

# PARTIÇÃO DOS COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.)).

LEONARDO DE OLIVEIRA NEVES<sup>1</sup>, JOSÉ MARIA NOGUEIRA DA COSTA<sup>2</sup>,  
ANTONIO CARLOS LOLA DA COSTA<sup>3</sup>, WILLIAMS PINTO MARQUES FERREIRA<sup>4</sup>,  
VANDA MARIA ANDRADE<sup>5</sup>, FERNANDA ABREU OLIVEIRA<sup>6</sup>, EVANDRO CHAVES  
DE OLIVEIRA<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Doutorando em Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa – (UFV). Fone: (0xx31) 3899 1901, [grupoartimanha@hotmail.com](mailto:grupoartimanha@hotmail.com) - Bolsista CAPES

<sup>2</sup> PH.D.Prof. Titular – Universidade Federal de Viçosa – (UFV). Fone: (0xx31) 3899 1898, [jmncosta@yahoo.com](mailto:jmncosta@yahoo.com)

<sup>3</sup> DS. Prof. Adjunto – Universidade Federal do Pará – (UFPA). Fone: (0xx91) 3183 1207,

<sup>4</sup> DS. Pesquisador EMBRAPA. Fone: (0xx19) 3256 6030, [williams@cnpms.embrapa.br](mailto:williams@cnpms.embrapa.br)

<sup>5</sup>Meteorologista, Doutoranda em Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa – (UFV). Fone: (0xx31) 3899 1901, [vanda007@yahoo.com](mailto:vanda007@yahoo.com) - Bolsista FAPEMIG

<sup>6</sup>Engenheira Agrônoma – Mestranda em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa (UFV), Fone: (0xx31) 3899 3469, [abreu.fernanda@uol.com.br](mailto:abreu.fernanda@uol.com.br), Bolsista CAPES

<sup>7</sup>Meteorologista, Doutorando em Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa – (UFV). Fone: (0xx31) 3899 1901, [tche\\_chaves@yahoo.com](mailto:tche_chaves@yahoo.com) - Bolsista CNPQ

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia  
02 a 05 de julho de 2007 – Aracajú-SE

**RESUMO:** O presente estudo teve como objetivo analisar a partição do saldo de radiação em seus componentes de calor latente e calor sensível na cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.)). Foram coletados, os dados das variáveis meteorológicas e dos fluxos de calor sensível e calores latentes na cidade de Tracuateua, estado do Pará, no período de agosto a setembro de 2002. Os dados de fluxos de calor latente e calor sensível foram obtidos pela técnica da covariância dos vórtices turbulentos (Eddy Correlation), processados pelo software *EDISOL* em médias horárias diurnas. O fluxo de calor sensível foi o termo dominante no balanço de energia com uma contribuição duas vezes maior que a contribuição do fluxo de calor latente.

**PALAVRAS-CHAVES:** fluxo de calor latente, fluxo de calor sensível, balanço de energia.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze the partition of net radiation in latent end sensible heat components for the cowpea crop (*Vigna unguiculata* (L.)). Meteorological variables, latent and sensible heat fluxes were collected in the city of Tracuateua, State of Pará, from August to September of 2002. The data of latent and sensible heat fluxes were obtained by using the Eddy correlation technique. These data were processed by the software *EDISOL* in daily hourly averages. The sensible heat flux was the dominant term in the energy balance, contributing two times more than the latent heat flux.

**KEYWORDS:** latent heat flux, sensible heat flux, energy balance

**INTRODUÇÃO:** O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma importante fonte de proteína para as populações de baixa renda, sendo bastante consumido nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Por ser uma espécie leguminosa, com facilidade para fixar nitrogênio, o feijão caupi possui fácil adaptação a solos com baixa fertilidade (ELOWAD e HALL, 1987).

Utilizando a técnica da covariância dos vórtices turbulentos para estimar o balanço de energia na cultura do feijão caupi, SAN JOSE et al. (2003) compararam a variação dos fluxos de energia durante o ciclo fenológico de duas variedades da cultura. Constataram que o fluxo de calor latente foi o principal termo do balanço de energia, representando, em média, 84% da energia disponível para as variedades analisadas. A técnica da covariância constitui uma importante ferramenta na quantificação dos fluxos de CO<sub>2</sub>, vapor d'água e energia, sendo reconhecida, atualmente, como a forma mais direta e confiável para o monitoramento de longo prazo dos fluxos em ecossistemas agrícolas (BALDOCCHI, 2003).

Este trabalho teve como objetivo estimar o saldo de radiação e analisar a partição dos componentes do balanço de energia para a cultura do feijão caupi.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O sítio experimental está localizado na cidade de Tracuateua (01° 00' 38.6" S; 46° 50' 58.1" W), no estado do Pará. As medidas do balanço de energia foram realizadas numa área de 70 hectares cultivada com feijão caupi durante o período de agosto a setembro de 2002. As sementes foram distribuídas em sulco de plantio com o espaçamento de 60 cm entre linhas e 20 cm nas linhas de plantio, e foi feita a adubação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na concentração de 40-20-20.

As medições do saldo de radiação e radiação solar global foram obtidas em uma estação meteorológica automática, instalada no topo de uma torre micrometeorológica de 7 metros de altura. Os dados das variáveis medidas foram processados em médias horárias diurnas, compreendendo os horários das 8:00 às 17:00 horas. Posteriormente, esses dados foram organizados em planilhas Excel para processamento e realização das análises estatísticas.

Foi utilizado o método do balanço de energia para quantificar os fluxos de calor sensível e de calor latente entre a cultura do feijão caupi e a atmosfera, sendo feita uma análise deste balanço ao longo de todo o período.

Os fluxos de calor latente e de calor sensível foram obtidos a partir da técnica de covariância dos vórtices turbulentos (Eddy Correlation). Foi utilizado o sistema *EDISOL*, desenvolvido na University of Edinburgh por John Moncrieff. O sistema *EDISOL* descrito por MONCRIEFF *et al.*, (1997), utiliza uma instrumentação comercialmente disponível, tais como: um anemômetro sônico de três eixos (Gill A1012R3), para medições instantâneas dos componentes da velocidade do vento; e um analisador de gás na faixa do infravermelho (LI-COR 6262) para medir as concentrações de CO<sub>2</sub> e de vapor d'água utilizados nos cálculos dos fluxos.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

### RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E OS COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA

Os valores da radiação solar global e dos componentes do balanço de energia estão ilustrados na Figura 1. A radiação solar global variou de 241,4 W.m<sup>-2</sup> a 874,9 W.m<sup>-2</sup>, com uma média para o período de 609,3 ± 228,7 W.m<sup>-2</sup>. Os valores máximos, conforme era esperado, ocorreram ao meio-dia com um valor médio de 874,9 W.m<sup>-2</sup>. O saldo de radiação teve um comportamento semelhante ao da radiação solar global, com uma variação média horária para o período diurno, no horário entre 8:00 e 17:00 horas, de 132,2 W.m<sup>-2</sup> a 547,5 W.m<sup>-2</sup> e uma média horária de 374,1±152,2 W.m<sup>-2</sup>. A análise dos componentes do balanço de energia foi realizada com base em dados representativos de medições feitas ao longo de todo período experimental. A

variação dos fluxos de calor sensível e calor latente foram similares a variação da radiação solar global e a do saldo de radiação. Seus valores variaram de 102,1  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  a 340,9  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , com uma média de  $220,6\pm 66,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  e 27,0  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  a 106,6  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , com uma média de  $80,1\pm 34,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , para os fluxos de calor sensível e calor latente, respectivamente. O predomínio do fluxo de calor sensível sobre o fluxo de calor latente na partição do saldo de radiação é bem evidenciado para todo o período, devido às condições de baixa umidade do solo resultante da não ocorrência de chuva.

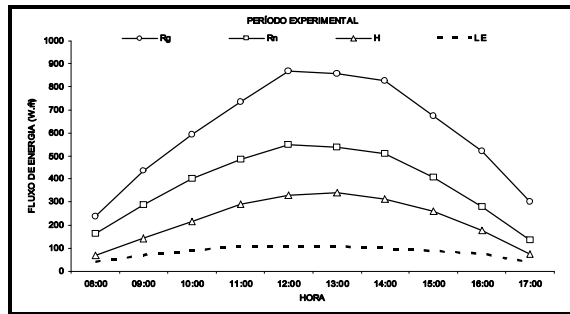


Figura 1. Valores médios horários da radiação solar global e dos componentes do balanço de energia, correspondentes ao período experimental.

A variação da partição do saldo de radiação em fluxo de calor latente e fluxo de calor sensível pode ser visualizada na Figura 2. A partição do saldo de radiação, em relação ao fluxo de calor sensível, variou de 0,41 a 0,64, com uma média de  $0,58\pm 0,07$ , e em relação ao fluxo de calor latente variou de 0,20 a 0,27, com uma média de  $0,23\pm 0,03$ . Esses resultados contrastaram com os obtidos por SAN JOSE et al., (2003), na Venezuela, sob condições irrigadas.

A Figura 3 apresenta a variação da razão entre a radiação solar global e o saldo de radiação. Essa razão apresentou uma tendência de decréscimo a partir da fase vegetativa, em agosto, até a maturação fisiológica, em setembro. A variação média para todo o período foi de  $0,62\pm 0,02$ . Resultados obtidos por LIMA (2005), em pesquisa realizada para o feijão caupi no brejo paraibano ( $6^{\circ}58' \text{ S}$ ;  $35^{\circ}41' \text{ W}$ ), apresentaram valores médios dessa razão de 0,71.

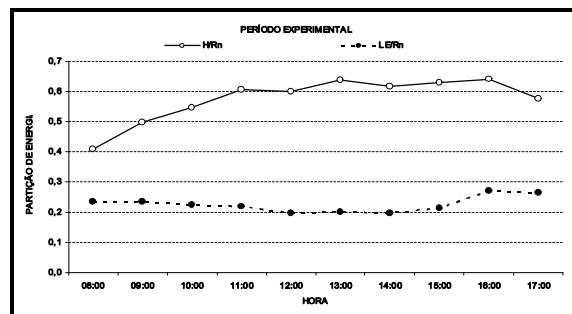


Figura 2. Variação horária da partição do saldo de radiação em fluxos de calor latente e calor sensível para o período experimental.

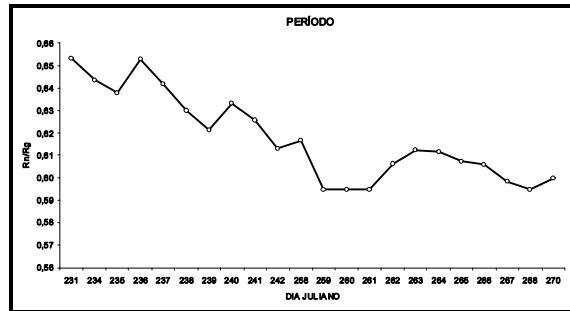


Figura 3. Variação da razão entre a radiação solar global e o saldo de radiação para o período experimental.

### CONCLUSÕES:

Ao longo de todo o período a maior parte do saldo de radiação foi utilizada para aquecer a superfície e a atmosfera acima da cultura. O fluxo de calor sensível foi o termo dominante no balanço de energia com uma contribuição duas vezes maior que a do fluxo de calor latente.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AZEVEDO, P.V., TEIXEIRAS, A.H.C., SILVA, B.B., SOARES, J.M., SARAIVA, F.A.M. Avaliação da reflectância e do saldo de radiação sobre um cultivo de videira europeia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 1-7, 1997.
- BALDOCCHI, D.D. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. **Global Change Biology**, v. 9, p.479-492, 2003.
- CUNHA, G.C., de PAULA, R.F., BERGAMASCHI, H., SAIBRO, J.C., BERLATO, M.A. Balanço de radiação em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 1-10, 1993.
- ELOWAD, H.O.A., HALL, A.E. Influences of early and late nitrogen fertilization on yield and nitrogen fixation of cowpea under well-watered and dry field conditions. **Field Crops Res.**, v.15, p.229-244, 1987
- LIMA, J.R.S., ANTONINO, A.C.D., SOARES, W.A., BORGES, E., SILVA, I.F., LIRA, C.A.B.O., SOUZA, C. Balanço de energia em solo cultivado com feijão caupi no brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2005.
- MONCRIEFF, J.M., MASSHEDER, H., de BRUIN, J., ELBERS, T., FRIBOG, B. HEUSINKVELD, KABAT, P., SCOTT, S., SOEGAARD, H., VERHOEF, A. A system to measure surface fluxes of momentum, sensible heat, water vapour and carbon dioxide. **Journal de Hydrology**, p.188-189, 1997.
- SAN JOSÉ, J.J., BRACHO, R., MONTES, R., NIKONOVA N. Comparative energy exchange from cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp cvs. TC-9-6 and M-28-6-6) with differences in canopy architectures and growth durations at the Orinoco llanos. **Agricultura Forest Meteorology**. v.116, p. 197-219, 2003.