

ESTUDO PRELIMINAR DOS FLUXOS DE ENERGIA SOBRE A CANA-DE AÇÚCAR NA REGIÃO DA MATA PARAINANA.

CICERA J.R. BORGES¹, VICENTE DE P.R. DA SILVA²,
PEDRO V. DE AZEVEDO³, CARLOS H. DE A. FARIAS⁴, WALKER G.
ALBUQUERQUE⁶, EDISON F.S. DE LIMA⁶, BRUCE K.N SILVA⁷.

¹ Matemático, M.Sc., Doutoranda, Depto de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, UFCG/Campina Grande – PB, e-mail:

cicerasc@yahoo.com.br

² Meteorologista, Prof. Titular Dr., Depto. de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, UFCG/Campina Grande – PB.

³ Agrônomo, Prof. Titular Dr., Depto. de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, UFCG/Campina Grande.

⁴ Agrônomo, Pesquisador da Destilaria Miriri S/A, DSc. em Recursos Naturais/UFCG.

⁵ Engenheiro Agrícola, M.Sc., Doutorando, Depto de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, UFCG/Campina Grande – PB

⁶ Matemático., Especialista em Matemática, Prof substituído CEFET/ Campos de Sousa,IFPB.

⁷ Meteorologista, Mestrando, Depto de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de setembro de 2009 - Grandarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: O balanço de energia baseado na razão de Bowen é geralmente utilizado para determinar os fluxos de energia à superfície. Um experimento de campo foi instalado na Destilaria Miriri S/A, no município de Capim, PB, como o objetivo de determinar os componentes do balanço de energia sobre a cultura da cana-de-açúcar cultivada na região da Mata paraibana. Os resultados evidenciaram a seguinte partição do saldo de radiação (Rn) em função dos fluxos calor latente (LE), calor sensível (H), calor no solo (G) e armazenado no dossel da planta (S): 81; 23; 3,8 e 1% para os fluxos de LE, H, G e S, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: razão de Bowen, balanço de energia, fluxo de calor latente.

A PRELIMINARY STUDY OF THE ENERGY FLUXES ON THE SUGAR CANE IN THE REGION “MATA PARAIBANA”.

ABSTRACT: The energy balance based on Bowen ratio is used for determining the energy fluxes to the crop surfaces. A field experiment was conducted at “Destilaria Miriri S/A”, in Capim, PB, to obtain the energy fluxes components on the sugar cane growth in the “Mata paraibana”. Results showed that the following net radiation (Rn) partition as a function of latent heat flux (LE), sensible heat flux (H), soil heat flux (G) and heat storage on the plant canopy (S): 81; 23; 3,8 e 1% for the fluxes LE, H, G e S, respectively.

KEYWORDS: Bowen ration, energy balance, latent heat flux.

INTRODUÇÃO: A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância socioeconômica para o País, sendo a região centro-sul a maior produtora de seus derivados, como o açúcar e o álcool, seguido da região norte-nordeste (UNICA, 2008). No nordeste do Brasil a sua expansão ocorreu no período de 1970 a 1975 principalmente nos tabuleiros costeiros, por ser uma região que possui características climáticas favoráveis ao plantio da cana-de-açúcar. Diante do exposto, é importante conhecer as necessidades hídricas dessa cultura, objetivando se estabelecer um manejo de irrigação adequado. A evapotranspiração de culturas pode ser determinada por vários métodos, que sejam eles diretos ou indiretos. O balanço de energia baseado na razão de Bowen (BERB) é um método indireto, frequentemente utilizado para quantificar a evapotranspiração de culturas, por se tratar de um método prático e simples de

ser utilizado. A maior exigência desse método é que as medições dos gradientes de temperatura e umidade sejam realizadas no interior da camada limite interna, ou seja, na camada limite em equilíbrio com a superfície. Esse método tem sido bastante empregado por vários pesquisadores na estimativa da evapotranspiração e dos componentes do balanço de energia (SILVA et al., 2001; MOURA et al., 2007; LEÃO et al., 2000). O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento preliminar dos componentes do balanço de energia com base na razão de Bowen na fase de crescimento da cana-de-açúcar, da variedade RB92579, cultivada na região da mata paraibana.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa está sendo realizada na Destilaria Miriri S/A no município de Capim, PB (6,94° S; 35,12°W, 103m de altitude). A área estudada é cultivada com cana-de-açúcar, variedade RB 92579, em regime de sequeiro. Foi instalada uma torre micrometeorológica com sensores que medem os fluxos de saldo de radiação, radiação solar global e refletida, gradientes de temperatura e pressão de vapor do ar, temperatura do ar e velocidade do vento (Figura 1). Foram inseridos dois fluxímetros para medição de fluxo de calor no solo na profundidade de 0,2 m. Os dados estão sendo coletados em um datalogger CR10X conectado a uma placa multiplexadora (AM416). Neste estudo serão utilizados os dados referentes ao período de 19/03/09 a 30/06/09, que corresponde o estágio fenológico de desenvolvimento da cana-de-açúcar.



Figura 1. Torre micrometeorológica na área experimental.

O balanço de energia com base na razão de Bowen foi calculado através da seguinte expressão (ROSENBERG et al., 1983):

$$R_n + LE + H + G + S + P \quad (1)$$

em que R_n é o saldo de radiação, LE (evapotranspiração) e H são os fluxos verticais de calor latente e sensível, respectivamente; G é o fluxo de calor no solo, S é a energia armazenada no dossel vegetativo e P é a energia utilizada no processo fotossintético que não foi considerada, visto que representa menos de 2% do saldo de radiação (Heilman et al., 1994). Todos os termos da Equação (1) são expressos em $W.m^{-2}$.

Os valores de LE e H foram obtidos substituindo-se a razão de Bowen na equação (1), ou seja:

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

$$H = (R_n + LE + G + S) \quad (3)$$

O calor armazenado no dossel foi calculado pela seguinte equação (McCaughey, 1985):

$$S = \frac{\left(\sum \rho_a C_p \Delta h \left(\frac{T_i + T_{i+1}}{2} \right) \right)_{j+1} - \left(\sum \rho_a C_p \Delta h \left(\frac{T_i + T_{i+1}}{2} \right) \right)_j}{1200} \quad (4)$$

em que ρ_{ar} é a densidade do ar ($1,3 \text{ kg m}^{-3}$), c_p é calor específico do ar a pressão constante ($1005 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), Δh é distância vertical entre os sensores de medidas (1 m), T_i é a temperatura do ar numa altura “i” e “j” representa cada instante em que se calculou a temperatura média da camada de ar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Na Figura 2 são exibidas as densidades dos fluxos de calor latente, calor sensível, calor no solo, calor armazenado do dossel e do saldo de radiação sobre a cana-de-açúcar. Esses valores se referem ao período diurno, justamente em que o saldo de radiação é positivo, conforme recomenda HEILMAN et al. (1989).

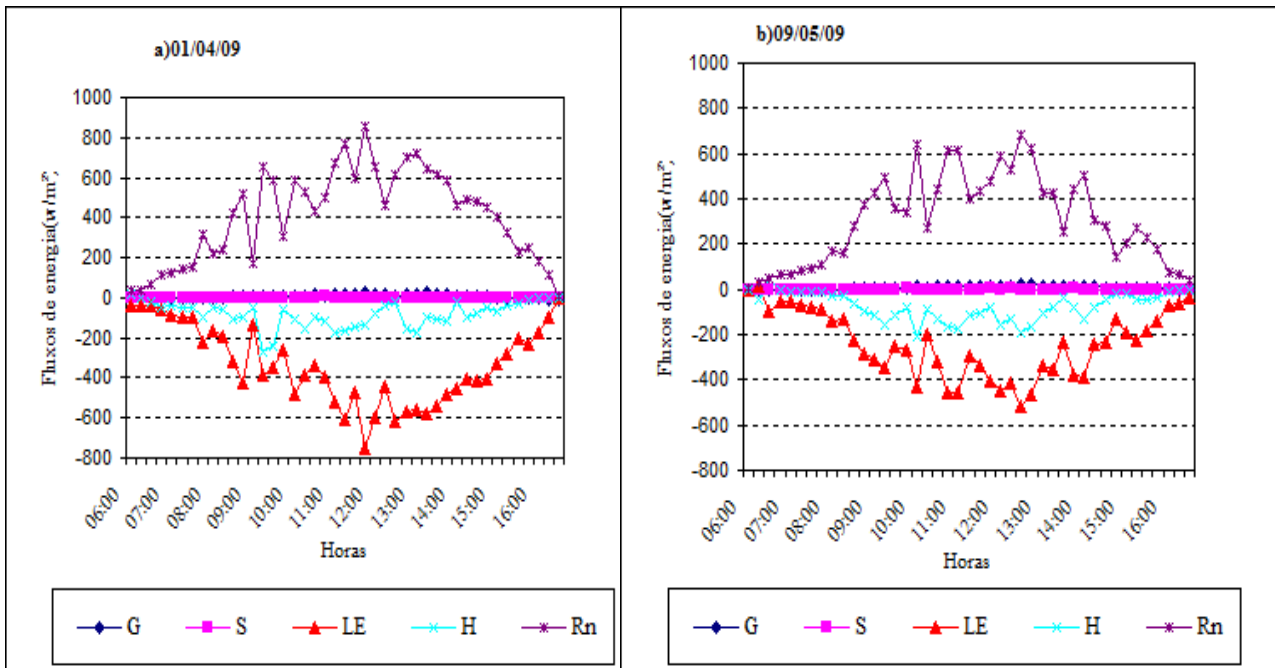


Figura 2. Comportamento diurno do saldo de radiação (R_n), calor latente (LE), calor sensível (H), calor no solo (G) e calor armazenado no dossel da planta (S) durante o estágio fenológico de maturação da cana-de-açúcar, para os dias 01/04/2009 (A) e 09/05/09 (B).

Os valores de R_n e LE sobre a cana-de-açúcar em foram bastante variáveis ao longo do dia devido a presença de nebulosidade existente na região, com valores máximos em torno do meio-dia (Figura 2A). Também se constatou que os valores médios diários durante o dia 01/04/2009 para R_n , LE, H, G e S foram de 405,8; 331,1; 81,5; 7 e 0,19, respectivamente (Figura 2A). Por outro lado, no dia XX/2009 os valores médios diários de R_n , LE, H, G e S foram 308,2; 241; 73,7; 7 e 0,8, respectivamente (Figura 2B). A média de consumo do saldo

de radiação como fluxo de calor latente foi de 81%, que é muito próxima daquela encontrada por MOURA et al, (2007) para a cultura da cana-de-açúcar cultivada na região de Petrolina, PE.

CONCLUSÕES: O calor armazenado no dossel da cana-de-açúcar é praticamente insignificante quando comparado com saldo de radiação. O seu valor correspondeu, durante o período estudado, em torno de 1% do saldo de radiação. O fluxo de calor latente consumiu a maior parte do saldo de radiação (81%) durante o período avaliado, enquanto que o fluxo de calor sensível consumiu 23%, fluxo de calor armazenado no solo consumiu 3,8% e o calor armazenado no dossel da planta consumiu apenas 1% do saldo de radiação.

REFERÊNCIAS:

- HEILMAN, J.L.; BRITTIN, C.L.; NEALE, C.M.U. fetch requirements for Bowen ratio measurements of latent and sensible heat fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.4, p. 261-273, 1989.
- HHEILMAN, J.L; MCLNNES, K.J.; SAVAGE, M.J. Soil and canopy energy in a west Texas vineyard. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.71, n.1, p.99.114. 1994.
- LEÃO, I.B., COSTA, G.B.; SOUSA, A.J.S.; BRAUNER, D.C.; Filho M.R.T. Balanço de energia para uma cultura de cana-de-açúcar no estado de Alagoas. 2000.
http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/86/97. Consultado em: 08.jul. 2009.
- MCCAUGHEY, J.H. Energy balance storage terms in a nature mixed forest at Petawawa, Ontario-a case study. *Boundary Layer Meteorological*. v. 31, n.1, p.89-101. 1985.
- MOURA, M. S. B.; SOARES, J.M.; GURGEL. M. T., SILVA. T. G. F. Balanço de energia na cana-de-açúcar irrigada no submédio São Francisco. (2007).
<http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/handle/CPATSA/36433>. Consultado em:08.jul.2009.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. Microclimate. **The biological environment. 2^o Edition**, Lincoln, Nebraska: John Wiley & Sons, 1983, 495p.
- SILVA. B.B; SILVA.V.P.R.S.; AZEVEDO. P.V.; LOPES. P.M.O.; TEIXEIRA.A.E.C.; SOARES.J.M.; SOBRINHO. J.E. Componentes do balanço de energia em pomar irrigado no nordeste. <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/8996/1/OPB15.pdf>. Consultado em: 08.jul. 2009.
- ÚNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. http://www.unica.com.br/pages/cana_origem.asp. 08 JUL.2009.