



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Evapotranspiração da cultura do meloeiro estimada pelo método do balanço de energia em Mossoró –RN<sup>1</sup>**



*Giulliana Mairana M. de S. Vanomark<sup>2</sup>; José Espínola Sobrinho<sup>3</sup>; Saulo Tasso A. da Silva<sup>3</sup>; Bergson G. Bezerra<sup>4</sup>; Pedro V. de Azevedo<sup>5</sup>; Carlos A. C. dos Santos<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 23 a 28 de agosto 2015

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Doutoranda em Manejo do Solo e Água, Ufersa, Mossoró – RN, Fone: (84) 3316-5398, giulliana.sousa@ntl.incra.gov.br

<sup>3</sup> Doutor, Professor Associado, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Ufersa, Mossoró, RN. E-mail: jespino@ufersa.edu.br e saulo@ufersa.edu.br

<sup>4</sup> Físico, Professor Adjunto, Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, UFRN, Natal-RN, bergson@ccet.ufrn.br

<sup>5</sup> Agrônomo, Professor Associado, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB, pvieira@dca.ufcg.edu.br

<sup>6</sup> Departamento de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB, carlos@dca.ufcg.edu.br

**RESUMO:** A região de clima semiárido convive com características climáticas bem peculiares, onde quadros de estiagem são muito frequentes. Para que se possa alcançar sucesso na adoção da irrigação, prática bastante adotada na região, é essencial que se tenha um correto manejo buscando suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit, nem excesso. O objetivo deste trabalho foi estimar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) do meloeiro, pelo método do balanço de energia baseado na razão de Bowen em Mossoró-RN. Esta técnica determina a evapotranspiração a partir do fluxo de calor latente, que por sua vez é calculado em função da energia disponível ( $R_n - G$ ) e do gradiente de pressão de vapor ( $\Delta e / \Delta z$ ). O ciclo da cultura foi dividido nos seguintes estádios fenológicos: Fase I - emergência a 10% de cobertura de solo, Fase II - 10% de cobertura de solo ao início da floração, Fase III - início da floração ao início da maturação, Fase IV - início ao final da maturação. Uma torre micrometeorológica foi montada no interior da área para medições do saldo de radiação ( $R_n$ ); temperaturas seca e úmida em dois níveis, velocidade do vento ( $U$ ), umidade relativa ( $UR$ ) e fluxo decalor no solo. Os resultados mostraram que a ET<sub>c</sub> diária variou ao longo do seu ciclo fenológico, atingindo valor mínimo de 1,60 mm na Fase I e máximo de 5,55 mm na Fase III. A evapotranspiração acumulada para cada fase fenológica foi de 18,67; 83,02; 133,23 e 31,18 mm, enquanto para todo o ciclo a ET<sub>c</sub> foi de 266,11 mm.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucumis mello* L.; consumo hídrico; semiárido

### **Melon crop evapotranspiration estimated by the energy balance method in Mossoró-RN<sup>1</sup>**

**ABSTRACT:** The semi-arid climate of the region lives with very peculiar climatic characteristics, where frames of drought are very common. In order to achieve successful adoption of irrigation, practice quite adopted in the region, it is essential to have a correct management, trying to meet the water requirement of the crop in some extent without deficit or excess. The objective of this study was to estimate the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) of melon, by the method of energy balance based on the Bowen ratio in Mossoró-RN. This technique determines the evaporation latent heat from the flow, which in turn is calculated according to the available power ( $R_n - G$ ) and the vapor pressure gradient ( $\Delta e / \Delta z$ ). The crop cycle was divided into the following growth stages: Phase I - Emergency 10% soil cover, Phase II - 10% ground cover to early flowering stage, Phase III - beginning of flowering to early ripening, Phase IV - beginning at the end of maturation. A micrometeorological tower was mounted inside the area to the net radiation measurements ( $R_n$ ); dry and wet temperatures on two levels, wind speed ( $U$ ), relative humidity ( $RH$ ) and heat flux in the soil. The results showed that daily Etc varied along its physiological cycle, reaching a minimum value of 1.60 mm in Phase I and a maximum of 5.55 mm in



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Phase III. The cumulative evapotranspiration for each phenological stage was 18.67; 83.02; 133.23 and 31.18 mm, while for the whole cycle ETc was 266.11 mm.

**KEYWORDS:** CucumismelloL.; water consumption; semiarid

## INTRODUÇÃO

A região Nordeste é a maior produtora de melão no país, e o estado do Rio Grande do Norte (RN) ocupa a primeira posição nacional. Dentro do referido Estado, o agropólo Açu/Mossoró/Baraúna é reconhecido pela intensa produção de fruticultura e olericultura irrigadas, sendo o maior produtor de melão (*Cucumis Mello* L.) do Brasil, responsável por mais da metade de toda a produção nacional (MIRANDA et al., 2003; MEDEIROS et al., 2011).

Quase a totalidade da produção de melão é destinada ao mercado externo. Por essa razão, essa cultura tem se tornado cada vez mais rentável e de rápido retorno econômico (MEDEIROS et al., 2012). A produção de melão no agropólo é predominantemente sob condições irrigadas, devido às irregularidades das chuvas não permitirem uma produção sustentável para condições de sequeiro.

Uma das possibilidades para racionalizar o uso da água em projetos agrícolas é através da estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), utilizando a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultura (Kc). A evapotranspiração (ET) pode ser determinada através de inúmeros sistemas incluindo lisímetros, métodos micrometeorológicos, balanço hídrico no solo, fluxo de seiva, cintilômetros e através de dados de sensoriamento remoto (ALLEN et al., 2011).

O método micrometeorológico do Balanço de Energia pela Razão de Bowen (BERB) é um método prático e confiável. Tem sido frequentemente usado para estimar a ET de diferentes sistemas solo/vegetação em diferentes condições climáticas, incluindo o semiárido brasileiro (TEIXEIRA et al., 2007; ZEGGAF et al., 2008; BEZERRA et al., 2010; 2012). OBERBrequer medidas de temperatura do ar e gradientes de pressão de vapor d'água, radiação líquida e o fluxo de calor no solo para a obtenção do fluxo de calor latente e, conseqüentemente, a ETc.

Devido à importância sócio/econômica da irrigação para o semiárido brasileiro, especialmente para a região oeste do estado do Rio Grande do Norte, se faz necessário a adoção de uma política de manejo de irrigação criteriosa e sustentável em face da escassez hídrica da região. Assim, este trabalho teve como objetivo determinar a ETc para todo o ciclo da cultura do meloeiro na região de Mossoró no Rio Grande do Norte, utilizando o método micrometeorológico da razão de Bowen.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de cultivo comercial, produtora de melão, pertencente à CopyFrutas (Cooperativa dos Fruticultores da Bacia Potiguar). A área localiza-se na zona rural do município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. A classificação climática da região segundo Koeppen é BSwh' (Clima muito seco e quente, com precipitações no verão, atrasando para o outono), apresentando temperatura média de 27,4°C, pluviosidade média anual de 673,9 mm e umidade relativa média de 68,9% (SILVA, et al., 2005).

A cultura estudada foi o Melão Amarelo, irrigado por gotejamento. A divisão do ciclo vegetativo do meloeiro foi realizada em quatro estádios: inicial, crescimento vegetativo, médio (frutificação) e final (maturação).

O experimento constou da determinação dos componentes do balanço de energia e da evapotranspiração da cultura (ETc) utilizando o método da razão de Bowen (BERB), desprezando-se a energia armazenada no dossel da cultura e o fluxo de energia fotossinteticamente ativa, visto que

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

representam menos de 2% do saldo de radiação (HEILMAN et al., 1994). O balanço de energia do meloeiro foi expresso pelas médias dos fluxos de calor e massa (PEREZ et al., 1999; BEZERRA et al., 2012).

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

Em que,

Rn - saldo de radiação, ( $Wm^{-2}$ );

LE - fluxo de calor latente;

G - fluxo de calor no solo;

H - fluxo de calor sensível.

Os valores do LE e do H serão derivados a partir da equação do balanço de energia (Eq. 1) e do conceito de razão de Bowen (ALLEN et al., 2011)

$$LE = \frac{Rn-G}{1+\beta} \quad (2)$$

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

Onde  $\beta$  é a razão de Bowen, definida como:

$$\beta = \gamma \frac{\Delta T}{\Delta e} \quad (4)$$

em que,

$\Delta T$  - gradiente de temperatura ( $^{\circ}C$ );

$\Delta e$  - gradiente de pressão real de vapor de água (KPa);

Os referidos gradientes foram obtidos através das medidas das temperaturas seca e úmida em dois níveis acima do dossel vegetativo através de psicrômetros constituídos de termopares tipo T (cobre/constantan).

De acordo com a metodologia proposta por Perez et al. (1999), apenas os dados coletados durante o período diurno, ou quando a energia disponível for positiva ( $Rn-G > 0$ ), foram utilizados, e a exclusão dos dados coletados no período noturno deve-se a inconsistências físicas encontradas nos mesmos. A  $ET_c$  do meloeiro foi obtida dividindo o fluxo de calor latente da Equação 2 pelo valor do calor latente de evaporação e integrando-se os valores horários para o período de 24 horas.

Para medir o saldo de radiação, foi instalado um saldo-radiômetro a 2,50 m de altura. O fluxo de calor no solo foi determinado por duas placas enterradas a 0,02 m, uma sob o mulch na linha de plantio e outra nas entrelinhas. Os fluxos verticais de temperatura e vapor d'água foram determinados a partir da medição das temperaturas de bulbo úmido e seco com termo junções de cobre-constantan em psicrômetros. Os psicrômetros foram instalados a 0,5m (z1) e 2,0 m (z2) acima do dossel vegetal. Todos os dados foram armazenados em um sistema de aquisição de dados (CR10X) da Campbell Scientific, Logan, EUA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode-se observar o ciclo fenológico da cultura do meloeiro, cultivado em Mossoró-RN, elaborados com base em observações de campo seguindo a metodologia sugerida por Allen et al. (1998). O ciclo fenológico do meloeiro foi de 64 dias. A Fase I teve seu início na emergência das plântulas, finalizando quando a cobertura do solo estava em torno de 10%, tendo uma duração de 11 dias. O início da floração que compreende a Fase II, teve duração de cerca de 22 dias. A Fase III, relativa à fase de desenvolvimento reprodutivo (do início da floração ao início da maturação) durou 24 dias, e a Fase IV corresponde à fase final do ciclo da cultura (do início ao final da maturação), foi de 07 dias.

**Tabela 1.** Fases de desenvolvimento do meloeiro, em Mossoró-RN, 2012.

FASE FENOLÓGICA	INÍCIO	FINAL	DURAÇÃO (dias)
I	Emergência das plântulas	10% da cobertura do solo	11
II	10% da cobertura do solo	Início da floração	22
III	Início da floração	Início da maturação	24
IV	Início da maturação	Final da maturação	07

A duração dos estágios fenológicos, bem como do ciclo total da cultura proposto no Manual 56 da FAO difere bastante do ocorrente na região de estudo. Enquanto, na Região do Mediterrâneo, Allen et al. (1998) reportam ciclo 120 dias e Lovelli et al. (2005), em cultivo com mulch plástico 75 dias, neste estudo foi observado a duração do ciclo de 64 dias. Dessa forma, ajustes na duração das fases devem ser considerados para evitar irrigações indevidas.

Na Tabela 2, pode-se observar os valores médios da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) diária estimada pela Razão de Bowen para cada fase fenológica da cultura do meloeiro. Observa-se que o valor mínimo foi de 1,51 mm.d<sup>-1</sup> no início do desenvolvimento vegetativo (Fase I) e máximo de 5,55 na fase de desenvolvimento reprodutivo (Fase III).

**Tabela 2.** Valores médios da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) do meloeiro por fase fenológica, em Mossoró -RN, 2012.

FASE FENOLÓGICA	ET <sub>c</sub> médio (mm.d <sup>-1</sup> )	ET <sub>c</sub> período(mm)
Fase I	1,60	18,67
Fase II	3,77	83,02
Fase III	5,55	133,23
Fase IV	4,45	31,18
<b>Total</b>		<b>266,11</b>

Ainda na Tabela 2, a ET<sub>c</sub> foi crescente da Fase I até a Fase III, onde alcançou o seu valor máximo, voltando a decrescer, Esses resultados corroboram a afirmação de Pardossi et al. (1994) e Pinto et al. (1994) de que o consumo é baixo nos subperíodos iniciais (vegetativo e floração) e aumenta conforme o incremento da área foliar.

Borges (2011) utilizando a técnica do Balanço de Energia pela Razão de Bowen (BERB) para estudar a necessidade hídrica e a produtividade de água do meloeiro em Mossoró-RN, encontrou valores de ET<sub>c</sub> para o ciclo do meloeiro de 256,44 e 273,31 mm. Valores semelhantes ao encontrado neste trabalho foi de 266,11 mm.

## CONCLUSÕES



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Os resultados mostraram que a região de Mossoró-RN apresenta condições climáticas favoráveis para o cultivo do meloeiro.

O consumo hídrico do meloeiro foi de 266,11 mm em todo o ciclo da cultura, com valores diários médios de 1,60; 3,77; 5,55 e 4,45 mm.d-1 e acumulados de 18,67; 83,02; 133,23 e 31,18 mm para as fases fenológicas de emergência (I), desenvolvimento vegetativo (II), desenvolvimento reprodutivo (III) e maturação (IV), respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: United Nations FAO, **Irrigation and Drainage Paper 56**. Rome, Italy: FAO, 1998.

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., HOWELL, T. A., JENSEN, M.E. Evapotranspiration information reporting. I. Factors governing measurement accuracy. **Agricultural Water Management**.v.98, n.6, p.899–920, 2011.

BEZERRA, J. R. C., AZEVEDO, P. V., SILVA, B. B., DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS/200 Marrom irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.6, p.625–632, 2010.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; SANTOS, C. A. C. Evapotranspiration and crop coefficient for sprinkler/irrigated cotton crop in Apodi Plateau semiarid lands of Brazil. **Agricultural Water Management**, v.107,p.86-93, 2012.

BORGES, V. G. Necessidades hídricas e produtividade de água da cultura do meloeiro irrigado na região de Mossoró-RN. 2011. 150 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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, n.1, p.99-114, 1994.

LOVELLI, S. et al. Lysimetric determination of muskmelon crop coefficients cultivated underplastic mulches. **Agricultural Water Management** v.72, p.147–159, 2005.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; PEREIRA, F. A. L.; SOUZA, R. O.; SOUZA, P. A. Produção e qualidade de melão cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.1, p.92-98, 2011.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E. S. Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande,v.16, n.6, p.647-654, 2012.

MIRANDA, N. O.; MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B.; ALVES, L. P. Produtividade e qualidade de frutos de melão em resposta à cobertura do solo com plástico preto e ao preparo do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.490-493, 2003.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

PARDOSSI, A.; LANGI, S.; MALORGIO, F.; CECCATELLI, M.; TOGNONI, F.; CAMPIOTTI, C. A. Studies on melon grown with NFT. Proceedings... Cultivation systems in greenhouse. *Acta Horticulturae*, v. 361, p. 187 – 193, 1994.

PEREZ, P. J.; CASTELLVI, F.; IBAÑEZ, M.; ROSELL, J. I. Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.97, n.3, p.141-150, 1999.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N.; CHOUDHURY, M. M. Efeitos de períodos e de frequências da fertirrigação nitrogenada na produção do melão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1345 – 1350, 1994.

SILVA, M. C.; MEDEIROS, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, V. F. Produtividade de frutos de meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com ou sem cobertura do solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.202-205, 2005.

TEIXEIRA, A. H., BASTIAANSEN, W. G. M., BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. *Agricultural Water Management*, v.94, n.1-3, p.31–42, 2007.

ZEGGAF, A. T.; TAKEUCHI, S.; DEGHANIASANIJ, H.; ANYOJI, H.; YANO, T. A Bowen ratio technique for partitioning energy fluxes between maize transpiration and soil surface evaporation. *Agronomy Journal*, v.100, n.4, p.988–996, 2008.