

CONSUMO HÍDRICO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA PELO COQUEIRO ANÃO-VERDE

P. V. de AZEVEDO¹, I. F. de SOUSA², V. de P. R. da SILVA¹.

¹Eng.º agr.º, PhD em Agrometeorologia, Profoessor Associado da UFCG, Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, (83) 3310-1199, pvieira@dca.ufcg.edu.br; ²Meteorologista, PhD em Recursos Naturais, Professor da UFRPE – Campus de Serra Talhada; ¹Meteorologista, PhD em Recursos Naturais, Professor da UFCG

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: Um experimento de campo foi conduzido na região dos Tabuleiros Costeiros do estado de Sergipe visando determinar o consumo hídrico e a eficiência de uso da água num pomar de coqueiros (*Cocos nucifera* L.) com 6 anos de idade. Três lâminas de irrigação foram aplicadas em parcelas com 9 plantas. As parcelas designadas como T:50, T:100 e T:150 receberam 50, 100 e 150 litros de água por planta, respectivamente. A evapotranspiração (ET) foi obtida pelo método do balanço hídrico no solo (BHS) e a eficiência de uso da água (EUA) foi obtida em termos de cachos por planta, frutos por planta, volume de água por fruto e frutos por hectare. A aplicação do BHS resultou em valores médios diários de ETc de 2,5, 2,9 e 3,2 mm/dia para volumes de água de irrigação de T:50, T:100 e T:150, respectivamente, enquanto que a ETc acumulada variou entre 900 e 1.100 mm, a medida que os tratamentos de irrigação variaram de T:50 para T:150. Os resultados mostraram que o BHS sobrestima a evapotranspiração para locais ou períodos com fortes chuvas, assim como com a aplicação de elevados volumes de água. Os valores de ETc foram superiores no começo e fim do ano e inferiores no meio do período observacional. A ETc foi mais afetada do que a produção de frutos e a eficiência de uso da água, pelo volume de água aplicado na irrigação suplementar. Em geral, quando o volume aplicado aumenta, aumenta a produção de frutos e rduz a eficiência de uso da água, exceto para EUA em termos do volume de água por fruto no tratamento T:150.

PALAVRAS-CHAVE: EVAPOTRANSPIRAÇÃO, IRRIGAÇÃO, BALANÇO HÍDRICO NO SOLO

WATER REQUIREMENTS AND WATER USE EFFICIENCY BY DWARF-GREEN COCONUT PLANTATION

ABSTRACT: A field experiment was conducted in a tropical region to determine the water use efficiency and evapotranspiration of a 6-year-old dwarf-green coconuts (*Cocos nucifera* L.) orchard. Three irrigation schedules were applied in plots with nine palms. The plots designated as T:50, T:100 and T:150 received 50, 100 and 150 liters per plant, respectively. The evapotranspiration (ET) was obtained by the soil water balance (SWB) method and the water use efficiency (WUE) was obtained in terms of bunches per plant, fruits per plant, water volume per fruit and fruits per hectare. The application of the SWB resulted in average daily ETc values of 2.5; 2.9 and 3.2 mm/day for irrigation water volumes of T:50, T:100 and T:150, respectively, while the cumulative ETc varied from 900 to 1100 mm as irrigation treatment increased from T:50 to T:150. The values of ET were higher in the beginning and end of the year and lower in the middle of the observations period. The application of a high irrigation water volume does not necessarily result in high coconut fruits yield. The ET was more affected than orchard yield and water use efficiency by the volume of irrigation water supply. Overall, when the quantity of water increased, the fruits production (P) increased and WUE decreased, except WUE in terms of water volume per fruit in treatment T:150.

KEYWORDS: EVAPOTRANSPIRATION, IRRIGATION, SOIL WATER CONTENT.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste é o mais importante centro de produção de frutos no Brasil. Nessa região, o requerimento hídrico dos pomares de fruteiras tem sido estudado por Azevedo et al. (2003), assim como em outros ambientes e culturas, por autores como: Evans et al., (1993), Clark et al. (1996), Trambouze et al. (1998). Adicionalmente, muitos pesquisadores têm aplicado a aproximação do balanço hídrico no solo para estimar a evapotranspiração (ETc) em diferentes culturas (Mickson et al., 1997) ou, mais recentemente, para obter a eficiência de uso da água – EUA (Zhang et al., 2004; Simsek et al., 2004).

A escassez de água para irrigação tem dificultado seriamente a agricultura irrigada em todo o mundo. Mesmo assim, alguns pesquisadores têm mostrado que a eficiência de uso da água (EUA) é uma importante ferramenta para a implementação da agricultura sustentável de áreas irrigadas. Essa técnica tem sido usada por vários pesquisadores em diferentes cultivos (Sharma et al., 2001; Tolk & Howell, 2003; Zhang et al., 2004; Azevedo et al., 2006). Entretanto, estudos sobre a estimativa da EUA em coqueiros são ainda incipientes em qualquer parte do mundo.

O manejo apropriado dos pomares de coqueiros pode conduzir a máxima produtividade e contínua colheita de frutos. Deste modo, torna essencial o manejo adequado do coqueiro, principalmente em regiões tropicais onde essa palmeira tem sido mais amplamente cultivada. Ainda mais, informações acerca do efeito do volume de água aplicado nas irrigações sobre a produtividade do coqueiral são ainda desconhecidas. Com base no exposto, o presente estudo objetivou a avaliação da evapotranspiração e da eficiência de uso da água de pomares de coqueiro anão-verde cultivados nos Tabuleiros Costeiros do estado de Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Empresa Agrícola “H Dantas”, localizada nos Tabuleiros Costeiros do estado de Sergipe (latitude: 10°17’S; longitude: 37°35’W, altitude: 120 m), no período de janeiro a dezembro/2003. A região apresenta clima tropical com os seguintes valores médios: temperatura = 25,0 °C; umidade relativa = 76,8%; precipitação pluviométrica = 1250,0 mm; insolação = 2.600 h; velocidade do vento = 1,4 m/s e evaporação do tanque “Classe A” = 1.890 mm. A região apresenta um regime de chuvas irregular com estação chuvosa entre abril e agosto. As variáveis climáticas registradas durante o período experimental são apresentadas na Tabela 1. Por outro lado, as médias climáticas foram obtidas numa estação meteorológica localizada a 1 km da área experimental.

Tabela 1 – Condições climáticas, em termos de: Precipitação pluviométrica (Pr), Evapotranspiração de referência (ETo), Temperatura do ar (Ta), Umidade relativa do ar (UR) e Velocidade do vento a 2 m acima da superfície (V₂) durante o ano de 2003.

Meses	Pr (mm)	ETo(mm)	Ta (°C)	UR (%)	V ₂ (m/s)
Janeiro	14,3	6,2	27,80	72,92	1,90
Fevereiro	42,1	4,3	25,80	76,38	1,33
Março	62,2	4,9	26,90	79,20	1,17
Abril	86,0	3,8	27,00	79,20	1,25
Mai	111,6	3,5	23,50	87,60	0,68
Junho	110,50	3,0	23,30	84,40	0,78
Julho	42,60	3,4	24,30	81,30	0,98
Agosto	14,40	3,6	25,30	77,50	1,52
Setembro	15,60	4,2	26,50	74,10	1,73
Outubro	6,30	5,6	26,30	73,30	1,78
Novembro	119,60	6,2	27,50	76,40	1,70
Dezembro	20,60	6,4	27,90	70,60	1,85
Total	643,3	-	-	-	-
Média		4,6	26,01	77,74	1,39

O estudo foi conduzido num pomar de coqueiros anão-verde (*Cocos nucifera* L.), com 6 anos de idade. A área experimental foi dividida em três parcelas de igual área (553,8 m²). Cada parcela continha 6 plantas espaçadas num arranjo triangular (7,5 x 7,5 x 7,5), resultando numa densidade final de plantas de 205 plantas por hectare. O pomar apresentava uma altura média de 6,8 m, irrigada diariamente por micro-aspersão. Foram usados três tratamentos de irrigação, denotados por T:50, T:100 and T:150, os quais receberam 50, 100 e 150 litros/planta.dia, respectivamente, com dois aspersores posicionados a 0,8 m do tranco de cada palmeira. Seis colheitas foram efetuadas ao longo do período experimental. O perfil de umidade do solo foi medido em 18 pontos situados no interior da área experimental usando sensores de TDR nas profundidades de 0,15, 0,30, 0,60, 0,90 e 1,20 m no solo.

O balanço de água no solo foi obtido para a camada de solo entre a superfície e a profundidade máxima alcançada pelo sistema radicular do coqueiro (aproximadamente 10 m) como:

$$ET = Pr + I + A_c - D_p \pm \Delta A_{sm} \pm E_s \quad (1)$$

where Pr é a precipitação pluvial, I a irrigação, D_p a drenagem profunda do solo, A_c a ascensão capilar, ΔA_{sm} a variação da umidade do solo, E_s o escoamento superficial e ET a evapotranspiração. Todos os termos da Eq. 1 são expressos em milímetros por dia. O escoamento superficial foi desprezado devido à topografia plana da área experimental enquanto que Pr foi medido em uma estação meteorológica.

A eficiência de uso da água (EUA) foi obtida como:

$$EUA = \frac{P}{ET} \quad (2)$$

onde P é a produção do pomar de coqueiros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo Hídrico do Coqueiral

A variação do conteúdo de água no solo para todos os tratamentos de irrigação acompanhou o curso anual da precipitação. Valores mínimos ocorrem no começo e no final do ano e máximos no meio do ano, assim como em dias com a ocorrência de fortes chuvas na estação seca. Em geral, o tratamento de irrigação T:50 apresentou menor conteúdo de água no solo comparado ao tratamento T:150, resultado da elevada taxa de drenagem profunda (D_p = 350,5 mm) observada nesse tratamento. Conteúdos médios de umidade no solo nos tratamentos T:50, T:100 e T:150 foram 0,109, 0,121 and 0,122 cm³/cm³, respectivamente, enquanto que os respectivos valores da drenagem profunda foram 87,7, 130,9 and 350,4 mm. Orta et al. (2003) observou que os níveis mais baixos de irrigação tiveram as mais altas taxas de drenagem. A precipitação acumulada (646,3 mm) foi muito inferior à média climatológica (1.250 mm).

Na média, as taxas de evapotranspiração diária foram superiores no começo e no final do ano (estação quente) e inferiores no meio do ano (estação fria), como consequência da variabilidade estacional, tanto da demanda evaporativa como do conteúdo de água no solo. As taxas de evapotranspiração diária média foram 2,5, 2,9 and 3,2 mm/dia para os tratamentos de irrigação T:50, T:100 e T:150, respectivamente (Tabela 2). Estes valores concordam com aqueles obtidos por Jayakumar et al. (1988). Também, as taxas de evapotranspiração anual foram de 870,8, 993,1 and 1.090,9 mm para os tratamentos T:50, T:100, e T:150, respectivamente. Portanto, a ET_c anual para o tratamento T:50 foi 79,84% daquela do T:150 e 87,68% do tratamento T:100. Em outras palavras, a irrigação anual do tratamento T:50 foi 33,33% e 50% daquelas dos tratamentos T:150 T:100, respectivamente. Desta forma, o

tratamento de irrigação teve menor influência na evapotranspiração enquanto que a drenagem para o sistema radicular afetou enormemente o método do balanço de água no solo.

Tabela 2 - Componentes do balance de água no solo (precipitação - Pr, irrigação - I, drenagem profunda no solo - D_p, variação do armazenamento de água no solo - ΔA_{sm} e evapotranspiração - ET) para pomares de coqueiros sob tratamentos de irrigação T:50 (50 litros/planta. dia), T:100 (100 litros/planta. dia) e T:150 (150 litros/planta. dia), em 2003

Tratamento de	Pr (mm)	I (mm)	AS _{sm} (mm)	D _p (mm)	(I-D _p) (mm)	ETc (mm)	
						Anual	Diário
T:50	646,3	357,0	-44,8	-87,7	269,3	870,8	2,5
T:100	646,3	714,0	-23,3	-130,9	583,1	993,1	2,9
T:150	646,3	107,0	-276,3	-350,4	720,6	1.090,6	3,2

Eficiência de Uso da Água

Valores da eficiência de uso da água (EUA) para o pomar de coqueiros, em termos de cachos por planta (EUA_{cp}), frutos por planta (EUA_{fp}) e volume de água por fruto (EUA_{vaf}) sob a aplicação de três volumes de água de irrigação são apresentados na Tabela 3. De acordo com Tolk e Howel (2003), EUA decresce com o aumento na aplicação de água de irrigação. Também, os resultados do presente estudo revelaram que tanto EUA_{cp} quanto EUA_{fp} decresceram com o aumento do volume de água aplicado. Contudo, EUA_{vaf} para o tratamento T:150 foi maior do que para o tratamento T:100 e menor do que aquele do tratamento T:50, como consequência do maior valor do volume de água no fruto do tratamento T:150. Valores de EUA_{cp}, EUA_{fp} e EUA_{vaf} para o tratamento T:50 foram 0,014 cachos/planta. mm, 0,095 frutos/planta. mm e 3,042 ml/planta. mm, respectivamente; para o tratamento T:100, esses valores foram 0,013 cachos/planta. mm, 0,094 frutos/planta. mm e 2.776 ml/planta. mm, respectivamente, enquanto para o tratamento T:150, os valores foram 0,012 cachos/planta. mm, 0,088 frutos/planta. mm e 2.961 ml/planta. mm, respectivamente. Tanto EUA_{cp} quanto EUA_{fp} variaram muito pouco uma vez que P_{cp} e P_{fp} apresentaram valores muito homogêneos, enquanto que P_{vaf} mostraram uma grande variabilidade entre os tratamentos de irrigação devido o elevado conteúdo de umidade no solo. Em geral, o aumento da água de irrigação foi seguido por um correspondente aumento na produção de frutos do pomar e uma redução da eficiência de uso da água, exceto para EUA_{vaf} no tratamento T:150. Portanto, o aumento de 200% no volume de água de irrigação entre os tratamentos T:50 e T:150 resultou num aumento de 21,9% em P_{vaf} de 2.649,24 para 3.229,73 ml/fruto. ano e numa redução de 2,66% em EUA_{vaf} de 3,042 para 2,961 ml/fruto. mm. Este resulta indica que o efeito da irrigação suplementar é maior sobre P_{vaf} do que sobre EUA_{vaf}.

Tabela 3 – Produtividade média (\bar{P}) e eficiência de uso da água (EUA) em termos de cachos por planta (\bar{P}_{bp} , EUA_{cp}), frutos por planta (\bar{P}_{fp} , EUA_{fp}) e volume de água por planta (\bar{P}_{vap} , EUA_{vap}) sob os tratamentos de irrigação T:50 (50 litros/planta. dia), T:100 (100 litros/planta. dia) and T:150 (150 litros/planta. dia), em 2003

Tratamento de irrigação	P* - \bar{P}			Eficiência de Uso da Água - EUA*		
	\bar{P}_{bp} (cachos/planta)	\bar{P}_{fp} (fruto/planta)	\bar{P}_{mlf} (ml/fruto)	EUA _{cp} (cachos/plant a. mm)	EUA _{fp} (fruto/planta. mm)	EUA _{vaf} (ml/fruto. mm)
T:50	11,9a	82,4a	2.649,2a	0,014a	0,095a	3.042a
T:100	12,5a	93,4a	2.756,4a	0,013a	0,094a	2.776a
T:150	12,5a	96,5a	3.229,7a	0,012a	0,088a	2.961a

* Valores seguidos pela mesma letra dentro de uma coluna não são significativamente diferentes (P < 0.05) de acordo com o teste Tukey.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa conduzida num pomar de coqueiros anão-verde revelaram que:

1. a taxa de evapotranspiração diária média aumenta de 2,5 para 3,2 mm/dia a medida que o volume de água aplicado na irrigação varia de 50 a 150 litros/planta.dia;
2. o balanço hídrico no solo não conduz a estimativas razoáveis da evapotranspiração para locais e períodos com fortes chuvas ou a aplicação de elevado volume de água;
3. a aplicação de grande volume de água não resulta em aumento na produção de frutos
4. a variação do volume de água aplicado na irrigação, de 50 para 100 litros/planta.dia causa um aumento de 11,8% na produtividade de frutos enquanto que variações de 100 para 150 e de 50 para 150 litros/planta.dia resultam em aumento de apenas 3,2% e 14,6% na produção de frutos, respectivamente;
5. a eficiência de uso da água (EUA), em termos de cachos por planta (EUA_{cp}), frutos por planta (EUA_{fp}) e volume de água por fruto (EUA_{vaf}) decresce com o aumento do volume de água aplicado na irrigação;

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq, através de Bolsa de Produtividade em Pesquisa e Bolsa de doutorado (Demanda Espontânea). Os autores agradecem à Embrapa Tabuleiros Costeiros por permitir o uso de suas facilidades laboratoriais, Biblioteca e estações experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, P.V. de, da Silva, B.B., da Silva, V.P.R., 2003. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. *Agric. Water Manage.* 58 (1) 241-254.
- Azevedo, P.V. de, Sousa, I.F. de, Silva, B.B. da, Silva, V.P.R. da, 2006. Water-use efficiency of dwarf-green coconut (*Cococ nucifera* L.) orchards in northeast Brazil. *Agric. Water Manage.* 84 (1) 259-264.
- Child, R., 1974. Coconuts. London: Longman, 335pp.
- Clark, G.A., Albrechts, E.E., Stanley, C.D., Smajstrla, A.G., Zazueta, F.S., 1996. Water requirements and crop coefficients of drip-irrigated strawberry plants. *Trans. ASAE* 39 (3), 905-912.
- Evans, R.G., Spayd, S.E., Wample, R.L., Kroeger, M.W., Mahan, M.O., 1993. Water use of *Vitis Vinifera* grapes in Washington. *Agric. Water Manage.* 23 (1), 109-124.
- Mickson, S.B., Yomota, A., Miura, T., 1997. Water balance of field plots planted with soybean and pampkin. *Trans. ASAE* 40 (4), 899-909.
- Orta, A. H., Erdem, Y., Erdem, T., 2003. Crop water stress index for watermelon. *Sci. Hort.* 98, 121-130.
- Sharma, N.K., Samra, J.S., Singh, H.P., 2001. Influence of boundary plantation of poplar (*Populus deltoids* M.) on soil-water use and water use efficiency of wheat. *Agric. Water Manage.* 51, 173-185.
- Simsek, M., Tonkaz, T., Kaçira, M., Çomlekçoglu, N., Dogan, Z., 2004. The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucubis sativa* L.) yield and yield characteristics under open field conditions. *Agric. Water Manage.* 73(3), 173-191.
- Trambouze, W., Bertuzzi, P., Voltz, M., 1998. Comparison of methods for estimating actual evapotranspiration in a row-cropped vineyard. *Agric. For. Meteorol.* 91, 193-208.
- Tolk, J.A., Howell. T.A., 2003. Water use efficiencies of grain sorghum grown in three USA southern Great Plains soils. *Agric. Water Manage.* 59, 97-111.
- Zhang, Y., Kendy, E., Qiang, Y. Changming, L., Yanjun., Hongyong, S., 2004. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain. *Agric. Water Manage.* 64, 107-122.