mm), 83% superior à média (165,6 mm). Enquanto que entre os anos de 2008 a 2009 (149,7 t/ha), a estimativa foi superior ao período médio de estudo (127,6 t/ha), influenciada pela elevada precipitação ao longo do ciclo (2041 mm), 44% superior à média (1421,9 mm), pelo déficit hídrico acumulado (114,4 mm), 63% inferior à média (312,6 mm), e pelo excedente hídrico acumulado (899,7 mm), 543% superior à média (165,6 mm).

## CONCLUSÕES

O modelo da FAO utilizado para estimar a produtividade neste trabalho mostrou diferenças significantes quando tipos de solos e regimes hídricos diferentes são comparados. Além disso, o modelo também permite a verificação de má distribuição da precipitação durante o ciclo da cultura. Esse fato é preponderante nas perdas significativas evidenciadas pela produtividade estimada final. Sendo assim, verifica-se que a metodologia empregada foi adequada para estimar a produtividade de cana-de-açúcar em diferentes ambientes de cultivo, proporcionando uma importante ferramenta para planejamento e acompanhamento da produção da cultura de cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, P. N.; SILVA R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte. CD.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. Yield response to water. Roma, FAO, 197 p., 1979 (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 33).
- LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 p. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.
- LIU, D. L.; BULL, T.A. Simulation of biomass and sugar accumulation in sugarcane using a process-based model. Ecological Modelling. v. 144, p 181-211, 2001.
- PRADO, H. Pedologia Fácil – Aplicações em solos tropicais. Piracicaba, Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG), 4 Ed, 284 p, 2013.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas In: PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas - Guaíba: Agropecuária, 1990. 478 p.
- SUGUITANI, C. PREDPOL: Entendendo o crescimento e produção da cana de açúcar: avaliação do modelo Mosaic. 2006. 62 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- TOLEDO FILHO, M. R. Probabilidade de suprimento da demanda hídrica ideal da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) através da precipitação pluvial na zona canavieira do estado de Alagoas. 1988.72f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.