



EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO ALGODOEIRO, CULTIVAR BRS 187 - 8H NA CHAPADA DO APODI-RN

José Renato Cortez Bezerra (EMBRAPA/Algodão / renato@cnpa.embrapa.br), Bergson Guedes Bezerra (UFCEG), Ziany Neiva Brandão (EMBRAPA/Algodão)

RESUMO – O trabalho teve por objetivo determinar o consumo hídrico da cultura do algodão cultivar 187 - 8H irrigado no município de Apodi-RN, fazendo o uso da técnica de razão de Bowen, que 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 experimental para medições da radiação solar global (R_s) e refletida pela cultura (R_r); saldo de radiação (R_n); temperaturas seca, temperatura úmida e velocidade do vento em dois níveis, 0,30 e 1,50 m acima da copa da cultura e fluxo de calor no solo. A evapotranspiração diária da cultura foi bastante variável ao longo do seu ciclo fenológico, com mínimo de 4,0 mm na Fase I e máximo de 9,3 mm na Fase III. A evapotranspiração acumulada foi de 84,7; 190,6; 306,3; 154,5 e 736,1 para as fases fenológicas e para todo ciclo da cultura, respectivamente.

Palavras-chave: Evapotranspiração, razão de Bowen, consumo hídrico.

INTRODUÇÃO

O cultivo do algodão (*Gossypium Hirsutum* L.) foi até o início da década de 80 a principal atividade agrícola e econômica do Nordeste Brasileiro. A partir de então a área plantada foi reduzida drasticamente, cujas causas principais de acordo com Kouri e Santos (2007), foram o tradicionalismo da estrutura de produção, a incapacidade de convivência com a praga do bicudo (*Anthonomus grandis Boheman*) e a política agrícola do Governo Federal que inviabilizava economicamente a cultura. Durante todo o apogeu do algodão no Nordeste do Brasil, o seu cultivo era realizado em regime de sequeiro e a variedade utilizada era o mocó, semi-arbóreo e de ciclo semi-perene. Com o surgimento do bicudo no início da década de 80, fez-se necessário a adoção de variedades herbáceas e precoces,

que mesmo adaptada às condições de sequeiro, tem sua produtividade afetada pelo regime pluviométrico bastante irregular. Nesse contexto, a adoção de tecnologias de irrigação para o cultivo do algodão no semi-árido do Nordeste brasileiro, é imperiosa principalmente com uma melhor compreensão da relação água-solo-planta-atmosfera, uma vez que o cultivo de variáveis modernas apresentam adaptação às condições de regime de irrigação, podendo apresentar o seu máximo potencial produtivo e a melhor qualidade de fibra. Para utilização desta tecnologia, o conhecimento com a máxima precisão do consumo hídrico do algodoeiro é uma necessidade imperiosa para a adoção de práticas de irrigação em seu cultivo.

A evapotranspiração – ETc de culturas agrícolas tem sido frequentemente medida fazendo o uso do método do balanço de energia baseado na razão de Bowen (AZEVEDO et al., 2003; PEREZ et al., 2008; SILBERSTEIN et al., 2003; SILVA et al., 2007, TEIXEIRA et al., 2007, ZHANG et al., 2008,). Gavilán e Berengena (2007) atribuem o fato da técnica de razão ser tão difundida a sua relativa simplicidade e precisão para estimativa do fluxo de vapor de água. A razão de Bowen é computada a partir dos gradientes verticais de temperatura do ar e de vapor de água (VERMA et al., 1978) que devem ser medidos em diferentes níveis acima do dossel vegetativo.

No entanto, tem sido recomendada certa cautela na aplicação dessa técnica, uma vez que a mesma não reproduz a natureza turbulenta do processo de evapotranspiração (STEDUTO; HSIAO, 1998). Perez et al. (1999) estudando erros associados à técnica, observaram que, em média, 40% do total de dados do período noturno e durante eventos de irrigação e precipitação devem frequentemente ser rejeitados. Ainda no mesmo trabalho é sugerido que o cálculo da ETc através da técnica de razão de Bowen considere apenas os dados coletados durante o período diurno, ou seja quando $R_n - G > 0$.

Gavilán e Berengena (2007) compararam dados da ETc obtidos com a técnica de razão de Bowen com medidas lisimétricas em áreas que apresentam fortes eventos advectivos e constataram que os mesmos foram superestimados em até 5,7% quando apenas dados diurnos foram considerados. O presente trabalho tem como objetivo determinar a evapotranspiração da cultura do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 187 – 8H, na região de Apodi, RN.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento de campo foi conduzido na área experimental da Emparn, localizada no município de Apodi – RN, cujas coordenadas geográficas são as seguintes: Latitude: 05°37'37"S, Longitude: 37°49'54" W e Altitude: 150 m. O trabalho foi realizado em uma área medindo 100 x 108 m perfazendo uma superfície de 1,08 há, utilizando-se o algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 187 – 8H.

A estimativa da evapotranspiração da cultura foi obtida pela equação simplificada do balanço de energia, conforme Rosemberg et al. (1983):

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

onde: R_n é o saldo de radiação, LE é o fluxo de calor latente, H é o fluxo de calor sensível e G é o fluxo de calor no solo.

O fluxo de calor latente (LE), que representa a evapotranspiração da cultura, foi calculado pela equação seguinte.

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

Os resultados obtidos com base nessa equação expressam os valores do fluxo de calor latente (LE), que geralmente são dados em $W.m^{-2}$, enquanto a evapotranspiração da cultura normalmente é expressa em mm. Para a obtenção de ET_c , em unidades de lâmina de água em um dado intervalo de tempo ($mm.dia^{-1}$), foi necessário dividir o valor obtido na equação 2 pelo calor latente de vaporização, integrando-se os resultados para o período do dia em que houve energia disponível, ou seja, quando $R_n - G > 0$, conforme proposto por Perez et al. (1999).

A razão de Bowen (β) foi calculada pela equação seguinte:

$$\beta = \gamma \left(\frac{\Delta T}{\Delta e} \right) \quad (3)$$

onde: γ é a constante psicrométrica ($KPa \text{ } ^\circ C^{-1}$) e ΔT é o gradiente de temperatura ($^\circ C$) e Δe é o gradiente de pressão de vapor (KPa) acima do dossel vegetativo. Os referidos gradientes foram obtidos através das medidas das temperaturas seca e úmida em dois níveis (0,3 e 1,5 m) acima do dossel vegetativo obtidas com psicrômetros construídos com termopares tipo T (cobre-constantan).

O saldo de radiação - R_n foi medido com um saldo radiômetro NR-LITE (Campbell Sci., Logan-UT, USA), enquanto que o fluxo de calor no solo - G foi medido através de placas HFP01SC-L Hukseflux Self-Calibrating Soil Heat Flux Plate (Campbell Sci., Logan-UT, USA) a 2,0 cm de profundidade. Todos os sensores foram instalados em uma estação meteorológica automática, fazendo-se uma coletas de dados a cada 5 segundos e armazenadas médias de 20 minutos num datalogger CR3000 (Campbell Sci., Logan-UT, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

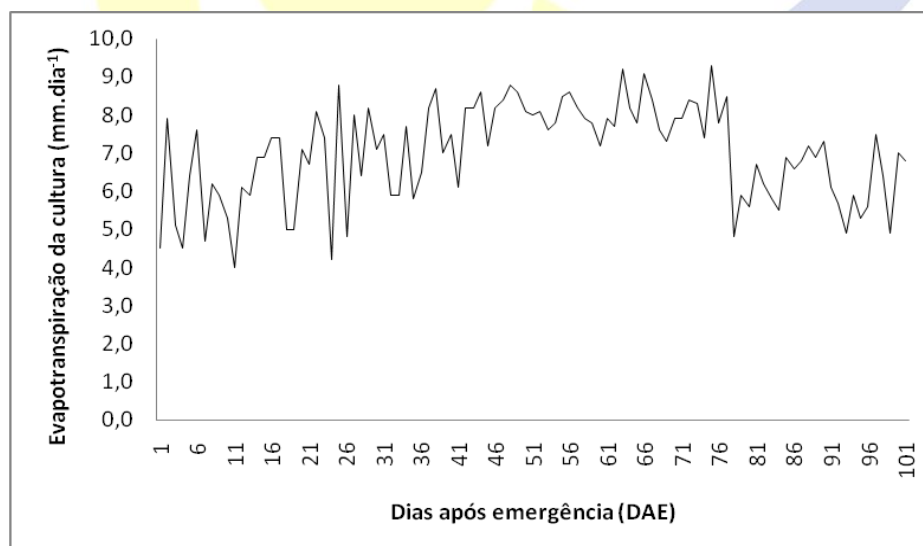
O ciclo vegetativo da cultura do algodão BRS 187 - 8H, cultivado em Apodi-RN, elaborados com base em observações de campo seguindo a metodologia sugerida por Allen et al. (1998) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Fases de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 187 - 8H, Apodi-RN, 2008.

FASE FENOLÓGICA	INÍCIO	FINAL	DURAÇÃO (dias)
I	Emergência das plântulas	10% de cobertura de solo	15
II	10% de cobertura de solo	Início da floração	28
III	Início da floração	Início da maturação	38
IV	Início da maturação	Final da maturação	24

A partir das observações efetuadas no campo, verificou-se que a Fase I do desenvolvimento da cultura que correspondeu ao período da emergência das plantas até 10% de cobertura de solo, com um intervalo de 15 dias; a Fase II que corresponde à fase do desenvolvimento vegetativo, foi de 10% de cobertura de solo ao início da floração, correspondeu a um período de 28 dias; a Fase III, que corresponde à fase de desenvolvimento reprodutivo, compreendeu um intervalo que foi do início da floração ao início da maturação, com um intervalo de 38 dias e, a Fase IV, que compreende a fase final do ciclo da cultura, ocorreu do início ao final da maturação com um intervalo de 24 dias. O ciclo do algodoeiro BRS 187 – 8H foi completado aos 105 dias após a emergência, o que a caracteriza como uma cultivar de ciclo médio (COSTA et al., 2000) e estão compatíveis com outras variedades de ciclo médio a exemplo da BRS 200 – Marrom (BEZERRA, 2007) e BRS 201 (RODRIGUES, 2003).

Na Figura 1 apresenta-se o comportamento estacional da evapotranspiração diária ao longo do ciclo de desenvolvimento do algodoeiro BRS 187 – 8H, obtida para o ciclo da cultura (29/set/2008 a 12/jan/2009).

**Figura 1** - Variação estacional da evapotranspiração diária do algodoeiro BRS 187 – 8H, obtida pela Razão de Bowen, para Apodi, RN – 2008.

Observa-se que a evapotranspiração da cultura foi bastante variável ao longo do seu ciclo fenológico, apresentando valores extremos com um mínimo de 4,2 mm na Fase I e um máximo de 9,3 mm na Fase III do desenvolvimento da cultura. Este comportamento bastante variável já foi observado por Rodrigues (2003) no algodoeiro herbáceo cultivar BRS 201, assim como por Bezerra (2007) no algodoeiro BRS 200 – Marrom, além de vários autores para outras culturas, tais como Souza (2003) para o abacaxizeiro, Moura (2005) para goiabeira e Sousa (2005) para o coqueiro. Esta variação durante a mesma fase fenológica pode ser decorrente das condições meteorológicas locais e da duração da fase fenológica (SOUZA, 2003). Por sua vez Moura (2005), informa que o aumento da ETc, decorrente da elevação da demanda evaporativa da atmosfera, dentre outros fatores, é causada pelo aumento da radiação solar global.

Quando se analisa os valores médios por ciclo fenológico (Tabela 2), observa-se que o valor mínimo foi de 5,6 mm.dia⁻¹, no início do desenvolvimento vegetativo (Fase I) e o máximo de 8,1 mm.dia⁻¹, na etapa de desenvolvimento reprodutivo (Fases III).

Observa-se na Tabela 2 que a evapotranspiração da cultura foi crescente da Fase I até a Fase III onde alcançou o máximo, voltando em seguida a decrescer, o que está de acordo com o observado por Bezerra et al. (1995) para o algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA 6H; Azevedo et al. (1993) para a cultivar de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce 1, Pereira et al. (1997), para as cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA 7H e Bezerra (2007) para a cultivar BRS 200 - Marrom. Por sua vez, Rodrigues (2003), trabalhando com o algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 201, observou valores de evapotranspiração crescente da fase I para a II, havendo uma redução na fase III e alcançando o máximo na fase IV.

Tabela 2 - Valores médios da evapotranspiração ETc do algodoeiro BRS 187 – 8H, por fase fenológica. Apodi, RN – 2008.

Etapas do desenvolvimento		Número de dias	ETc médio (mm.dia ⁻¹)	ETc do período (mm)
Fase I	Emergência a 10% de cobertura de solo	15	5,6	62,1
Fase II	10% de cobertura de solo ao início da floração	29	6,7	187,2
Fase III	Início da floração ao início da maturação	37	7,8	290,0
Fase IV	Início ao final da maturação	25	7,8	195,2
Total		105		756,3

O consumo total do algodoeiro BRS 187 – 8H, estimado pela Razão de Bowen, foi de 736,1 mm. Utilizando a mesma metodologia, Rodrigues (2003) e Bezerra (2007), obtiveram valores de ETc de 517,1 e 514,5 para as cultivares de algodoeiro BRS 201 e BRS 200 – Marrom, respectivamente.

Utilizando a metodologia do lisímetro de lençol freático constante, Azevedo et al (1993) obtiveram um consumo de 440,0 mm para a CNPA Precoce 1. Marinato (1982), utilizando o lisímetro de drenagem, obtiveram valores de 440,0 mm para a cultivar IAC 17. Em ambiente protegido, Pereira et al. (1997), obtiveram um consumo médio de 501,1 e 533,5 mm para as cultivares de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce 1 e CNPA 7H, respectivamente. Os altos valores obtidos na evapotranspiração da cultura no município de Apodi decorre, provavelmente, em consequência da alta demanda atmosférica representada pela alta incidência da radiação solar, da alta temperatura, da velocidade de vento normalmente acima de 2,5 m/s e a baixa umidade relativa no período do estudo.

CONCLUSÃO

A evapotranspiração média do algodoeiro BRS 187 – 8H foi 5,6 mm.dia⁻¹ na fase inicial do cultivo; de 6,8 mm.dia⁻¹ na fase de desenvolvimento vegetativo; de 8,1 mm.dia⁻¹ na fase de desenvolvimento reprodutivo e de 6,2 mm.dia⁻¹ para a fase de maturação, com um consumo de 736,1mm durante o ciclo da cultura.

CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

Informar ao produtor a evapotranspiração da cultura do algodão, cultivar BRS 187-8H, bem como o consumo de água durante o ciclo, para a região da Chapada do Apodi –RH.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AZEVEDO, P. V.; RAO, T. V. R.; AMORIM NETO, M. S.; BEZERRA, J. R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 7, p. 863-870, 1993.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water requirements of irrigated mango orchard in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 58, p. 241-254, 2003.

BEZERRA, J. R. C. **Crescimento, desenvolvimento e rentabilidade do algodoeiro BRS 200 - Marrom, Irrigado**. 2007. 88 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)– Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N.; SILVA, B. B. da. et al. **Consumo hídrico do algodoeiro herbáceo**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1995.. p.151-154. (Relatório Técnico Anual, 1992 – 1993).

COSTA, J. N. da; CARVALHO, L. P. de; FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P. de; SANTANA, J. C. F. de; RIBEIRO, J. L.; VIEIRA, R. de M.; VIDAL NETO, F. das C.; BELARMINO FILHO, J. **BRS 187 8H Nova cultivar de algodoeiro herbáceo para as condições do Nordeste**. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2000. 1 Folder

GAVILÁN, P.; BERENGENA, J. Accuracy of the Bowen ration-energy balance method for measuring latent heat flux in a semiarid advective environment. **Irrigation Science**, v. 25, p. 127-140, 2007.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. dos. A Recuperação da produção do algodão no Brasil In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2007. p. 1-5

MARINATO, R. Determinação da evapotranspiração da cultura do algodoeiro no Norte de Minas. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 2., 1982. Salvador. **Resumos...** Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1982. p.124.

MOURA, M. S. B. **Consumo hídrico, produtividade e qualidade de fruto da goiabeira irrigada na região do submédio São Francisco**. 2005. 122 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

PEREIRA, M. do N.B.; AZEVEDO, N. C.; FERNANDES, P. D.; AMORIM NETO, M. da S.; Crescimento e desenvolvimento de duas cultivares de algodoeiro herbáceo em baixos níveis de umidade no solo, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, p. 1-7, 1997.

PEREZ, P. J.; CASTELLVI, F.; MARTINEZ-COB, A. A simple model for estimating the bowen ratio from climatic factors for determining latent and sensible heat flux. **Agric. For. Meteorol.**, v. 148, n. 1, p. 27 – 37, 2008.

PEREZ, P. J.; CASTELLVI, F.; IBAÑEZ, M.; ROSELL, J. L. Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. **Agric. For. Meteorol.** v. 97, p.141-150, 1999.

RODRIGUES, M. F. G. **Necessidades hídricas, crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 201**. 2003. 132f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

ROSENBERG, N. J.; BLAD, B. L.; VERMA, S. B. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley, 1983. 495p.

SILBERSTEIN, R. P.; SIVAPLAN, M.; VINEY, N. R.; HELD, A.; HATTON T. J. Modelling the energy balance of a natural jarrah (*eucalyptus marginata*) forest. **Agric. For. Meteorol.** v. 115, p. 201-230, 2003.

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. Surface energy balance and evapotranspiration of a mango orchard grown in a semiarid environment. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 1391-1396, 2007.

SOUSA, I. F. de. **Manejo de irrigação, consumo hídrico e produtividade do coqueiro anão verde nos Tabuleiros Costeiros norte do Estado de Sergipe.** 2005. 143 f. Tese (Doutorado)– Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

SOUZA, C. B. de. **Necessidades hídricas, crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro nos tabuleiros de Santa Rita – PB.** 2003. 124 f. Tese (Doutorado)– Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

STEDUTO, P.; HSIAO, T. C. Maize canopies under two soil water regimes: IV. validity of Bowen ration-energy balance techniques for measuring water vapour and carbon dioxide fluxes at 5-min intervals. **Agricult. For. Meteorol.** v. 89, p. 215-228, 1998.

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, p. 31-42, 2007.

VERMA, S. B.; ROSENBERG, N. J.; BLAD, B. L. Turbulent exchange coefficients for sensible heat and water vapor under advective conditions. **Journal of Applied Meteorology**, v. 17, p. 330-338, 1978.

ZHANG, B.; KANG, S.; LI, F.; ZHANG, L. Comparison of three evapotranspiration models to bowen ratio-energy balance method for a vineyard in an arid desert region of northwest China. **Agric. For. Meteorol.** v. 148, p. 1629-1640, 2008.

[S. l.: s. n.], SINTAG 2004.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G.. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection** v. 16, p. 25-33, 1997.

SCHEER, O. et al. Avaliação do diâmetro de gotas geradas por pontas de energia hidráulicas na aplicação de dois herbicidas com e sem Adjuvante. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** [S. l.: s. n.], SINTAG 2008.