

## BALANÇO DE ENERGIA EM UMA CULTURA DE MILHO (ZEA MAYS) NO CERRADO PELA TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DE VÓRTICES

Sylvia Elaine M. de FARIAS<sup>(1\*)</sup>, Maria Lucia MEIRELLES<sup>(1)</sup>, Antônio Fernando GUERRA<sup>(1)</sup>, Jorge Luiz. M. NOGUEIRA<sup>(2)</sup>, Augusto C. FRANCO<sup>(3)</sup>, Antonio O. MANZI<sup>(2)</sup>, Regina Célia dos S. ALVALÁ<sup>(4)</sup>, Leonardo Deane de A. SÁ<sup>(4)</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

A transformação, em grande escala, de ecossistemas naturais em agroecossistemas vêm sendo responsabilizada ultimamente por problemas causados ao meio ambiente. Estas transformações, responsáveis pelo desequilíbrio energético no sistema solo-planta-atmosfera, interferem dentre outros fatores, no balanço hídrico de uma região. Nas últimas décadas, o Cerrado brasileiro vem sofrendo grandes transformações ambientais dada as altas taxas de desmatamento. Este bioma, é o segundo em extensão do Brasil (2 milhões de km<sup>2</sup>), representando 22% do território nacional. O grande desenvolvimento agrícola na região foi impulsionado pela facilidade de remoção da vegetação nativa e por fatores positivos como temperatura, umidade, luminosidade, topografia, fácil mecanização e grande disponibilidade de cálcio para a correção dos solos (Embrapa Cerrados, 2000). A expansão crescente da área irrigada, na parte central do Cerrado, é reconhecida pelos produtores como alternativa viável para a elevação da produção. O milho é uma das culturas de verão mais cultivadas nas áreas irrigadas do Cerrado, principalmente em épocas em que o produto alcança preços elevados no mercado (Silva et al., 1998).

Técnicas micrometeorológicas têm sido freqüentemente utilizadas para se estudar as interações físicas e energéticas entre superfície e atmosfera. Este trabalho tem por objetivo avaliar o balanço de energia sobre um cultura de milho irrigado em estágio de maturação, utilizando-se da técnica de correlação de vórtices, em uma área no Distrito Federal.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental de 8 hectares está localizada na Embrapa Cerrados (Planaltina, DF), lat. 15°35'30"; long. 47°42'30" e alt. 1007 m. As medições foram realizadas no período de 22 de janeiro a 02 de fevereiro de 2001 que corresponde ao período das chuvas na região. As medidas micrometeorológicas foram realizadas em uma cultura de milho (Zea mays BR106GX3), após 73 e 82 dias de plantio, na fase de maturação. A cultura era irrigada por aspersão quando a tensão de água no solo baixava de 45Kpa, evitando assim o déficit hídrico das plantas. Para efeito de análise, foram escolhidos dois dias (28 e 31/01/2001) ausentes de precipitação, respectivamente com 0,26m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,25m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> de umidade do solo. O índice de área foliar (IAF) médio foi de 4.5 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>.

Os instrumentos para medidas de fluxos e a estação meteorológica automática foram instalados a 4m de altura, sobre a cultura com altura média de 2.5m. Foram obtidos a cada 30 minutos e armazenados em datalogger da CAMPBELL, os valores médios de radiação total (Rt),

radiação fotossinteticamente ativa (RFA), umidade e temperatura do ar, temperatura do solo e velocidade e direção do vento.

O balanço de energia representa a contabilidade das interações dos diversos tipos de energia com a superfície. O balanço de energia para vegetação alta pode ser expressado como:

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

Sendo: R<sub>n</sub> o saldo de radiação; LE, o calor latente; H o calor sensível para aquecer o ar; G o calor sensível para aquecer o solo; P, aquecimento das plantas e F a energia utilizada na fotossíntese. O calor armazenado nas plantas é apenas significativo em vegetações de grande porte. F, utiliza, em média, 3% de R<sub>n</sub> e G, dependendo da cobertura da vegetação, sendo pequeno em relação aos outros componentes (Pereira et al., 1997).

R<sub>n</sub> foi obtido por um radiômetro líquido e corrigido em relação a velocidade do vento. G foi obtido por placas de solo inseridas a 8 cm de profundidade e acrescido pela energia armazenada calculada por (Mayocchi e Bristow, 1995):

$$S = C_v \left( \frac{\Delta T}{\Delta t} \right) dZ \quad (2)$$

sendo: S a energia armazenada no solo; C<sub>v</sub> a capacidade calorífica do solo úmido; ΔT/Δt a variação de temperatura do solo acima das placas na unidade de tempo e dZ, a profundidade das placas (0.8m). A técnica da correlação de vórtices (Swbank, 1951) foi utilizada para a obtenção de LE e H. Ela permite a medição direta dos fluxos em uma determinada altura necessitando de instrumentos de resposta rápida capazes de detectar as rápidas variações na velocidade vertical de vento dos vórtices de transporte. Os dados foram obtidos em uma frequência de 16Hz por meio de um anemômetro sônico tridimensional e um higrômetro, ambos da marca CAMPBELL, sendo posteriormente corrigidos para as mudanças na densidade do ar. As densidades dos fluxos H e LE foram calculadas a cada 30 min por (Oke, 1987):

$$H = -\rho \cdot C_p \cdot \overline{w'T'} \quad (3)$$

$$LE = -\rho \lambda \overline{w'q'} \quad (4)$$

sendo: p a pressão atmosférica; C<sub>p</sub> o calor específico do ar; w' o desvio da média para a velocidade vertical do vento; T' o desvio para a temperatura sônica; λ calor latente de evaporação e q' o desvio para a umidade específica do ar atmosférico.

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os tipos de energia que interagem com a superfície, para dois dias distintos sem precipitação, é representadas

(1\*) - Bolsista DCR-CNPq. Embrapa Cerrados. Rod. Brasília-Fortaleza. BR.020. Km. 18 - Planaltina DF. CEP: 73301970. Caixa Postal: 08223 FAX.: (061) 388-9879. Sylvia@cpac.embrapa.br.

<sup>1</sup> Pesquisador Ph.D. Embrapa Cerrados.

<sup>2</sup> Pesquisador Ph.D. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE)

<sup>3</sup> Professor Ph.D. Universidade de Brasília (UnB)

<sup>4</sup> Pesquisador Ph.D. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

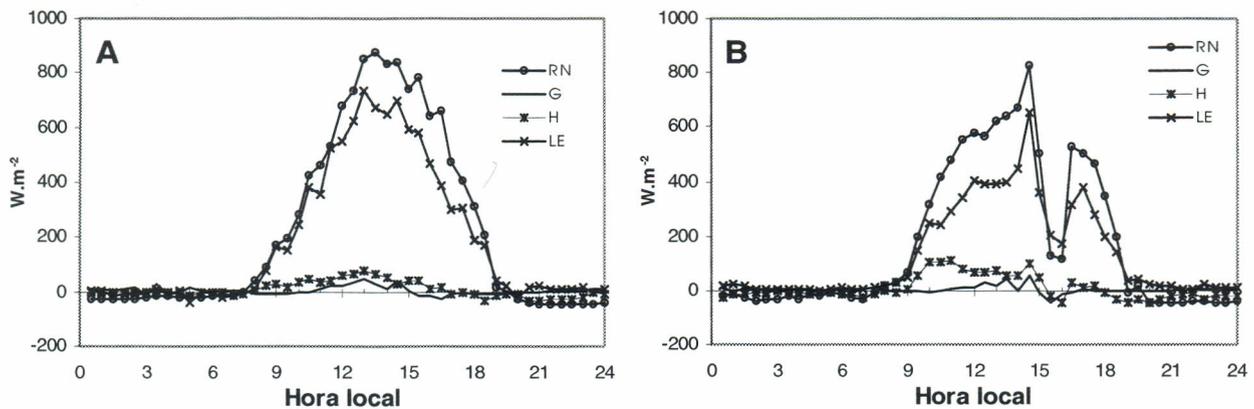


Figura 1 – Variação horária dos componentes do balanço de energia para os dias 28 (A) e 31 (B) de janeiro de 2001

na Figura 1. Os componentes micrometeorológicos do balanço de energia foram máximos durante o período diurno (7 às 19 h) onde os valores de Rn foram superiores a LE, situação inversa aconteceu para o período noturno. Durante o período diurno, a maior parte da energia foi utilizada na evapotranspiração da cultura onde LE representou 78,9% (28/01) e 76,4% (31/01) de Rn. Uma queda brusca dos fluxos de Rn e LE no dia 31, no período entre às 15 e 16 h (Figura 1B), é explicada pela presença de nuvens. A evapotranspiração foi de 16,40mm hora<sup>-1</sup> no dia 28/01 (com sol) e de 12,75mm hora<sup>-1</sup> no dia 31/01 (com nuvens). A cultura não apresentou déficit hídrico já que a taxa evapotranspirativa acompanhou as variações de Rn. A maior porcentagem de H, foi observada para o dia 31/01, cerca de 3,62% maior que o de 28/01. Durante o período diurno, geralmente o transporte de calor sensível ocorreu do solo mais quente para a atmosfera mais fria e da atmosfera para o solo no período noturno.

Foi calculada a razão de Bowen ( $\beta$ ) que corresponde a relação H/LE (Bowen, 1926). Os valores de  $\beta$  no período diurno foram 0,07 (28/01) e 0,13 (31/01).

Valores de G no período diurno não ultrapassaram o percentual de 1,5% de Rn. A radiação total (Rt) máxima foi de 1156 w m<sup>-2</sup> (13h30min de 28/01) e 1068 w m<sup>-2</sup> (14h30min de 31/01). A radiação fotossinteticamente ativa correspondeu a 58% (28/01) e 60% (31/01) de Rt. A umidade relativa do ar variou de 92% (7h) a 38,7% (17h) no dia 28/01 e de 88,9% (8h) a 46,4% (14h30min) no dia 31/01. A demanda evapotranspirativa atmosférica foi bastante alta em horários com altos valores de Rt e baixos valores de umidade relativa.

#### 4. CONCLUSÕES

A comparação do balanço de energia entre um dia com sol e outro com nuvens, demonstrou que a cultura de milho irrigado no Cerrado apresentava fortes características de um agroecossistema sem déficit hídrico em um ambiente com forte demanda evapotranspirativa. A técnica de correlação de vórtices apresentou robustez para as condições microclimáticas existentes, já que, com base nos fluxos obtidos, a equação do balanço de energia aproximou-se de seu fechamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BOWEN, I. S. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Physical review*, Ser.2, v.27, p.779-787, 1926.
- EMBRAPA CERRADOS. *II Plano Diretor 2000-2003*. 32p. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. (Documentos,15).
- MAYOCCHI, C.L.; BRISTOW. Soil surface heat flux: some general question and comments on measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.75, p.43-50, 1995.
- OKE, T.R. *Boundary layer climates*. 2.ed, London: Routledge, 1987. 435p.
- PEREIRA, A.R; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- SILVA, E.M. da; AZEVEDO, J.A. de; GUERRA, A.F.; FIGUEIRÊDO, S.F.; ANDRADE, L.M. de; ANTONINI, J.C.dos A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M.A.; SILVA, E.L.; VILELA, L.A.A.; SILVA, A.M. *Manejo de Irrigação*. Poços de Caldas: UFLA, 1998. p.239-280.
- SWINBANK, W.C. The measurement of vertical transfer of heat and water vapor by eddies in the lower atmosphere. *Journal of Meteorology*, v.8, n.3, p.135-145, 1951.