

FLUXOS DE ENERGIA DURANTE A FASE DE DESENVOLVIMENTO DOS COLMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

BARBARA DOS S. ESTEVES¹, ELIAS F. DE SOUSA², JOSÉ C. MENDONÇA³,
LIDIANE DE L. LOUSADA⁴, RODRIGO DE A. MUNIZ⁵, ROSELY MENEZES DA
SILVA⁶

¹Eng. Agrônoma, Doutoranda, Lab. de Engenharia Agrícola – LEAG/CCTA/UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, Fone: (0 xx 22) 2739 7286, barbbarase@yahoo.com.br; ²Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Lab. de Engenharia Agrícola – LEAG/CCTA/UENF; ³Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Diretor do SBMET, RJ; ⁴Eng. Agrônoma, Doutoranda, Lab. de Fitotecnia - LFIT/CCTA/UENF; ⁵Eng. Agrônomo, Doutorando, Lab. de Engenharia de Biosistemas - LEB/ESALQ/USP, Piracicaba, SP; ⁶Eng. Agrônoma, Programa Frutificar, RJ.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: O Brasil é um dos principais produtores de cana-de-açúcar do mundo. A cultura da cana-de-açúcar tem grande importância econômica para a região de Campos dos Goytacazes, RJ, sendo um dos seus principais produtos agrícola. O objetivo deste trabalho foi estabelecer o balanço de energia sobre a cultura da cana-de-açúcar, durante a fase de desenvolvimento dos colmos, sob condições não irrigadas em Campos dos Goytacazes, RJ. Para tal, instalou-se uma estação micrometeorológica em uma área de 33 ha, em cultivo comercial da Fazenda Partido, pertencente ao grupo Feliz Terra Agrícola. O período de estiagem influenciou na partição dos fluxos energéticos e no IAF da cultura da cana-de-açúcar. Nas condições analisadas, durante a fase de desenvolvimento dos colmos em Campos dos Goytacazes, RJ, a maior parte da energia disponível (62%) foi consumida pelo fluxo de calor latente.

Palavras-chave: Agrometeorologia, evapotranspiração, Penman-Monteih.

FLOW OF ENERGY DURING THE DEVELOPMENT OF STALKS OF SUGARCANE IN CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

Abstract: Brazil is a leading producer of cane sugar in the world. The cultivation of sugar cane has great economic importance for the region of Campos State, Brazil, one of its main agricultural products. The aim of this study was to establish the energy balance for the cultivation of cane sugar during the development phase of the stalks under non-irrigated in Campos dos Goytacazes. To this end, he settled a micrometeorological station in an area of 33 ha in commercial cultivation of Fazenda Partido, belonging to the Feliz Terra Agrícola. The dry period influenced the partition of energy flows in the IAF and the cultivation of sugarcane. The conditions evaluated during the development phase of the stems in Campos dos Goytacazes, RJ, most of the available energy (62%) was consumed by the latent heat flux.

Keywords: Agrometeorology, evapotranspiration, Penman-Monteih.

1. Introdução:

O Brasil é um dos principais produtores de cana-de-açúcar do mundo. Tal cultura tem grande importância econômica para a região de Campos dos Goytacazes, RJ. Pesquisas relacionadas aos aspectos agrometeorológicos desta cultura são importantes para o entendimento dos

fluxos energéticos e suas trocas com a biomassa e os impactos inerentes a esta atividade agrícola. O manejo adequado da cana-de-açúcar implica em conhecer os padrões de crescimento de cada variedade, fazendo com que as fases de máximo desenvolvimento coincidam com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, permitindo que a cultura expresse todo seu potencial genético (Keating et al., 1999). Em muitos trabalhos, para a estimativa do balanço de energia, é utilizado o método da razão de Bowen (β); sob condições de seca ou de baixa umidade do ar, condição em que há forte advecção, não é aconselhável a utilização deste método. Para uma condição em que o método da razão de β não pode ser utilizado com confiabilidade, os fluxos podem ser obtidos pelo método de Penman-Monteih (PM). O melhor desempenho observado no método de PM, em condições mais secas, se deve principalmente à consideração de informações sobre o potencial hídrico foliar e déficit de pressão de vapor, uma vez que a abertura estomatal é em grande parte controlada pela turgescência e o movimento de água é governado pelo gradiente de potencial hídrico entre a superfície vegetada e a atmosfera (Rodrigues, 2006). O objetivo deste trabalho foi estabelecer o balanço de energia sobre a cultura da cana-de-açúcar, durante a fase de desenvolvimento dos colmos, sob condições não irrigadas em Campos dos Goytacazes, RJ.

2. Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em uma área de 33 hectares, em um cultivo comercial na Fazenda Partido, em Campos dos Goytacazes, RJ (coordenadas geográficas: 21°48'17,1'' sul e 41°16'28,8'' oeste, referidas ao datum WGS84, altitude local de 9 m). A variedade da cana-de-açúcar utilizada foi a SP81-3250, plantada num espaçamento de 1,5 m, estando na ressoca. O solo, que apresenta drenagem moderada, ausência de pedregosidade e propriedades vérticas, foi classificado como Cambissolo Háplico (Embrapa, 2006). Na área do experimento foi instalada no dia 12 de outubro de 2009, uma estação micrometeorológica, 30 dias após o corte, contendo os seguintes sensores: 1 saldo radiômetro NR Lite; 2 piranômetros LI 200 X-Li-cor; 2 termohigrometros HMP45C-L, da Vaissala; 2 anemômetros Met One, da RM Young; 3 fluxímetros HFP01SC-L, da Hukseflux. Todos os dados foram coletados a cada minuto e armazenados em valores médios a cada 15 minutos por um coletor de dados (datalogger) CR21X, da Campbell Scientific. As hastes horizontais foram dispostas a 0,50 m (1ª haste) e a 2,5 m (2ª haste) sobre o dossel, as quais foram elevadas de acordo com o crescimento da cultura. Junto à estação, foi instalado um pluviômetro registrador da Squitter do Brasil, com 0,25 mm de sensibilidade. O método do balanço de energia utilizado para quantificar os fluxos entre a cana-de-açúcar e a atmosfera, foi baseado na Equação 1:

$$Rn = H + LE + G \quad (1)$$

onde: Rn é o saldo de radiação; H é o fluxo de calor sensível; LE é o fluxo de calor latente; G é o fluxo de calor do solo. O fluxo de calor latente foi obtido pela equação de Penman-Monteih (Monteih, 1981) (Equação 2):

$$LE = \frac{sRn + \rho C_p \Delta e}{s + \gamma(1 + r_c / r_a)} \quad (2)$$

em que: Rn é o saldo de radiação ($W m^{-2}$), ρ é a massa especificado ar ($kg m^{-3}$), C_p é o calor específico do ar a pressão constante ($J Kg^{-1} °C^{-1}$), Δe é o déficit de pressão de vapor (KPa), γ é a constante psicrométrica, r_c e r_a são as resistências da cobertura vegetal e aerodinâmica da cultura ao transporte de vapor ($s m^{-1}$) e s é a tangente à curva de pressão de vapor saturante (kPa °C). As resistências da cobertura vegetal e aerodinâmica da cultura foram estimadas pelas Equações 3 e 4, respectivamente:

$$r_c = \frac{500 - 0,85Rn}{IAF} \quad (3)$$

$$r_a = \frac{\ln\left[\frac{(z_u - d)}{z_{om}}\right] \ln\left[\frac{(z_r - d)}{z_{ov}}\right]}{k^2 U_z} \quad (4)$$

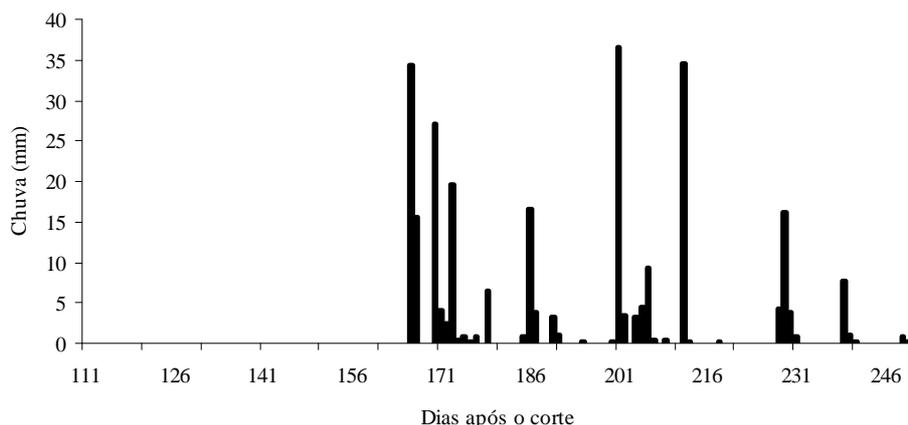
em que: R_n em $\text{cal cm}^{-2}\text{d}^{-1}$; IAF é o índice de área foliar; z_u é a altura da medição da velocidade do vento, em m; z_{om} é o comprimento de rugosidade da cultura para transporte de *momentum*, em m; z_r corresponde a altura da medição da umidade do ar, em m; z_{ov} é o comprimento de rugosidade da cultura para transporte de vapor e calor sensível, em m; k é a constante de von Karman (aproximadamente 0,4); U_z é a velocidade do vento (m s^{-1}) na altura z ; IAF é o índice de área foliar. O d representa o deslocamento do plano zero e foi obtido pela relação 2/3 da altura da cultura. O fluxo do calor sensível (H) foi obtido como resíduo do balanço de energia (Equação 5):

$$H = R_n - LE - G \quad (5)$$

O período analisado foi de janeiro a maio de 2010. Foram realizadas coletas de campo nos 128, 149, 174, 194, 215 e 235 dias após o corte (DAC). Em cada coleta foram obtidas amostras em 40,0 m do cultivo, sendo determinadas a cada metro as massas frescas totais das folhas. As amostras de folhas foram levadas para a determinação da área foliar, que foi realizada com auxílio do equipamento LI-3100 em laboratório, para posterior estimativa da área foliar total e cálculo do IAF (área foliar/área ocupada pela planta).

3. Resultados e discussão

Durante o período analisado, observou-se que o LE correspondeu a maior parte do R_n , representando na média 62% da energia disponível. Na Figura 1 estão apresentadas as chuvas ocorridas no período de estudo. Andre et al. (2009) estudando o balanço de energia para a mesma região, encontrou para os dias analisados durante a fase de desenvolvimento dos colmos, o consumo de 86% do R_n pelo LE. A menor taxa observada no presente estudo pode ser devido ao período prolongado de estiagem (55 dias) que ocorreu no início desta fase. O H representou 31% do consumo de R_n e o G médio foi de 7% da energia disponível. Na Figura 2 está apresentada a variação horária diurna do balanço de energia para um dia representativo da fase de desenvolvimento dos colmos. Os valores médios dos fluxos energéticos durante o desenvolvimento de colmos foram de $349,14 \text{ W m}^{-2}$, $216,18 \text{ W m}^{-2}$, $109,50 \text{ W m}^{-2}$ e $23,46 \text{ W m}^{-2}$, para o R_n , LE, H e G , respectivamente. Durante o período seco foram analisados os 128 e os 149 DAC. Observa-se que para estes dias a porcentagem média de energia consumida por LE foi de 60% do R_n . Para o H , o consumo de energia para os 128 DAC foi de 37%, enquanto que para o G foi de 3%. Observa-se que o IAF para este dia foi de 2,5. Aos 149 DAC o H foi responsável pelo consumo de 29% da energia disponível e o G por 10%. O IAF para este dia foi de 2,3. O menor grau de cobertura do solo, representado pela redução do IAF pode estar relacionado ao acréscimo do G . Após o período de estiagem foram realizadas mais quatro observações durante o desenvolvimento dos colmos. Observa-se que para estes dias selecionados o grau de cobertura do solo é maior em relação aos dias analisados anteriormente e a disponibilidade hídrica também. O IAF para os 174, 194, 215 e 235 DAC, respectivamente, foram de 2,8, 2,9, 3,5 e 3,7. A média de consumo do R_n pelo LE para estes dias foi de 72,5%. Para os 194 DAC observou-se que o LE foi menor em relação à média. Este fato pode ser explicado pela ocorrência de chuva neste dia. A média do consumo de H para os dias analisados foi de 22,8% do R_n e para o G foi de 4,8%.



Na Figura 1. Chuvas ocorridas no período de estudo em Campos dos Goytacazes, RJ, na área experimental.

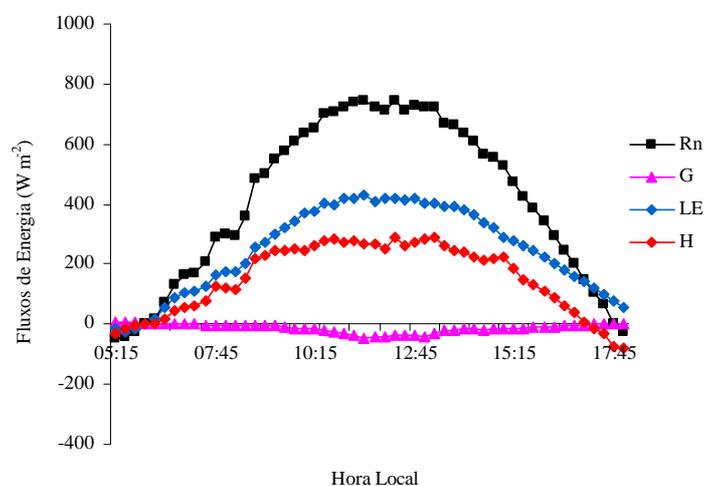


Figura 2. Variação horária diurna do balanço de energia para um dia representativo da fase de desenvolvimento vegetativo.

4. Conclusão

O período de estiagem influenciou na partição dos fluxos energéticos e no IAF da cultura da cana-de-açúcar, durante a fase de desenvolvimento dos colmos. Nas condições analisadas, em Campos dos Goytacazes, RJ, a maior parte da energia disponível (62%) foi consumida pelo fluxo de calor latente.

5. Referências bibliográficas

ANDRÉ, R.G.B; MENDONÇA, J.C.; PINHEIRO, F.M.A.; MARQUES, V. S. MARQUES, J. Aspectos Energéticos do Desenvolvimento da cana-de-açúcar Parte 2: Balanço de energia e Parâmetros Derivados. Revista Brasileira de Meteorologia. 2011. (No prelo)

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

RODRIGUES, H. J.B. Balanço de radiação, energia e fluxo de CO₂ em ecossistema de manguezal na Amazônia. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa. 2006. 120p.

KEATING, B. A.; ROBERTSON, M. J.; MUCHOW, R. C.; HUTH, N. I. Modelling Sugarcane Production Systems I: Development and Performance of the Sugarcane Module. Field Crops Research, Amsterdam, 1999. v. 48, p. 27-36.

MONTEITH, J.L. Evaporation and surface temperature. Q.J. Royal Meteorological Society, London. 1981. v.107, p. 1-27.