

BALANÇO DE ENERGIA EM CULTURA DO MILHO IRRIGADO, ATRAVÉS DE MEDIDAS PIGEOMÉTRICAS

José Leonaldo de SOUZA¹, Iêdo TEODORO², Erisson Cavalcante AMORIM³, Paulo Ricardo Teixeira da SILVA⁴, Gilson MOURA FILHO⁵

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), por conta do seu valor nutritivo, é a segunda espécie mais cultivada no mundo, ficando atrás apenas do arroz (*Oriza sativa* L.) (GODOY, 2002). Por ser uma planta tropical, para se desenvolver e produzir satisfatoriamente exige clima quente e úmido. Pois, seus processos de fotossíntese, respiração, e evapotranspiração são funções diretas da energia disponível no ambiente.

A quantificação dos fluxos de massa e energia na camada próxima à superfície do solo é um dos principais objetivos de análises micrometeorológicas em cultivos agrícola, visando principalmente a estimativa da evapotranspiração da cultura, através da quantificação do fluxo turbulento de calor latente na atmosfera, em intervalos de tempo inferior ou igual a um dia. Para isso, tem sido utilizada a equação simplificada de balanço de energia em sistema cultivado formada pelos componentes, saldo de radiação (R_n), densidade de fluxo de calor latente (λE), densidade de fluxo de calor sensível (H) e densidade de fluxo de calor no solo (G), cuja solução tem sido obtida através da razão $H / \lambda E$, proposta por BOWEN em 1926, determinada via medições de gradientes de temperatura e umidade do ar sobre a cultura (CUNHA et al., 1996).

Nos últimos anos, o balanço de energia por meio da temperatura da superfície radiativa tem sido muito utilizado para se conhecer de que forma a energia disponível nos cultivos agrícolas é utilizada (SMITH et al., 1989).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar a variação dos componentes do balanço de energia, através de medidas pignométricas em função do índice de área foliar (IAF) do milho irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental de Agrometeorologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em Rio Largo – AL (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude).

O milho da variedade BR 106 foi cultivado no período de 1º de janeiro a 22 de abril de 2002, com uma população média de 70.000 plantas por hectare.

O fluxo de G foi medido a 4,0 cm de profundidade, com uma placa de fluxo HFT – 3 da REBS. O R_n e a radiação da superfície (R_s) foram medidos por um radiômetro da Kipp & Zonnen (NET CRN1, série 990170), composto de dois piranômetros e dois pignômetros, a 1,0 m acima da copa das plantas. A temperatura (T_a) e a umidade relativa do ar (UR) foram medidas a 2,0 m do dossel vegetativo, com sensor automático, modelo HMP 45C. Todos instrumentos foram acoplados a uma estação automática de aquisição de dados Micrologger-21XL da Campbell Scientific, programada para fazer

medidas a cada dez segundos e armazenar médias de dez minutos.

A radiação de ondas longas, emitida pela superfície do cultivo, medida com pignômetro, foi utilizada para determinar a temperatura da superfície (T_o) através da expressão:

$$T_o = \sqrt[4]{\frac{E_o}{\epsilon_o \sigma}}$$

onde:

T_o - temperatura da superfície em Kelvin;

E_o - emitância do cultivo de milho, em $MJ m^{-2} h^{-1}$;

ϵ_o - emissividade das folhas do milho, igual a 0,95;

σ - constante de Stefan-Boltzman ($MJ m^{-2} h^{-1} K^{-4}$).

O método da razão de Bowen (β) foi utilizado para fazer o balanço de energia de seis dias, em diferentes fases fenológicas do milho, conforme as expressões:

$$R_n - \lambda E - H - G = 0$$

$$\beta = \frac{H}{\lambda E} \text{ ou } H = \beta \lambda E,$$

$$\beta = \gamma \cdot \frac{(T_o - T_a)}{(e_o - e_a)}$$

γ = coeficiente psicrométrico ($kpa \text{ } ^\circ C^{-1}$),

$e_o = e_s (T_o)$ é a pressão de saturação do vapor d'água (kPa);

$e_a = e (T_a)$, é a pressão do vapor d'água (kPa).

RESULTADOS

Os componentes do balanço de energia foram analisados em relação ao IAF, em seis dias, ao longo do ciclo da cultura (Tabela 01). No dia 15/01, com o IAF em torno de 0,07, o λE , H e G foram 71,14, 25,10 e 3,76% do R_n , respectivamente. O λE foi máximo (80,35%), juntamente com o IAF (4,30), no dia 10/03. Nos dias 01/03 e 10/03, o G e o H apresentaram seus menores valores, -0,82 e 18,86% do R_n , na mesma ordem. Em média, 77,02%, 21,13% e 1,25% da energia disponível no período do cultivo foi usada como λE , H e G .

Na figura 01 observa-se que no início do cultivo, nos dias 15 e 31 de janeiro a densidade de G apresentou valores horários de 0,27 e 0,37 $MJ m^{-2}$. Posteriormente, esses valores diminuíram para 0,21, 0,15 e 0,26 $MJ m^{-2}$ nos dias 17/02 e 01 e 10/03, devido ao aumento do IAF. No final do cultivo (dia 06/04) voltou a aumentar para 0,32 $MJ m^{-2}$, por conta da diminuição do IAF. Os máximos diários ocorreram sempre entre as 12 e 13 horas local.

A densidade de λE foi altamente dependente do R_n e do IAF, com um máximo de 2,17 MJm^{-2} no dia 10/03 quando o R_n foi 2,74 $MJ m^{-2}$, entre as 11 e 12 horas e o IAF de 4,30.

¹ Prof. Dr. do Departamento de Meteorologia, CCEN – MET/UFAL, 57072-970 Maceió-AL. jls@ccen.ufal.br.

² Prof. M.Sc. da Escola Agrotécnica Federal de Satuba - Alagoas.

³ Aluno do curso de Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas

⁴ Mestrando do Curso de pós-graduação em Meteorologia, CCEN - MET/UFAL, Maceió-AL. paulo.ricardo@ccen.ufal.br

⁵ Prof. Dr. do Centro de Ciências Agrárias,CECA/UFAL

CONCLUSÕES

A maior parte do saldo de radiação sobre a cultura do milho foi usada como fluxo de calor latente que tem relação direta com o índice de área foliar. O fluxo de calor sensível foi maior do que o fluxo de energia no solo e os dois diminuem a medida que aumenta o sombreamento da superfície.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, G.R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A., MATENAUER, R. Balanço de energia em cultura de milho. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, V. 4, n. 1, p. 1 – 14, 1996.
 GODOY, R. C. B. Milho, contexto mundial. www.pr.gov.br/seab/deral/cultur14.rtf. Pesquisado na Internet em 2002.

SMITH, R.C.G., BARRS, H.D., MEYER, W.S. Evaporation from irrigated wheat estimated using radiative surface temperature: an operational approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 48, p 331 – 344, 1989.

Tabela 1 - Valores do λE , H e G em porcentagem do R_n , nos seis dias analisados em diferentes fases fenológicas de uma cultura de milho.

Data	I A F	λE (%)	H(%)	G (%)	Total
15/01	0,07	71,14	25,10	3,76	100
31/01	1,5	76,51	22,49	1,00	100
17/02	3,7	78,36	21,77	-0,13	100
01/03	4,3	79,94	20,89	-0,82	100
10/03	4,3	80,35	18,86	0,78	100
06/04	1,7	75,82	21,28	2,89	100
Média		77,02	21,73	1,25	

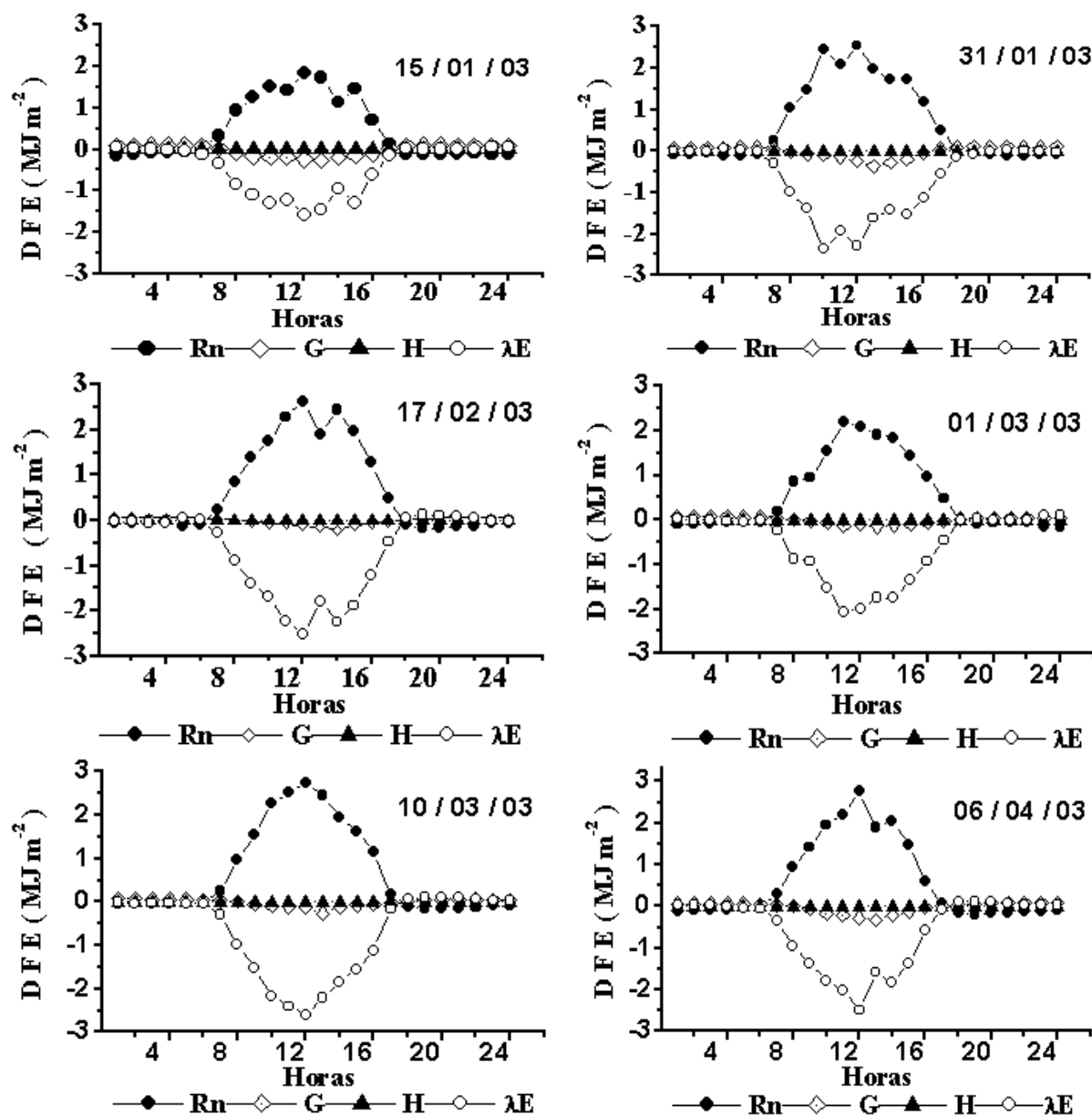


Figura 1 – Componentes do balanço de energia, em diferentes fases de desenvolvimento do milho irrigado, e suas densidades de fluxo de energia (DFE), na região de Rio Largo – AL.

Agradecimentos

FAPEAL, CTPetro, PIBIC/UFAL.