



ÍNDICE HÍDRICO DE PRODUTIVIDADE POTENCIAL E RENDIMENTO REAL DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA NO CERRADO BRASILEIRO.

Fernando A. M. da Silva¹; Balbino A. Evangelista²; Vinicius Bof Bufon¹; Walter Quadros Ribeiro Junior¹; Juaci Vitória Malaquias³; Laryssa Maria Teles Batista⁴; Maria Lucrécia Gerosa Ramos⁴

¹Pesquisador Doutor, Embrapa Cerrados, Brasília – DF, Fone: (61) 3388 9849, fernando.macena@embrapa.br; ² Analista Doutor, Embrapa Cerrados, Brasília – DF; ³ Analista MsC, Embrapa Cerrados; ⁴ MsC, Universidade de Brasília e ⁵ Profa. Doutora, Universidade de Brasília.

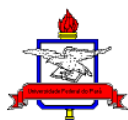
Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: Este estudo tem como objetivo identificar indicadores hídricos que possam relacionar o consumo real de água da cultura da cana-de-açúcar irrigada com o seu rendimento potencial segundo as condições climáticas do Cerrado brasileiro. Para isso, conduziu-se um experimento de 0,36 hectares, delineado em blocos ao acaso com três repetições em parcelas subdivididas. O plantio manual da cultura foi realizado em 18 de junho de 2010, sendo utilizadas três variedades, a RB867515, RB 855536 e a RB928064. A irrigação foi aplicada conforme o sistema Line Source Sprinkler System, cujas lâminas variaram entre 0%, 7%, 17%, 33%, 46%, 75% e 100% da deficiência hídrica, estimada por meio do balanço climatológico. Os rendimentos observados foram confrontados com a evapotranspiração real (ETR) e evapotranspiração máxima da cultura (ETM), com o objetivo de definir indicadores hídricos que relacionem o consumo de água da cultura com o seu rendimento potencial. A ETR foi estimada pela equação de Eagleman, a partir do modelo de balanço hídrico SARRA. As três variedades estudadas apresentaram significativa redução na produtividade sob o efeito de estresse hídrico. As variedades apresentaram respostas significativas na produtividade em função do nível de água aplicado. A partir desse estudo, apresenta-se um índice que representa a variabilidade do rendimento da cana-de-açúcar em função do consumo real de água da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração real, irrigação, produtividade da cana-de-açúcar.

WATER INDEX PRODUCTIVITY POTENTIAL AND ACTUAL YIELD OF IRRIGATED SUGARCANE IN THE BRAZILIAN CERRADO.

ABSTRACT: This study aims to identify water parameters that may relate actual consumption of water culture of sugarcane irrigated with its yields potential according to the climatic conditions of the Brazilian Cerrado. For this, we conducted an experiment of 0.36 hectares, designed in randomized block design with three replications in a split plot. The manual planting culture was performed on June 18, 2010, three varieties being used, the RB867515, RB and RB928064 855536. The irrigation was applied as the system line source sprinkler system, whose blades between 0%, 7%, 17%, 33%, 46%, 75% and 100% of water stress estimated by the climatological balance. The yields observed were compared to actual





evapotranspiration (ETR) and maximum crop evapotranspiration (ETM), with the objective of defining indicators that relate water consumption crop water with your yield potential. The ETR was estimated by the Eagleman from the water balance model SARRA. The three varieties studied showed significant reduction in yield under water stress. The varieties studied showed significant responses in productivity to the level of water applied. From this study, we present an index that represents the variability of yield of sugarcane on the basis of actual consumption of water culture.

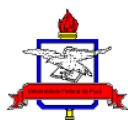
KEYWORDS: actual evapotranspiration, irrigation, productivity of sugarcane.

INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro nacional continua em expansão, sendo a região Centro-Oeste a que apresentou maior acréscimo de áreas colhidas para a indústria. As contribuições mais importantes foram dos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, com o aumento de 61,8 mil hectares, 47,5 mil hectares e 15,4 mil hectares de cana de açúcar (*Saccharum* spp.), respectivamente (IBGE, 2013). Porém, nessas áreas, onde predominam as características climáticas do Cerrado brasileiro, o déficit hídrico ocasionado pelos veranicos que acontecem com frequência, devido à má distribuição das chuvas, tanto no espaço quanto no tempo, pode provocar desenvolvimento irregular das plantas e quebra de rendimento de colmo da lavoura canieira. Assim, estudos que relacionem a evolução do rendimento das culturas agrícolas em relação às variáveis meteorológicas e ambientais se tornam necessários cada vez mais, pois eles podem subsidiar os tomadores de decisão nos que diz respeito às áreas potenciais para implantação e desenvolvimento da cultura, à identificação das melhores datas de plantio e previsão de rendimento agrícola. Este estudo tem como objetivo identificar indicadores hídricos que possam relacionar o consumo real de água da cultura da cana-de-açúcar irrigada com o seu rendimento potencial de colmo segundo as condições climáticas do Cerrado brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento de 0,36 hectares localizado na Embrapa Cerrados, situada segundo as coordenadas 15°39'84" de latitude sul e 47°44'41" de longitude oeste e 1014 metros de altitude. A temperatura e pluviosidade média anual são 21,9 °C e 1.395,6 mm, respectivamente. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura argilosa, A moderado. Nesta área, inicialmente foi realizada uma adubação corretiva (a lanço e incorporada) de 500 Kg ha⁻¹ de gesso e 50 Kg ha⁻¹ de FTE BR-10 (pó) e, em seguida, uma adubação de plantio na dose de 600 Kg ha⁻¹ de NPK na formulação 04-30-16. A adubação, aplicada de forma manual e após o primeiro corte das plantas, foi realizada em dois períodos, uma no início de maio, na dose de 400 kg ha⁻¹ de NPK (formulação 20-00-20), e outra em junho de 2011, na dose de 600 kg ha⁻¹ de NPK (formulação 20-00-24). O plantio manual de cana-de-açúcar foi realizado em 18 de junho de 2010, sendo utilizadas três variedades, a RB867515, a RB 855536 e a RB928064, sendo as duas primeiras de maturação média e a última, tardia.





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



O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos ao acaso com três repetições em parcelas subdivididas; cada variedade constituía uma parcela às quais foram subdivididas formando os níveis de água (irrigado e sequeiro) aos quais as plantas foram submetidas. Desta forma, a unidade experimental foi composta por uma subparcela (regime hídrico) com seis observações em três diferentes blocos. A área da subparcela era formada por uma fileira de plantas com 4 metros de comprimento e 1,5 metros de largura, sendo a área útil formada pelos 3 metros centrais da mesma, descartando 0,5 metro de cada lado para evitar o efeito da bordadura. No experimento a irrigação foi aplicada conforme o sistema Line Source Sprinkler System, descrito por HANKS et al. (1976), em que a lâmina de água na cultura desce do centro para as extremidades. O manejo da irrigação foi realizado com base na metodologia FAO 56 (ALLEN et al., 1998) e os dados meteorológicos, coletados nos meses de janeiro a dezembro de 2011 na estação meteorológica localizada a 80 metros do experimento.

Em maio de 2011 foi realizado o primeiro corte das plantas e após a nova brotação do canal, que ocorreu aproximadamente de 20 a 30 dias após o corte, foi realizada uma irrigação de “salvamento” com uma lâmina de água de aproximadamente 60 mm, devido à baixa precipitação pluvial neste período. Em seguida, as variedades foram submetidas a dois regimes hídricos: Irrigado (I) e Sequeiro (S). Para o tratamento irrigado, as subparcelas de cada bloco das três variedades receberam lâminas de irrigação que variaram entre 0%, 7%, 17%, 33%, 46%, 75% e 100% da deficiência hídrica, estimada por meio do balanço climatológico e aplicadas via Line Source Sprinkler System. A rega foi realizada com intervalos de 15 dias. Para o tratamento de sequeiro, após a irrigação de “salvamento”, o suprimento hídrico foi completamente suspenso. A colheita do experimento foi realizada de forma manual, no dia 11/04 de 2012. Os colmos da área útil da parcela foram colhidos, despalhados, contados e pesados para a determinação da produtividade, que foi expressa em toneladas de colmos por hectare (TCH). A verificação estatística da significância dos tratamentos foi realizada pela análise de variância (ANOVA). Para a comparação das médias usou-se o teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%. Foi ajustado um modelo logarítmico onde se relacionou os parâmetros hídricos com o rendimento de colmo da cana-de-açúcar observado. Todas as análises serão realizadas pelo software estatístico SAS versão 9.1.2. Os rendimentos observados foram confrontados com a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) com o objetivo de definir indicadores hídricos que relacionem o consumo de água da cultura com o seu rendimento potencial de colmo. A ET_r foi estimada pela equação de Eagleman (Eagleman, 1971), incorporada ao modelo de balanço hídrico da cultura do Sistema de Análise Regional de Riscos Agroclimáticos - SARRA (Baron & Clopes, 1996). Para simular o balanço hídrico da cultura da cana-de-açúcar foram utilizados os seguintes parâmetros:

a) Precipitação pluviométrica: utilizaram-se dados diários referentes ao período de condução do experimento; b) Evapotranspiração potencial: foram estimados valores decendiais segundo o método de Penman-Monteith; c) Duração do ciclo e das fases fenológicas (*Germinação, Desenvolvimento inicial, Desenvolvimento pleno e Maturação*) e coeficientes de cultura (K_c): obtidos da literatura; e d) Reserva Útil de Água dos Solos: estimou-se a reserva útil de 60 mm disponível na zona radicular. A partir da simulação do balanço hídrico da cana-de-açúcar, foram estimadas as ET_rs e ET_ms, bem como as relações ET_r/ET_m para cada fase fenológica da cultura.





RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, destaca-se que não houve limitação de fertilidade para a cultura da cana-de-açúcar e que também não foram registrados ataques severos de pragas e doenças, sendo, portanto, o regime hídrico o fator condicionante da produção final da cultura. Os rendimentos de colmos observados variaram entre 126 t ha⁻¹ e 195 t ha⁻¹ para a variedade RB855536, 118 t ha⁻¹ e 183 t ha⁻¹ para a RB867515 e 104 t ha⁻¹ e 198 t ha⁻¹ para a RB928064, segundo os níveis de reposição de água de 0% (irrigação de salvamento – 60 mm) e 100% (414 mm), respectivamente, do déficit hídrico adotado. Além dos níveis de irrigação adotados, foram registradas durante todo o ciclo da cultura, precipitações pluviométricas que totalizaram 1438.84 mm. Os 7 níveis de irrigação, as 3 variedades e as 6 repetições utilizadas totalizaram 126 observações, que foram submetidas à análise estatística (ANOVA). A análise de variância (Tabela 1), mostra que houve diferença significativa entre os rendimentos médios de colmos dos níveis de irrigação (tratamento). Porém, para os rendimentos médios de colmos referentes às variedades, não foi verificada significância estatística. Não foi verificada efeito de interação (tratamento x variedade) ao nível de significância de 5 % de probabilidade, o que permitiu concluir que os níveis de irrigação apresentaram o mesmo efeito para as diferentes variedades.

Tabela 1. Análise de variância dos dados de rendimento de colmos da cana-de-açúcar irrigada.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pvalor
Blocos	5	7781,19	1556,24	2,39	0,0432*
Tratamento	6	100415,89	16735,98	25,68	0,0001**
Variedade	2	384,61	192,30	0,30	0,7451
TratamentoxVariedade	12	8648,95	720,75	1,11	0,3639
Resíduo	100	65170,59	651,71		
Total	125	182401.23			

* diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

** diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Como os rendimentos médios de colmos observados entre as três variedades estudadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas, procedeu-se ao ajuste de um único modelo com o objetivo de relacionar o consumo de água da cultura da cana-de-açúcar com o seu rendimento potencial de colmos. Nesse caso, adotou-se o produto do consumo real de água da cultura durante todo o ciclo (ETr) pela relação entre a evapotranspiração máxima e a evapotranspiração real na fase de desenvolvimento pleno da cultura (ETr/ETmfase3). O melhor ajuste encontrado foi para o modelo de base logarítmica cujo rendimento de colmos (t ha⁻¹) é a variável resposta (Y) e o produto “ETrCiclo x ETr/ETmFase3” (mm) corresponde à variável explicativa (X). O componente linear de primeiro grau apresentou sinal positivo, indicando que o logaritmo do índice mostrou uma tendência crescente do rendimento de colmos. O valor do R-quadrado (coeficiente de determinação) referente ao modelo estatístico ajustado foi de 0,89, indicando um bom ajuste, onde 88,6 % da variabilidade do rendimento de colmos de cana-de-açúcar podem ser explicados pelo índice utilizado. A partir desse modelo, será possível definir um índice de corte utilizando-se o produto “ETrCiclo x ETr/ETmFase3” para identificar áreas com maior ou menor potencial para a produção de



cana-de-açúcar em ambiente de Cerrado. Por exemplo: para se alcançar produtividades superiores a 150 t ha^{-1} , será preciso um suprimento de água onde o valor de $\text{ETrCiclo} \times \text{ETr/ETmFase3}$ seja superior a aproximadamente 810 mm, conforme destacado na Figura 1. Essa figura também mostra que, se considerarmos um valor de 600 mm para esse índice, será possível alcançar um rendimento final de colmos de 100 t ha^{-1} o que equivale às condições de irrigação de “salvamento”, ou seja, 60 mm de água adicionados às precipitações pluviométricas ocorridas durante o ciclo da cultura, segundo as condições que o experimento foi conduzido.

CONCLUSÕES

As três variedades estudadas apresentam significativa redução na produtividade de colmos sob o efeito de estresse hídrico. Ainda, as variedades apresentam respostas significativas na produtividade em função do nível de água aplicado.

O modelo matemático de base logarítmica ajustado nesse estudo representa bem a variabilidade do rendimento da cana-de-açúcar em função do seu consumo de água, sendo possível definir um índice de corte, ou limites aceitáveis de rendimento de colmos, a partir do produto “ $\text{ETrCiclo} \times \text{ETr/ETmFase3}$ ” para identificar regiões com maior ou menor potencial para a produção de cana-de-açúcar. Assim, ele poderá se tornar numa ferramenta importante para os tomadores de decisão, principalmente para definições de políticas públicas que consideram os efeitos do déficit hídrico sobre o rendimento de colmos das culturas.

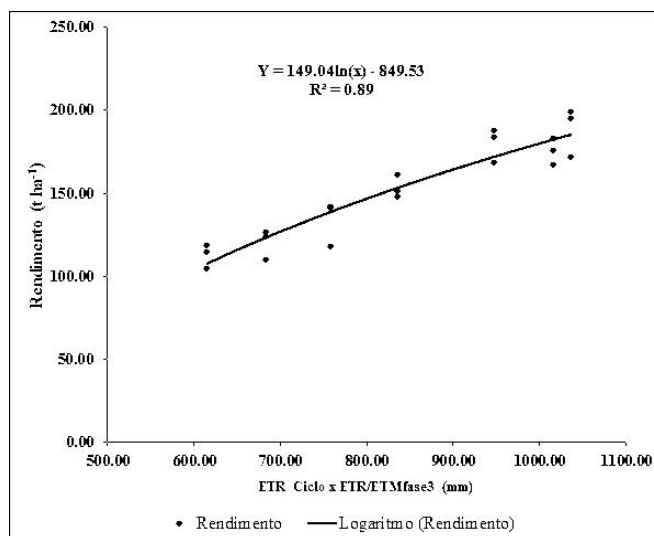


Figura 1. Ajuste da regressão logarítmica do rendimento de colmos (t ha^{-1}) de cana-de-açúcar em função do produto da evapotranspiração real da cultura durante todo o ciclo (ETrCiclo) pela relação entre a evapotranspiração real (ETr) e evapotranspiração máxima da cultura na fase de desenvolvimento pleno (ETmFase 3).



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



REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO Irrigation and drainage paper 56. 1998. 300 p.

BARON, C.; CLOPES, A. Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos (Sarramet/Sarrazon). Montpellier: CIRAD, 1996.

EAGLEMAN, J. An experimental derived model for actual evapotranspiration. **Agricultural Meteorological**, v. 8, p. 385-394, 1971.

HANKS, R. J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. **Soil Science Society American Journal**. Madison, v. 40, p. 426-429, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. 05 abr. 2013.

