

ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA EM CACAUEIROS ADULTOS

HERMES ALVES DE ALMEIDA¹, REGINA CELE REBOUÇAS MACHADO²,
NILSON AUGUSTO VILLA NOVA³, ANTONIO EVALDO KLAR⁴

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar o consumo de água por cacauzeiros adultos. O experimento foi realizado no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Ilhéus, Bahia, latitude 14° 45'S e longitude 39° 16'W. Dez árvores da cultivar Catongo, plantados no espaçamento 3m x 3m, com aproximadamente 12 anos de idade, constituíram a unidade experimental. Para estimar a evapotranspiração do cacauzeiro (ET_c), utilizou-se o método do balanço hídrico semanal preconizado por Thornthwaite & Mather (1955), sendo a evapotranspiração de referência pelo Penman Monteith. O consumo potencial e real médio diário foi de 23,7 e 20,2 litros por cacauzeiro, respectivamente, o que corresponde a uma lâmina diária de ET_c de aproximadamente 2,2 mm.

Palavras chave: consumo de água, balanço hídrico, cacauzeiro

INTRODUÇÃO

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L), pertencente à família Sterculiaceae, originou-se na Cabeceira da Bacia Amazônica, de onde se dispersou em duas direções: uma para o norte e oeste, atravessando os Andes, e avançando pela América Central até o sul do México, e a outra para o leste (Alvim, 1977).

Embora não mostre, facilmente, sintomas de déficit hídrico, o cacauzeiro é muito sensível à deficiência de água. Em condições de campo, a seca pode ter dois efeitos distintos sobre a planta: um do déficit interno, que pode ser curto ou cumulativo e outro sobre o transporte de nutrientes (Hutcheon, 1977).

¹ Pesquisador, DSc, Centro de Pesquisas do Cacau, Caixa Postal 07, 45600-000 Ilhéus, Bahia, e Professor Adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz, e-mail:halmeida@nuxnet.com.br

² Pesquisador, PhD, Centro de Estudos do Cacau, Caixa Postal 55, Itajuípe, Bahia.

³ Professor Associado, DSc, Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ, Piracicaba, SP

⁴ Professor Titula, DSc, Departamento de Engenharia, FCA/UNESP, Botucatu, SP

A disponibilidade de água no solo é um dos fatores mais relacionados com o crescimento e produção do cacauzeiro. Segundo Orchard (1984), o cacauzeiro deve ser implantado em áreas onde a disponibilidade de umidade no solo não seja fator limitante por mais de dois a três meses consecutivos.

Em geral, sob condições de ótima disponibilidade de água no solo, a evapotranspiração de referência (ET_o) é função das condições meteorológicas e do tipo de vegetação (Berlato & Molion, 1981). Segundo Doorenbos & Kassam (1979), a evapotranspiração máxima (ET_m) refere-se a perda de água de uma cultura agrônômica, que cresce em grandes áreas, sem restrições hídricas em qualquer estágio de desenvolvimento.

A utilização da ET_m ao invés de ET_o, no cálculo do balanço hídrico, dificultaria demasiadamente o processo de contabilidade da água no solo, além de ser variável com a época de plantio e estágio desenvolvimento da cultura. Por isto, adota-se a ET_o como indicativo da demanda atmosférica, no cômputo do balanço hídrico e não a ET_m.

O balanço hídrico climatológico semanal ou diário, descrito por Thornthwaite & Mather (1955), é um sistema contábil de monitoramento da água no solo e a própria lei da conservação de massas, para um volume de solo efetivamente ocupado pelas raízes. Sendo, portanto, uma ferramenta útil e prática para se estimar o armazenamento de água no solo, a evapotranspiração real ou da cultura, a deficiência e o excedente hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Quadra E da área experimental do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), localizado no km 22 da Rodovia Ilhéus - Itabuna, no município de Ilhéus, Bahia, latitude 14° 45'S, longitude 39° 16'W e altitude de 41 m.

A capacidade de água disponível no solo (CAD), ou armazenamento máximo, considerada a água retida pelo solo entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, foi calculada pela expressão:

$$CAD = (\overline{\theta}_{CC} - \overline{\theta}_{PMP}) \times h \quad (1)$$

sendo:

$\overline{\theta}_{CC}$ = umidade média do solo na capacidade de campo (33,43 kPa), em m³.m⁻³;

$\overline{\theta}_{PMP}$ = umidade média do solo no ponto de murcha permanente (1519,98 kPa), em m³.m⁻³;

h= profundidade do perfil (mm).

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisas do Cacau, num cacaual implantado no espaçamento de 3m x 3m (1.111 plantas por ha). Dez árvores da cultivar Catongo, com idade aproximada de 12 anos, constituíram a unidade experimental. Avaliaram-se, semanalmente, o número de frutos novos (FN) e colhidos (FC) em cada um dos dez cacauzeiros.

Os dados meteorológicos utilizados na estimativa da evapotranspiração de referência foram coletados na área experimental e na Estação Agrometeorológica do CEPEC, localizada a cerca de 500 m do local do experimento. Para calcular a média diária de todos os elementos do clima, utilizou-se a média aritmética dos seus valores horários.

Para estimar a evapotranspiração de referência diária (ET_o) foi utilizado o método de Penman-Monteith e parametrizada por Smith (1991), conforme a equação descrita a seguir.

$$ET_{oPM} = \frac{\Delta}{\Delta + g^*} (R_n - G) \frac{1}{I} + \frac{g}{\Delta + g^*} \frac{900}{(t_{med} + 275)} U_2 (e_a - e_d) \quad (2)$$

sendo:

ET_{oPM}= evapotranspiração de referência (mm.d⁻¹);

Δ = tangente à curva da tensão de vapor de saturação (kPa.°C⁻¹)

$$\Delta = \frac{4098 \times e_a}{(t_{med} + 237,3)^2} \quad (3)$$

e_a= tensão de saturação de vapor diária (kPa)

t_{med}=temperatura média do ar diária (°C).

$$e_a = 0,6108 \exp\left(\frac{17,27 \times t_{med}}{t_{med} + 237,3}\right) \quad (4)$$

γ^* = coeficiente psicrométrico modificado (kPa.°C⁻¹)

$$\gamma^* = \gamma (1 + r_c / r_a)$$

γ = constante psicrométrica (kPa.°C⁻¹), calculada pela expressão:

$$\gamma = 0,0016286 \times \frac{P}{I} \quad (5)$$

P = pressão atmosférica (kPa)

I = calor latente de vaporização (MJ.Kg^{-1})

Para calcular o balanço hídrico semanal foi utilizado a metodologia preconizada por Thornthwaite & Mather (1955). Na contabilidade hídrica, considerou-se a chuva como o único suprimento de água e a evapotranspiração de referência, estimada pelo método de Penman-Monteith (EToPM), a demanda atmosférica.

O armazenamento máximo de água no solo (CAD) foi calculado pela equação (1), na profundidade efetiva do sistema radicular (0-30 cm), resultando numa lâmina de 30 mm.

Para iniciar a seqüência do balanço hídrico, o experimento só foi iniciado quando constatou-se pleno armazenamento de água no solo ($\text{ARM}=\text{CAD}=30$ mm). A partir desta, iniciou-se o processo contábil seqüencial semanal, o que permitiu estimar o armazenamento de água no solo (ARMo), a evapotranspiração real (ETR), a deficiência hídrica (DEF) e o excedente hídrico (EXC).

Desprezando-se as perdas de água por escoamento superficial (área totalmente plana) e a drenagem profunda sendo contabilizada como excesso (quando o armazenamento de água =CAD), a evapotranspiração real foi considerada como o consumo de água pelo cacauzeiro. Assim, o consumo de água anual determinou-se através do somatório da ETR e o médio pela média aritmética das ETR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores máximos, mínimos e médios diários do consumo potencial e real de água por cacauzeiros adultos, em litros por planta, são mostrados na Tabela 1. Os valores representados nesta Tabela referem-se, respectivamente, a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith e a evapotranspiração real (ETr) determinada pelo balanço hídrico. As diferenças existentes entre os seus valores, em litros por planta por dia, são esperadas, uma vez que a ETo é calculada em função do saldo de energia disponível no ambiente e a evapotranspiração real (ETr ou ETc), com a disponibilidade simultânea de energia e água no solo.

Como pode ser observado (Tabela 1), o consumo potencial e real médio diário foi de 23,7 e 20,2 litros por planta, respectivamente. A demanda real média do cacauzeiro, no período de 1988 a 1994, e no espaçamento de 3 m x 3 m corresponde, a uma ETc diária de aproximadamente 2,2 mm. O máximo valor de consumo potencial (referência) observado, diariamente por cacauzeiro, foi de 44,1 litros (em 1988) e o real de 33,3 litros, em 1994. Assumindo-se que o solo estivesse na

capacidade de campo, a ETo de 44,1 litros poderia ser a própria evapotranspiração do cacaueteiro. Baseado nessa hipótese, esse valor aproxima-se dos 40 litros encontrados por Alvim (1959), quando ele estimou a taxa de transpiração do cacaueteiro a partir de folhas destacadas.

TABELA 1: Estimativa do consumo de água em cacaueteiros adultos, plantados no espaçamento de 3m x 3m.

Ano	Potencial ⁽¹⁾ (litros.planta ⁻¹ .dia ⁻¹)			Real ⁽²⁾ (litros.planta ⁻¹ .dia ⁻¹)		
	Máximo	Mínimo	médio	máximo	mínimo	médio
1988	44,1	14,0	23,0	32,1	10,2	20,7
1989	31,6	12,5	21,5	29,7	2,2	18,0
1990	30,0	13,9	22,1	29,3	3,0	18,4
1991	34,6	14,0	23,8	30,6	10,5	20,7
1992	32,9	12,3	22,4	30,9	12,3	20,6
1993	34,2	15,4	25,8	32,6	4,5	20,2
1994	35,6	14,9	27,1	33,3	4,8	22,7
Média	34,7	13,9	23,7	31,2	6,8	20,2

⁽¹⁾ corresponde à EToPM

⁽²⁾ corresponde à ETr (estimada pelo balanço hídrico)

A não coincidência nos totais de consumos potencial e real (máximo, mínimo e médio) mostra que nem sempre existe disponibilidade de energia e de água no solo ao mesmo tempo. Os valores iguais de consumos mínimo de 12,3 litros.planta⁻¹.dia⁻¹, verificado em 1992, por exemplo, indicam a existência simultânea da disponibilidade de água e energia. Neste caso, a ETr é igual a EToPM.

A não coincidência nos totais de consumos potencial e real (máximo, mínimo e médio) mostra que nem sempre existe disponibilidade de energia e de água no solo ao mesmo tempo. Os valores iguais de consumos mínimo de 12,3 litros.planta⁻¹.dia⁻¹, verificado em 1992, por exemplo, indicam a existência simultânea da disponibilidade de água e energia. Neste caso, a ETr é igual a EToPM.

Como não existe um valor exato do consumo de água pelo cacauzeiro, como para qualquer outro cultivo, torna-se difícil estabelecer comparação com resultados encontrados por outros pesquisadores. Mesmo assim, parece que as principais diferenças existentes nos dados obtidos por Cadima & Alvim (1987) e Colas et al. (1996), por exemplo, podem não ser, necessariamente, de resultados e sim, de descrição e/ou de interpretação. Os primeiros autores encontraram uma lâmina de 45 mm. dia⁻¹, num solo saturado, quando deve ser 45 litros. planta⁻¹. dia⁻¹. Ressalta-se, entretanto, que para cada mm de evaporação necessita-se de aproximadamente de 59 calorias. Nos meses de julho a setembro (período no qual Cadima & Alvim executaram esse trabalho), a quantidade de radiação solar global (bruta) é inferior a 400 calorias. cm⁻² em 95% dos dias (Almeida & Lima, 1993). Por isso, o saldo de energia existente e que deve ser utilizado na mudança de fase (calor latente) é incompatível com a esse nível tão elevado. No trabalho de Colas et al. (1996), foi descrito um valor médio diário de evapotranspiração de 1,31 mm como sendo a do cacauzeiro, mesmo sob condição de deficiência hídrica, quando na realidade corresponde a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman (1948).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que:

- a) a lâmina média de água consumida pelo cacauzeiro correspondeu a cerca de 85% da evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith;
- b) o consumo real médio diário foi de 20,2 litros por cacauzeiro, o que corresponde a uma lâmina diária de E_{Tc} de aproximadamente 2,2 mm.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, H.A., LIMA, A. A. **Potencial de energia solar no sudeste da Bahia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, 1993, Porto Alegre. *Resumos...* Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1993. p.26.
- ALVIM, P.T. **Cacao.** In:ALVIM, P.T., KOZLOWSKY, T.T. (Eds.) *Ecophysiology of tropical crops.* New York:Academic Press,1977. p.279-313.
- BERLATO, M.A., MOLION, L.C.B. Evaporação e evapotranspiração. **Bol.Tec.Inst.Pesqui. Agron.**, n.7, p.1-95, 1981.

- CADIMA Z, A., ALVIM, P.T. Avaliação da transpiração do cacauero através de variações na umidade do solo. **Rev. Theobroma**, v.12, p.43-8, 1987.
- COLAS, H. et al. Une approche du comportement hydrique du cacayoer (*Theobroma cacao L*) par des mesures de flux de seve brute:comparaiso entre une culture pure et une culture associee sous cocotier (*cocos nucifera L*). In: INTERNATIONAL COCOA RESERCH CONFERENCE, 12, 1996, Salvador. *Trabalho apresentado...* Lagos: **Cocoa Producers Alliance**, 1986.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. Yield response to water. *FAO Irrig. Drain. Pap.*, n.33, p.1-193, 1979.
- HUTCHEON, W.V. Water relations and other factores regulating the seasonal periodicity and productivity of cocoa in Ghana. In: INTERNATIONAL COCOA RESERCH CONFERENCE, 5, 1975, Ibadan. *Proceedings...* Lagos: **Cocoa Producers Alliance**, p.233-44, 1977.
- ORCHARD, J. The effect of the dry season on the water status of T. cacao in Ecuador. In: INTERNATIONAL COCOA RESERCH CONFERENCE, 9, 1982, Lomé. *Proceedings...* Lagos: **Cocoa Producers Alliance**, p.103-9, 1984.
- SMITH, M.(Ed.) *Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for predictions of crop water requirements*. Rome:FAO,45p, 1991.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, New Jersey: Drexal Institute of Tecnology. Laboratory of Climatology, v.8, p.1-104, 1955.