



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA NUM SOLO CULTIVADO COM MAMONA NO BREJO PARAIBANO*

José Romualdo de Sousa Lima¹, Antonio Celso Dantas Antonino, Ivandro de França da Silva¹, Cícero de Souza¹, Carlos Alberto Brayner de O. Lira² (1) UFPB/CCA/DSEER, Campus II, 58.397-000, Areia, PB. e-mail: romualdosolo@yahoo.com; ivandro@cca.ufpb.br; cicerosolos@hotmail.com; (2) UFPE/DEN, Av. Prof. Luís Freire, 1000, 50740-540, Recife, PE. E-mail: acda@ufpe.br; cabol@ufpe.br.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo quantificar os componentes do balanço de energia numa cultura de mamona nos primeiros 60 dias, nas condições do Brejo Paraibano. Para tal, foi instalado um experimento numa área de quatro ha do CCA/UFPB, Areia-PB, georeferenciada sob as coordenadas 6° 58' S; 35° 41' W e altitude 620 m. Para a determinação do balanço de energia, a área foi instrumentada com um pluviômetro, um piranômetro, um radiômetro e sensores para medidas da temperatura, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento, em quatro níveis acima do dossel da cultura. Dois pontos, no solo foram instrumentados, cada um com duas sondas térmicas instaladas horizontalmente nas profundidades de $z_1 = 0,02$ m e $z_2 = 0,08$ m, e um fluxímetro, para a medida do fluxo de calor no solo, a $z_1 = 0,05$ m. Essas medidas foram armazenadas a cada 30 minutos numa central de aquisição de dados. Verificou-se que a radiação global transformada em radiação líquida teve um valor médio de 65%. A radiação líquida foi utilizada, em média, como 51%, 38% e 11%, nos fluxos de calor latente, de calor sensível e de calor no solo, respectivamente. O valor médio da evapotranspiração da mamona foi de 1,84 mm d⁻¹.

INTRODUÇÃO

O Brasil importa 18% do óleo diesel que consome, a um custo de US\$ 1,22 bilhões (dados de 2001). Para realizar a substituição do combustível, é necessária a produção de óleo vegetal em larga escala. Isso só poderá ser feito, a partir da soja, do dendê, do girassol, do babaçu e da mamona, o que representará sua expansão em várias regiões (MCT, 2003).

O uso de óleo de mamona para produção de biodiesel, um sucedâneo do diesel, é uma das alternativas brasileiras para redução da importação de petróleo e da emissão de poluentes e gases de "Efeito Estufa" na atmosfera. A criação desta demanda para o óleo de mamona proporcionará o aumento das áreas agrícolas exploradas com a cultura, gerando milhares de postos de trabalho diretos e indiretos (BELTRÃO et al., 2004).

Apesar da grande importância da cultura da mamona, não foram realizados até o momento estudos com relação à eficiência do uso de água pela cultura. A partição da precipitação pluvial que atinge o solo em evaporação, transpiração, infiltração e/ou escoamento superficial é controlada, principalmente, pela interface solo-biosfera-atmosfera. Os processos envolvidos nestas trocas de



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

energia e massa são numerosos e complexos: transferência na zona não saturada, infiltração, extração pelo sistema radicular da planta, para o seu crescimento e manutenção, além dos fluxos turbulentos acima e dentro da cobertura vegetal (BRAUD et al., 1995).

Os estudos dos componentes do balanço de energia são de fundamental importância para a compreensão dos processos que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera, sendo assim esse trabalho teve como objetivo avaliar os componentes do balanço de energia (radiação líquida, fluxo de calor latente, fluxo de calor sensível, fluxo de calor no solo) num solo cultivado com mamona, nos primeiros 60 dias, nas condições do Brejo Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

As medidas para a realização do balanço de energia foram efetuadas numa área de 4,0 ha localizada na fazenda Chã de Jardim, pertencente ao CCA/UFPB (6°58'12" S; 35°42'15" O; e altitude de 620 m). O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 1999).

No dia 16 de junho de 2004, sementes de mamona da cultivar BRS 149 Nordestina foram plantadas manualmente no espaçamento de 3,0 m x 1,0 m, com uma planta por cova. A emergência das sementes ocorreu no dia 25/06/2004, sendo que os dados utilizados nesse trabalho correspondem ao período de 07/07/2004 a 23/08/2004 (13-60 DAE, dias após a emergência).

Para a realização do balanço de energia foi instalada uma torre instrumental no centro da área contendo quatro sensores de medidas da temperatura, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento. Além desses sensores, foi instalado um piranômetro, para a medida da radiação global, um radiômetro para as medições da radiação líquida e um pluviógrafo, para a medida da precipitação pluvial. Para a medida do fluxo de calor no solo, foram instalados fluxímetros em dois pontos numa profundidade $z_1 = 0,05$ m, juntamente com um sensor de umidade do solo na mesma profundidade, além de duas sondas térmicas instaladas horizontalmente nas profundidades de $z_1 = 0,02$ m e $z_2 = 0,08$ m. Todas as medidas citadas acima foram armazenadas como médias a cada 30 minutos, a exceção da pluviometria onde foi calculado seu valor total, em um sistema de aquisição de dados CR 10x da Campbell Scientific.

O balanço de energia na superfície do solo pode ser calculado por meio da equação de Perez et al. (1999) com a seguinte expressão:

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

Em que: Rn - radiação líquida ($W m^{-2}$); G - fluxo de calor no solo ($W m^{-2}$); H - fluxo de calor sensível ($W m^{-2}$); e LE - fluxo de calor latente ($W m^{-2}$).

A partição da energia disponível ($Rn-G$) entre fluxo de calor latente e fluxo de calor sensível



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

pode ser obtida pelo método do balanço de energia – razão de Bowen (PEREZ et al., 1999):

$$\beta = \frac{H}{LE} = \gamma \frac{\Delta T}{\Delta e} \quad (2)$$

Em que: γ - constante psicrométrica ($0,066 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); ΔT - diferença de temperatura do ar ($^\circ\text{C}$); e Δe - diferença de pressão de vapor (kPa).

A partir da equação do balanço de energia (equação 1), utilizando-se a razão de Bowen (β) (equação 2), procedeu-se o cálculo dos fluxos de calor latente (LE) (equação 3) e calor sensível (H) (equação 4):

$$LE = \frac{Rn - G}{1 + \beta} \quad (3)$$

$$H = \frac{\beta}{1 + \beta} (Rn - G) \quad (4)$$

A taxa de evapotranspiração da cultura (mm) foi obtida dividindo-se o fluxo de calor latente pelo calor latente de vaporização, considerado como constante ($2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial, juntamente com a evapotranspiração diária da mamona durante o período de estudo é apresentada na figura 1. Observa-se que ocorreu no período de 07/07/2004 a 23/08/2004 um total de chuvas de 86,6 mm, sendo que dos 21 aos 24 DAE choveu 43,2 mm, ou seja, 50% de toda precipitação. Verifica-se, ainda, que dos 48 dias de estudo, 22 foram sem precipitação pluvial, sendo que em 23 dias ocorreram precipitações de até 10 mm e somente 3 dias tiveram precipitações maiores do que 10 mm, sendo que a maior precipitação pluviométrica (16,7 mm) ocorreu aos 21 DAE. Quanto a evapotranspiração da mamona, observa-se que os seus valores seguiram as variações da precipitação, com os valores mais elevados, ocorrendo logo após um evento de precipitação pluviométrica, sendo seu valor total de 88,3 mm e seu valor médio de $1,84 \text{ mm d}^{-1}$.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

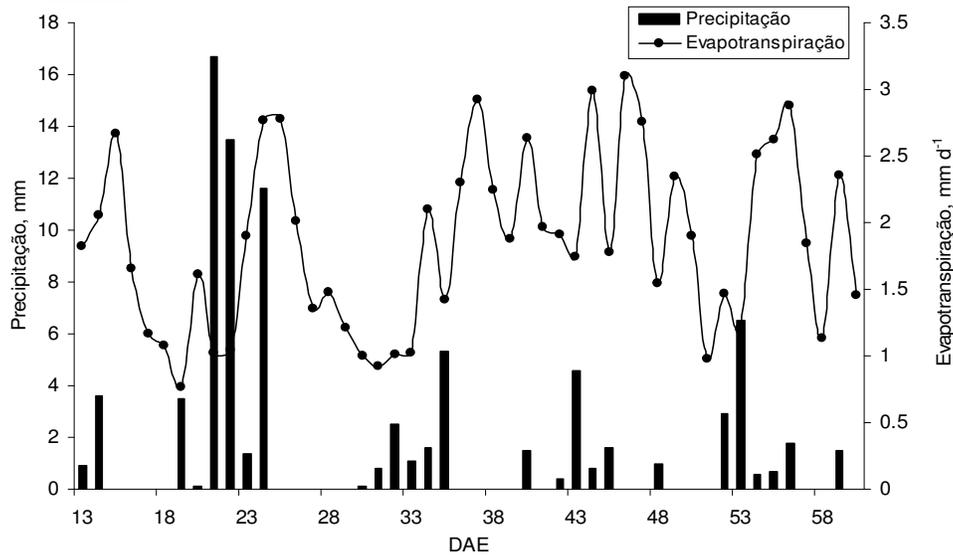


Figura 1. Precipitação pluviométrica e evapotranspiração da mamona durante o período de 07/07/2004 a 23/08/2004 em Areia-PB.

Na figura 2 é apresentada a variação diária da razão entre a radiação líquida (R_n) e a radiação global (R_g), bem como os valores da partição da radiação líquida entre os fluxos de calor latente (LE), sensível (H) e no solo (G).

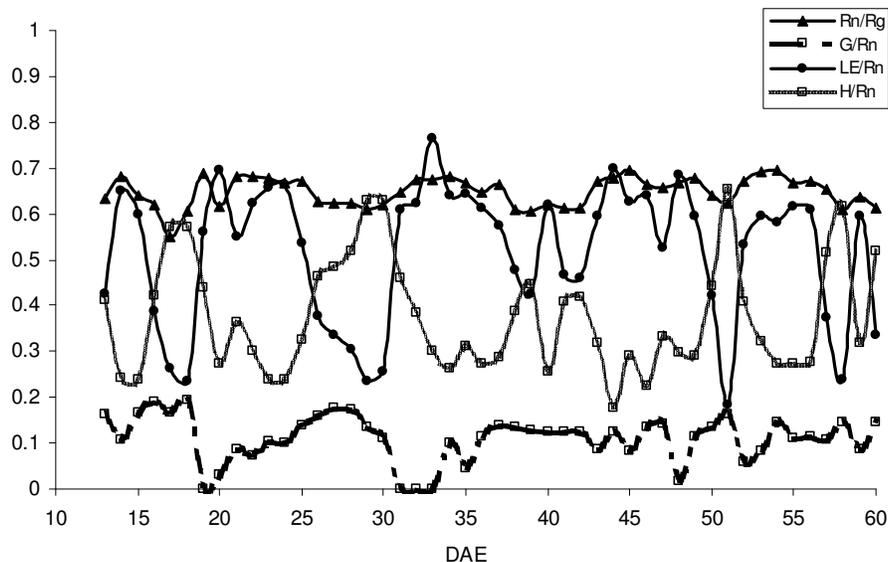


Figura 2. Variação diária da razão entre a radiação líquida (R_n) e a radiação solar global (R_g), e entre a radiação líquida e os fluxos de calor latente (LE), sensível (H) e no solo (G), na cultura da mamona, durante o período de 07/07/2004 a 23/08/2004 em Areia-PB.

Observa-se que a fração de radiação solar global (R_g) transformada em energia disponível ao



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

sistema, ou seja, radiação líquida (R_n), apresenta uma distribuição regular, com um valor médio de $0,65 \pm 0,03$, alcançando um valor máximo de 0,70 aos 45 e 54 DAE e um valor mínimo de 0,55 aos 17 DAE. Observa-se, ainda nessa figura, que a maior porção da R_n foi utilizada como fluxo de calor latente (LE), com um valor médio de $0,51 \pm 0,15$. Os menores valores (0,18 a 0,24) foram encontrados nos períodos sem precipitação pluvial. O valor médio da porção da radiação líquida utilizada como fluxo de calor sensível (H) foi $0,38 \pm 0,12$, com os maiores valores (0,62 a 0,65) ocorrendo nos períodos de menor quantidade de chuvas. Já a porção da radiação líquida (R_n) utilizada para o fluxo de calor no solo (G), teve um valor médio de $0,11 \pm 0,05$.

CONCLUSÕES

A radiação líquida sobre a cultura da mamona, durante os primeiros 60 dias, nas condições climáticas do Brejo Paraibano, é utilizada, em média, como 51% no fluxo de calor latente, 38% no fluxo de calor sensível e 11% no fluxo de calor no solo. A evapotranspiração média da mamona foi de $1,84 \text{ mm d}^{-1}$.

* os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESQ e do CNPq para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E.; AMARAL, J.A.B.; SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; PEREIRA, J.R. **Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o nordeste brasileiro**. Disponível em: <<http://www.embrapa.cnpa.br>>. Acesso em: 20/01/2004.
- BRAUD, I.; ANTONINO, A.C.D.; VAUCLIN, M.; THONY, J.L.; RUELLE, P. A simple soil-plant-atmosphere transfer model (SiSPAT) development and field verification. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.166, p.213-250, 1995.
- EMBRAPA SOLOS (Rio de Janeiro,RJ) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- MCT. **Audiência pública debate projeto de Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 18/01/2004.
- PEREZ, P.J.; CASTELLVI, F.; IBÁÑEZ, M.; ROSELL, J.I., Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.97, p.141-150, 1999.