

PARTIÇÃO E TAXAS DE CONSUMO DO SALDO DE RADIAÇÃO SOBRE A MAMONEIRA IRRIGADA POR GOTEJAMENTO¹

A. F. S. Dias², J. Espínola Sobrinho³, F. Q. Porto Filho³, J. F. Medeiros³, V. B. Figueiredo³.

RESUMO: Objetivando caracterizar a partição dos componentes do balanço de radiação e estimar as taxas de consumo de energia sobre um cultivo de mamona irrigada por gotejamento instalaram-se uma estação micrometeorológica equipada com sistema de coleta e armazenamento de dados de temperatura e umidade relativa do ar em dois níveis acima do dossel da cultura, fluxo de calor no solo e saldo de radiação, programada para efetuar leituras dos sinais analógicos a cada cinco segundos e armazenamento das médias em intervalos de 10 minutos e os dados foram processados em planilhas eletrônicas empregando-se a razão de Bowen. O saldo de radiação foi utilizado, em média, 8% no fluxo de calor no solo, 78% no fluxo de calor latente e 14% no fluxo de calor sensível, 85% da energia disponível foi utilizada no fluxo de calor latente e 15% no fluxo de calor sensível. O componente do balanço de radiação com maior contribuição no consumo de energia foi o fluxo de calor latente em todas as fases de desenvolvimento da cultura, com destaque para o DAE 55, fase de cobertura plena do solo, que utilizou 98% do saldo de radiação e 99% da energia disponível.

PALAVRAS CHAVE: *Ricinus communis* L.; Fluxo de calor latente; Fluxo de calor sensível.

PARTITION AND RATES CONSUMPTION OF BALANCE OF RADIATION ON THE CASTOR BEAN IRRIGATED IN THE WEST POTIGUAR

ABSTRACT: Aiming to characterize the partition of the components of the balance of radiation and estimate the rates of energy consumption on the cultivation of castor oil drip irrigation was installed a micrometeorological station equipped with a system of collection and storage of data on temperature and relative humidity at two levels above the canopy of the crop, soil heat flux and net radiation, scheduled to make readings of the analog signal every five seconds and storage averages at intervals of 10 minutes and data were processed in spreadsheets by using the ratio Bowen's. The net radiation was used on average 8% in the flow of heat in soil, 78% in latent heat flux and 14% in the sensitive heat flux, 85% from

¹ Trabalho financiado com recursos do Edital Universal 2006 do CNPq

² Engenheiro Agrônomo M. Sc. Irrigação e Drenagem, Extensionista Rural, EMATER-RO, Tel.: (69) 3411 4550, (69) 8133 1070, (69) 9283 1497, e-mail: diasafs@yahoo.com.br

³ Prof. Dr., Departamento de Ciência Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN.

available energy was used in the latent heat flux and 15% in the sensitive heat flux. The component of the balance of radiation with greater contribution in energy consumption was the flow of latent heat at all stages of development of culture, with emphasis on the DAE 55, phase full coverage of the soil, using 98% of net radiation and 99% of available energy.

KEYWORDS: *Ricinus communis* L.; Latent heat flux, sensible heat flow.

INTRODUÇÃO: O espectro de distribuição da radiação solar que chega à superfície terrestre é constituído predominantemente de ondas curtas e a distribuição espacial e estacional dessa radiação é a grande causa dos fenômenos meteorológicos. A radiação solar atua diretamente sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e indiretamente pelos efeitos no regime térmico de qualquer sistema terrestre, assim como sobre a evaporação de água pelas superfícies naturais. PEREIRA et al. (1997).

Segundo MENDONÇA (2007), a radiação solar é a mais importante fonte de energia para toda a biosfera e na interação da radiação solar que incide sobre uma superfície vegetada, parte dela é refletida de volta para o espaço, outra é absorvida pelo dossel e, eventualmente, pelo solo, contribuindo para o seu aquecimento, e uma terceira parte é transportada para a atmosfera pelos processos energéticos de trocas turbulentas que envolvem o dossel e a atmosfera. Em condições atmosféricas normais, o balanço de energia à superfície representa a contabilidade das interações dos diversos tipos de energia com a superfície e determina a quantidade de fluxo de energia disponível para a evaporação da água e para a variação na temperatura da superfície, sendo, portanto, mais complexo que no topo da atmosfera, já que considera os fluxos de energia e de umidade por condução e por convecção no movimento dos fluidos. Esses movimentos, por sua vez, dependem basicamente da insolação e características da superfície, tais como umidade, cobertura vegetal e albedo, e do estado da atmosfera.

O método do balanço de energia é empregado para a determinação indireta do transporte vertical turbulento de vapor de água para a atmosfera, por evaporação ou evapotranspiração, e fundamenta-se no princípio da conservação da energia aplicado aos diferentes fluxos energéticos que acontecem na superfície VAREJÃO-SILVA (2006).

De acordo com PEREIRA et al. (2002), a essência do conceito de balanço de energia consiste na afirmação de que a diferença entre a energia que entra e a energia que sai de um dado sistema, corresponde à energia utilizada por esse sistema. O balanço de energia, baseado no princípio físico da conservação da energia, relaciona as densidades dos fluxos de energia disponível na vegetação (radiação líquida) com a energia utilizada, principalmente o calor latente na evaporação e o calor sensível nas variações de temperatura do ar e do solo.

Assim, segundo MENDONÇA (2007), é de suma importância estudar a partição dos componentes do balanço de radiação à superfície e, sobretudo, aqueles relacionados com as perdas de água para a atmosfera, função da crescente pressão sobre os recursos hídricos e da demanda urgente por mecanismos de gestão da água disponível para as varias atividades humanas.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar a partição dos componentes do balanço de radiação e estimar as taxas de consumo de energia por esses componentes em um cultivo de mamona irrigada por gotejamento na região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS: Conduziram-se um experimento entre os dias 15 de novembro de 2007 e 16 de fevereiro de 2008, com Mamona (*Ricinus communis* L.) cv. BRS energia, em uma área de 0,7 ha com densidade de 27. 777 plantas por hectares em fileiras duplas, no município de Mossoró, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, coordenadas geográficas: latitude 5° 03' 40'' S, longitude 37° 23' 51'' W, altitude de 72 m, distante 20 Km da sede do município.

O solo da área experimental é classificado, conforme Embrapa (1999), como Argissolo Vermelho-Amarelo, fase caatinga hiperxerófila e relevo plano. O clima da região, segundo Thornthwait, é semi-árido, com pouco ou nenhum excesso de água; e de acordo com Koeppen é do grupo BSw^h, seco e muito quente, com uma estação seca, que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio. CARMO FILHO et al (1991). Na tabela 1, constam os dados climáticos do período compreendido entre o início e o final da irrigação, obtidos da estação agrometeorológica de Mossoró-RN.

Na parte central da área experimental foi instalada uma estação micrometeorológica semi-automática com sistema de coleta e armazenamento de dados, modelo CR 10X, Campbell Scientific, programado para efetuar leituras dos sinais analógicos a cada cinco segundos e armazenamento das médias em intervalos de 10 minutos. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados por dois sensores HMP 45 C, Vaisala, instalados em dois níveis acima do dossel da cultura, para estimativas dos parâmetros de pressão atual e de saturação de vapor, e transferidos, através de um módulo de armazenamento, para um computador onde foram processados em planilhas eletrônicas empregando-se a razão de Bowen para execução do balanço de radiação.

O suprimento hídrico diário foi viabilizado a partir da equação de Penman-Monteith-FAO, ALLEN et al. (1998), para determinação da ETo, alimentada com dados de uma estação meteorológica próxima à área e Kc, usados em regiões de condições climáticas semelhantes.

Foram coletados e processados dados referentes à fase de desenvolvimento da cultura, fase média e fase de final de cultivo. A fase de desenvolvimento da cultura foi dividida em dois estádios, o primeiro estágio, aos 20 dias após a emergência (20 DAE) que correspondeu ao período de crescimento vegetativo quando a cultura encontrava-se com cerca de 40% de cobertura relativa do solo e sem sinais aparentes de diferenciação para o estágio reprodutivo; o segundo estágio, aos 40 DAE que correspondeu ao período de início do florescimento e frutificação (emissão do racemo de primeira ordem) com 50% de cobertura relativa do solo. Os dados referentes à fase média foram coletados aos 55 DAE, com 100% de cobertura relativa do solo e correspondendo ao estágio de início da maturação dos frutos dos racemos de primeira ordem. Os dados referentes à fase final foram coletados aos 80 DAE no início do estágio de senescência da cultura.

Tabela 1. Dados climáticos de Mossoró – RN no período de 10/11/2007 a 16/02/2008.

Médias					
Temperatura do ar			Umidade	Velocidade do	ET ₀
Média	Máxima	Mínima	Relativa	vento	
28,4	34,3	24	61,5	3,1	6,4

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 2 são apresentados os valores correspondentes aos componente e respectiva partição do saldo de radiação. Os dados mostraram que no DAE 55 o fluxo de calor latente foi praticamente igual à energia disponível evidenciando taxa de consumo máxima, tabela 3, o que pode ser atribuído ao evento da cobertura plena do solo; ao umedecimento constante do solo, uma vez que os eventos de irrigação foram realizados duas vezes por dia, e aos eventos simultâneos de crescimento, floração, frutificação e maturação, uma vez que a mamoneira é uma espécie de crescimento indeterminado ocorrendo varias fases fisiológicas ao mesmo tempo.

Tabela 2. Partição do saldo de radiação sobre a mamoneira irrigada em Mossoró-RN 2007/08.

DAE	Rn (MJ/m ² /dia)	G (MJ/m ² /dia)	λE (MJ/m ² /dia)	H (MJ/m ² /dia)	Rn-G (MJ/m ² /dia)
20	15,69	2,04	11,41	2,24	13,65
40	16,21	2,00	11,33	2,88	14,21
55	15,33	0,16	15,07	0,10	15,17
80	15,36	1,09	11,03	3,24	14,27
Médias	15,65	1,32	12,21	2,12	14,33

DAE: Dias após a emergência; Rn: Radiação líquida; G: Fluxo de calor no solo; λE: Fluxo de calor latente; H: Fluxo de calor sensível; Rn-G: Energia disponível.

Na tabela 3 são apresentadas as taxas de consumo do saldo de radiação e da energia disponível pelos componentes do balanço de radiação em relação ao saldo de radiação e à

energia disponível. O fluxo de calor latente foi o componente de maior consumo médio, 78% do saldo de radiação e 85% da energia disponível, o fluxo de calor sensível consumiu 14% do saldo de radiação e 15% da energia disponível, e o fluxo de calor no solo 8% em relação ao saldo de radiação. As maiores taxas de consumo de energia foram verificadas em favor do fluxo de calor latente em todas as fases analisadas, tendo ocorrido taxa máxima no DAE 55, na fase de cobertura plena do solo, quando fluxo de calor latente consumiu 98% do saldo de radiação e 99% da energia disponível.

A esse respeito, MOURA (2001), concluiu que o fluxo de calor no solo e o fluxo de calor sensível, em um pomar de goiabeira irrigada, representaram pequena fração do saldo de radiação, que quase foi totalmente convertido em calor latente. OLIVEIRA (2004), estudando o balanço de energia no Pantanal, concluiu que durante o período de cheia o fluxo de calor latente utiliza 80% da energia disponível e o fluxo de calor no solo não representou uma porção significativa do saldo de radiação. GRANGEIRO (2004), estimando o consumo hídrico do algodoeiro, através do balanço de energia baseado na razão de Bowen, nas condições edafoclimáticas de Barbalha – CE, concluiu que durante o desenvolvimento da cultura 87% da energia líquida disponível foi utilizada no fluxo de calor latente.

Tabela 3. Taxas de consumo do saldo de radiação em quatro dias de um cultivo de Mamona irrigada no Semi-Arido, durante as fases de desenvolvimento, média e final do ciclo, 2007/08.

DAE	G/Rn	$\lambda E/Rn$	H/Rn	$\lambda E/Rn-G$	H/Rn-G
20	0,13	0,73	0,14	0,84	0,16
40	0,12	0,70	0,18	0,80	0,20
55	0,01	0,98	0,01	0,99	0,01
80	0,07	0,72	0,21	0,77	0,23
Médias	0,08	0,78	0,14	0,85	0,15

CONCLUSÕES: O saldo de radiação sobre a cultura da mamona, cv. BRS energia nas condições estudadas foi utilizado, em média, 8% no fluxo de calor no solo, 78% no fluxo de calor latente e 14% no fluxo de calor sensível, a energia disponível foi utilizada 85% no fluxo de calor latente e 15% no fluxo de calor sensível.

O componente do balanço de radiação de maior contribuição no consumo de energia foi o fluxo de calor latente em todas as fases de desenvolvimento da cultura, com destaque para o DAE 55, fase de cobertura plena do solo, que utilizou 98% do saldo de radiação e 99% da energia disponível.

AGRADECIMENTOS: À EMATER-RO pela disponibilização do primeiro autor, para realização da presente pesquisa.



REFERÊNCIAS

- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (Jan. de 1988 a Dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, série C).
- GRANGEIRO, R. S. B. Balanço de energia, evapotranspiração e variáveis de crescimento do algodoeiro semiperene, cultivar BRS – 200 marrom. Campina Grande. 68p. 2004. (Dissertação de Mestrado) DCA/CCT/UFPB.
- MENDONÇA, J. C. Estimativa da evapotranspiração regional utilizando imagens digitais orbitais na região norte fluminense, RJ. Campos dos Goytacazes, 2007. 145f. (Tese de Doutorado) UENF
- MOURA, M. S. B. Fenologia e consumo hídrico da goiabeira irrigada. Campina Grande, 124p. 2001. (Dissertação de Mestrado) DCA/CCT/UFPB
- OLIVEIRA, M. B. L. Balanço de energia e caracterização do microclima do Pantanal Sul Matogrossense em períodos de cheia e de seca. Campina Grande. 101p. 2004. (Dissertação de Mestrado) DCA/CCT/UFPB.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDYAMA, G.C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- PEREIRA A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002, 472 p.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Brasília: INMET, 2000, 532p.