

COEFICIENTES DE CULTIVO DO MELOEIRO CULTIVADO COM MULCH PLÁSTICO OBTIDOS COM BALANÇO DE ENERGIA PELA RAZÃO DE BOWEN

VALÉRIA P. BORGES¹, BERNARDO B. DA SILVA², JOSE E. SOBRINHO³,
ALEXSANDRA D. OLIVEIRA⁴, RAFAEL DA C. FERREIRA⁵, VÁGNA COSTA⁶

1 Eng. Agrônoma, Doutorando em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB, Fone: (0xx83)2101 1054, valpborges@gmail.com. 2 Meteorologista, Prof. Doutor, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB. 3 Eng. Agrônomo, Prof. Doutor do Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró- RN. 4 Eng. Agrônoma, Pesquisadora EMBRAPA Cerrados, Brasília-DF. 5 Eng. Agrônomo, Prof. Mestre, Depto. Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Angicos-RN. 6 Aluna do Curso de Agronomia, UFERSA, Mossoró-RN.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

RESUMO: Particularidades no cultivo do melão no Nordeste Brasileiro implicam na necessidade de estudos específicos de demanda hídrica. Este trabalho teve por objetivo determinar coeficientes de cultivo do meloeiro cultivado com mulch plástico no semiárido do Rio Grande do Norte. O estudo foi conduzido na Fazenda Pedra Preta, município de Mossoró – RN. O experimento foi instalado em duas parcelas (P81 e P35), com variedade ‘Sancho’ cultivada em mulch cinza-prateado, em diferentes épocas na safra 2009/2010. Determinou-se a evapotranspiração da cultura pelo método do Balanço de Energia pela razão de Bowen (ET_{c_BERB}) e os coeficientes de cultivo pela razão da ET_{c_BERB} com a evapotranspiração de referência. Os valores de Kc obtidos para os estágios inicial, médio e final, foram 0,25, 0,98 e 0,62 em P81 e 0,26, 0,94 e 0,64 em P35. Em comparação com os valores de Kc sugeridos no Manual 56 da FAO, o Kc da fase inicial foi até 78% superior, entretanto para as demais fases houve grande concordância, com erro de no máximo 5%. Mais estudos são necessários para avaliar a aplicabilidade do método nestas condições de cultivo, especialmente na fase inicial da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: melão, evapotranspiração, semiárido

BOWEN RATIO BALANCE ENERGY DETERMINATION OF MELON CROP COEFFICIENTS CULTIVATED WITH PLASTIC MULCHES

ABSTRACT: Melon crop details cultivated in Brazilian Northeast Region imply the need for specific studies of water demand. This study aimed to determine crop coefficients of melon cultivated with plastic mulch in the semiarid region of Rio Grande do Norte State, Brazil. The study was carried out at Pedra Preta farm, Mossoró County - RN. The field experiment was conducted in two plots (P81 and P35), cultivated with melon 'Sancho' with silver-gray mulch, at different periods in the 2009/2010 harvest. The crop evapotranspiration was determined by the method of Bowen Ratio Balance Energy (ET_{c_BREB}) and crop coefficients derived by the ratio between ET_{c_BREB} and reference evapotranspiration. The initial, mid-season and end stages Kc values obtained were 0.25, 0.98 and 0.62 at P81 and 0.26, 0.94 and 0.64 at P35. The Kc for the initial stage was 78% higher than the value for the same stage suggested in the FAO 56 Manual. However, for the mid-season and end stages there was a great match, with a maximum error of 5%. Other researches are needed to assess the applicability of BREB method to these crop conditions, especially in the initial crop stage.

KEYWORDS: melon, evapotranspiration, semiarid region

INTRODUÇÃO: A região Nordeste é a maior produtora de melão no país e o Estado do Rio Grande do Norte ocupa a primeira posição nacional, registrando em 2009 o valor de R\$ 123,8 milhões que foram gerados com o agronegócio do melão (IBGE, 2009).

A irrigação é um dos principais insumos na produção agrícola no semiárido nordestino, o que torna importante sua quantificação para garantir a sustentabilidade e o sucesso do empreendimento (BERNARDO et al., 2009). O cômputo da evapotranspiração (ET) é uma maneira eficiente para determinar as necessidades hídricas nas diferentes fases fenológicas de uma cultura, dando suporte a uma irrigação eficiente.

O cálculo da evapotranspiração da cultura pelo produto $ET_0 \times Kc$ (ALLEN et al, 1998) é bastante utilizado quando há disponibilidade de dados meteorológicos na região. Entretanto, muitos dos coeficientes de cultivo (Kc) utilizados não refletem as condições locais, pois foram determinados em regiões e condições de cultivo diferentes (LOVELLI et al, 2005; CAMPOS et al, 2010). Em relação à área de estudo há particularidades no cultivo, a exemplo do uso de cobertura plástica (*mulch*) para minimizar as perdas de água por evaporação e cobertura com mantas de polipropileno para atenuar o ataque de pragas. Estudos locais são, portanto, importantes no esforço de proporcionar subsídios ao uso racional da água.

Diante do exposto, este trabalho visa determinar coeficientes de cultivo do meloeiro cultivado com *mulch* plástico no semiárido do Rio Grande do Norte, a partir do balanço de energia baseado na Razão de Bowen.

MATERIAIS E MÉTODOS: O estudo foi conduzido na Fazenda Pedra Preta (4°59'52" S, 37°23'09" W, 54 m), município de Mossoró – RN. A classificação climática da região segundo Koeppen é BSw_h, com médias de temperatura, pluviosidade e umidade relativa de 27,4°C, 673,9 mm e 68,9% (SILVA et al., 2005).

As parcelas escolhidas nas duas épocas, cultivadas com variedade ‘Sancho’ (Parcela 81 - P81 e Parcela 35 - P35) apresentavam 5,74 ha – 200 m na direção NO-SE e 287 m na direção NE-SO. O meloeiro foi cultivado em leiras cobertas com plástico cinza-prateado, em espaçamento de 2m entre linhas 0,5 m entre plantas, irrigado por sistema de gotejamento, com turno de rega diário. A divisão do ciclo do meloeiro foi feita em quatro fases (Tabela 1), conforme recomendações de Allen et al. (1998) e Miranda et al. (2008).

Tabela 1. Duração dos estádios de desenvolvimento do meloeiro cultivado na Fazenda Pedra Preta, Mossoró/RN, no período de agosto/2009 a janeiro/2010.

Estágios	Eventos	Etapa 1 (2009) – P81		Etapa 2 (2009/2010) – P35	
		Datas	Duração do estágio (dias)	Datas	Duração do estágio (dias)
Inicial	Plantio	12/ago	22	03/nov	21
	10% cobertura do solo	04/set		25/nov	
Desenvolvimento	80% cobertura do solo / começo da frutificação	23/set	19	13/dez	18
	Médio	Maturação dos frutos	11/out	18	04/jan/2010
Final	Colheita	19/out	9	11/jan/2010	08

A evapotranspiração da cultura foi obtida pelo método do balanço de Energia pela Razão de Bowen – BERB (BOWEN, 1926), partindo da equação do balanço de energia. De acordo com as recomendações de Perez et al. (1999), somente dados no período diurno foram considerados para os cálculos dos fluxos.

Para medir a radiação líquida, instalou-se um saldo-radiômetro (Kipp Zonen, modelo CNR1) a 2,20 m de altura e o fluxo de calor no solo foi determinado por duas placas (Hukseflux HFP01-L) enterradas a 0,02 m, uma na entrelinha e outra sob a cobertura plástica, na linha de plantio. Os fluxos verticais de temperatura e vapor d’água foram determinados a partir da

medição das temperaturas de bulbo úmido e seco com termopares de cobre-constantan em psicrômetros de ventilação forçada, instalados a 0,3 m e 1,8 m acima do dossel vegetal. Todos os dados foram armazenados em médias de 30 minutos pelo sistema de aquisição de dados CR1000 da Campbell Scientific, Logan, EUA.

Os coeficientes de cultivo (K_c) foram determinados pela razão entre a evapotranspiração da cultura pelo método BERB - ET_{c_BERB} e a evapotranspiração de referência - ET_0 (ALLEN et al., 1998). Para o cálculo da ET_0 utilizou-se os dados meteorológicos da estação do INMET, localizada na Fazenda Pau Branco (5,0817° S, 37,3686° W, altitude de 36 m), a 10 km do local do experimento.

Indicadores de desempenho foram aplicados para comparar a ET_{c_BERB} com a evapotranspiração do melão determinada a partir de $ET_0 \times K_c - ET_{c_FAO}$ - utilizando os valores de K_c sugeridos por Allen et al. (1998) para o meloeiro, ajustados para as condições de temperatura e umidade locais, bem como para o manejo da cultura com cobertura plástica do solo. Os seguintes indicadores foram implementados: coeficiente de determinação da regressão linear, R^2 ; razão média, RM; raiz quadrada do quadrado médio do erro, RQME e índice de concordância de Wilmott, d_w (LEGATES & MCCABE JR., 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentadas a ET_{c_BERB} e a ET_{c_FAO} para as épocas de estudo. Na fase inicial a ET_{c_BERB} média foi de 1,18 e 1,94, chegando ao máximo de 7,87 (53 dias após a semeadura - DAS) e 5,24 (47 DAS) em P81 e P35, respectivamente. Os valores totais de lâmina evapotranspirada pela cultura foram 256,44 mm em P81 e 273,31 mm em P35. O valor superior em P35 deve-se à ET_0 ter sido maior neste período, 442 mm em relação aos 436 mm registrados no período de cultivo em P81, além da fase de máxima demanda hídrica ter sido mais longa em P35 (Tabela 1). Com determinações de lisímetro em melão 'Gold Mine' cultivado sem mulch no Ceará, Miranda et al. (1999) encontraram valores médios de E_{tc} no estágio inicial de 1,2 mm e máximo de até 6,8 mm no período de crescimento dos frutos (42 e 58 DAS).

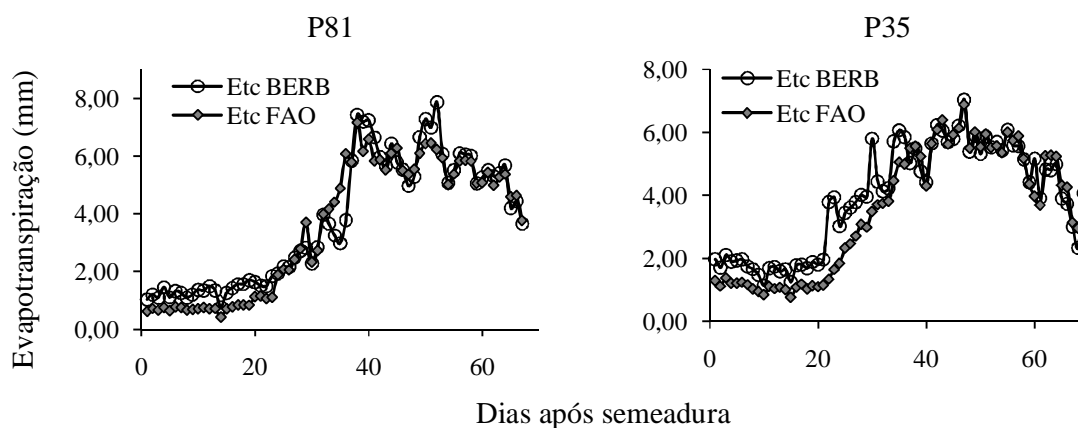


Figura 1. Evapotranspiração do meloeiro cultivado com mulch plástico, obtida com o Balanço de Energia pela Razão de Bowen (ET_{c_BERB}) e pelo produto $ET_0 \times K_c - ET_{c_FAO}$, para as duas parcelas estudadas.

Em ambas as parcelas observam-se um bom ajuste das curvas dos dois métodos, sobretudo a partir dos 40 dias após semeadura. As maiores discrepâncias ocorreram na fase inicial da cultura e no período das plantas sob a manta, em que ET_{c_BERB} foi superior a ET_{c_FAO} em 56% na parcela 81 e 61% na parcela 35. Contudo, analisando todo período da cultura, registrou-se boa concordância entre dados obtidos e estimados. Para P81 e P35, respectivamente, obteve-se RQME de 0,63 e 0,76; d_w de 0,98 e 0,96; e R^2 de 0,92 e 0,81. Os valores de RQME

tendendo a zero e valores de d_w e R^2 em torno de 1 indicaram boa concordância entre os métodos. A razão média mostrou que para todo ciclo da cultura houve superestimativa do método BERB de apenas 6 e 12% em P81 e P35. Resultados apresentados por Lovelli et al. (2005) revelam subestimativas de 32 % para a ET_{c_FAO} em comparação com dados de lisímetro em meloeiro cultivado com mulch plástico, para todo ciclo da cultura. Estes resultados mostram que as medidas tomadas para ajustar os coeficientes de cultivo do Manual 56 da FAO para Irrigação e Drenagem às condições de clima e manejo da área foram satisfatórias, considerando que a cobertura plástica proporcionaria 10% de redução no Kc total.

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 que, na Região do Mediterrâneo, Allen et al. (1998) reportam ciclo 120 dias e Lovelli et al. (2005), em cultivo com mulch plástico 75 dias, em ambas parcelas o ciclo da cultura foi de 68 dias. Ajustes na duração das fases devem ser considerados para evitar irrigações indevidas.

Os coeficientes de cultivos para os estágios inicial, médio e final são apresentados na Tabela 2. Em virtude da cobertura plástica e do sistema de irrigação por gotejamento, perdas de água por evaporação são insignificantes e ocorrem somente pelo orifício de emergência das plântulas, e cessam poucos dias após a mesma. Desta forma, o K_{c_FAO} apresentado corresponde ao K_{c_b} (Kc basal) da cultura. Diferenças acentuadas são observadas no Kc inicial, nas duas épocas de estudo, enquanto que nas demais fases os valores sugeridos pela FAO são bastante consonantes aos encontrados na região de estudo. Lovelli et al. (2005) registraram bom ajuste do Kc obtido por lisímetro com o K_{c_FAO} inicial e superestimativas no estágio médio com valores entre 1,0 e 1,6, para K_{c_FAO} correspondente de 0,8. Miranda et al. (1999) e Bezerra et al. (2004) reportaram para a fase inicial Kc em torno de 0,2, entretanto para condições sem mulch. Considerando a redução de 10% no Kc com a cobertura do solo, ainda assim seriam inferiores ao encontrado no presente trabalho.

Funções polinomiais foram ajustadas aos dados de Kc em função dos dias após semeadura, encontrando-se as seguintes equações: $y = -2E-05x^3 + 0,0023x^2 - 0,0455x + 0,4107$ ($R^2 = 0,9223$) na Parcela 81 e $y = -2E-05x^3 + 0,0014x^2 - 0,0167x + 0,2799$ ($R^2 = 0,9376$) na Parcela 35. Apesar do modelo polinomial de segundo grau ser amplamente utilizado, o modelo cúbico foi adotado por ter apresentado maior coeficiente de determinação.

Tabela 2. Comparação entre os coeficientes de cultivo para os estágios fenológicos inicial, médio e final do meloeiro, obtidos com sistema de Razão de Bowen (K_{c_BERB}) com valores sugeridos no manual 56 da FAO, ajustados para as condições locais.

Estágios	P81			P35		
	K_{c_BERB}	K_{c_FAO}	Diferença (%)	K_{c_BERB}	K_{c_FAO}	Diferença (%)
Kc inicial	0,25	0,14	78	0,26	0,16	62
Kc médio	0,98	0,93	5	0,94	0,93	1
kc final	0,62	0,64	3	0,64	0,64	0

CONCLUSÕES: Os coeficientes de cultivo gerados no presente trabalho, para os estágios médio e final do meloeiro cultivado com mulch plástico, apresentaram boa concordância com os coeficientes sugeridos no manual 56 da FAO para Irrigação e Drenagem, adotando-se as devidas correções para clima e uso de mulch plástico. Entretanto grandes discrepâncias foram encontradas na fase inicial da cultura, requerendo mais estudos futuros para avaliar se o método empregado é satisfatório a estas condições de cultivo e promover subsídios para melhor estimativa da evapotranspiração do meloeiro nesta região.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Universidade Federal Rural do Semiárido, aos proprietários e funcionários da Fazenda Pedra Preta e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio logístico e financeiro para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. et al., 1998. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Roma, 300 pp.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** Viçosa: Ed. UFV. 8 ed., 2009. 625 p.

BEZERRA, A. H. F.; LEVIEN, S. L. A.; PEIXOTO, T. D. C. Determinação de Kc de melão e melancia utilizando os softwares SingleKcSIM e DualKcSIM. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p. 1-9, 2004.

BOWEN, J. S. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. **Physical Review**, v.27, p.779–787, 1926.

CAMPOS, I. et al. Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). **Agricultural Water Management** v.98, p.45–54, 2010.

IBGE. Produção agrícola municipal. disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/tab1.pdf>. Acessado em 09 março de 2011.

LEGATES, D. R.; MCCABE JR., G. J. Evaluating the use of “goodness-of-fit” measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. **Water Resources Research**, v.35, p.233-241, 1999.

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

MIRANDA, F. R.; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do estado do Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.18, p.63-70, 1999

MIRANDA, F. R. et al. Irrigação do Meloeiro. In: SOBRINHO, R. B; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. (org.). **Produção integrada do melão.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

PEREZ, P. J. et al. Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v 97, p. 141-150, 1999.

SILVA, M. C. et al. produtividade de frutos de meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com ou sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.202-205, 2005.