

ESTIMATIVA DO SALDO DE RADIAÇÃO E DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE UMA CULTURA DE SOJA

MARCELO SACARDI BIUDES¹, JOSÉ HOLANDA CAMPELO JÚNIOR²,
JOSÉ DE SOUZA NOGUEIRA³, ALESSANDRO FERRONATO⁴

¹ Físico, Prof. Adjunto, Instituto de Física/UFMT, Cuiabá - MT, Fone: (0 xx 65) 3615 8748, marcelo@pgfa.ufmt.br.

² Engº Agrônomo, Prof. Titular, Deptº de Solos e Engenharia Rural, FAMEV/UFMT, Cuiabá-MT.

³ Físico, Prof. Associado, Pós Graduação em Física Ambiental, ICET/UFMT, Cuiabá-MT.

⁴ Engº Agrônomo, Prof. Mestre, Curso de Agronomia, UNIVAG, Várzea Grande-MT.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: O saldo de radiação é importante para determinação das trocas de energia entre uma superfície vegetada e atmosfera. Dessa forma, o saldo de radiação deve ser medido ou estimado de forma correta e precisa. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi simular o saldo de radiação e a evapotranspiração de um cultivo de soja, cultivar TMG 115 RR, e compara-los com medidas de saldo de radiação e estimativa da evapotranspiração pelo método da razão de Bowen. As medidas meteorológicas foram realizadas em posto meteorológico, as medidas de saldo de radiação e dos gradientes de pressão de vapor e temperatura do ar foram realizadas sobre o dossel da soja. A evapotranspiração foi obtida pelo método da razão de Bowen e pelo programa ENWATBAL, o qual também estimou o saldo de radiação. O saldo de radiação obtido pelo programa ENWATBAL subestimou em 2% os valores medidos com $R^2 = 0,96$ e $d = 0,99$, enquanto que, a evapotranspiração foi superestimou em 32% a obtida pelo método da razão de Bowen, com $R^2 = 0,88$ e $d = 0,79$.

PALAVRAS-CHAVE: soja transgênica, programa de simulação, irrigação.

ESTIMATE OF NET RADIATION AND EVAPOTRANSPIRATION OF A SOYBEAN CROP

ABSTRACT: The net radiation is important to determinate the energy exchange between a plant surface and atmosphere. Thus, the net radiation has measured or estimated in a correct and accurate. Therefore, the objective of this study was simulate the radiation balance and evapotranspiration of a crop of soybean, cultivar TMG 115 RR, and compares them with measurements of measured net radiation and estimated evapotranspiration by the Bowen ratio method. The weather measures were do in weather station, the measures of net radiation and vapor pressure and temperature of air gradients were performed on the soybean canopy. The evapotranspiration was obtained by the method of Bowen ratio of ENWATBAL and the program, which also estimated the net radiation. The net radiation estimated by program ENWATBAL underestimated by 2% in the measured values with $R^2 = 0.96$ and $d = 0.99$, whereas the evapotranspiration was overestimated by 32% the obtained by Bowen ratio method, with $R^2 = 0,88$ $d = 0,79$.

KEYWORDS: transgenic soybeans, the simulation program, irrigation.

INTRODUÇÃO: Em vista de aumentar a produtividade de grãos quando da irregularidade pluviométrica, tem-se aumentado o número de áreas com o cultivo da soja irrigada (MOTA et al., 1996). No entanto, para que se desenvolva um sistema de irrigação que atenda a demanda hídrica da soja, há necessidade de se conhecer a perda de água pela cultura em função das

variáveis ambientais, do tipo de cultivar e do próprio solo. A maior parte da água utilizada pelas plantas é vaporizada para a atmosfera pela transpiração. A energia destinada à evapotranspiração tem origem na energia radiante e térmica oriundas da radiação solar. O método da razão de Bowen tem mostrado superior a alguns métodos de estimativa da evapotranspiração, sendo em grande parte utilizado como método padrão (LIMA et al., 2005). Atualmente, os modelos matemáticos de simulação têm sido empregados com diversos fins em estudos envolvendo efeitos de fatores ambientais em culturas anuais e perenes (HOOGENBOOM, 2000). O programa ENWATBAL (EVETT e LASCANO, 1993) estima, separadamente, a evaporação do solo e a transpiração das plantas, utilizando dados meteorológicos, propriedades físicas do solo e parâmetros da cultura, gerando informações contínuas da interação solo-planta-atmosfera (LASCANO, 2000). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi simular o saldo de radiação e a evapotranspiração de um cultivo de soja, cultivar TMG 115 RR, e compará-los com medidas de saldo de radiação e estimativa da evapotranspiração pelo método da razão de Bowen.

MATERIAL E MÉTODOS: Realizou-se este experimento na Campo Experimental do Centro Universitários de Várzea Grande (UNIVAG), com coordenadas geográficas de 15°38,65' S, longitude 56°05,92' W e altitude 192 m do nível do mar, situada no Município de Várzea Grande – MT A cultivar de soja utilizada foi a TMG 115 RR (grupo de maturação semitardio/tardio), cujo ciclo estendeu-se do dia 12 de maio a 22 de setembro do ano de 2007. As plantas foram cultivadas em fileiras com 0,45 m de espaçamento e densidade de 12 plantas por metro linear (266.6 pl ha⁻¹) e irrigadas por gotejamento. A evapotranspiração foi determinada pelo método da razão de Bowen. O saldo de radiação e a evapotranspiração foram estimados pelo programa ENWATBAL (LASCANO, 2000), o qual utiliza dados meteorológicos de entrada, dados que dizem respeito às características do solo, da cultura e a localização geográfica da área de estudo. Dentre os dados meteorológicos informados ao programa estão: a temperatura (°C) e umidade do ar (%) à 2 m de altura do solo; temperatura do ponto de orvalho (°C); temperatura do solo por camadas (°C); velocidade do vento (m s⁻¹) à 2 m de altura do solo; pressão atmosférica (kPa); radiação solar incidente (W m⁻²) e precipitação (mm). As variáveis de entrada do programa que dizem respeito às características do solo são: umidade volumétrica do solo (m³ m⁻³) por camadas; curva de potencial matricial do solo (m) por umidade volumétrica do solo (m³ m⁻³); curva de condutividade hidráulica do solo (m s⁻¹) por umidade volumétrica do solo (m³ m⁻³); curva de temperatura do solo (°C) por condutividade térmica do solo (W m⁻¹ °C) e a curva de umidade volumétrica (m³ m⁻³) por albedo. As características da cultura que são variáveis de entrada no programa são: distribuição das raízes no tempo e em profundidade, obtida do trabalho de BENJAMIN E NIELSEN (2006); evolução da área foliar (m²) ao longo do tempo e as relações da condutância estomática (m s⁻¹) por potencial hídrico foliar (m), obtida do trabalho de ROSA et al. (1991), e condutância estomática (m s⁻¹) por radiação solar incidente (W m⁻²), obtida do trabalho de ROSA et al. (1991). A condutividade hidráulica do solo não saturado foi estimada de acordo com a metodologia utilizada por LOYOLA E PREVEDELLO (2003). O índice de área foliar (IAF) foi determinado por meio da relação entre a área de cada folha e o seu produto do comprimento e largura da folha. O saldo de radiação e a evapotranspiração estimados pelo modelo ENWATBAL foram comparados com os valores medidos do saldo de radiação e da evapotranspiração determinada pelo método da razão de Bowen. Para tanto foi considerado para validação das equações o coeficiente de determinação (R²) e de concordância de WILLMOTT (1982) (d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O saldo de radiação estimado em soja pelo programa

ENWATBAL apresentou subestimativa de 2% em relação ao saldo de radiação medido, considerando o coeficiente linear igual a zero. O valor de $R^2 = 0,96$ e $d = 0,99$ (Figura 1). QIU et al. (1999), trabalhando com a cultura do sorgo no Japão, observaram 8% de superestimativa e $R^2 = 0,93$, entre os valores de saldo de radiação medidos sobre a cultura do sorgo e os estimados pelo programa ENWATBAL.

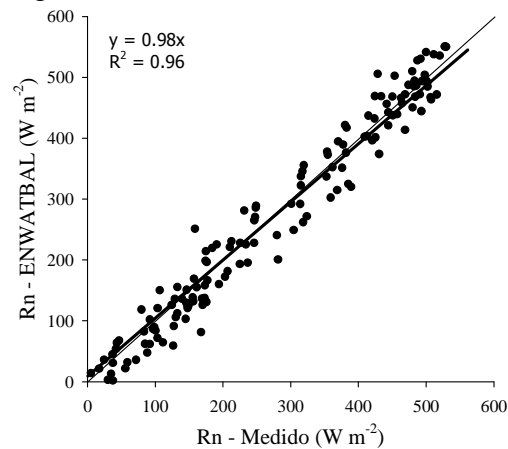


Figura 1 – Relação entre o saldo de radiação medido sobre a cultura da soja e do saldo de radiação estimado pelo programa ENWATBAL, em Várzea Grande (MT).

A evapotranspiração entre as 8h e 16h obtida pelo método da razão de Bowen foi mais sensível às variações ambientais, pelas maiores variações intra-horárias, que a estimada pelo programa ENWATBAL (Figura 2), devido ao elevado número de equações nesse último, o que provocou a suavização de estimativas horárias. A evapotranspiração pela razão de Bowen e estimada pelo ENWATBAL aumentaram com o aumento do índice de área foliar (Figura 2).

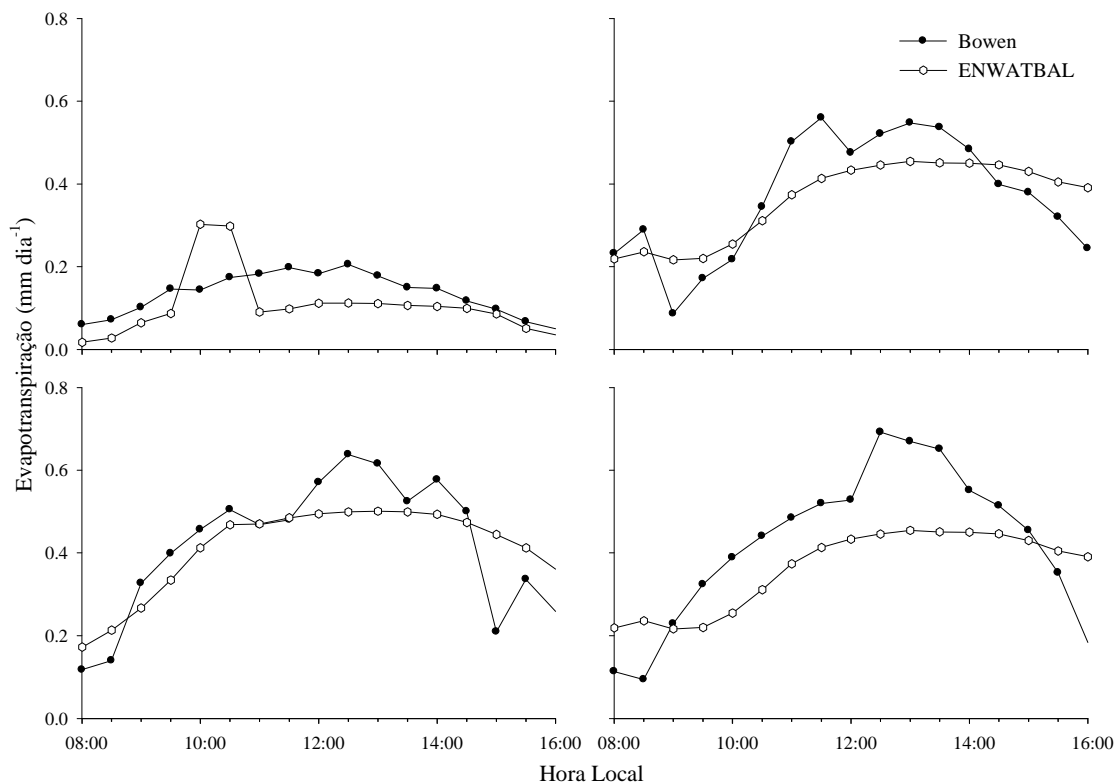


Figura 2 – Evapotranspiração dossel da soja obtido pelo método da razão de Bowen e pelo programa ENWATBAL durante os dias de coleta em Várzea Grande (MT).

A evapotranspiração estimada pelo programa ENWATBAL apresentou-se menor nos dois

primeiros dias de medição (índice de área foliar menor que 1,5) e maiores nos dois últimos dias (índice de área foliar maior que 5) em relação à obtida pelo método da razão de Bowen (Figura 3). Esse comportamento esteve relacionado com a resistência foliar à difusão de vapor - utilizada para estimar a evapotranspiração - a qual é inversamente proporcional ao índice de área foliar no programa ENWATBAL (LASCANO, 2000).

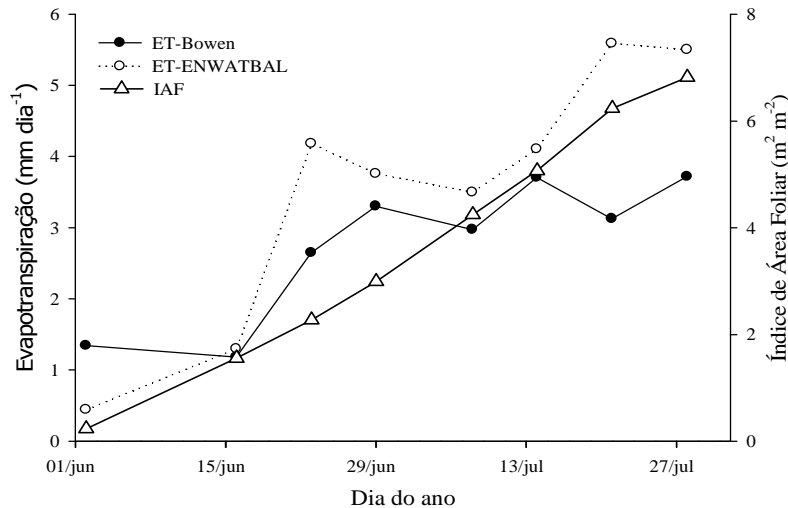


Figura 3 – Evapotranspiração (ET) da soja pelo método da razão de Bowen e pelo programa ENWATBAL durante os dias de coleta em Várzea Grande-MT.

O programa ENWATBAL superestimou a evapotranspiração em 32% em relação aos valores obtidos pelo método da razão de Bowen, considerando o coeficiente linear igual a zero. O coeficiente de exatidão (d) foi 0,79 e o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,88.

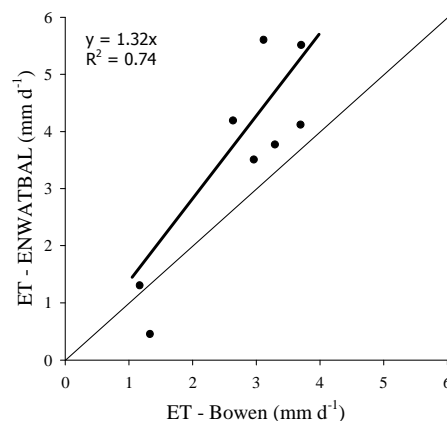


Figura 6 – Relação entre a evapotranspiração diária (ET) obtida pelo método da razão de Bowen e pelo programa ENWATBAL da soja em Várzea Grande-MT.

CONCLUSÃO: O programa ENWATBAL estimou satisfatoriamente o saldo de radiação da soja em comparação com valores medidos sobre o dossel. As estimativas da evapotranspiração pelo ENWATBAL foram subestimadas quando a soja estava com índice de área foliar menor que $1,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ e superestimadas quando estava com índice de área foliar maior que $2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$. A evapotranspiração diária pelo programa ENWATBAL foi estimada em 32% às obtidas pelo método da razão de Bowen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BENJAMIN, J.G.; NIELSEN, D.C., Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. **Field Crops Research**, v.97, p.248-253, 2006.

EVETT, S.R.; LASCANO, R.J. ENWATBAL.BAS: A mechanistic evapotranspiration model written in compiled BASIC. **Agronomy Journal**. v.85, n.3, p.763-772, 1993.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.103, n.1-2, p.137-157, 2000.

LASCANO, R.J. A general system to measure and calculate daily crop water use. **Agronomy Journal**, v.92, p.821-832, 2000.

LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; LIRA, C.A.B.O.; SILVA, I.F. Estimativa da evapotranspiração em uma cultura de feijão caupi, nas condições de brejo Paraibano. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.86-92, 2005.

LOYOLA, J.M.T.; PREVEDELLO, C.L. Modelos analíticos para predição do processo da redistribuição da água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.783-787, 2003.

MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O.; ALVES, E.G.P. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.133-138, 1996.

QIU, G.Y.; MOMII, K.; YANO, T.; LASCANO R. Experimental verification of a mechanistic model to partition evapotranspiration into soil water plant evaporation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.93, p.79-93, 1999.

ROSA, L.M.; DILLENBURG, L.R.; FORSETH, I.N. Response of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential. **Annals of Botany**, v.67, p.51-58, 1991.

WILLMOTT, C.J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin American Meteorological Society**, v.63, n.11, p.1309-1313, 1982.