

## COEFICIENTE DE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA SUBSUPERFICIALMENTE EM LISÍMETRO DE DRENAGEM NO ESTADO DE GOIÁS

<sup>1</sup>Gabriel G. G. Cardoso; <sup>2</sup>Romenig Marcos Oliveira Domingos

<sup>1</sup>Tecgo. em Irrigação e Drenagem, Prof. Adjunto, Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres - GO, Fone:  
(0XX62) 3307.7100, gabriel.cardoso@ifgoiano.edu.br.

<sup>2</sup>Graduando em Eng. Agrícola, Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres - GO.

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014

27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho apresenta os resultados encontrados na determinação do coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) da cana de açúcar, determinado ao longo do primeiro ciclo da cultura. O experimento foi conduzido em um lisímetro de drenagem com  $3 \text{ m}^2$  de área e  $3 \text{ m}^3$  de volume de solo, no período de agosto de 2012 a agosto de 2013, localizado no Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. A instalação da cultura no lisímetro se deu em fileira dupla com 16 colmos por  $\text{m}^2$ , num adensamento de 15 t/ha ou  $1,5 \text{ kg/m}^2$ . A irrigação se deu por gotejamento, com uma linha lateral enterrada a 20 cm de profundidade entre as duas fileiras de cana de açúcar. As irrigações ocorriam sempre que o potencial de água no solo atingia o valor de -100 KPa. Pôde-se averiguar que o coeficiente de cultivo encontrado está de acordo com a literatura, com pequenas variações em algumas épocas do ano. Pelo modelo quadrático de ajuste dos resultados encontrados, o valor máximo do  $K_c$  encontrado foi de 1,29 após 225 dias do plantio. O consumo de água pela cultura foi de 1.586,2 mm, sendo 1.033,2 mm por irrigação, 1.860,7 mm por precipitação e 1.307,7 mm drenado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lisímetro de drenagem, evapotranspiração da cultura, coeficiente de cultivo da cana de açúcar.

### CROP COEFFICIENT OF SUGARCANE IRRIGATED SUBSURFACE IN DRAINAGE LYSIMETER IN STATE GOIÁS

**ABSTRACT:** This work presents the results in determining the crop coefficient ( $K_c$ ) from sugar cane, determined during the first crop cycle. The experiment was conducted in a drainage lysimeter in  $3 \text{ m}^3$  of soil volume in the period from August 2012 to August 2013, located in Goiás Federal Institute - Campus Urutaí. The installation of culture in the lysimeter was in row dubs with 16 stems per  $\text{m}^2$ , a density of 15 t /ha or  $1.5 \text{ kg/m}^2$ . The drip irrigation was given, with a sideline buried 20 cm deep between the two rows of sugarcane. The irrigation occurred when the soil water potential reached the value of -100 kPa. It was possible to ascertain that the crop coefficient is found according to literature with slight

variations in some seasons. For the quadratic model fit the results, the maximum value of  $K_c$  was found to be 1.29 after 225 days of planting. Water consumption by the crop was 1.586,2 mm. The irrigation depth was 1.033,2 mm, the rainfall for the period was 1.860,7 mm and 1.307,7 mm occurred drainage.

**KEYWORDS:** Lysimeter drainage; crop evapotranspiration; crop coefficient of sugarcane.

## INTRODUÇÃO

A finalidade básica da irrigação é proporcionar água às culturas de maneira a atender as exigências hídricas durante todo o seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade; sendo que a quantidade de água necessária às culturas é função da espécie cultivada, do local de cultivo, do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (BERNARDO, 2008).

A necessidade hídrica da cultura a cana de açúcar é da ordem de 1.500 a 2.500 mm, variando conforme a localização, clima, variedades e tipo de solo (Doorenbos & Kassam, 1994). Soares et al (2003), em seu estudo, consideraram que, para a região do semi-árido, o uso da irrigação, na cultura da cana de açúcar, constitui-se numa alternativa potencial para o sucesso da produção sucroalcooleira.

Scardura e Rosenfeld (1987) afirmaram que o consumo de água da cultura da cana de açúcar varia em função do ciclo da cultura (cana planta ou cana soca), do estágio fenológico, das condições climáticas e de outros fatores, como água disponível no solo e variedades.

Com base na análise de diferentes períodos do ciclo da cultura, Scardura (1985) observou que, no primeiro período de produção da cana (brotação, perfilhamento e estabelecimento), a redução na produtividade foi maior que no segundo (produção vegetativa), e que, no terceiro (maturação), o efeito do déficit poderia ser considerado insignificante. De acordo com o autor, o déficit hídrico nas primeiras fases pode acarretar um pior desenvolvimento radicular e baixo perfilhamento, resultando, portanto, num baixo aproveitamento da água e nutrientes disponíveis nos períodos posteriores.

De acordo com Oliveira et al. (2003), o coeficiente de cultivo representa a conexão dos efeitos de três características que distinguem a  $E_{Tc}$  da  $E_{To}$ : a altura da cultura, a resistência de superfície e o albedo da superfície cultura-solo; durante o período vegetativo, o  $K_c$  varia com o desenvolvimento da cultura e com a fração de cobertura da superfície do solo pela vegetação.

Para que o manejo de irrigação seja realizado com eficiência, utiliza-se lâminas de água embasadas em coeficientes de cultivo condizentes com as reais necessidades hídricas demandadas pelas condições de cultivo (Gomes et al., 2010). Os coeficientes de cultivo ( $K_c$ ), determinados empiricamente, podem ser utilizados para relacionar a evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) com a evapotranspiração máxima da cultura ( $E_{Tc}$ ), isto quando o suprimento de água atende plenamente as necessidades hídricas de cada cultura, e seu valor varia com a cultura, com seu estágio de desenvolvimento e, dentro de um certo limite, varia também com a velocidade do vento e a umidade relativa do ar (Nascimento et al., 2011).

Desta forma, visando melhorar a precisão na irrigação da cana de açúcar no estado de Goiás, este artigo apresenta os dados de uma pesquisa que quantificou o consumo de água pela cana de açúcar em um lisímetro de drenagem e determinou seu coeficiente de cultivo no primeiro ciclo de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma área experimental situado no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí - Go, no período compreendido entre 01 de agosto de 2012 a 27 de setembro de 2013. A altitude da área experimental é de 740 m, a latitude é de -17.4678° e a longitude de -48.2075°. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima Aw, ou seja, clima tropical com estação seca no inverno.

O experimento para a determinação do coeficiente de cultivo da cana de açúcar, variedade RB 7515, foi conduzido em um lisímetro de drenagem suspenso, com dimensões de 3 m de comprimento, 1 m de largura e 1 m de altura. A estrutura foi construída com aço e madeira de 3 cm de espessura. A parte interna do lisímetro foi forrada com manta plástica resistente a corrosão. Antes da colocação do solo, foi adicionado primeiro uma camada de 5 cm de areia grossa e depois uma camada de 3 cm de brita média, no intuito de facilitar a drenagem da água. Ainda entre o solo e a brita, foi colocado uma tela plástica com orifícios de 16 mesh, isso para evitar que o solo adentre na região de drenagem.

O solo foi preparado inicialmente com a calagem e posteriormente, no momento do plantio da cana, adubado conforme recomendações do boletim 100 do IAC, com as seguintes quantidades de nutrientes: 100 g de uréia; 10,5 g de super simples e 29 g de cloreto de potássio. A aplicação da uréia se deu em duas parcelas, metade no início do experimento e a outra metade após 6 meses do plantio. Os demais nutrientes de forma única no início do plantio.

A instalação da cultura no lisímetro se deu em fileira dupla com 16 colmos por m<sup>2</sup>, num adensamento de 15 t/ha ou 1,5 kg/m<sup>2</sup>, no dia 27/08/2012

As irrigações se deram por meio de um tubo gotejador de espaçamento entre válvulas igual a 20 centímetros. A vazão de cada gotejador foi de 1,6 litros de água por hora ou 8,0 litros de água por hora/metro. Esse tubo gotejador ficou enterrado no solo do lisímetro a 25 cm de profundidade e entre as duas linhas de cultivo da cana. As irrigações ocorriam sempre que o potencial de água no solo atingia o valor de -100 KPa.

Para controle da lâmina de irrigação, foi instalado um hidrômetro na linha de irrigação com precisão de 100 ml, possibilitando o controle exato da quantidade de água que entrou no lisímetro. A determinação da lâmina de irrigação se deu pela relação do volume, em litros, de água aplicada pela área de 3 metros quadrados do lisímetro.

A drenagem do lisímetro se deu por um orifício localizado em sua base, que direcionava o fluxo de água para um recipiente de 15 litros. A determinação da lâmina drenante se deu pela relação entre o volume, em litros, coletado do recipiente pela área do lisímetro.

No interior da área experimental foi instalado os equipamentos para monitoramento do clima local, conforme recomendações da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) para instalação de estação agrometeorológica convencional. As medições climáticas foram registradas diariamente, sempre as 9:00 horas.

Para a determinação da precipitação pluviométrica foi instalado um pluviômetro Ville de Paris, a 1,5 metros do solo. Este pluviômetro veio acompanhado de uma proveta graduada para leitura em milímetros.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram registrada por um termohigrômetro digital de máxima e mínima, instalado dentro de um abrigo meteorológico na área experimental, a 1 metro do solo. Este abrigo foi direcionado na posição norte-sul.

Dentro do abrigo meteorológico também foi colocado um evaporímetro de Pechet para determinação do poder evaporante do ar e, através de um tratamento matemático, da evapotranspiração de referência.

Para a determinação da evapotranspiração da cultura, foi realizado o balanço de água no lisímetro. Uma vez que o balanço de água foi determinado entre duas ocorrências sucessivas

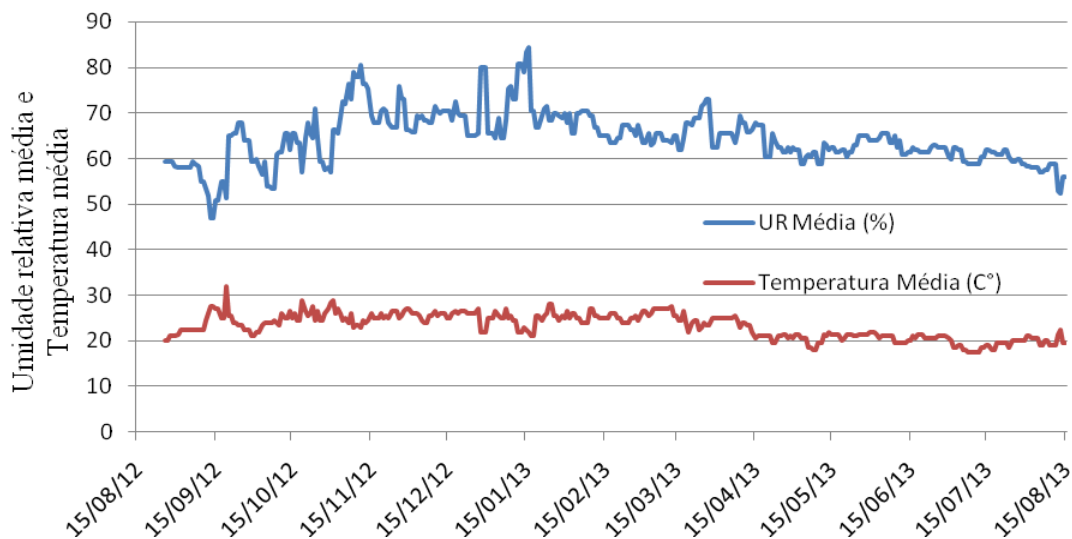
de irrigação, a variação da umidade no solo se torna desprezível, pois, antes de promover as irrigações, o conteúdo de água no solo estará no potencial de irrigação (-50 KPa) e a ET considerada será a média dos dados ocorridos nos intervalos de tempo entre as irrigações (Aboukhaled et al., 1982).

A partir da ETo e dos valores de ETc, foram determinados os coeficientes de cultivo da cana, pela relação entre a ETc, obtida pelo balanço de água no lisímetro, e a ETo obtida pela equação de Penman-Pichet.

Após completar 360 dias do plantio, a cana de açúcar foi colhida, secionando com um serrote a parte aérea e deixando no lisímetro uma gema inteira acima do solo em cada pé de cana colhida. O comprimento de cada colmo de cana foi medido e a massa total produzida no lisímetro foi determinada por meio de uma balança.

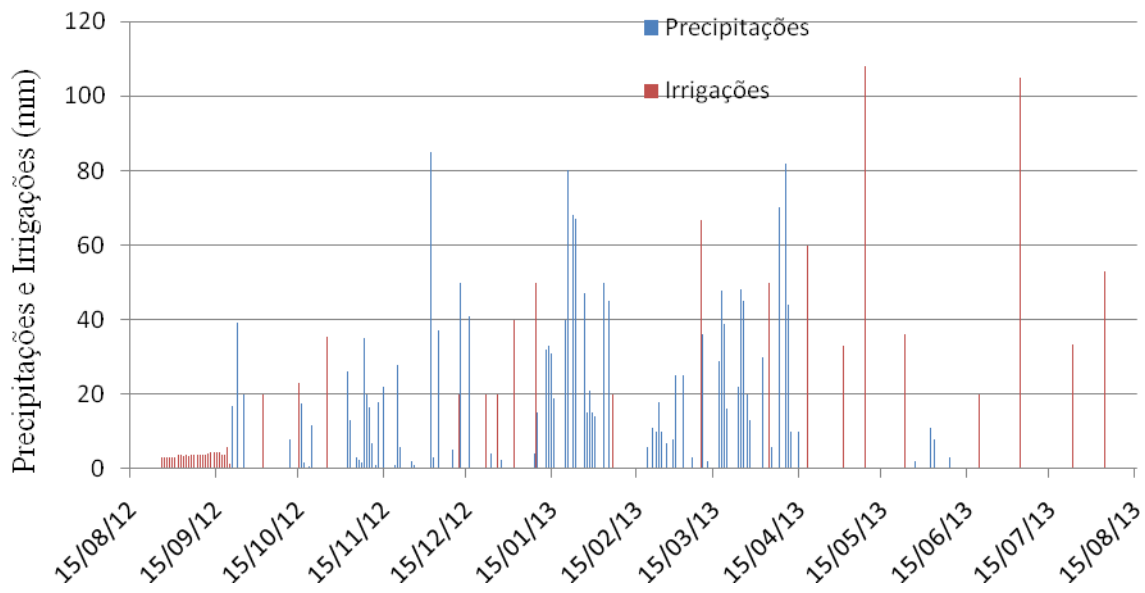
## RESULTADOS E DISCUSÃO

Na Fig.(1), pode-se observar as temperaturas médias e as umidades relativas médias ao longo do ciclo da cultura. A temperatura se manteve praticamente estável ao longo do ano, com variações entre 20 a 30 C°. A umidade relativa oscilou para cima dos 60% nos meses de novembro a fevereiro, correspondendo ao período onde as chuvas se concentraram mais.



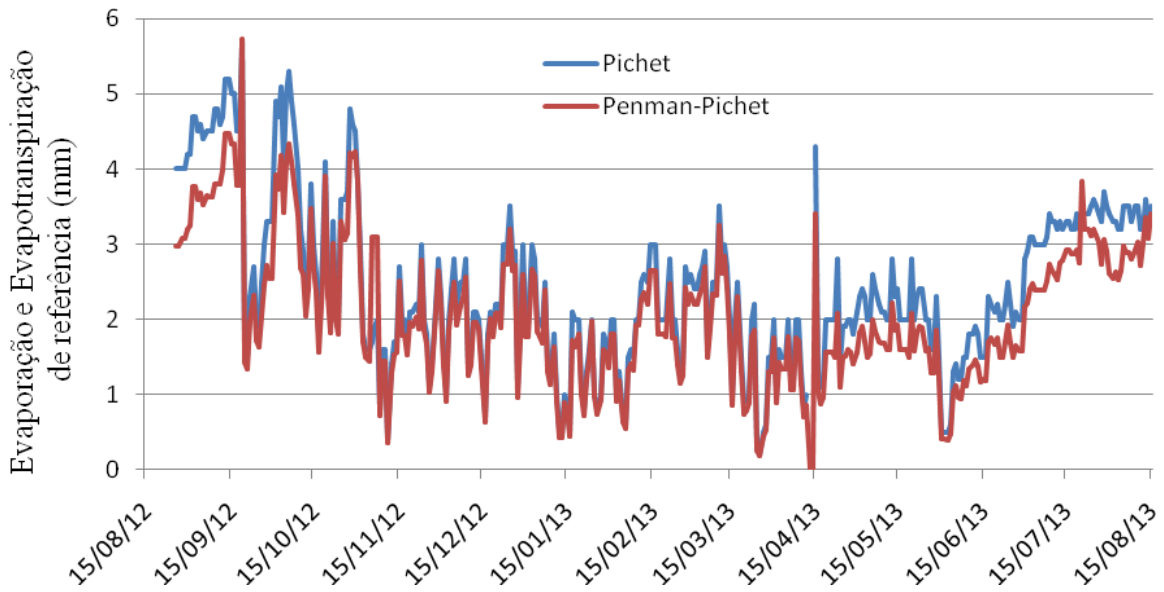
**Figura 1.** Temperaturas máximas e mínimas no período de 20/08/2012 a 15/08/2013.

As precipitações e irrigações realizadas no experimento podem ser observadas na Fig.(2). Nos 30 primeiros dias após o plantio, as irrigações eram realizadas diariamente com pequenas lâminas, isso para manter o solo em condições apropriadas de germinação. Ao todo, foi contabilizado 1.860,7 mm de precipitação e 1.033,2 mm de irrigação. As drenagens ocorreram nos períodos chuvosos, já que as lâminas de irrigação nunca eram grandes o suficiente para saturar o solo, totalizando 1.307,7 mm de drenagem. Com base no balanço de água o consumo total de água pela cultura foi de 1.586,2 mm.



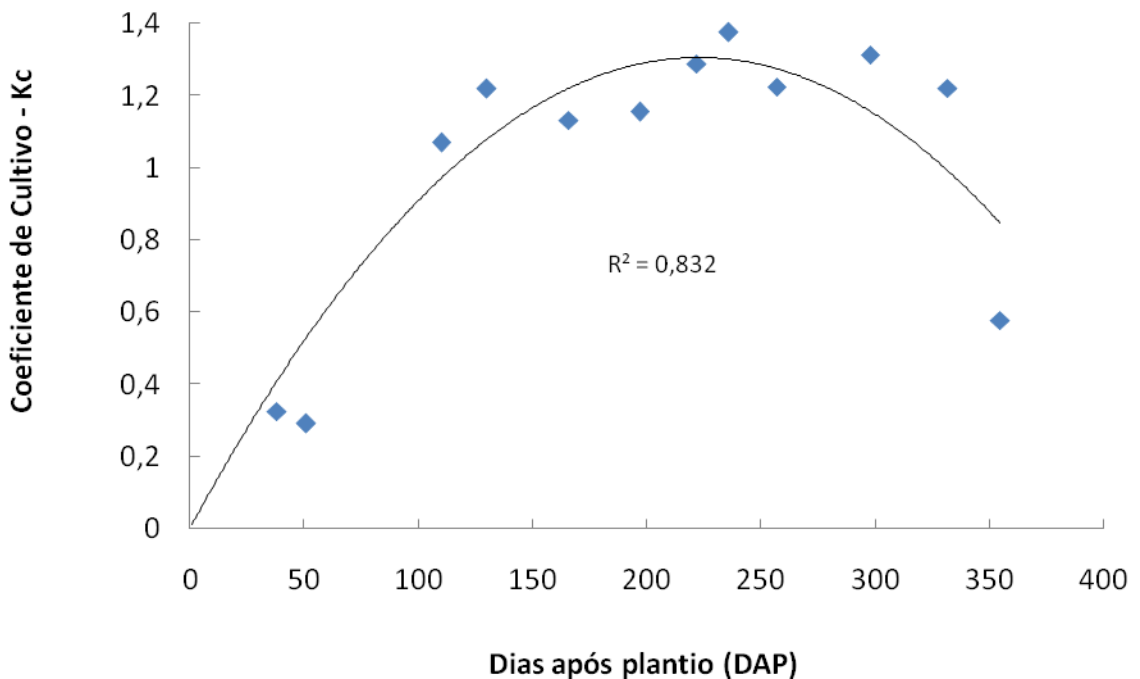
**Figura 2.** Precipitações e Irrigações no período de 20/08/1012 a 15/08/2013.

A evapotranspiração de referência e a evaporação do evaporímetro de Pichet podem ser observados na Fig.(3). Como pode ser observado na figura, o evaporímetro apresenta valores superiores ao determinado pelo modelo de Penman-Pichet. De acordo com o modelo, quanto mais baixa foi a umidade relativa, mais distantes foram os valores encontrados entre a evaporação e a evapotranspiração de referência, isso porque o poder evaporante do ar aumenta com a baixa da umidade relativa, porem a resistência estomática da cultura de referência, tende a não acompanhar essa demanda por água da atmosfera. Desta forma, o modelo de Penman-Pichet se torna mais confiável na determinação da evapotranspiração de referência comparado ao uso do evaporímetro para esta finalidade, como se observa em muitos trabalhos científicos do gênero. A evaporação total registrado pelo evaporímetro de Pichet foi de 857,0 mm, enquanto que o modelo de Penman-Pichet apresentou valor total de 738,3 mm, uma diferença de 16,1%.



**Figura 3.** Evaporação e evapotranspiração de referência no período de 20/08/1012 a 15/08/2013.

Na Fig. (4) é apresentada a variação do coeficiente de cultivo da cana ao longo do primeiro ciclo da cultura, num modelo quadrático, bem como os pontos determinados a partir da relação dos valores de  $E_{Tc}$  e  $E_{To}$ . O  $K_c$  máximo encontrado foi de 1,35, porém pelo modelo de ajuste o  $K_c$  máximo ficou em 1,29 após 225 dias do plantio. O coeficiente de determinação sugere um bom ajuste entre os valores de  $K_c$  encontrados, com índice de 0,832.



**Figura 4.** Coeficiente de cultivo da cana de açúcar ao longo do primeiro ciclo da cultura.

A partir dos valores de Kc levantados, em que DAP (Dias Após o Plantio) é a variável independente e Kc a variável dependente, foram obtidas funções do tipo Kc x DAP para os valores de DAP apresentados por Doorenbos & Kassan (1979), Allen et al. (1998), conforme fases de desenvolvimento da cultura, sendo Fase I a de brotação e estabelecimento, Fase II a de perfilhamento, Fase III a de crescimento e Fase IV a de maturação, com os respectivos DAP apresentados na Tab. (1).

**Tabela 1.** Coeficiente de cultivo para cana de açúcar de acordo com o DAP\*.

(Fase I)	DAP*	(Fase II)	DAP*	(Fase III)	DAP*	(Fase IV)	DAP*
0.31	0-60	1.15	61-130	1.25	131-300	0.90	301-final

(\*) DAP – dias após o plantio

Após o período de 360 dias do plantio, a cana de açúcar do experimento foi colhida e pesada para determinação da produtividade, que ficou em 144 T/ha. O comprimento médio dos colmos foi de 2,2 m, com 21 gemas por colmo.

## CONCLUSÕES

- O lisímetro de drenagem suspenso utilizado no experimento, apresentou bons resultados na determinação do coeficiente de cultivo da cana de açúcar. Levando em consideração a facilidade de operação e menor custo de instalação, este lisímetro mostrou-se satisfatoriamente capaz de apresentar resultados plausíveis comparado com a literatura. Outra questão importante a ser destacada é que os danos que possam ocorrer neste tipo de equipamento, estando ele suspenso, pode ser facilmente identificado e consertado, aumentando sua vida útil.

- O consumo de água pela cana de açúcar, evapotranspiração da cultura, foi de 1.586,2 mm.

- Os coeficientes de cultivo da cana de açúcar ajustados para as condições edafoclimáticas da região onde foi realizado o estudo, foram pouco diferentes dos coeficientes sugeridos pela FAO-33;

- O coeficiente de cultivo da cana de açúcar para o estado de Goiás pode ser considerado como sendo 0,31 para a Fase1, 1,15 para a Fase 2, 1,25 para a Fase 3 e 0,90 para a Fase 4.

- A produtividade da cana de açúcar irrigada no lisímetro foi de 144 T/ha.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. **Manejo da irrigação na cana de açúcar**. Disponível em: <<http://www.agronegocio.goias.gov.br/docs/portal/seminarioIII.pdf>>. Acesso em 15 maio 2008.

DOOREMBOS, J. & KASSAM, A.H.. **Efeito da água no rendimento das culturas**, Estudos FAO Irrigação e Drenagem . Série n.33 , p. 42-53. 1979.

GOMES, E.P; AVILA, M.R.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob laminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiua, Estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.4, p.373-385, 2010.

NASCIMENTO, E.F.; CAMPECHE, L.F.S.M.; BASSOI, L.H.; SILVA, J.A.; LIMA, A.C.M.; PEREIRA, F.A.C. Construção e calibração de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração e coeficiente de cultivo em videira de vinho cv. Syrah. **Irriga**, Botucatu, v.16, n.3, p.271-287, 2011.

SOARES, J. M. et al. **Agrovale, uma experiência de 25 anos em irrigação da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco**. ITEM, Brasília, n.60, p.55-64, 2003.

SCARDUA, R. **O clima e a irrigação na produção agro-industrial da cana-de-açúcar (*Saccharum ssp*)**. 1985, 122p. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.