

BALANÇO DE ENERGIA SOBRE UM POMAR DE COQUEIROS IRRIGADO NOS TABULEIROS COSTEIROS DO ESTADO DE SERGIPE

Inajá Francisco de SOUSA¹, Pedro Vieira de AZEVEDO² e Bernardo Barbosa da SILVA²

INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Coco nucifera* L.) é uma palmeira essencialmente tropical, que encontra condições climáticas favoráveis para seu cultivo entre as latitudes de 20° N e 20° S (Passos, 1997). No Nordeste do Brasil, a produção do coco ocupa lugar de destaque na economia da região. Como principais produtores destacam-se os Estados da Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte e Ceará. Em geral, o coqueiro no Brasil é cultivado em solos do tipo areia quartzosa, predominantes ao longo do litoral. Nesses solos, o sistema radicular do coqueiro desenvolve-se melhor que em solos argilosos, proporcionando a exploração de maior volume de solo (Sobral, 1977).

Na região Nordeste do Brasil, o déficit hídrico é causado pela má distribuição das chuvas e pelas elevadas taxas de evapotranspiração, sendo um dos principais fatores limitantes à exploração comercial da cultura.

Bowen (1926) desenvolveu o método do balanço de energia baseado no quociente entre os fluxos de calor sensível e latente. Este método combina as variáveis atmosféricas com a energia disponível. O conhecimento dos componentes do balanço de energia sobre superfícies cultivadas é de grande importância para a estimativa das perdas de água pela evapotranspiração e caracterização do microclima local. O método da razão de Bowen vem sendo intensamente usado para estimar os fluxos de calor latente e sensível de acordo com o balanço de energia. Vários trabalhos verificaram a validade deste método (Villa Nova, 1973; Bergamaschi et al. 1998). Segundo Angus e Watts (1994) em solos úmidos, o método da razão de Bowen para culturas agrícolas apresenta bons resultados, porém em condições de seca, o método não apresenta boa aproximação.

A principal cultura na região Platô de Neópolis é o coqueiro anão, constituindo numa alternativa de desenvolvimento para a região, o presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento dos componentes do balanço de energia, para um dia ensolarado e parcialmente nublado, em um pomar de coqueiro anão verde.

MATERIAL E MÉTODOS

A parte experimental desta pesquisa foi conduzida em um pomar de coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.), já implantado no perímetro irrigado Platô de Neópolis situado na região do Baixo São Francisco, mais

precisamente no Lote empresarial agrícola H. Dantas, numa área de aproximadamente 141 ha, cujo espaçamento é de 7,5 x 7,5 x 7,5m em triângulo equilátero perfazendo 205 plantas por hectare com idade de seis anos. A irrigação é efetuada numa frequência diária, através do sistema de irrigação por microaspersão com emissores tipo bailarina, sendo aplicado diariamente 150 l/dia por planta. O clima da região do Platô de Neópolis, de acordo com a classificação de Koeppen, é definido como As'-Tropical chuvoso com verão seco. As precipitações anuais variam de 1.000 a 1.250 mm, o período chuvoso ocorre entre os meses de abril a agosto. Do ponto de vista climático, maio é o mês mais chuvoso (média de 240,8 mm). A temperatura média do ar anual é de 26°C, sendo que no período de outubro a dezembro a temperatura média é 28,2°C.

Na área experimental foi instalada uma torre micrometeorológica com 9 metros de altura no pomar de coqueiro anão verde de forma a possibilitar o monitoramento de diversas variáveis tais como: radiação solar global incidente e refletida; saldo de radiação; fluxo de calor no solo; temperatura da cultura medida a 1 m acima da copa; velocidade do vento e diferença psicrométrica em dois níveis, sendo o inferior a 1,0 m acima da copa e o superior a 1 m acima do inferior. Os sinais analógicos foram coletados por um sistema de aquisição automática de dados Datalogger (CR10X da Campbell Scientific), programado para efetuar medições a cada segundo e armazenar médias a cada 20 minutos.

O método do balanço de energia é baseado nas análises energéticas dos ganhos e perdas de energia térmica radiativa, condutiva e convectiva por uma superfície evaporante. Próximo a superfície, os fluxos de energia distribuem-se em saldo de radiação R_n , fluxo de calor no solo G , fluxo de calor sensível H , e o fluxo de calor latente LE . O método da razão de Bowen tem sido intensamente usado por diversos pesquisadores, com a finalidade de resolver o balanço de energia sobre culturas e assim, determinar a evapotranspiração das mesmas (Rosenberg et al., 1983):

$$R_n + LE + H + G = 0 \quad (1)$$

em que R_n é o saldo de radiação e LE , H e G são, respectivamente, densidades de fluxos de calor latente e sensível para o ar e para o solo, todos em W/m^2 . Foram estabelecidas duas faixas de demanda evaporativa em função dos valores médios do saldo de radiação: a) para alta demanda energética ($R_n > 500 W.m^{-2}$) caracterizado por baixa nebulosidade e b) baixa

¹ Bolsista do CNPq. Doutorando em Recursos Naturais - UFCG, e-mail: inajafrancisco@bol.com.br

² Prof. Dr. Departamento de Ciências Atmosféricas, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande – DCA/CCT/UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, 58109-970, Campina Grande-PB, E-mails: pvieira@dca.ufpb.br; bernardo@dca.ufpb.br.

demanda energética ou intensa nebulosidade ($R_n \leq 200 \text{ W.m}^{-2}$). O fluxo de calor sensível (LE), foi obtido pelo método do balanço de energia baseado na razão de Bowen, segundo a expressão:

$$LE = (R_n - G) / (1 + \beta) \quad (2)$$

Sendo,

$$\beta = H/LE \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento diurno dos componentes do balanço de energia, para as condições de baixa e alta demanda atmosférica na cultura do coqueiro anão verde são apresentados nas Figuras 1 e 2. O comportamento do fluxo de calor latente foi simétrico ao do saldo de radiação, o qual apresentou magnitude menor no início e no final do período diurno e valores máximos em torno de meio dia.

Os resultados do balanço diurno de energia para os dois casos considerados são apresentados na Tabela 1. A Tabela 2 mostra a determinação das equações de estimativa do fluxo de calor latente em função do saldo de radiação para os dias em estudo. Observa-se que o fluxo de LE pode ser obtido com alto grau de precisão, com coeficientes de determinação de 0,99 nas condições de baixa e alta demanda atmosférica. Para esta época do ano conclui-se que o LE, em valor absoluto, manteve-se sempre superior a H. O fluxo de calor no solo (G) representou uma pequena proporção do saldo de radiação. A evapotranspiração da cultura obtida com base no método da razão de Bowen foi de 6,0 e 2,7 mm.dia^{-1} , respectivamente. Com os resultados obtidos nas condições de baixa e alta demanda atmosférica, pode-se concluir que a quantidade de energia utilizada no fluxo de calor latente de evaporação foi influenciada pela demanda atmosférica. Na condição de baixa nebulosidade houve redução na transferência de vapor d'água para a atmosfera. Nos dois dias estudados o fluxo de calor latente atingiu valores superiores a 90% do saldo de radiação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGUS, D. E., WATTS, P. J. Evapotranspiration – How good is the Bowen ratio method? **Agricultural Water Management**. Amsterdam. Vol. 8, p. 133-150, 1984.
- BERGAMASCHI, H.; OMETTO, J. C.; VIEIRA, H. J. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro, II Balanço de energia. *Pequisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 745-757. 1988.
- BOWEN, I. S. The ration of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Physical Review*, New York, v. 27, p. 779-787. 1926.
- PASSOS, E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2 Ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa CPATC, p. 65-72, 1997.
- ROSENBERG, N.J., BLAD, B.L., VERMA, S. B. **Microclimate: The biological environment**. 2nd Edition, Lincoln - Nebraska: John Wiley & Sons, 1983, 495p.

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2^a Ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa CPATC, p.129-157, 1997.

VILA NOVA, N.A. Estudos sobre o balanço de energia em cultura de arroz. Piracicaba, ESALQ/USP, 89p. Tese, Liv. Doc. 1973.

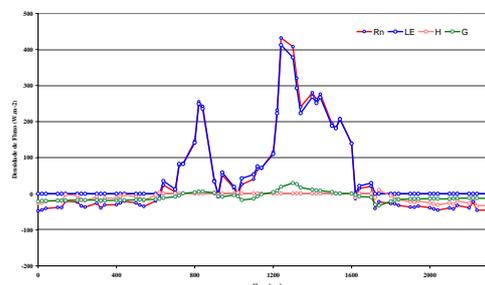


Figura 1- Comportamento diurno dos fluxos do saldo de radiação (Rn), calor latente (LE), calor sensível do solo (G) e do ar (H) em condições de baixa demanda atmosférica.

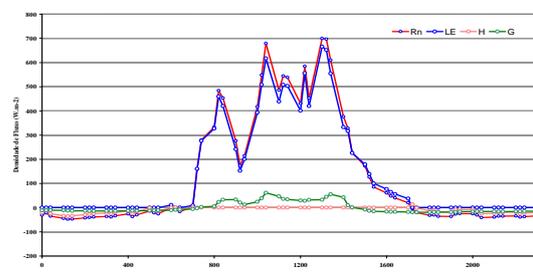


Figura 2 - Comportamento diurno dos fluxos do saldo de radiação (Rn), calor latente (LE), calor sensível do solo (G) e do ar (H) em condições de alta demanda atmosférica.

Tabela 1 – Componentes do balanço do energia: saldo de energia (Rn), fluxo de calor latente (LE), calor sensível para o ar (H) e calor sensível para o solo (G) para o período diurno

Demanda energética	Componentes - Balanço de energia (W.m^{-2})				ETp (mm)
	Rn	LE	H	G	
Alta	502,6	367,7	95,0	33,0	6,0
Baixa	142,5	109,4	31,1	2,0	2,7

Tabela 2 – Proporções do saldo de energia, utilizadas como calor latente (LE/Rn), calor sensível para o ar (H/Rn) e para o solo (G/Rn)

Demanda energética	Proporções (%)		
	LE/Rn	H/Rn	G/Rn
Alta ($R_n \geq 200 \text{ W.m}^{-2}$)	78,5	17,4	4,4
Baixa ($R_n \leq 200 \text{ W.m}^{-2}$)	82,7	14,0	3,9

Tabela 3 - Equações de estimativa do fluxo de calor latente para as duas faixas de demanda energética e coeficiente de determinação

Demanda energética	Eq. de Regressão $Y = a + bX$	r^2
Alta ($R_n \geq 200 \text{ W.m}^{-2}$)	$LE = 0,005 + 0,7R_n$	0,99
Baixa ($R_n \leq 200 \text{ W.m}^{-2}$)	$LE = 0,003 + 0,7R_n$	0,99