



CORRELAÇÃO ENTRE DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS CALCULADAS PELO BALANÇO HÍDRICO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E PELO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO SERIADO PARA O DISTRITO FEDERAL, BRASIL.

Luíza G. Santos¹, Luiz R. Angelocci², Valter Barbieri³

1 Eng. Agrônoma, Mestranda no Programa de Pós Graduação de Engenharia de Sistemas Agrícolas, Dep. de Engenharia de Biossistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, Fone: (0 xx 19) 2682-1128, luizagoncalves@agronoma.eng.br

2 Eng. Agrônomo Prof. Sênior, Dep. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

4 Eng. Agrônomo Prof. Doutor, Dep. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: O trabalho teve como objetivo verificar as relações entre as deficiências hídricas calculadas pelo balanço hídrico adaptado de cultura e o balanço hídrico climatológico seriado, para verificar a possibilidade de emprego das relações no zoneamento de risco climático para a cana-de-açúcar no Distrito Federal. Para tal, foram utilizadas séries de dados de estações meteorológicas da Embrapa, de 1977 a 2008, em dois locais. As simulações de plantio da cana-planta foram realizadas para os dias 15 de setembro e 21 de outubro. Os resultados indicam uma superestimação do déficit hídrico obtido pelo balanço hídrico climatológico, quando comparado aos valores obtidos ao se introduzir as características de cultura nas simulações, com equações de regressão lineares diferentes para cada local estudado, mas independente das duas datas de plantio simuladas. Discute-se a necessidade de estudos mais abrangentes que envolvam também estabelecimento de relações com o balanço hídrico médio ou normal, com emprego de um maior número de localidades do próprio Distrito Federal e de Goiás.

PALAVRAS-CHAVE: zoneamento de riscos climáticos, aptidão climática

CORRELATION BETWEEN HYDRIC DEFICITS CALCULATED BY SUGARCANE CROP WATER BUDGET AND CLIMATIC SERIAL WATER BUDGET FOR THE FEDERAL DISTRICT,

ABSTRACT: The study aimed to examine the relationships between water deficit calculated by the water balance adapted to a crop and the serial climatic water balance, to verify the possibility of employment of this kind of relations in climate risk zoning for cane sugar in the Federal District, Brazil. For that, data sets of meteorological stations of Embrapa, 1977-2008, in two places were used. Simulations of sugarcane planting were held for days September 15 and October 21. The results indicate an overestimation of drought obtained by climatic water balance, when compared to values obtained by introducing the characteristics of the crops in the simulations, being obtained different linear regression equations for each site studied, but





independent of the two planting dates simulated. It is discussed the need for more comprehensive studies that also involve establishing relationships with the average or normal water balance, employing a greater number of locations in the Federal District itself and the State of Goiás.

KEYWORDS: climatic risk for crops, crop zoning

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem apresentado grande expansão de área cultivada no centro-oeste do Brasil, região que é a segunda maior produtora do país, com 16,5% da área cultivada, sendo o estado de Goiás produtor de destaque e tendo o Distrito Federal apresentado na safra 2011-2012 uma produção de 65 mil toneladas, correspondente a produtividade de 89 toneladas por hectare (CONAB,2013). Condições climáticas desfavoráveis em parte do ciclo podem levar à deficiências hídricas causadoras de grande perda de produtividade, caso não seja feita irrigação complementar. Segundo Inman-Bamber (2004) déficits superiores a 120 mm/ano, calculados pelo balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) reduzem a capacidade de acúmulo de biomassa da cana e acima de 145 mm/ano reduzem a produção e acúmulo de sacarose no colmo. Segundo Manzatto et al (2009), em regiões com déficits anuais superiores a 200 mm a cana-de-açúcar passa a necessitar de irrigação, e regiões que apresentem déficit acima de 400 mm/ano são classificadas como impróprias para a cultura. O balanço hídrico mostra-se uma ferramenta valiosa nos estudos agroclimáticos e, além de servirem ao zoneamento agroclimático da cultura, podem fornecer subsídios para a análise de risco climático para a cultura. Nessa análise de risco, é interessante se trabalhar com o balanço hídrico climático sequencial, mas o uso de um modelo de balanço hídrico específico da cultura, que inclui a variação da capacidade de água disponível no solo ao longo do ciclo, mostra-se muito útil por aproximar-se melhor da situação real de desenvolvimento da cultura. Nesse caso, é interessante verificar as relações entre os valores de déficit acumulados no ciclo que ocorrem entre os dois tipos de balanço, já que normalmente o climatológico tem sido adotado como referência. No presente trabalho são mostradas e discutidas tais relações para dois locais no Distrito Federal, como base para um amplo estudo futuro de zoneamento agroclimático para a região.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas duas séries de dados de estações meteorológicas distintas, ambas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. A primeira, localizada no Centro de Pesquisa Agropecuária no Cerrado (CPAC), Embrapa Cerrados (latitude 15.59 S, longitude 47.70 O, altitude 1000m), de 1977 a 2008 e a segunda, localizada no Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças (CNPH), Embrapa Hortaliças, (latitude 15.93 S, longitude 48.13 O, altitude 997.62 m), de 1978 a 2008.

Foram realizados três tipos de balanços hídricos (BH) neste estudo, todos em escala quinzenal. O primeiro, um balanço hídrico médio climatológico, para fins de referência e identificação dos parâmetros iniciais dos outros dois balanços, o segundo, BH climatológico sequencial (BHclim), utilizando nestes dois a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955).





Para o terceiro, BH sequencial para a cultura da cana-de-açúcar (BHcul), com o intuito de aproximar os cálculos à realidade de campo, optou-se por adotar a metodologia proposta por Barbieri et al. (2003), adaptado a partir do modelo de Thornthwaite e Mather (1955), de forma que o efeito do crescimento radicular da cultura é contabilizado na variação da capacidade de água disponível (CAD) do solo ao longo do ciclo. O início dos cálculos em cada BH se baseou na quantidade média de água disponível nas regiões no período do plantio, informação obtida na relação do armazenamento de água do solo e a CAD (100 mm), oriunda do BH médio climatológico. Os BH sequenciais foram realizados quinzenalmente, utilizando CAD de 95 mm/m, característicos de solo de textura média predominante na região (EVANGELISTA, 2011). Para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc), a evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida a partir da metodologia de Camargo et al. (1999) e os valores do coeficiente da cultura (kc), a partir das equações propostas por Barbieri e Silva (2012), de modo que o coeficiente em questão é diretamente relacionado com o acúmulo de graus-dia.

Segundo Buso et al. (2009) e Vasconcelos e Dinardo-Miranda (2011), a profundidade efetiva do sistema radicular da cana varia de 60 a 90 cm, em função de uma série de fatores (variedade, condições físicas do solo, idade, etc.), sendo adotado neste trabalho a profundidade máxima de 90 cm, ocorrendo a partir do período de maior área foliar, momento em que o coeficiente de cultura atinge seus maiores índices, tendo sido adotada a taxa média de 6,0 cm por quinzena de crescimento a partir do plantio. As simulações de ciclo foram realizadas somente para a cana-planta, de acordo com a equação proposta por Barbieri et al. (2003). Visando verificar um possível efeito de data de plantio sobre as relações, foram simuladas duas datas, a primeira com plantio em 15 de setembro e a segunda em 21 de outubro, estando esta última data incluída nas recomendações da portaria nº 241/2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que dispõe acerca do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de cana-de-açúcar no estado de Distrito Federal.

Os dados de acumulados anuais de déficit das duas datas de simulação foram então agrupados de acordo com a metodologia (BHcul ou BHclim), originando duas novas séries para cada estação. Foram gerados gráficos de dispersão pelos dois balanços sequencias (BHcul e BHclim), originando equações de regressão entre as duas variáveis. Assim, os déficits foram recalculados, para a identificação, de acordo com o BHcul, dos valores correspondentes a 200 e 400 mm de déficit no BHclim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego de BH climatológico com valores médios de precipitação e temperatura das séries usadas geraram valores de déficit hídrico de 338 mm para a estação CPAC e 366 para a estação CNPH. Por sua vez, os valores médios dos déficits obtidos a partir do BHclim e BHcul, foram respectivamente 395 e 164, para a estação CPAC e 326 e 105 mm para a CNPH, decorrentes da diferença de valores de CAD entre os dois tipos de balanço e das diferenças de regime climático ente os dois locais.

Na tabela 1 são mostradas as equações de regressão obtidas para cada local e data de plantio separadamente, com bons ajustes lineares das correlações.





Tabela 1 Equações de regressão entre os déficits hídricos calculados pelo balanço hídrico de cultura (y) e seriado climatológico (x) para cada local e data de plantio, e respectivos coeficientes de determinação r^2 .

LOCAL	DATA PLANTIO	EQUAÇÃO	r^2
CPAC	15 set	$y = 0,3656x + 0,5406$	0,7287
	21 out	$y = 0,5593x - 45,1020$	0,8475
CNPH	15 set	$y = 0,4676x - 47,7240$	0,7515
	21 out	$y = 0,5423x - 61,8030$	0,7156

Analisadas as equações, verificou-se ser possível a obtenção de muito bons ajustes para os dados agrupados para cada estação, independente da data de plantio (Figura 1). Verifica-se que o BH de cultura fornece valores inferiores de déficit no ciclo da cultura do que o balanço seriado climatológico. O campo de variação de valores do déficit hídrico mostrou-se maior na região do CPAC do que o do CNPH.

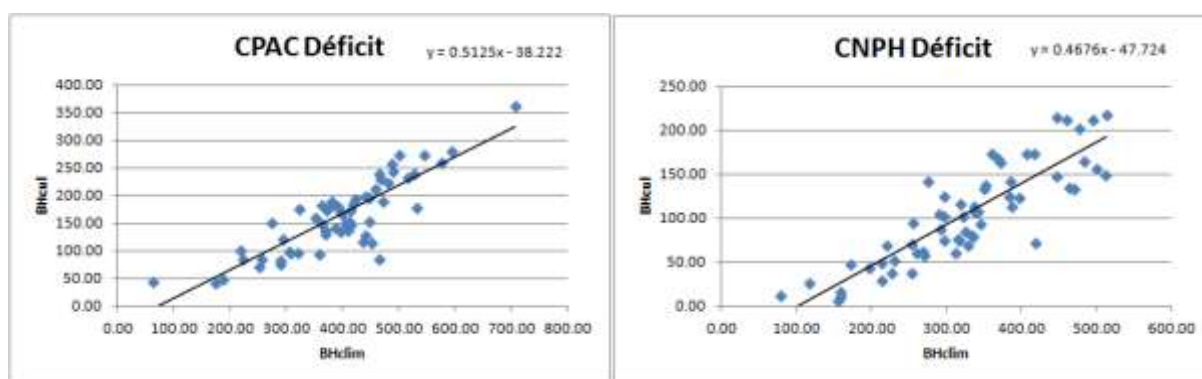


Figura 1 Gráfico de dispersão para a correlação dos déficits hídricos nos ciclos de cana-de-açúcar, independente da data de plantio, calculados pelo balanço hídrico de cultura e balanço hídrico seriado climatológico, com as respectivas equações de regressão pelo uso das séries climáticas do CPAC e CNPH. Valores de r^2 : 0,7287 (CPAC) e 0,7515 (CNPH)

Assim, percebe-se que a obtenção dos valores de déficit corrigidos para o BHcul a partir das equações de regressão geram valores com altos percentuais de redução, sinalizando uma necessidade de novos estudos acerca do tema com fins de se aproximar as recomendações de zoneamento à realidade agrícola local. Pensando-se no uso das informações do balanço hídrico para a delimitação de aptidão climática para a cana-de-açúcar para o estado de Goiás e Distrito Federal com base em riscos climáticos, por exemplo, faz-se necessário um estudo mais amplo com base em mais localidades, além de associarem-se os valores de déficit obtidos com as diferentes formas de balanço hídrico, incluindo-se o BH médio (ou normal), a partir do qual foram estabelecidos limites de valores que indicam condições que reduzem a produção de biomassa e de sacarose (125 mm e 145 mm), ou que indicam necessidade de irrigação (200 mm) ou mesmo a indicação de áreas inaptas (400 mm). Uma associação desse tipo pode ser encontrada em Yamada (2011) no zoneamento de riscos pinhão manso.





CONCLUSÃO

A metodologia empregada indicou que pode ser encontrada boa correlação entre déficits estimados a partir de balanço hídrico climatológico seriado e o de cultura da cana-de-açúcar, não tendo sido encontrada diferença entre duas datas de plantio, mas diferença nas relações entre as duas localidades estudadas do Distrito Federal. Recomenda-se o aprofundamento desse tipo de estudo, incluindo-se relações de déficits obtidos pelas duas formas de cálculo do BH, incluindo-se, também, relações com o BH médio para uma região ampla, que envolvessem dados de um número maior de localidades que tenham estações climatológicas.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, V.; DUJMOVICH, M. N.; ANGELOCCI, L. R. Metodologias para estimativa edafoclimática dos componentes do balanço hídrico agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003, Santa Maria. **Anais...** Piracicaba: SBA; ESALQ, p. 265-266, 2003.

BARBIERI, V.; SILVA, F. C.; Coeficiente de Cultura (kC) da Cana de Açúcar para o Primeiro e Segundo Cortes, em Função do Acúmulo de Graus-Dia durante as Diferentes Estágios de Crescimento. **Revista STAB**. Piracicaba, v. 30, n. 4., 2012. 3 p.

BUSO, P. H. M.; KOELLER, H. S.; DAROS, E. et al. O sistema radicular da variedade RB85536 da cana-de-açúcar no plantio em minitolete e tolete. **Scientia Agraria**, Curitiba, 10(5):343-349. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Divulga o Zoneamento Agrícola Risco Climático para a cultura de cana-de-açúcar no estado de Goiás. Portaria nº 241/2010. **Diário Oficial**, Brasília, 10 de agosto de 2010.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CAMARGO, A. P. de; MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; PICINI, A. G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 2, 1999. 6p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar**: Safra 2012/2013 quarto levantamento. Brasília, 2013. 18 p. (Relatório de Acompanhamento da Safra Brasileira).





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



EVANGELISTA, B. A. Projeção de cenários atuais e futuros de produtividade de cana-de-açúcar em ambiente de Cerrado. 2011. 188 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

INMAN-BAMBER, N.G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v.89, p.107-122, 2004.

MANZATTO, C. V. et al. (org.) **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.

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

VASCONCELOS, A. C. M.; DINARDO-MIRANDA, L. L. **Dinâmica do desenvolvimento radicular de cana-de-açúcar e implicações no controle de nematoides**. Edição dos Autores. Americana, São Paulo. 2ª edição, 2011. 56p

YAMADA, E. S. M. **Zoneamento agroclimático da *Jatropha curcas* L. como subsídio ao desenvolvimento da cultura no Brasil visando à produção de biodiesel**. 2011. 130 p. (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

