



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Consumo hídrico e coeficiente de cultivo da cana-de-açúcar sob duas condições de manejo de palha no solo**



*Murilo dos S. Vianna<sup>1</sup>; Pedro R. Pereira<sup>3</sup>; Kássio dos S. Carvalho<sup>1</sup>; Rodolfo Pilar<sup>3</sup>; Lucas Putti<sup>3</sup>; Fábio R. Marin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Eng. Ambiental, doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, +551934448553, murilodsv@usp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo hídrico e determinar o coeficiente de cultivo (kc) de um canavial com e sem cobertura de palha no solo. O experimento foi conduzido no município de Piracicaba, SP, em uma área irrigada por pivô central de 2,5 ha, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). A área experimental foi constituída por dois tratamentos, com cobertura (CP) e sem cobertura da palhada (SP), utilizando a variedade RB867515. Dois sistemas do método da razão de Bowen foram instalados, um em cada tratamento, para se medir a evapotranspiração da cultura (ETc). A evapotranspiração de referência (ETo) foi calculada pelo método padrão de Penman-Monteith (FAO), com base nos dados da estação meteorológica automática da ESALQ. Os valores de temperatura média do ar em ambos os tratamentos não apresentaram diferença significativa, e foram respectivamente, 23,7°C e 23,5°C. Tanto o saldo de radiação diário (Rn) quanto o fluxo de calor no solo (G), foram superiores no tratamento sem palha, durante o início do plantio até o fechamento do dossel vegetativo. Essa condição refletiu na evapotranspiração dos primeiros meses do canavial, que foi em média 16% maior no tratamento sem palha (4,3 mm), do que com palha (3,7 mm). Após o fechamento do dossel vegetativo, a transpiração tem maior peso na evapotranspiração, e a evapotranspiração do canavial com cobertura da palha tornou-se superior, com média de 6,3 mm, e o sem palha com média de 5,7 mm. Desta forma, o coeficiente de cultivo (kc) para o canavial com e sem cobertura de palha foi respectivamente de 1,10 e 1,35, do início até o fechamento do dossel. Do fechamento até a maturação, os coeficientes de cultivo foram 1,33 e 1,22, respectivamente, para o tratamento com palha e sem palha.

**PALAVRAS-CHAVE:** cana-de-açúcar, consumo hídrico, cobertura de palha

### **Water consumption and crop coefficient of sugarcane crop under two different mulch cover management.**

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the water consumption and determine the crop coefficient (kc) of a sugarcane field with and without mulch cover. The experiment was leading in Piracicaba, SP, in a 2.5 ha area irrigated by center pivot belonging to the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP). The experimental area consisted of two treatments, with mulch cover (CP) and without mulch cover (SP) using the variety RB867515. Two systems of the Bowen ratio method were installed, one in each treatment to measure the crop evapotranspiration (ETc). The reference evapotranspiration (ETo) was calculated by the standard Penman-Monteith (FAO) method, based on data from the automatic weather station from ESALQ. The average temperature of the air values in both treatments did not differ significantly, and were respectively 23.7°C and 23.5°C. Both the daily net radiation (Rn) and the soil heat flux (G), were higher in the treatment without mulch cover, during the early planting stage to the fully-growth canopy stage. This condition reflected in crop evapotranspiration of the first months of the crop cycle, which was on average 16% higher in the treatment without mulch



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

cover (4.3 mm) than with mulchcover (3.7 mm). After the fully-growth canopy stage, crop transpiration is a higher fraction of evapotranspiration, and evapotranspiration of the plantation with mulch coverturns higher, with an average of 6.3 mm, and without mulch cover of 5.7 mm. Thus, the crop coefficient ( $k_c$ ) for the sugarcane crop with and without mulch cover was respectively 1.10 and 1.35, planting to fully-growth canopy stage. After that to maturity, growing coefficients were 1.33 and 1.22, respectively, for the treatment with and without mulch cover.

**KEYWORDS:** sugarcane, water consumption, mulch cover

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das principais culturas do Brasil, por trazer divisas ao país, figurar como pilar estratégico na matriz energética e alimentar, por gerar empregos de boa qualidade e demandar serviços de vários setores econômicos (GOLDEMBERG, 2007). O sistema de colheita mecanizada e sem despalha a fogo, empregado atualmente em praticamente todas as áreas de produção de cana-de-açúcar, mantém uma camada de resíduo sobre o solo e, portanto, contribui com vários fatores físico-químicos e, principalmente, para a manutenção da umidade do solo (DENMEAD et al., 1997; THORBURN et al., 1999).

Nas condições brasileiras, não há dados que permitam estimar a quantidade de água a ser preservada em áreas com colheita mecanizada sem despalha a fogo. Também em canaviais, Denmead et al., (1997) observaram redução de 50% da evaporação do solo coberto com resíduos vegetais em comparação com superfícies expostas. Gosnell e Lonsdale (1978) relataram diminuição na necessidade de irrigação devido a uma camada de resíduo sob o solo. Considerando que os canaviais brasileiros podem apresentar solo exposto por um período que pode chegar até seis meses por ano, dependendo da época de colheita, é fácil supor que a retenção dos resíduos pode modificar o padrão de perda de água dos canaviais.

Santos (2005) apresenta uma compilação de estudos sobre o consumo hídrico em canaviais com coeficiente de variação na faixa de 150%. Essa grande variabilidade aliado às incertezas relacionadas aos novos padrões de manejo adotadas (como é o caso da retenção da palha) destacam a necessidade de estudos adicionais no sentido de esclarecer tais dúvidas.

Desta forma, o objetivo geral do projeto é determinar o efeito de dois tipos de manejo, manutenção ou remoção total da palhada, na estimativa da evapotranspiração e no consumo hídrico de um canavial com irrigação plena.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi conduzido em um canavial irrigado por pivô-central de terceiro ciclo (cana-soca) entre julho de 2014 a maio de 2015, com a cultivar RB867515, que representa 27% da área cultivada com cana no país (RIDESA, 2012). O plantio foi realizado em outubro de 2012, em linha simples com espaçamento de 1,40m entre linhas, distribuindo-se de 13 a 15 gemas por metro linear a 0,25m de profundidade. A área experimental foi dividida em dois tratamentos, com cobertura de palha (T1) e sem cobertura de palha (T2), representando assim dois sistemas de manejo (Figura 1).

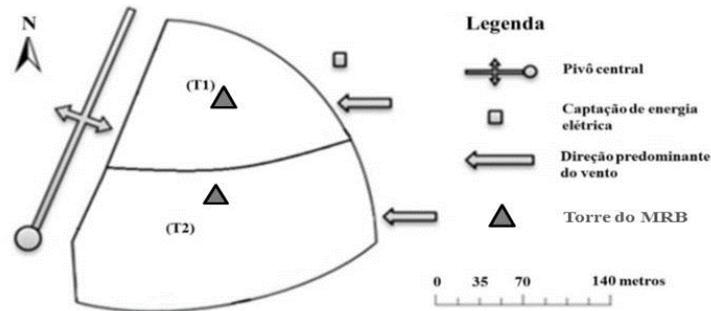


Figura 16. Área experimental, localizada na fazenda Areão, município de Piracicaba, SP em que T1 representa o tratamento com cobertura de palha e T2 sem cobertura da palha e a localização das torres para o método da razão de bowen (MRB)

Foram instaladas duas torres, uma em cada tratamento, com dois psicrômetros de ventilação forçada em cada uma (MARIN et al., 2001) para as medidas de temperatura de bulbo seco (°C) e temperatura de bulbo úmido (°C), com diferença de altura de 1 m entre eles, sendo que o mais baixo fica localizado até 0,5 m acima do nível da copa, acompanhando o crescimento da planta (ALLEN et al., 1998). Essa disposição assegura bordadura suficiente, uma vez que para as duas áreas houve ao menos 100m de bordadura na direção predominante do vento, que segundo WIENDL e ANGELOCCI (1995) em Piracicaba, SP é sudeste (SE) variando para leste (E). Um anemômetro com sensor de direção do vento foi instalado para checagem da direção predominante, excluindo-se os dados quando o vento for oriundo de direção diferente da predominante.

Em cada tratamento foram instalados um saldo radiômetro para a medição do saldo de radiação ( $R_n$ ) e dois sensores de medida de fluxo de calor no solo ( $G_1$  e  $G_2$ ), localizados em diferentes pontos do canal. Os dados foram coletados automaticamente por dois sistemas de aquisição de dados, modelo CR1000, da Campbell Scientific Inc. (Logan, Utah, EUA). As leituras foram realizadas na escala temporal de 5 segundos e a média foi armazenada a cada quinze minutos.

Os valores da razão de Bowen ( $\beta$ ), foram então calculados por meio da equação 1 para cada intervalo de 15 minutos, com base nos valores de gradientes de temperatura ( $\Delta T$ ) e o gradiente de pressão ( $\Delta e_a$ ).

$$\beta = \gamma \frac{\Delta T_s}{\Delta e_a} \quad (1)$$

Em que,  $\Delta T_s$  é a diferença de temperatura do bulbo seco (°C) entre as duas alturas;  $\Delta e_a$  é a diferença de pressão de vapor de água (Kpa) entre as duas alturas;  $\gamma$  é a constante psicrométrica igual à 0,0623 (PEREZ et al., 1999).

O fluxo de calor latente foi obtido pela equação (2) para cada 15 minutos:

$$LE = \frac{R_n - G}{1 + \beta} \quad (2)$$

Em que LE é o fluxo de calor latente de evaporação;  $R_n$  é o saldo de radiação;  $G$  é o fluxo de calor no solo todos em  $MJ m^{-2} d^{-1}$ ; e  $\beta$  é a razão de Bowen (adimensional).

Dessa forma, a evapotranspiração da cultura foi obtida pela equação (3):

$$ET_c = LE \frac{1}{2,45} \quad (3)$$

Em que  $ET_c$  é a evapotranspiração da cultura (mm); LE é o fluxo de calor latente de evaporação ( $MJ m^{-2} d^{-1}$ ).

Os resultados foram calculados na escala temporal de 15 minutos e posteriormente integrados ao período diurno durante o ciclo. A aferição dos dados com base em sua coerência física, assim como o preenchimento de dados faltantes foi feito com base na metodologia proposta por Perez et al., (1999). A evapotranspiração de referência foi calculado pelo método padrão da FAO de Penman-Monteith com base nos dados da estação meteorológica da ESALQ, USP, próxima ao área experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 observa-se valores obtidos durante um dia de medidas (19/09/2014), onde nota-se a variação diária do saldo de radiação (Rn), temperaturas do bulbo seco (Ts) e úmido (Tu), fluxo de calor no solo (G), calor sensível (H) e latente e evapotranspiração (Etc). Durante as leituras de um dia sem nebulosidade, os valores máximos de Etc foram próximos ao meio dia, acompanhando o pico de radiação solar, e depois decresce até o fim do dia, às 17 horas (Figura 2b).

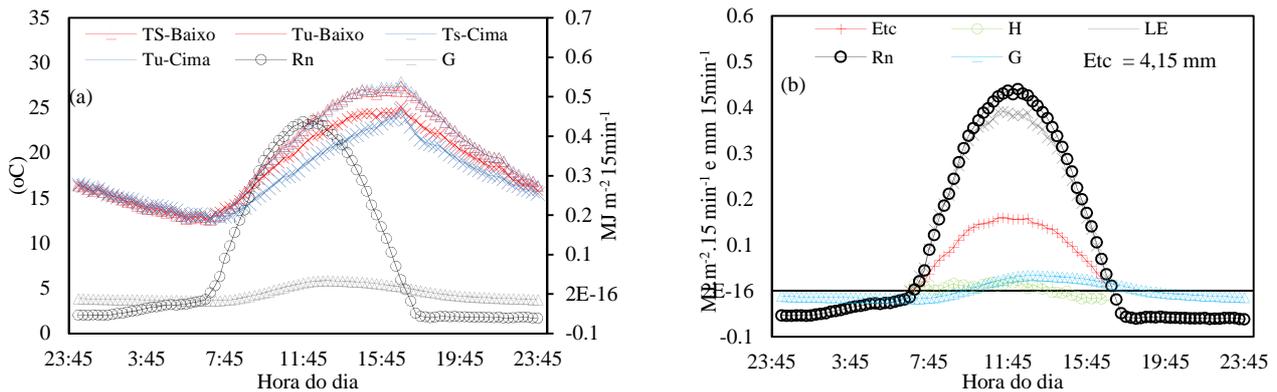


Figura 17. Dados de temperatura de bulbo seco e úmido entre duas alturas, saldo de radiação (Rn) e fluxo de calor no solo (G) para o dia 19/09/2014 (a); e dados de saldo de radiação (Rn), calor sensível (H), calor latente (LE), fluxo de calor no solo e evapotranspiração de cultura para o dia 19/09/2014 (b).

Para os valores diários de Etc, observa-se que no início do ciclo da cultura, até o mês de setembro (60 dias), o tratamento com palha (T1) teve menor consumo hídrico, enquanto que consumo do sem palha (T2) foi 14% maior. Em outubro, o T1 foi 17% maior, até o mês de março. Porém, a média da ETC nos dois tratamentos durante todo o período coletado foi semelhante, sendo 4,87 mm dia<sup>-1</sup> no tratamento com palha e 4,96 mm dia<sup>-1</sup> no sem palha (Figura 3).

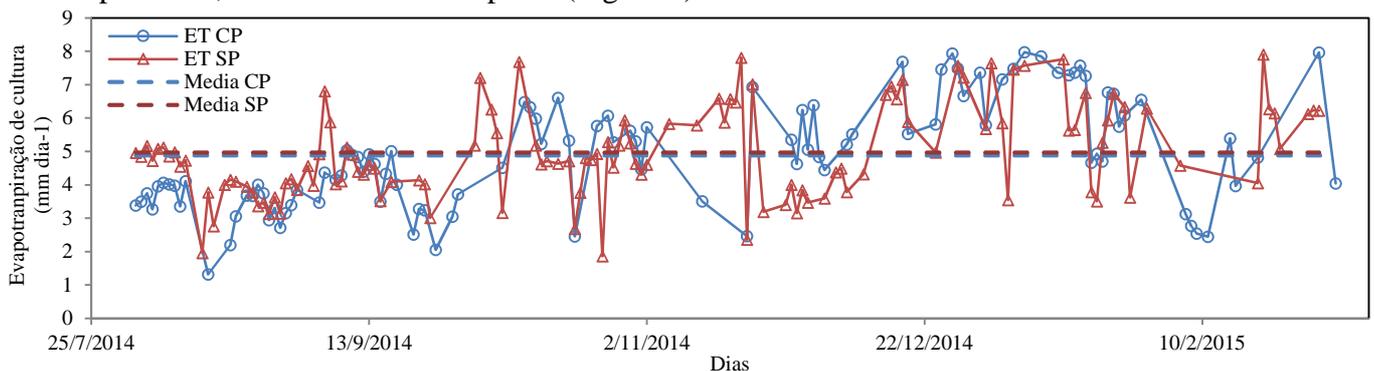


Figura 18. Evapotranspiração diária da cana-de-açúcar nos tratamentos com e sem cobertura da palha durante o período do estudo.

Em relação aos valores do coeficiente de cultivo (Kc), o tratamento sem palha obteve valor médio superior ao com palha. Entretanto, durante os meses de outubro a janeiro, o tratamento com palha apresentou valores superiores. Tais resultados são reflexo do melhor desenvolvimento observado do canavial com palha, que obteve produtividade final de 133 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que no tratamento sem palha foi de 117 t ha<sup>-1</sup>. Após o fechamento do dossel vegetativo, a transpiração da cultura é responsável pela maior fração da Etc, explicando a diferença nesse período. A Etc média entre os dois tratamentos não apresentou diferença significativa.

Tabela 14. Valores médios de evapotranspiração da cana-de-açúcar e coeficiente cultivo entre os meses de agosto a março para os tratamentos com e sem remoção da palha

Meses	Etc média (mm dia <sup>-1</sup> )		Kc médio	
	Com Palha	Sem Palha	Com Palha	Sem Palha
Agosto	3,41	4,25	1,16	1,50
Setembro	4,29	4,54	1,04	1,18
Outubro	5,29	4,51	1,21	1,18
Novembro	5,12	4,19	1,34	1,22
Dezembro	5,99	5,46	1,36	1,14
Janeiro	6,48	5,86	1,32	1,27
Fevereiro	4,82	4,06	1,04	1,58
Março	7,97	6,22	1,24	1,23
Média	4,87	4,96	1,21	1,29

## CONCLUSÕES

Com os dados coletados foi possível concluir que houve uma variação temporal tanto nos valores da Etc e do Kc. Os valores de Etc do tratamento sem palha foram superiores no início do ciclo, e conforme o desenvolvimento da cultura o tratamento com palha superou o sem palha. Embora a média dos tratamentos tenha sido muito próxima, o tratamento com palha foi superior durante a fase de maior desenvolvimento da cultura, enquanto que o tratamento sem palha foi superior durante o início do ciclo, já que a evaporação do solo nesse período representa maior fração da Etc.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de iniciação concedida e à FAPESP pela bolsa de doutorado (Processo nº 2014/05887-6) concedida.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper**. v.56, FAO, Rome, 1998.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhicho e adição de vinhaça por longo tempo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p.935-944, 2003.

**CENSO VARIETAL 2012** – RIDESA. Disponível em: <<http://ridesa.agro.ufg.br/pages/44741>> Acessado em: 15/07/2013.

DENMEAD, O.T.; MAYOCCHI, C.L.; DUNIN, F.X. Does green cane harvesting conserve soil water? **Proc. Conf. Aus. Soc. Sugar Tech**, v.19, p.139-146, 1997.

GOLDEMBERG, José. Biomassa e energia. **Quím. Nova**. v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

GOSNELL, J.M.; LONSDALE, J. E. Effects of irrigation level and trash management on sugarcane: Part II. **Int. Sugar J.** v. 80 p.299-303, 1978.

MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R.; COELHO FILHO, M. A.; VILLA NOVA, N. A. Construção e avaliação de psicrômetro aspirado de termopar. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 4, 2001.

MARIN, F.R.; RIBEIRO, R.V.; ANGELOCCI, L.R.; RIGHI, E.Z. Fluxo de seiva pelo método de balanço de calor: base teórica, qualidade das medidas e aspectos práticos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1. p. 1-12, 2008.

PEREZ, P.J.; CASTELLVI, F.; IBAÑEZ, M.; ROSELL, J.I. Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 97, p. 141-150, 1999.

WIENDL, F.; ANGELOCCI, L.R. Regime de ventos na região de Piracicaba, SP - Análises da direção, da relação de velocidades na vertical e de ventos diurno e noturno. **Relatório FAPESP**. 1995, 60p.