

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DO COQUEIRO ANÃO

FÁBIO RODRIGUES DE MIRANDA¹; ABEL BRUNO SILVA ROCHA²; VICTOR BEVILAQUA GUIMARÃES²; ELIZIO SAMPAIO DA SILVA³; GILBERTO DE CASTRO MENDONÇA LIMA³ E MARIA MAYARA SOUSA SANTOS³

¹ *Embrapa Agroindústria Tropical, R. Dra. Sara Mesquita, nº2270, Pici, CEP: 60511-110, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: fabio.miranda@embrapa.br*

² *Universidade Federal do Ceará, Av. Humberto Monte, s/n, Pici, CEP: 60440-593, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: abelbruno@gmail.com; victor.bev.gui@hotmail.com*

³ *Ducoco Litoral S.A., Rodovia CE 085 s/n, Fazenda São Gabriel, zona rural, CEP: 62590-000, Itarema - CE, Brasil. E-mail: edasilva@ducoco.com.br; glima@ducoco.com.br; mmsantos@ducoco.com.br*

1 RESUMO

O estudo objetivou determinar a eficiência de uso da água aplicada na irrigação (EUA_{IR}) do coqueiro anão verde, em duas propriedades situadas nas principais regiões produtoras de coco verde do Ceará. Foram monitorados durante 24 meses a evapotranspiração da cultura (ET_c), os volumes de água aplicados na irrigação, a produção de frutos e o volume de água dos frutos. A EUA_{IR} foi determinada em termos das relações entre as produções de frutos e de água de coco (L) por planta e o volume de água aplicado na irrigação (m^3 planta⁻¹). Em ambos os locais, a estação seca estendeu-se de julho a dezembro e as necessidades de irrigação do coqueiro variaram de 30 a 39 m^3 planta⁻¹ ano⁻¹. Na propriedade 1 o excesso de irrigação resultou em baixos valores de EUA_{IR} , com média de 2,7 frutos e 1,2 L de água de coco por m^3 de água aplicada. Na propriedade 2 foram aplicadas lâminas de irrigação abaixo da demanda hídrica da cultura, elevando os valores da EUA_{IR} para 5,5 frutos e 2,0 L de água de coco por m^3 de água aplicada na irrigação. No entanto, a irrigação deficitária causou uma redução expressiva no volume de água dos frutos ao longo da estação seca.

Palavras-chave: *Cocos nucifera*, manejo da irrigação, produtividade da água

MIRANDA, F. R.; ROCHA, A. B. S.; GUIMARÃES, V. B.; SILVA, E. S.; LIMA, G. C. M.; SANTOS, M. M. S.

IRRIGATION WATER-USE EFFICIENCY OF DWARF COCONUT ORCHARDS

2 ABSTRACT

The study aimed to determine irrigation water-use efficiency (WUE_{IR}) of dwarf coconut in two farms of the main coconut producing regions of the state of Ceará, Brazil. Crop evapotranspiration (ET_c), irrigation water volumes, fruit yield and water volume per fruit were monitored for 24 months. WUE_{IR} was calculated in terms of the relationships involving fruit yield (fruit plant⁻¹) and coconut water yield (L plant⁻¹) and irrigation water volume (m^3 plant⁻¹). At both farms, the irrigation season extended from July to December and coconut irrigation requirements ranged from 30 to 39 m^3 plant⁻¹ year⁻¹. In farm 1, excess irrigation resulted in low WUE_{IR} values, with an average of 2.7 fruits and 1.2 L of coconut water per m^3 of water applied.

In farm 2, irrigation depths were lower than crop water demand, resulting in higher values of WUE_{IR} of 5.5 fruits and 2.0 L of coconut water per m^3 of irrigation water. However, the deficit irrigation caused a significant reduction in the volume of water of the fruits along the dry season.

Keywords: *Cocos nucifera*, irrigation scheduling, water productivity

3 INTRODUÇÃO

A Região Nordeste é a principal produtora de coco do Brasil, com cerca de 179 mil ha de área colhida e produção de 1.155 milhões de frutos no ano de 2017, o que representou 83% da área colhida e 74% da produção nacional. Apesar da área cultivada com coqueiro no Brasil ter aumentado apenas 13% entre 1990 e 2015, a produtividade da cultura cresceu 115% no mesmo período. Isso ocorreu principalmente em virtude da implantação de novos cultivos voltados para a produção de coco verde, utilizando plantas da variedade Anão Verde e híbridas e da utilização intensiva de insumos e da irrigação (BRAINER, 2018).

O coqueiro é considerado uma das frutíferas com maior consumo de água na sua irrigação, uma vez que, iniciada a fase de produção, a planta permanece durante todo o ano com inflorescências e frutos em desenvolvimento, fases fenológicas em que há maior demanda hídrica e maior sensibilidade aos efeitos do déficit hídrico no solo. Dependendo das condições climáticas, plantas de coqueiro não em produção podem apresentar consumos de água da ordem de 100 a 240 L planta⁻¹ dia⁻¹. No entanto, há relatos de produtores de coco utilizando volumes diários de irrigação de até 350 L planta⁻¹ dia⁻¹ (CARR, 2011; MIRANDA et al., 2007; NOGUEIRA et al., 1997).

Nos últimos anos tem havido redução da disponibilidade de água para a irrigação em várias regiões onde o cultivo do coqueiro é uma atividade econômica importante, a exemplo da região litorânea do Ceará (Vale do Curu e Vale do Acaraú),

do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB e do Vale do São Francisco. Essa tendência é corroborada pelas previsões de mudanças climáticas para a região Nordeste do Brasil, cujos cenários apontam para aumentos de temperatura e do consumo de água das culturas e redução das precipitações (GONDIM et al., 2011).

Em regiões onde a oferta hídrica é limitada, a água, e não a terra, é o principal recurso limitador da produção agrícola. Portanto, maximizar o rendimento por unidade de água (produtividade da água) e não o rendimento por unidade de terra (produtividade da terra) pode ser a melhor estratégia em regiões onde a água é escassa. Sob tais condições, devem ser adotadas técnicas mais eficientes de manejo da água. (FERERES; SORIANO, 2007).

A deficiência hídrica e a baixa disponibilidade de nutrientes no solo geralmente limitam o crescimento e o potencial de produção das culturas nos agrossistemas porque a maioria das culturas é sensível aos déficits hídrico e de nutrientes em diferentes estágios críticos. Por outro lado, a aplicação de água em excesso pode aumentar o custo de produção e a lixiviação de fertilizantes. Portanto, o aumento da eficiência de uso da água (também denominada como produtividade da água) na agricultura é uma abordagem chave para mitigar a escassez de água e reduzir os problemas ambientais.

Em sistemas agrícolas a eficiência de uso da água (EUA) pode ser definida como a relação entre a produtividade física e a quantidade de água envolvida na produção agrícola. Em plantios irrigados a EUA pode ser calculada em relação à quantidade de água evapotranspirada pela

cultura ou à quantidade de água aplicada na irrigação (ALI; TALUKDER, 2008).

No caso específico da produção de coco verde, a produtividade geralmente é definida em termos do número de frutos por hectare ou por planta, ao invés de kg ha^{-1} . Em anos recentes, com o crescimento da industrialização da água de coco, muitos produtores passaram a comercializar sua produção por volume de água de coco entregue na indústria, tornando-se importante medir a produtividade também em termos do volume de água de coco produzido por hectare ou por planta.

O presente estudo objetivou determinar a adequação do manejo da irrigação e a eficiência de uso da água na irrigação do coqueiro anão, em duas propriedades das principais regiões produtoras de coco do estado do Ceará.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas propriedades produtoras de coco verde, situadas na região litorânea do Ceará. A Fazenda Boa Esperança (propriedade 1), localizada em Camocim-CE (latitude $2^{\circ}59'46''$ S, longitude $41^{\circ}01'08''$ O, altitude 22 m), possui uma área plantada de coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.) de 127 ha, no espaçamento de 10,0 m x 10,0 m em triângulo ($115 \text{ plantas ha}^{-1}$), em sistema de cultivo orgânico. A Fazenda Grangeiro (propriedade 2), localizada em Paracuru-CE (latitude $3^{\circ}27'50''$ S, longitude $39^{\circ}05'26''$ O, altitude 34 m), possui uma área plantada de coqueiro anão verde de 58 ha, no sistema de cultivo convencional e espaçamento de

9,0 m entre fileiras e 7,5 m entre plantas na fileira ($148 \text{ plantas ha}^{-1}$). Nas duas propriedades o solo é de textura arenosa, profundo, bem drenado, classificado como Neossolo Quartzarênico e as plantas foram irrigadas por microaspersão, com um emissor por planta.

Durante o período de avaliação na propriedade 1, as adubações consistiram de duas aplicações de composto orgânico à base de esterco de aves, a primeira em julho/2016 (30 kg de composto por planta) e a segunda em outubro/2017 (15 kg de composto por planta). Na propriedade 2 as plantas foram adubadas com esterco bovino e cloreto de potássio, nas dosagens de $60 \text{ kg planta}^{-1}$ e $2,96 \text{ kg planta}^{-1}$ por ano, respectivamente.

Em ambas as propriedades foram monitoradas 16 plantas, com cinco anos de idade, localizadas na parte central do plantio. Foram avaliados, a cada 21 dias, durante 24 meses, o número de frutos por cacho e o volume de água dos frutos. O volume de água aplicado na irrigação foi monitorado por meio de hidrômetros instalados no início das linhas laterais, cujas leituras foram realizadas semanalmente. Os dados foram coletados no período de maio/2016 a abril/2018 na propriedade 1 e de janeiro/2016 a dezembro/2017 na propriedade 2.

No início do monitoramento as plantas foram avaliadas quanto ao seu diâmetro da copa, visando determinar o índice de cobertura do solo e os sistemas de irrigação foram avaliados quanto à vazão, diâmetro molhado dos emissores e coeficiente de uniformidade de distribuição (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de diâmetro da copa dos coqueiros (D_{copa}), diâmetro molhado pelos emissores (D_{molhado}), vazão dos emissores (q) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema de irrigação nas propriedades avaliadas.

Local	D_{copa} (m)	D_{molhado} (m)	q (L h ⁻¹)	CUD %
Propriedade 1	7,3	3,3	70	96
Propriedade 2	6,9	4,8	53	92

Em cada local foi instalada uma estação meteorológica automática (modelo HOBO U-30, Onset Computer Co.), com sensores de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, cujos dados foram utilizados para estimar valores diários da evapotranspiração de referência (ET_0), utilizando o método FAO Penman-Monteith.

Para fins do balanço hídrico da cultura, a evapotranspiração máxima do coqueiro (ET_c) foi estimada a partir dos dados diários da ET_0 , do coeficiente de cultura (K_c) do coqueiro anão verde na região litorânea do Ceará e do coeficiente de redução da evapotranspiração (K_r), calculado a partir do índice de cobertura do solo, segundo Miranda et al. (2007). A

precipitação efetiva foi estimada utilizando o método do Soil Conservation Service Method (USDA), por meio do programa computacional CROPWAT, disponibilizado pela FAO (SMITH, 1992).

A tensão da água no solo foi monitorada utilizando sensores de resistência elétrica tipo matriz granular, modelo Watermark (Irrometer co.), instalados nas profundidades de 0,2 m e 0,6 m. Em cada propriedade foram instaladas três baterias de sensores, cada bateria em uma planta distinta.

A eficiência de uso da água de irrigação foi calculada em termos da produção de frutos e de água de coco, em relação ao volume de água aplicado na irrigação, de acordo com as equações:

$$EUA_{IRf} = \frac{P_f}{I} \quad (1)$$

$$EUA_{IRac} = \frac{P_{ac}}{I} \quad (2)$$

Em que,

EUA_{IRf} - eficiência de uso da água de irrigação em termos da produção de frutos (frutos m⁻³);

P_f - produtividade de frutos (frutos planta⁻¹);

I - volume de irrigação aplicado (m³ planta⁻¹);

EUA_{IRac} - eficiência de uso da água de irrigação em termos da produção de água de coco (L m⁻³) e;

P_{ac} - produtividade de água de coco (L planta⁻¹);

A eficiência de uso da água considerando a evapotranspiração real do coqueiro, foi calculada em termos da produção de frutos e de água de coco, de acordo com as equações:

$$EUA_f = \frac{P_f}{ET_a} \quad (3)$$

$$EUA_{ac} = \frac{P_{ac}}{ET_a} \quad (4)$$

Em que,

EUA_f - eficiência de uso da água em termos da produção de frutos (frutos m^{-3});

EUA_{ac} - eficiência de uso da água em termos da produção de água de coco (L m^{-3});

P_f - produtividade de frutos ($\text{frutos planta}^{-1}$);

P_{ac} - produtividade de água de coco (L planta^{-1}) e;

ET_a - evapotranspiração real do coqueiro ($\text{m}^3 \text{planta}^{-1}$).

Na estimativa da evapotranspiração real do coqueiro (ET_a) foram considerados os valores mensais de ET_c ou de precipitação efetiva mais a irrigação aplicada ($Pe + I$) nos meses em que esses valores foram menores que a ET_c .

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Manejo da irrigação

Nas Tabelas 2 a 5 são apresentados os balanços hídricos para as duas propriedades. Embora no período avaliado a precipitação média nos dois locais tenha ultrapassado $1.200 \text{ mm ano}^{-1}$, a distribuição das chuvas foi bastante irregular, concentrando-se nos meses de janeiro a maio. Nos meses de julho a dezembro os valores de precipitação foram muito baixos, sendo necessária a irrigação para suprir a demanda hídrica da cultura.

Na propriedade 2 as lâminas de água recebidas pelo coqueiro (irrigação + precipitação efetiva) foram inferiores às suas necessidades hídricas (ET_c) nos meses de maio/2016 a dezembro/2016 e de agosto/2017 a setembro/2017, indicando que as plantas foram submetidas ao déficit

hídrico no solo por pelo menos 10 meses dos 24 meses de monitoramento. Considerando-se as estimativas de evapotranspiração da cultura (ET_c) e a precipitação efetiva, as necessidades de irrigação do coqueiro na propriedade 2 no período de seca de 2016 (junho a dezembro) foram de 580 mm ($39,2 \text{ m}^3 \text{planta}^{-1}$) e foram aplicados na irrigação somente 353 mm ($23,8 \text{ m}^3 \text{planta}^{-1}$), ou seja, 39% abaixo do ideal.

No ano de 2017, para uma necessidade de irrigação de 450 mm ($30,4 \text{ m}^3 \text{planta}^{-1}$), no período de julho-dezembro foram aplicados 553 mm ($37,4 \text{ m}^3 \text{planta}^{-1}$), ou seja, 23% acima do ideal. No entanto, houve déficit de irrigação nos meses de agosto e setembro/2017 (35% a menos que o ideal) e aplicação de água em excesso (cerca de 50% a mais que o necessário) nos meses de outubro a dezembro/2017.

Tabela 2. Balanço hídrico em cultivo de coqueiro anão na propriedade 2, Paracuru-CE, 2016.

Mês	P (mm)	P _e (mm)	ET ₀ (mm)	ET _c (mm)	LI (mm)	P _e + LI (mm)	Balanço (mm)
Janeiro-16	332	158	122	80	13	171	91
Fevereiro-16	181	129	111	72	8	136	64
Março-16	339	159	118	75	5	164	89
Abril-16	640	189	98	65	0	189	124
Mai-16	66	59	117	77	0	59	-18
Junho-16	12	12	116	75	31	43	-33
Julho-16	5	5	124	81	43	48	-33
Agosto-16	0	0	136	89	53	53	-35
Setembro-16	0	0	139	91	51	51	-40
Outubro-16	0	0	146	95	69	69	-25
Novembro-16	0	0	137	88	57	57	-31
Dezembro-16	4	4	125	82	49	53	-29
Total	1579	715	1486	968	378	1093	125

P - precipitação; P_e – precipitação efetiva; ET₀ – evapotranspiração de referência; ET_c – evapotranspiração da cultura; LI – lâmina de irrigação aplicada

Tabela 3. Balanço hídrico em cultivo de coqueiro anão na propriedade 2, Paracuru-CE, 2017.

Mês	P (mm)	P _e (mm)	ET ₀ (mm)	ET _c (mm)	LI (mm)	P _e + LI (mm)	Balanço (mm)
Janeiro-17	224	144	112	73	16	159	86
Fevereiro-17	207	138	91	60	1	140	80
Março-17	368	162	82	53	0	162	109
Abril-17	579	183	86	56	0	183	127
Mai-17	354	160	92	60	0	160	100
Junho-17	99	83	93	61	2	86	25
Julho-17	38	36	103	67	69	105	39
Agosto-17	0	0	128	83	62	62	-21
Setembro-17	0	0	141	91	52	52	-40
Outubro-17	0	0	134	87	111	111	24
Novembro-17	0	0	128	83	124	124	41
Dezembro-17	6	5	123	80	135	140	60
Total	1875	912	1313	855	573	1485	630

P - precipitação; P_e – precipitação efetiva; ET₀ – evapotranspiração de referência; ET_c – evapotranspiração da cultura; LI – lâmina de irrigação aplicada

Na propriedade 1 as plantas receberam lâminas de água superiores às suas necessidades hídricas em praticamente toda a estação seca de 2016, sendo observados pequenos déficits hídricos somente nos meses de setembro e outubro/2017 (Tabelas 4 e 5). A necessidade de irrigação (ET_c – P_e) do coqueiro na propriedade 1 no período de

julho a dezembro/2016 foi de 385 mm (33,5 m³ planta⁻¹). No mesmo período foi aplicada uma lâmina total de irrigação de 496 mm (43,2 m³ planta⁻¹), cerca de 29% acima do ideal. Essa situação se repetiu em 2017. No período de junho-dezembro/2017, para uma necessidade de irrigação de 379 mm (33,0 m³ planta⁻¹), a lâmina de irrigação aplicada

foi de 487 mm ($42,4 \text{ m}^3 \text{ planta}^{-1}$), ou seja, 28% acima do necessário.

Tabela 4. Balanço hídrico em cultivo de coqueiro anão na propriedade 1, Camocim-CE, 2016-2017.

Mês	P (mm)	P _e (mm)	ET ₀ (mm)	ET _c (mm)	LI (mm)	P _e + LI (mm)	Balanço (mm)
Maio-16	69	61	110	57	27	88	31
Junho-16	72	64	115	60	48	112	52
Julho-16	33	30	117	61	60	90	29
Agosto-16	0	0	134	70	113	113	43
Setembro-16	0	0	136	71	91	91	20
Outubro-16	0	0	155	81	77	77	-4
Novembro-16	0	0	147	77	74	74	-3
Dezembro-16	12	12	130	67	81	93	26
Janeiro-17	137	106	96	50	48	154	104
Fevereiro-17	305	156	78	41	3	159	118
Março-17	318	157	86	45	0	157	112
Abril-17	204	137	94	49	14	151	102
Total	1150	723	1398	729	636	1359	630

P - precipitação; P_e – precipitação efetiva; ET₀ – evapotranspiração de referência; ET_c – evapotranspiração da cultura; LI – lâmina de irrigação aplicada

Tabela 5. Balanço hídrico em cultivo de coqueiro anão na propriedade 1, Camocim-CE, 2017-2018.

Mês	P (mm)	P _e (mm)	ET ₀ (mm)	ET _c (mm)	LI (mm)	P _e + LI (mm)	Balanço (mm)
Maio-17	116	95	101	52	22	117	65
Junho-17	38	36	102	53	46	82	29
Julho-17	2	2	110	57	82	85	28
Agosto-17	2	2	132	69	83	84	16
Setembro-17	0	0	145	75	62	62	-13
Outubro-17	0	0	152	79	70	70	-8
Novembro-17	0	0	121	63	68	68	5
Dezembro-17	38	36	113	59	76	112	53
Janeiro-18	167	122	102	53	48	171	117
Fevereiro-18	447	170	77	40	2	172	132
Março-18	283	153	94	49	0	153	104
Abril-18	261	151	88	46	0	151	105
Total	1354	767	1337	695	559	1327	633

P - precipitação; P_e – precipitação efetiva; ET₀ – evapotranspiração de referência; ET_c – evapotranspiração da cultura; LI – lâmina de irrigação aplicada

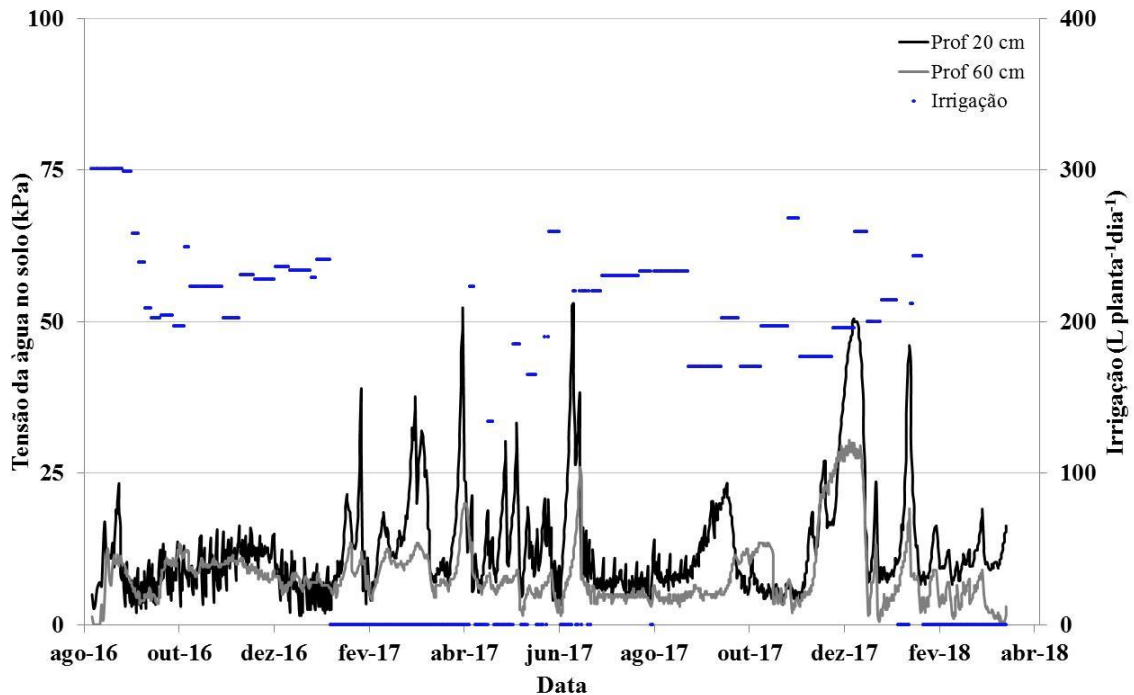
Na propriedade 1 as aplicações de volumes de irrigação diários acima de 220 L planta⁻¹ dia⁻¹ nos períodos de setembro-dezembro/2016 e julho-agosto/2017 fizeram com que a tensão da água no solo

na zona radicular do coqueiro permanesse baixa (inferior a 15 kPa) nas duas profundidades monitoradas (Figura 1). Quando foram aplicados volumes de irrigação diários inferiores a 200 L planta⁻¹

dia⁻¹ (setembro-dezembro/2017) a tensão da água no solo aumentou, indicando ser insuficiente para atender às necessidades hídricas do coqueiro. Nos períodos chuvosos (janeiro-junho/2017 e janeiro-

abril/2018) as variações da tensão da água no solo foram maiores que no período seco devido à suspensão das irrigações e à frequência irregular das precipitações.

Figura 1. Volumes de irrigação diários e variação da tensão da água no solo nas profundidades de 20 e 60 cm na zona radicular do coqueiro. Propriedade 1, Camocim-CE, 2016-2018.

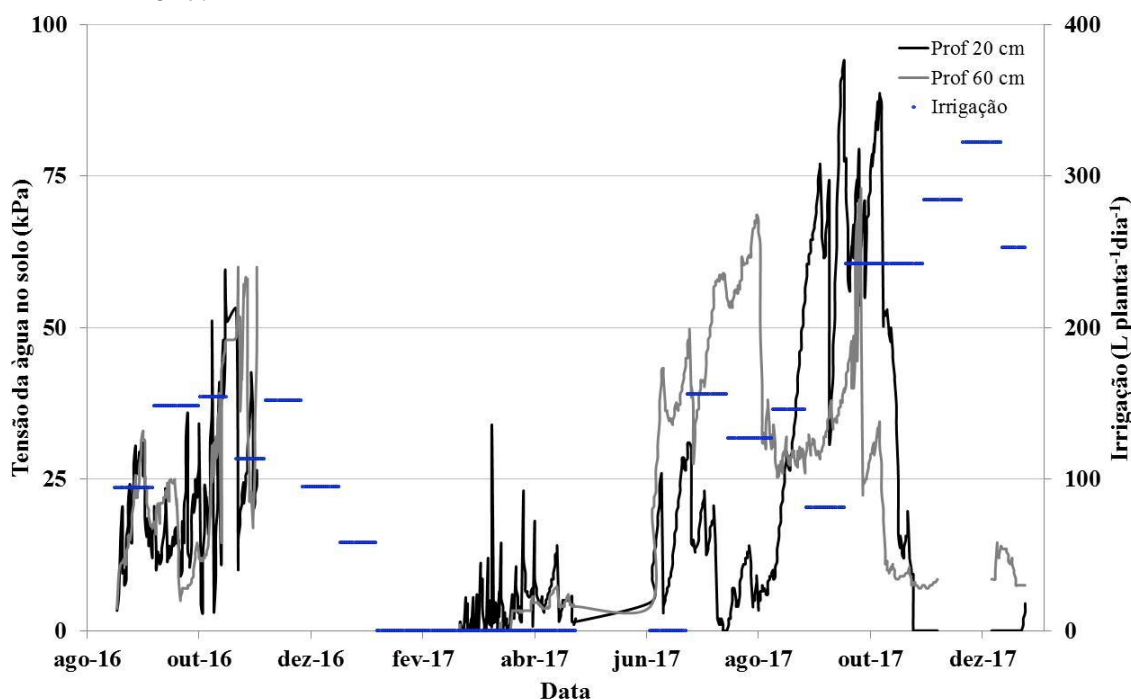


Já na propriedade 2 a aplicação de volumes de irrigação diários abaixo de 160 L planta⁻¹ dia⁻¹ nos períodos de agosto-novembro/2016 e julho-setembro/2017 fizeram com que as leituras da tensão da água no solo fossem elevadas (acima de 25 kPa) nas duas profundidades monitoradas, indicando déficit de água no solo (Figura 2). Quando a irrigação foi feita com volumes diários superiores a 240 L planta⁻¹ dia⁻¹

(outubro-dezembro/2017) a tensão da água no solo diminuiu para menos de 15 kPa, indicando excesso de água no solo.

Tal situação evidencia que, em ambas as fazendas há necessidade de melhorar o manejo da irrigação de modo a reduzir o déficit hídrico no solo, no caso da propriedade 2, ou o excesso de irrigação, caso da propriedade 1.

Figura 2. Volumes de irrigação diários e variação da tensão da água no solo nas profundidades de 20 e 60 cm na zona radicular do coqueiro. Propriedade 2, Paracuru-CE, 2016-2017.



5.2 Produção de frutos e eficiência de uso da água

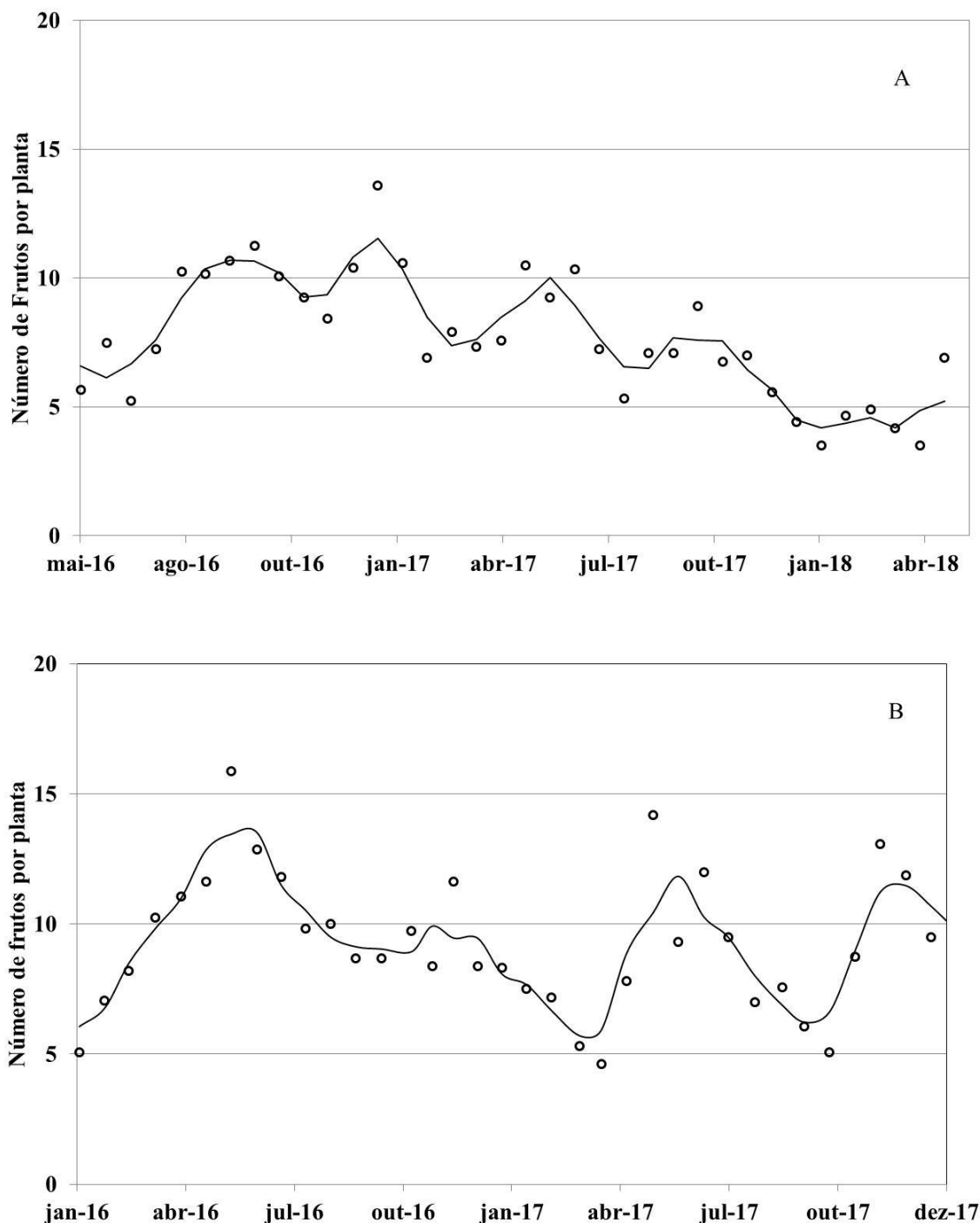
No período avaliado foram colhidos 36 cachos (18 por ano) em cada propriedade. Na propriedade 1 o número de frutos por cacho variou de 4 a 14, com média de 7,7 frutos por cacho, sendo observados picos de produção nos meses de setembro/2016, janeiro/2017 e junho/2017 (Figura 3A).

Apesar do cultivo ter recebido lâminas de irrigação ou precipitação acima da evapotranspiração da cultura na maioria dos meses anteriores, ocorreu queda da produção de frutos a partir de junho/2017. Essa queda provavelmente aconteceu em virtude da ocorrência da doença queima das folhas, causada pelo fungo *Lasioidiplodia theobromae*, agravada pelo excesso de precipitações no primeiro semestre de 2017.

Outra provável causa para a queda de produção foi o longo intervalo de 16 meses entre as aplicações do composto orgânico nessa fazenda.

Na propriedade 2 o número de frutos colhidos por cacho variou de 5 a 16, com média de 9,3 frutos por cacho (Figura 3B). Ocorreram picos de produção nos meses de maio e novembro de cada ano. A sazonalidade na produção do coco verde, com intervalo de seis meses entre os picos de produção também foi relatada por Miranda et al. (2008), no entanto, a produção obtida na propriedade 2 foi 35% inferior à média de 12,6 frutos por cacho, reportada pelos autores para o coqueiro anão verde irrigado na região Litorânea do Ceará. Tal fato provavelmente se deve ao manejo deficiente da irrigação e da adubação do coqueiro nessa fazenda no período avaliado.

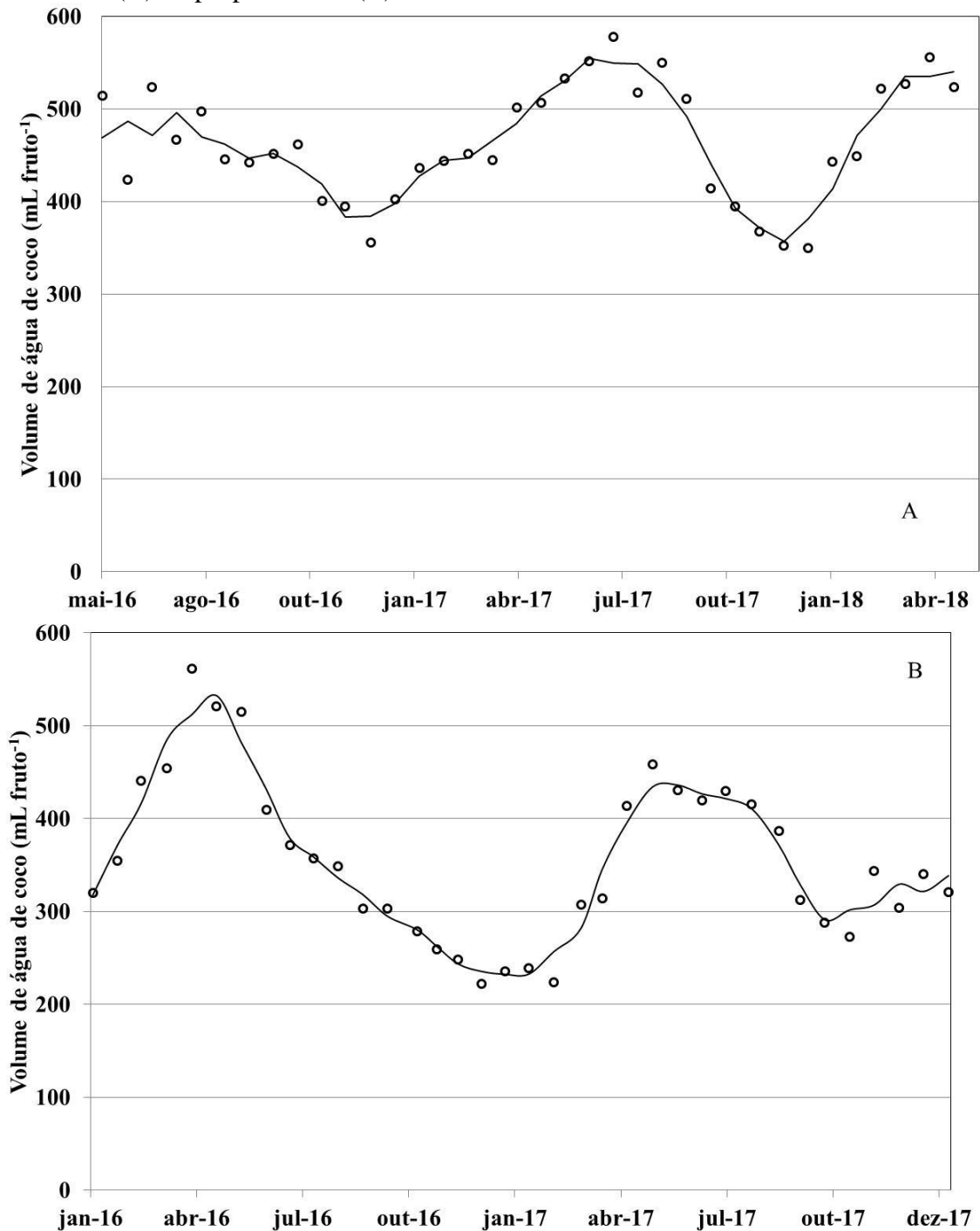
Figura 3. Variação temporal da produção de frutos por planta do coqueiro anão na propriedade 1 (A) e na propriedade 2 (B). 2016-2018.



O volume de água de coco por fruto aumentou na estação chuvosa (janeiro-junho) e diminuiu no período de seca (julho-

dezembro), independente do local ou da quantidade de água aplicada na irrigação (Figura 4).

Figura 4. Variação temporal do volume de água dos frutos do coqueiro anão na propriedade 1 (A) na propriedade 2 (B). 2016-2018.



A redução de até 30% no volume de água dos frutos do coqueiro anão nos meses de seca na região litorânea do Ceará também foi relatada por Miranda et al. (2008). Segundo os autores, esse comportamento é um dos primeiros indicativos de estresse hídrico na cultura e

pode ser consequência de condições climáticas adversas que ocorrem na região, principalmente nos meses de setembro a dezembro, tais como elevado déficit de pressão de vapor (DPV) e ventos fortes, que provocam o fechamento dos estômatos do

coqueiro, mesmo em plantas adequadamente irrigadas.

No entanto, na propriedade 2 o volume de água dos frutos diminuiu mais acentuadamente (acima de 55%) durante a estação seca de 2016, ficando abaixo do volume aceito pela indústria (300 mL por fruto) no período de outubro/2016 a fevereiro/2017 (Figura 4B). Isso ocorreu provavelmente em virtude do déficit hídrico prolongado a que as plantas foram submetidas naquele período. Houve redução do volume de água dos frutos também a partir de julho/2017. Porém, de outubro a dezembro/2017 o volume de água voltou a aumentar, provavelmente em virtude do aumento de mais de 100% na quantidade de água aplicada na irrigação nesse período em relação aos três meses anteriores.

Já na propriedade 1, onde a quantidade de água aplicada na irrigação excedeu a ET_c, a redução do volume de água dos frutos durante período de seca em relação ao final da estação chuvosa foi de

apenas 21%. Tal fato indica a importância da aplicação da lâmina de irrigação adequada para manter o volume de água dos frutos do coqueiro durante a estação seca em níveis aceitáveis pela indústria.

As produtividades de frutos obtidas nas duas fazendas (Tabela 6) foram semelhantes e ficaram abaixo da média reportada por Miranda et al. (2008) para plantas de coqueiro anão da mesma idade e com bom desenvolvimento na região litorânea do Ceará (210 frutos planta⁻¹ no quinto ano de cultivo). No entanto, os rendimentos foram superiores aos observados por Cintra et al. (2009) na região de Neópolis, SE, de 122 frutos planta⁻¹ e 57,9 L de água de coco planta⁻¹, em plantas de coqueiro anão verde irrigadas com volume fixo de 150 L planta⁻¹ dia⁻¹.

Nota-se que na propriedade 1, mesmo com uma produtividade de frutos 16% mais baixa em relação à propriedade 2, a produtividade de água de coco foi 7% superior, em virtude do maior volume de água dos frutos.

Tabela 6. Produtividade física, volume de irrigação, evapotranspiração e eficiência de uso da água do coqueiro anão em termos da produção de frutos e de água de coco nas propriedades 1 e 2, 2016-2018.

Variável*	Propriedade 1			Propriedade 2		
	Ano 1	Ano 2	Média	Ano 1	Ano 2	Média
P _f (frutos planta ⁻¹ ano ⁻¹)	159,0	120,0	139,5±12,0	175,9	157,0	166,5±14,2
P _{ac} (L planta ⁻¹ ano ⁻¹)	71,4	56,5	64,0±6,9	63,6	55,5	59,6±8,5
I (m ³ planta ⁻¹ ano ⁻¹)	55,2	48,7	52,0	25,5	38,7	32,1
ET _c (m ³ planta ⁻¹ ano ⁻¹)	62,7	58,6	60,7	48,9	54,7	51,8
EUA _{IRf} (frutos m ⁻³)	2,9	2,5	2,7±0,3	6,9	4,1	5,5±0,4
EUA _{IRac} (L m ⁻³)	1,3	1,2	1,2±0,1	2,5	1,4	2,0±0,2
EUA _f (frutos m ⁻³)	2,5	2,0	2,3±0,3	3,6	2,9	3,3±0,2
EUA _{ac} (L m ⁻³)	1,1	1,0	1,0±0,1	1,3	1,0	1,2±0,1

*P_f - produtividade de frutos; P_{ac} - produtividade de água de coco; I - volume de irrigação aplicado; ET_c - Evapotranspiração real da cultura; EUA_{IRf} - eficiência de uso da água de irrigação em termos da produção de frutos; EUA_{IRac} - eficiência de uso da água de irrigação em termos da produção de água de coco; EUA_f - eficiência de uso da água em termos da produção de frutos; EUA_{ac} - eficiência de uso da água em termos da produção de água de coco.

Para cada m³ de água aplicada na propriedade 2 foram produzidos 5,5 frutos e 2,0 L de água de coco, enquanto que na

propriedade 1, cada m³ de água aplicado na irrigação resultou na produção de apenas 2,7 frutos e 1,2 L de água de coco. Ou seja,

o excesso de irrigação na propriedade 1 fez com que os valores de eficiência de uso da água de irrigação em termos da produção de frutos (EUA_{IRf}) e em termos da produção de água de coco (EUA_{IRac}) fossem 50% e 40% mais baixos, respectivamente, que os obtidos na propriedade 2.

Considerando-se a eficiência de uso da água em relação à evapotranspiração real da cultura (EUA_f e EUA_{ac}) as diferenças entre as fazendas são menores, no entanto, ainda assim as eficiências de uso da água observadas na propriedade 2 são mais altas que na propriedade 1.

Os valores de EUA_{IRf} obtidos no presente estudo foram semelhantes aos relatados por Azevedo, Sousa e Silva (2006) na região costeira de Sergipe. Em plantas de coqueiro anão verde irrigadas com volumes de água fixos de 100 e 150 L planta⁻¹ dia⁻¹, equivalentes a volumes de irrigação anuais de 34,8 e 52,3 m³ planta⁻¹ ano⁻¹, foram obtidos valores de EUA_{IRf} de 5,3 e 3,8 frutos m⁻³, respectivamente. Na região litorânea do Ceará, em plantas de coqueiro anão verde cultivadas em boas condições de manejo da irrigação e fertilização, Miranda et al. (2008) obtiveram valores médios de EUA_{IRf} e EUA_{IRac} de 5,23 frutos m⁻³ e 2,48 L m⁻³, respectivamente, os quais são semelhantes aos observados na propriedade 2.

Segundo Carr (2011), a insuficiência de dados completos sobre a lâmina de irrigação anual aplicada nos experimentos na grande maioria dos trabalhos publicados sobre a irrigação do coqueiro, dificulta a comparação dos valores de EUA_{IRf} entre eles.

A título de comparação com outras frutíferas irrigadas na região do semiárido brasileiro, são observados valores de EUA_{IR} da ordem de 2,2 a 8,8 kg m⁻³ para a bananeira (COELHO et al., 2006; COSTA et al., 2012; MACEDO; MIRANDA; GONDIM, 2012), de 3,1 a 4,7 kg m⁻³ para a mangueira (COELHO et al., 2008; SANTOS et al., 2016) e 3,1 a 3,6 kg m⁻³

para o maracujazeiro (SOUSA; BORGES, 2011).

Considerando-se a massa média de um fruto de coco verde de 1,9 kg, os valores de EUA_{IR} obtidos nas duas propriedades monitoradas, em termos de kg de frutos por m³, seriam de aproximadamente 5,1 kg m⁻³ e 10,4 kg m⁻³, nas propriedades 1 e 2, respectivamente. Ou seja, os valores de EUA_{IR} do coqueiro obtidos, embora possam ser melhorados, não são inferiores aos valores médios de outras frutíferas irrigadas em termos da massa colhida por m³ de água aplicada na irrigação.

Segundo Li et al. (2016), a EUA_{IR} é mais influenciada pelas práticas agrônômicas do que pelos fatores climáticos e sua melhoria deve basear-se em tecnologias avançadas de manejo da irrigação, na aplicação de fertilizantes com base nas necessidades da cultura, no uso de filmes agrícolas e no controle fitossanitário, assegurando o uso eficiente dos insumos agrônômicos na produção.

Em geral maiores valores de eficiência de uso da água são observados em condições de irrigação com déficit, em relação à irrigação com reposição total da ET_c ou superavitária (ZWART; BASTIANSEN, 2004). Segundo Carr (2011), a EUA_{IR} do coqueiro pode ser aumentada em plantas sob estresse hídrico moderado. Isso sugere que a irrigação com déficit hídrico controlado pode ter um papel importante para aumentar a eficiência de uso da água na cultura do coqueiro.

No entanto, há que se considerar os efeitos do déficit hídrico sobre o tamanho do fruto ou a qualidade do produto. No caso específico da agroindústria de água de coco, frutos pequenos e com volume de água inferior a 300 mL, como os produzidos na propriedade 2 ao final do período de seca, não são desejáveis, podendo inviabilizar sua comercialização.

Os resultados obtidos mostram que situação do manejo da irrigação do coqueiro nas duas fazendas foi bastante distinta.

Enquanto na propriedade 1 as quantidades de água recebidas pelas plantas via precipitação ou irrigação excederam suas necessidades hídricas durante quase todos os meses do ano, diminuindo a eficiência de uso da água, na propriedade 2 ocorreu o oposto, com irrigação deficitária ao longo da estação de seca.

Considerando-se os efeitos sobre a produção e o volume de água dos frutos, tais resultados demonstram a necessidade de ajustes nas estratégias de manejo da irrigação nas duas propriedades, de forma a aumentar a eficiência de uso da água na irrigação e preservar os recursos hídricos, no caso da propriedade 1 e manter a produção e a qualidade dos frutos ao longo do ano no caso da propriedade 2.

6 CONCLUSÕES

O manejo da irrigação do coqueiro foi considerado insatisfatório nas propriedades monitoradas. Na propriedade

1 a irrigação em excesso fez com que a eficiência de uso da água na irrigação (EUA_{IR}) fosse baixa, com média de 2,7 frutos e 1,2 L de água de coco por m^3 de água aplicada. Na propriedade 2 foram aplicadas lâminas de irrigação abaixo do ideal e, como consequência, foram obtidos valores mais altos de EUA_{IR} , da ordem de 5,5 frutos e 2,0 L de água de coco por m^3 de água aplicada na irrigação. No entanto, a irrigação deficitária causou uma redução expressiva no volume de água de coco dos frutos.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários da Fazenda Grangeiro e Ducoco Litoral S.A. e aos técnicos da Ducoco Litoral S.A., Antonio Erilson Sousa da Silva e Emanuel Nazareno C. Ferreira pela colaboração na coleta dos dados de campo.

8 REFERÊNCIAS

- ALI, M. H.; TALUKDER, M. S. U. Increasing water productivity in crop production: a synthesis. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 95, n. 11, p. 1201-1213, 2008.
- AZEVEDO, P. V.; SAUSA, I. F.; SILVA, B. B. Water-use efficiency of dwarf-green coconut (*Cocos nucifera* L.) orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 84, n. 3, p. 259-264, 2006.
- BRAINER, M. S. C. P. Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 61, n. 61, p. 1-25, 2018.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coconut (*Cocos nucifera*): a review. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 47, n. 1, p. 27-51, 2011.
- CINTRA; F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S.; PORTELA J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1041-1051, 2009.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine' sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 460-468, 2006.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SANTANA, J. A. V. Resposta da mangueira Tommy Atkins a irrigação em condições semi-áridas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 1, p. 15-20, 2008.

COSTA, F. S.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 26-33, 2012.

FERERES, E. M.; SORIANO, A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 147-159, 2007.

GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H.; TEIXEIRA, A. S.; MEDEIROS, S. R. Impactos das mudanças climáticas na demanda de irrigação da bananeira na Bacia do Jaguaribe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 594-600, 2011.

LI, X.; ZHANG, X.; NIU, J.; TONG, L.; KANG S.; DU, T.; LI, S.; DING, R. Irrigation water productivity is more influenced by agronomic practice factors than by climatic factors in Hexi Corridor, Northwest China. **Scientific Reports**, Londres, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2016.

MACEDO, A. B. M.; MIRANDA, F. R.; GONDIM, R. S. Análise econômica da bananeira 'Pacovan Ken' em função de diferentes tensões de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 274-283, 2012.

MIRANDA, F. R.; GOMES, A. R. M.; OLIVEIRA, C. H. C.; MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do coqueiro anão-verde na região litorânea do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 129-135, 2007.

MIRANDA, F. R.; LIMA, R. N.; FREITAS, J. A. D.; MAIA, A. H. N.; SANTANA, M. G. S. **Comportamento reprodutivo e qualidade da água dos frutos do coqueiro-anão irrigado no Vale do Curu, Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. (Embrapa Agroindústria Tropical Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 1997. p. 159-187.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; COTRIM JUNIOR, P. R. F.; CASTRO, I. N. Irrigation deficit strategies on physiological and productive parameters of 'Tommy Atkins' mango. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 173-182, 2016.

SOUSA, V. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do maracujá. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A., COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (ed.).

Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 500-522.

SMITH, M. **CROPWAT**: a computer program for irrigation planning and management. Rome: FAO, 1992. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 46).

ZWART, S.; BASTIANSEN, W. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 69, n. 2, p. 115-133, 2004.