

BALANÇO DE ENERGIA BASEADO NA RAZÃO DE BOWEN NUM PARREIRAL SOB IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

José Monteiro SOARES¹, Pedro Vieira de AZEVEDO², Bernardo Barbosa da SILVA².

1. Introdução

O Balanço de Energia com base na Razão de Bowen (BERB) é um método indireto, simples e prático, utilizado para estimativa do fluxo de calor latente (LE), o qual tem sido amplamente utilizado por vários pesquisadores (LOPES *et al.*, 2001). Também tem sido provado ser um método padrão muito preciso em ambientes semi-áridos (ZHAO *et al.*, 1996), bem como em culturas com porte alto (SILVA *et al.*, 2000).

OLIVER & SENE (1992), realizando estudos de balanços de energia pela razão de Bowen em pomares de videira em desenvolvimento, em regiões semi-áridas, cultivada em condições de sequeiro, constataram que a cultura da videira pode comportar-se como dois sistemas independentes. HEILMAN *et al.* (1994), estudando os balanços de energia da copa, da superfície do solo e do parreiral como um todo, verificaram que a copa e a superfície do solo não podem ser tratados como sistemas independentes, uma vez que o calor sensível, gerado pela superfície do solo, pode contribuir bastante para o balanço de energia e, conseqüentemente, para a transpiração da videira.

Embora o comportamento aerodinâmico em parreirais tenha sido estudado em alguns detalhes, pesquisas envolvendo suas interações com o balanço de energia têm sido limitadas, por causa das dificuldades de obtenção de medições separadas dos balanços de energia dos sistemas “copa” e “superfície do solo” (HEILMAN *et al.*, 1994).

O objetivo deste estudo compreendeu a determinação dos componentes do BERB, em um parreiral, sob irrigação por gotejamento, consorciado com culturas destinadas a adubação orgânica.

2. Material e métodos

Este estudo foi conduzido no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Embrapa Semi-Árido), localizado em Petrolina-PE (latitude: 09° 09' S, longitude: 40° 22' W; altitude: 365 m), região do Submédio do Rio São Francisco. Segundo a classificação climática de KÖPPEN, essa região apresenta do tipo BSW_h, semi-árido.

Numa torre micrometeorológica foram instalados sensores foram instalados dois conjuntos de instrumentos, sendo um 1,00m acima e outro 1,00m abaixo da latada da videira, seguindo a fileira de plantas para monitorar as variáveis atmosféricas ao longo da fenologia da videira. Cada um dos conjuntos era constituído pelos seguintes instrumentos: saldo radiômetro (Rn), radiômetro Li 200 (Rs), radiômetro Eppley (Rr), dois psicrômetros com termopar de cobre-constantan e um

anemômetro de conchas. Os psicrômetros foram instalados a 0,50 e 1,80 m tanto acima como abaixo da latada. Os dados foram coletados a cada cinco segundos com média de quinze minutos utilizando um datalogger CR23X.

Foram realizados dois balanços de energia com base na razão de Bowen, sendo um correspondente ao sistema “copa-solo” e outro compreendendo a sua subdivisão em dois subsistemas: “copa da videira” e outro “superfície” do solo”, pelas seguintes equações, de acordo com (HEILMAN *et al.*, 1994):

$$\text{Copa-solo} : R_n + LE + H + G = 0$$

$$\text{Copa} : R_{nc} + LE_c + H_c = 0$$

$$\text{Superfície do solo} : R_{nss} + LE_{ss} + H_s + G = 0$$

Onde: $R_{nc} = R_n - R_{nss}$; $LE_{ss} = LE - LE_c$; R_{nc} , R_n , R_{nss} são os saldos de radiação do sistema copa-solo, copa e da superfície do solo, respectivamente; LE_{ss} , LE e LE_c são as densidades de fluxo de calor latente do sistema copa-solo, copa e da superfície do solo, respectivamente; H , H_c e H_s são densidades de fluxos de calor sensível do sistema copa-solo, copa e da superfície do solo, respectivamente; todos em $W.m^{-2}$.

Utilizou-se o método da razão de Bowen para se estimar o fluxo de calor latente, enquanto o fluxo de calor sensível (H) foi determinado por diferença, com base nas equações para cada categoria de sistema.

Utilizou-se como critério de aceitação/rejeição de β , metodologia proposta por UNLAND *et al.* (1996), que recomendam a exclusão dos dados coletados entre dois níveis, quando $|\Delta e| < 0,0005$ kPa e quando β se aproxima de -1 , especificamente para o intervalo $|1 + \beta| < 0,3$.

3. Resultados e discussão

As Figuras 1a a 1c mostram as variações dos componentes do BERB clássico aplicado ao sistema “copa-solo”, do modificado, aplicado ao subsistema “copa” e do clássico aplicado ao subsistema “superfície do solo”, para oito estádios fenológicos da videira.

Fazendo-se uma análise comparativa entre os componentes dos BERB aplicados aos diferentes sistemas, pode-se observar que as densidades de fluxo correspondentes a R_{nc} , R_{ncc} , LE e LE_c apresentaram reduções significativas para o estádio de pré e plena floração (PFF), tanto para o sistema “copa-solo” quanto para o sistema “copa”. Isto é decorrente da poda verde da videira, o que proporciona uma pequena redução no fator de cobertura do solo, como pode ser observado nas Figuras 1a e 1b. Os aumentos de LE e LE_c em ambos os tipos de sistemas, constatados entre os estádios de brotação da gemas (PB) e de desenvolvimento vegetativo (DV) e entre PFF e a segunda fase de

¹ Dr. Pesquisador III especialista em Irrigação, Embrapa Semi-Árido, 56.302-970 Petrolina, PE. E-Mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br.

² PhD. Prof. Departamento de Ciências Atmosféricas – Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, 58.109-970, Campina Grande, PB. E-Mail: pvieira@dca.ufcg.br e bernardo@dca.ufcg.br

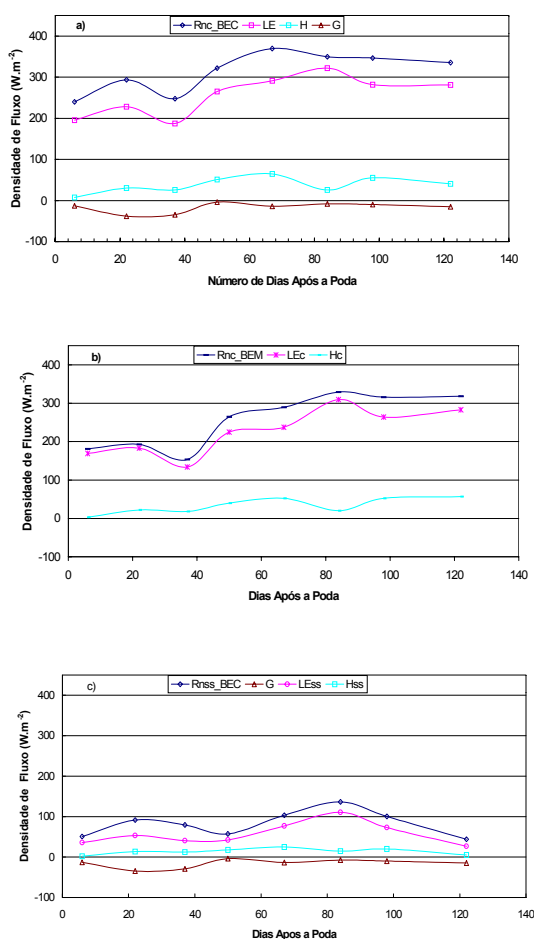


Fig. 1. a) Valores médios diários do saldo de radiação (Rn), fluxos de calor latente (LE), calor sensível (H) e de calor no solo (G) obtidos pelo BERB para o sistema “copa-solo” para oito estádios fenológicos da videira; b) idem a para o subsistema “copa” e c) idem a para o subsistema “superfície do solo”, Petrolina – PE.

crescimento do fruto (2^{a} FCF) estão relacionados com o aumento do Índice de Área Foliar (IAF) da planta, bem como, com as densidades de fluxo de Rnc e de Rncc. As estabilizações dos valores de Rnc, Rncc, LE e LEC verificadas ao longo dos estádios de maturação final do fruto (MFF) e de repouso fenológico (RF), estão associadas à suspensão da irrigação.

Quanto ao fluxo de calor no solo, verifica-se que o aumento observado entre os dois primeiros estádios fenológicos da videira correspondentes aos sistemas “copa-solo” (Figura 1a) e “superfície do solo” (Figura 1c), pode ser resultante do baixo conteúdo de água no solo, uma vez que o bulbo molhado ainda estava sendo recomposto. No entanto, a sua tendência decrescente alcançada entre os estádios de PFF e da 1^{a} FCF, é decorrente do crescimento da parte aérea tanto da videira quanto das culturas utilizadas como cobertura orgânica verde. A partir daí, as densidades de fluxo deste parâmetro tenderam a se estabilizar em um patamar de $11,55 \text{ W.m}^{-2}$ durante os demais estádios fenológicos, mas sinalizaram um pequeno aumento entre a MFF e o RF, em

razão da redução do conteúdo de umidade no solo,, proporcionado pela suspensão da irrigação.

Por outro lado, os comportamentos obtidos para as curvas de densidades do fluxo de calor sensível observados ao longo da fenologia da videira, para os distintos sistemas, estão associados aos respectivos comportamentos dos demais componentes do balanço de energia (Figuras 1a a 1c).

NORMAN & CAMPBELL (1983) afirmaram que quando o solo permanece úmido, a evaporação abaixo de uma copa com $\text{IAF} \cong 3$, pode-se constituir numa fração de até 30% do fluxo total de LE para um período de 24 horas. Por outro lado, AL-KHAFAT *et al.*, (1978) mencionam que quando o valor de Rnss é baixo, a fração de evaporação de uma superfície úmida iguala-se à de uma superfície seca.

4. Conclusão

A análise comparativa entre os componentes do BERB aplicado ao sistema “copa-solo” e a sua subdivisão em dois subsistemas distintos - “copa” e “superfície do solo”, mostrou que o balanço de energia pode ser feito separadamente, mas que há um elevado nível de interdependência entre esses subsistemas.

5. Referências bibliográficas

- AL-KHAFAT, S.; WIERENGA, R. J. WILLIAMS, B. C. Evaporation flux from irrigated cotton as related to leaf area index, soil water and evaporative demand. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, p. 912-917, 1978.
- HEILMAN, J. L.; McINNES, K. J.; SAVAGE, M. J.; GESCH, R. W.; LASCANO, R. J. Soil and canopy energy balances in a west Texas vineyard. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 71, p. 99-114, 1994.
- LOPES, P.M.O.; SILVA, B.B. da; AZEVEDO, P.V.; SILVA, V.P. R. da; TEIXEIRA, A.H.C.; SOARES, J. M.; SOBRINHO, J.E. Balanço de Energia num pomar de mangueira irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 1-8, 2001.
- NORMAN, J. M.; CAMPBELL, G. S. Application of a plant environment model to problems in irrigation. In: Hillel (Editor). *Advances in irrigation*. Academic Press, New York, v. 2, p. 155-178, 1983.
- OLIVER, H. R.; SENE, K. J. Energy and water balances of developing vines. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 61, p. 167-185, 1992.
- SILVA, B. B. da; SLACK, D. C.; KILBY, M. W.; HLA, A K. Water requirements of table grapes in arid site. In: CONFERENCE ON AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY, 24th, 2000, Davis. **Proceedings...** Davis: American Meteorological Society, 2000. p. 20-21.
- UNLAND, H. E.; HOUSER, P. R.; SHUTTEWORTH, W. et al. Surface flux measurement and modeling at a semi-arid sonoran desert site. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 82, p. 119-153, 1996.
- ZHAO, W. G.; BERLINER, P. R.; ZANGVIL, A. CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; YODER, R. E. Heat storage terms in evapotranspiration estimation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1996, san Antonio, Texas. **Evapotranspiration and irrigation scheduling**: proceedings. San Antonio, Texas, 1996. p. 34-41.