



I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS

“Pesquisa e Transferência de Tecnologia Contextualizada ao Semiárido”

IFCE Campus Iguatu - CE - Brasil

22 a 24 de maio de 2013

CONTROLE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Luciana Sandra Bastos de Souza¹, Thieres George Freire da Silva², Magna Soelma Beserra de Moura³, Marcela Lúcia Barbosa⁴, José Edson Florentino de Morais⁴

¹ Bióloga, Doutoranda em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, Fone: (31) 3899.1859, sanddrabastos@yahoo.com.br.

² Eng^o. Agrônomo, Prof^o. Adjunto, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Serra Talhada-PE.

³ Eng^o. Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.

⁴ Graduanda do curso de Ciências Biológicas, PET Biologia UAST, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Serra Talhada-PE.

Apresentado no

I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido - SBRNS

22 a 24 de Maio de 2013 - Iguatu - CE, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho é analisar variação sazonal do controle da cana-de-açúcar ao processo de evapotranspiração sob as condições climáticas do Semiárido brasileiro. O experimento foi realizado no município de Juazeiro, Bahia. A evapotranspiração da cultura foi quantificada por meio do método do balanço de energia com base na razão de Bowen. Para analisar o controle da cana-de-açúcar ao processo de evapotranspiração foi utilizado o fator de desacoplamento. Para o ciclo, os valores de Ω foram, em média, iguais a 0,68, demonstrando um desacoplamento moderado. Observou-se pouca alteração no valor médio final, sendo igual a 0,69, quando se retirou o efeito do tombamento da cultura. Estes resultados indicam que, o sistema clima induziu ao maior controle da cana-de-açúcar no processo de troca de vapor d'água com a atmosfera.

PALAVRAS-CHAVE: fator de desacoplamento, resistência da cultura, tombamento

CONTROL OF EVAPOTRANSPIRATION OF SUGARCANE IRRIGATED IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID REGION

ABSTRACT: The aim of this study is to assess seasonal variation of the control of sugar cane to the evapotranspiration process under the Brazilian semi-arid climatic conditions. The experiment was conducted in the district of Juazeiro, State of the Bahia. The crop evapotranspiration was quantified using the energy balance method based on the Bowen ration. To parse the control of sugar cane to the evapotranspiration process decoupling factor was used. For the cycle, the values of Ω were, on average, equal to 0.68, demonstrating a moderate decoupling. There was little change in the average final value, being equal to 0.69, when withdrew the effect of crop lodging. These results indicate that the climate system has led to greater control of sugar cane in the process of water vapor exchange with the atmosphere.

KEYWORDS: decoupling factor, crop resistance, lodging

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) é um dos principais componentes do processo de troca de energia entre a superfície e a atmosfera, que tem sido bastante estudada, devido a sua influência no ciclo de água e de nutrientes dos ecossistemas agrícolas e na produtividade primária das culturas (SURKEY; VERMA, 2008). Especificamente, no manejo de água do sistema de produção, a ET permite conhecer a demanda hídrica requerida pelas culturas e aumentar a eficiência do uso de água (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005). Entretanto, a magnitude dos seus valores varia em resposta ao crescimento das plantas, bem como as condições ambientais reinantes no local de cultivo (STEDUTO; HSIAO, 1998).

Para analisar o grau de controle da superfície cultivada ao processo de evapotranspiração, uma possibilidade é utilizar um índice denominado “fator de desacoplamento”. Com base na equação de Penman-Monteith, este índice permite avaliar a contribuição relativa da energia disponível ou das propriedades meteorológicas vento e umidade do ar na transferência de vapor d’água para a atmosfera (PEREIRA, 2004).

Quando a ET depende apenas da energia disponível, ou seja, do termo energético da equação de Penman Monteith, a mesma é conhecida como evapotranspiração de equilíbrio (LE_{eq}), e neste caso a cultura é caracterizada como desacoplada da atmosfera, ou seja, a energia disponível é o fator preponderante no processo de evapotranspiração. Por outro lado, quando a ET depende apenas do déficit de pressão de vapor d’água e da resistência do dossel e do ar, ou seja, do termo aerodinâmico da equação de Penman Monteith, denomina-se evapotranspiração imposta (LE_{imp}), estando neste caso a cultura acoplada com atmosfera, de modo que o processo de evapotranspiração é governado pelo controle estomático das plantas.

A partir dos valores do “fator de desacoplamento” é possível conhecer qual destes dois fatores, energético ou estomático, mais governa a evapotranspiração da cultura. Com base no exposto, o objetivo deste trabalho é analisar variação sazonal do controle da cana-de-açúcar ao processo de evapotranspiração sob as condições climáticas do Semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Juazeiro, Bahia, no Submédio do Vale do São Francisco, região semiárida do Nordeste brasileiro ($9^{\circ}28'07''S$; $40^{\circ}22'43''O$; 386,5 m). A cana-de-açúcar, variedade RB 92579, foi conduzida no ciclo de cana-soca, em um solo do tipo vertissolo, cultivada em fileiras espaçadas em 1,5 m, durante os meses de junho/2007 e junho/2008. A adubação foi feita, no início do ciclo de cana-soca, com base nas análises de solo e foliar, onde se aplicou $157,5 \text{ kg ha}^{-1}$ e $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de uréia e Ajipower, respectivamente.

Para o controle de ervas daninhas foram aplicados 1 L ha⁻¹ dos herbicidas Aminol e Trop. A irrigação foi do tipo superficial por sulcos, utilizando um sistema de condução em tubos janelados, sendo realizada sempre que o conteúdo de água no solo atingia 50% da capacidade de campo.

As medições micrometeorológicas foram obtidas dentro do talhão experimental, onde foi instalada uma torre de oito metros de altura e a 350 m em relação à bordadura, na direção do vento predominante. Três psicrômetros ventilados com termopares do Tipo T de Cobre-Constantan foram utilizados para medição da temperatura do bulbo seco e úmido acima da superfície vegetada. O primeiro foi acomodado a uma altura de $2z_{om}$ do topo do dossel da cultura (onde, z_{om} = parâmetro de rugosidade da superfície para o *momentum*), enquanto o segundo a uma distância de 1,5 m do primeiro psicrômetro. O segundo e o terceiro, também, foram posicionados a 1,5 m entre si. Um saldo radiômetro foi instalado na altura de $2z_{om} + 1,5 + h_c$ (h_c = altura do dossel da cultura). As distâncias entre os sensores e o dossel da cultura foram mantidas até o final do experimento, contudo os mesmos foram realocados para novas posições em relação ao dossel, à medida que a cultura foi crescendo. Além disso, foram instalados três fluxímetros a 0,02 m de profundidade no solo, situados entre fileiras e na fileira de cultivo. Para estimativa das características aerodinâmicas da cana-de-açúcar foram acomodados quatro sensores de velocidade do vento, temperatura e de umidade relativa do ar foram instalados logarithmicamente em diferentes alturas (0,5, 1, 2 e 4 m) acima do dossel vegetativo. Dados de chuva foram monitorados por meio de um pluviômetro instalado no topo da torre. Todos os sensores foram conectados a um multiplexador (modelo AM16/32, Campbell Scientific Inc., Logan, Utah, USA) e a um sistema de aquisição de dados (modelo CR10X, Campbell Scientific Inc., Logan, Utah, USA) programado para realizar medidas a cada 60 s e armazenar médias em intervalos de 15 min.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi quantificada por meio do método do balanço de energia com base na razão de Bowen, que pode ser integrada para escala diária por:

$$ET_c = \sum_{R_n - G > 0}^{i=1} \left(\frac{\left(\frac{R_n - G}{1 + \beta} \right) \times t \times f_{tempo}}{L} \right) \quad (1)$$

em que, R_n = saldo de radiação ($W m^{-2}$); G = fluxo de calor no solo ($W m^{-2}$); β = razão de Bowen (adimensional); t = intervalo de armazenamento dos valores médio (15 minutos); f_{tempo} = fator de ajuste da escala de tempo (60 s); L = calor latente de vaporização ($kJ kg^{-1}$).

Para analisar o controle da cana-de-açúcar ao processo de evapotranspiração foi utilizado o fator de desacoplamento, estimado utilizando a seguinte expressão:

$$\Omega = \left(1 + \frac{\gamma}{\gamma + \Delta} \frac{r_c}{r_a} \right)^{-1} \quad (2)$$

em que, γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹); Δ = declividade da curva de pressão de saturação de vapor d'água (kPa); r_a e r_c = resistências aerodinâmica e do dossel da cultura (s m⁻¹), respectivamente.

O parâmetro Ω varia entre zero e um, onde no caso inferior, as propriedades atmosféricas vento e umidade do ar exercem maior controle sobre a transferência de vapor d'água para atmosfera, haja vista que a evapotranspiração ocorrerá apenas se houver alto déficit de pressão de vapor e baixa resistência aerodinâmica; neste caso diz-se que a superfície vegetada está acoplada com a atmosfera. No caso superior, onde Ω é igual a um, o fluxo de vapor d'água é inibido devido à saturação do ar, com isso, a maior contribuição ao processo de evapotranspiração se deve a entrada de energia na forma de radiação; neste caso diz-se que a superfície está desacoplada com a atmosfera (JARVIS; MCNAUGHTON, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do ciclo, a ETc era baixa (Figura 1A), devido o reduzido índice de área foliar (IAF) e do maior intervalo entre os eventos de irrigação. Contudo, com o decorrer do ciclo, percebe-se que a ETc atinge valores máximos (6 e 8 mm dia⁻¹), em torno dos 150 dias após o corte (DAC), quando a radiação solar global (Rg) e o déficit de pressão de vapor d'água (DPV) foi alto. Houve tendência dos valores Ω serem maiores, indicando o menor acoplamento da cana-de-açúcar devido ao IAF ainda pequeno (Figura 1B). Contudo, ao longo do ciclo, verificou-se que seus valores tenderam a oscilar entre 0,60 e 0,80, com uma ligeira redução nos valores ocorrendo entre os 200 e 300 DAC.

Para o ciclo, os valores de Ω foram, em média, iguais a 0,68, demonstrando um desacoplamento de moderado a alto da cultura. Entretanto, quando não se considerou o período após os 200 DAC, caracterizado pelo início do tombamento, visando retirar seus efeitos sobre os valores de Ω , observou-se pouca alteração no valor médio final, sendo igual a 0,69. Estes resultados indicam que, provavelmente, o sistema solo-clima induziu ao maior controle da cana-de-açúcar no processo de troca de vapor d'água com a atmosfera.

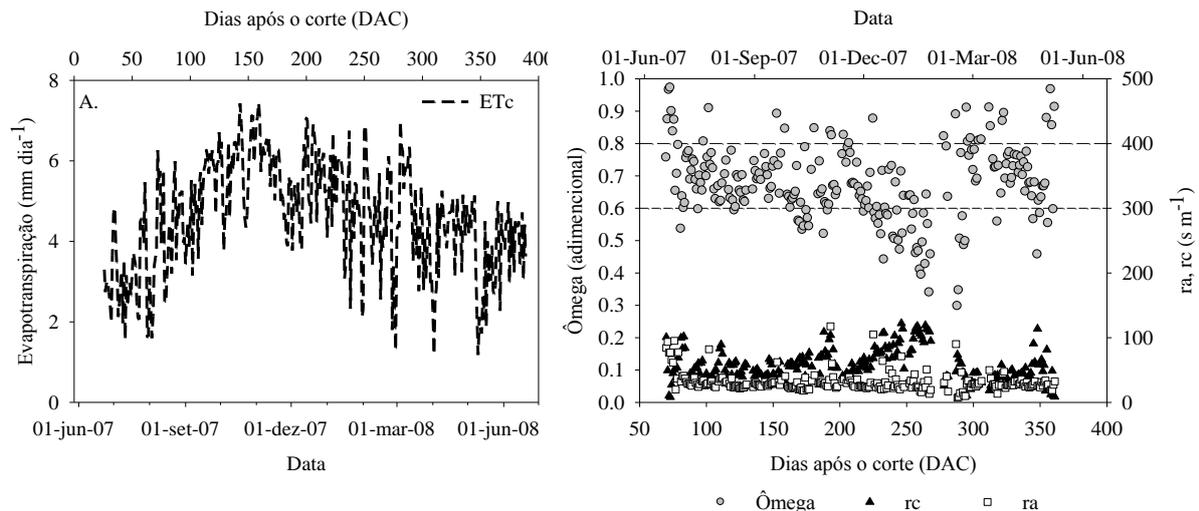


Figura 1. Variação sazonal da evapotranspiração e do fator de desacoplamento ($\hat{\Omega}$) da cultura da cana-de-açúcar irrigada (variedade RB 92579) no ciclo de cana-soca, sob as condições climáticas do Semiárido brasileiro.

Esta diminuição possibilitou inferir que, durante este período, o tombamento da cultura promoveu uma redução na troca de vapor d'água da cana-de-açúcar com a atmosfera, devido a redução da exposição da área foliar às condições ambientais. Neste período (200 a 300 DAC), também foram constatados valores elevados de R_g e DPV e baixos valores de velocidade do vento, ao passo que não foram verificadas reduções expressivas na disponibilidade de água para a cultura. Por outro lado, mesmo sob estas condições de disponibilidade de água, a alta demanda atmosférica associada às características físico-hídricas dos vertissolos, que apresentam baixa condutividade hidráulica, podem restringir a captação de água pela cultura e, reduzir a sua capacidade de atender a demanda atmosférica.

Este valor é inferior ao informado por Meinzer e Grantz (1989), que citam para cultivos irrigados de cana-de-açúcar valores de Ω , em torno de 0,90; contudo mencionam que o uso de água pela cultura sofre variações expressivas apenas quando se tem condições severas de estresse hídrico ($\Omega \sim 0,20$). Para as condições climáticas de Araras-SP, Peres et al. (1997) encontraram valor médio de Ω igual a 0,76 para a cana-de-açúcar irrigada, variedade NA56-79, cultivada em um Latossolo Vermelho-escuro, distrófico, com textura argilosa.

Notoriamente, a resistência da cultura foi elevada durante os 200 e 300 DAC, atingindo valores próximos de 100 s m^{-1} , ao passo que a resistência aerodinâmica não apresentou modificações relevantes nos seus valores (Figura 1B). Ao longo do ciclo, os valores da r_a foram na sua maioria inferiores aos da r_c , indicando que as trocas de LE, por efeito de mecanismos turbulentos, foram mais eficientes, comparadas à transferência de vapor a partir do dossel da cultura (SANTOS; BOUHID, 1999).

Em média, os valores da r_c foram iguais a 58 s m^{-1} , mostrando que a cana-de-açúcar apresentou uma leve resistência ao processo de evapotranspiração. Meinzer & Grantz (1989) obtiveram valores médios de r_c iguais a 34 s m^{-1} para a cana-de-açúcar irrigada, utilizando o método do balanço de energia com base na razão de Bowen. Em escala decenal e mensal, Peres et al. (1999) encontraram valores variando entre 3 e 82 s m^{-1} e 8 e 74 s m^{-1} , com valores médios de 43 s m^{-1} e 42 s m^{-1} , para um cultivo de cana-de-açúcar irrigada em Araras-SP.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro é mais fortemente controlada pelas condições meteorológicas do que pelo controle estomático.

REFERÊNCIAS

- INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v.92, p.185-202, 2005.
- JARVIS, P. G., MCNAUGHTON, K. G. Stomatal control of transpiration: scaling up from leaf to region. **Advances Ecology Research**, v.15, p.1-49, 1986.
- MEINZER, F. C., GRANTZ, D. A. Stomatal control of transpiration from a developing sugarcane canopy. **Plant Cell and Environmental**, v.12, p.635-642, 1989.
- PEREIRA, A. R. The Priestley-Taylor parameter and the decoupling factor for estimating reference evapotranspiration. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.125, p.305-313, 2004.
- PERES, J. G.; PEREIRA, A. R.; FOLEGATTI, M. V. Determinação da resistência do dossel da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) para utilização no modelo de Penman-Monteith. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.1-4, 1999.
- PERES, J. G.; PEREIRA, A. R.; FRIZZONE, J. A.; VILLA NOVA, N. A. Calibração do modelo de Priestley-Taylor para estimar a evapotranspiração potencial da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.77-82, 1997.
- SANTOS, R. Z.; BOUHID, A. R. G. Relações energéticas e aerodinâmicas em uma cultura de feijão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p.11-18, 1999.
- STEDUTO, P.; HSIAO, T. C. Maize canopies under two soil water regimes. I. Diurnal patterns of energy balance, carbon dioxide flux, and canopy conductance. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.89, p.169-184, 1998.
- SUYKER, A. E.; VERMA, S. B. Interannual water vapor and energy exchange in an irrigated maize-based agroecosystem. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.148, p.417-427, 2008.