

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COMPONENTES DO BALANÇO DE ENERGIA DE UM SOLO CULTIVADO COM MAMONA¹

José Romualdo de Sousa Lima², Antonio Celso Dantas Antonino³, José Ferreira da Costa Filho², Ivandro de França da Silva², Cícero de Souza², Carlos A. Brayner de O. Lira³

ABSTRACT - The aim of this study was to estimate the evapotranspiration and the energy balance components of castor bean (*Ricinus communis* L.). Measurements of solar radiation, net radiation, rainfall, air temperature, vapor pressure, soil heat flux and soil temperature and moisture were determined in a 4 ha area, in the Centro de Ciências Agrárias, UFPB - Areia (6° 58' S, 35° 41' W e 620 m) in Paraíba state. It was utilized the Bowen ratio method. The net radiation was partitioned in 32% as latent heat flux, 54% as sensible heat flux and 14% as soil heat flux. Evapotranspiration followed the variations of rainfall, with an average value of 1.45 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 reduzir o custo de importação, o governo federal vem incentivando a produção de óleo vegetal, ou seja, o biodiesel, em larga escala, a partir da soja, do dendê, do girassol, do babaçu e da mamona (MCT, 2003). O aumento da demanda pelo óleo de mamona (*Ricinus communis* L.) proporcionará a expansão das áreas agrícolas exploradas com a cultura, gerando milhares de postos de trabalho diretos e indiretos (Beltrão et al., 2004). A região Nordeste é responsável por 85% da área plantada com a cultura no país e por mais de 78% da produção nacional de bagas (IBGE, 2002). De acordo com Beltrão et al. (2004) o estado da Paraíba apresenta 48 municípios passíveis de cultivarem a mamona, dentre esses se encontra o município de Areia, localizado na microrregião do Brejo Paraibano. Essa cultura poderia vir a ser uma grande alternativa econômica para essa microrregião, em substituição a falida indústria canavieira.

Apesar da grande importância da cultura da mamona, foram realizados até o momento poucos estudos com relação ao uso de água pela cultura. De acordo com Savy Filho (1999), a mamona necessita de uma precipitação mínima de 700 mm para que apresente boa produtividade. Chuvas excessivas provocam a incidência de doenças e deterioram a qualidade dos grãos.

As pesquisas sobre evapotranspiração fornecem informações relativas a quantidade de água consumida pelas plantas, fornecendo dados para o manejo da água e para o dimensionamento dos sistemas de irrigação. A quantificação da evapotranspiração (ET), mesmo em agricultura de sequeiro, é muito importante, pois possibilita estratégias de manejo em função das condições climáticas da região e hídricas do solo. Existem vários métodos para estimar a ET, sendo que o balanço de energia – razão de Bowen vem sendo utilizado com

sucesso por diversos pesquisadores nas mais variadas culturas.

Desse modo, esperando contribuir para o conhecimento do uso de água pela cultura da mamona, preenchendo uma grande lacuna nessa área do conhecimento, o presente trabalho teve por objetivo estimar a evapotranspiração, bem como os componentes do balanço de energia, de um solo cultivado com mamona.

MATERIAL E MÉTODOS

As medidas para a realização do balanço de energia foram efetuadas numa área experimental 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.

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. Os dados utilizados nesse trabalho correspondem ao período de 23/08/2004 a 18/11/2004 (60-147 DAE, dias após a emergência).

No centro da área experimental foi instalada uma torre contendo três 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 do saldo de radiação e um pluviômetro, para a medida da precipitação pluvial. O fluxo de calor no solo foi determinado por fluxímetros, instalados 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 precipitação, totalizada no período, 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 seguinte expressão:

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

Em que: Rn – saldo de radiação ($W m^{-2}$); 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 pode ser obtida pelo método do balanço de energia – razão de Bowen:

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

¹ Trabalho financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), PB, Brasil e pelo CNPq

² Depto. de Solos e Engenharia Rural (DSER), Centro de Ciências Agrárias, Univ. Federal da Paraíba, 58.397-000, Areia, PB, Brazil.

³ Depto. de Energia Nuclear, Univ. Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luís Freire, 1000, 50.740-540, Recife, PE, Brazil.

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, utilizando-se a razão de Bowen (β), procedeu-se o cálculo dos fluxos de calor latente (LE) e calor sensível (H):

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

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

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

Na Figura 1 é apresentada a evolução diária da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração da cultura da mamona. Observa-se que a quantidade total de água precipitada foi 71,4 mm no período de estudo, sendo que a precipitação mais significativa (20,8 mm) ocorreu no dia 21/09/2004.

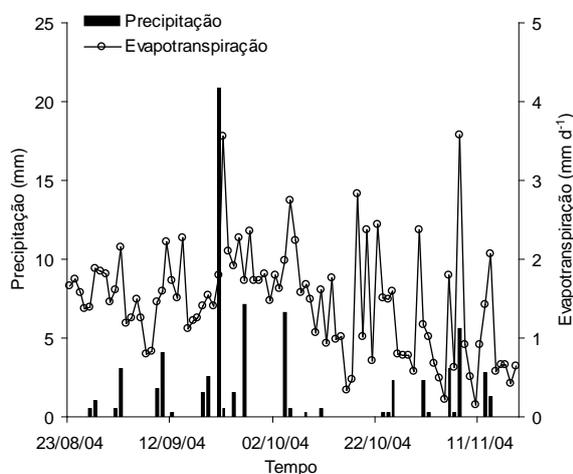


Figura 1. Precipitação pluviométrica e evapotranspiração da mamona no período de 23/08 a 18/11/2004, em Areia – PB.

Observa-se que a ET seguiu as variações da precipitação pluviométrica, com os valores mais elevados, ocorrendo logo após um evento de precipitação pluviométrica, sendo seu valor total de 127,6 mm e seu valor médio de $1,45 \text{ mm d}^{-1}$. Curi e Campelo Júnior (2004) encontraram um valor médio de ETm de $4,0 \text{ mm d}^{-1}$, durante um período de 110 dias e um valor total de 439,7 mm.

Essa diferença nos valores de ET da mamona foi em virtude das condições experimentais, já que no trabalho de Curi e Campelo Júnior (2004), a evapotranspiração foi estimada em lisímetros de nível freático constante em condições de ótima disponibilidade hídrica, ou seja, foi estimada a evapotranspiração máxima (ETm), enquanto nessa pesquisa foi estimada a ET real.

Na Figura 2 é mostrada a evolução diária dos componentes do balanço de energia sobre a cultura da mamona.

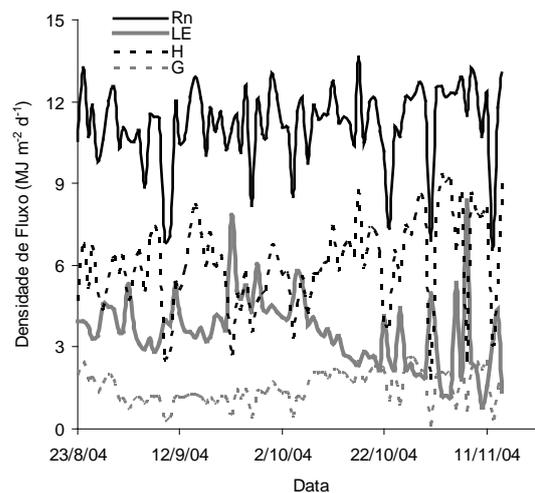


Figura 2. Evolução diária dos componentes do balanço de energia sobre a cultura da mamona no período de 23/08 a 18/11/2004, em Areia – PB.

Observa-se que a Rn seguiu as variações ocorridas na Rg e o G manteve-se quase que regular durante todo o período de estudo. Os fluxos de calor sensível (H) e calor latente (LE) seguiram a distribuição da precipitação pluviométrica, pois, nos períodos de maior disponibilidade hídrica do solo, o principal consumidor da energia disponível (Rn-G) foi o LE, e quando existiu restrição hídrica no solo, o principal consumidor foi o H, ou seja, quando não existiu restrição hídrica no solo a maior parte da energia disponível foi utilizada no processo de evapotranspiração. Observou-se, ainda, que a Rn foi utilizada em média como 54%, 32% e 14% para os fluxos de calor sensível (H), latente (LE) e no solo (G), respectivamente.

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.
- Curi, S., Campelo Júnior, J.H. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antônio do Leverger-MT, In: I Congresso Brasileiro de Mamona, Campina Grande – PB, 2004, CD Rom.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 15/01/2004.
- MCT. Audiência pública debate projeto de Biodiesel. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 18/01/2004.
- Savy Filho, A., Cultura da Mamoneira. Campinas, Instituto Agrônomo, 1999. 33 p.