



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

LAÍS MONIQUE GOMES DO Ó

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE PLANTAS DE COQUEIRO ANÃO SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

FORTALEZA

2017

LAÍS MONIQUE GOMES DO Ó

FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE PLANTAS DE COQUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Dr. Marlos Alves Bezerra.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O1f O, Laís Monique Gomes do.
Fisiologia e produção de plantas de coqueiro anão sob diferentes níveis de irrigação / Laís Monique Gomes do O. – 2017.
67 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.

1. Cocos nucifera L. 2. Lâminas hídricas. 3. Trocas gasosas. 4. Produção. I. Título.

CDD 630

LAÍS MONIQUE GOMES DO Ó

FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE PLANTAS DE COQUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 09/08/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)/ Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Fábio Rodrigues de Miranda
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

Dr. Amanda Soraya Freitas Calvet
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro - Brasileira (UNILAB)

Prof. Dr. Luis de França Camboim Neto
Faculdade Terra Nordeste (FATENE)

Dedico esta dissertação a minha querida mãe Sandra Gomes do Ô, como forma de gratidão por todo amor, base educacional e incentivo em todos os momentos da minha vida, principalmente nesta fase final, eu amo você.

AGRADECIMENTOS

A DEUS todo poderoso, por tudo, especialmente pela fé de que tudo iria ocorrer conforme a vontade dele.

À minha família, por sempre acreditar no meu esforço e pela ajuda financeira e emocional.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), por acreditar no crescimento profissional advindo do conhecimento e pela oportunidade concedida durante a pós-graduação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo que contribuiu largamente para a conclusão do curso.

À Embrapa Agroindústria Tropical pela realização do trabalho e suporte de laboratórios para a finalização desse trabalho.

À empresa DUCOCO agrícola pela possibilidade de realização do experimento em sua fazenda.

Ao Dr. Marlos Bezerra pela amizade, apoio, paciência e ajuda no experimento, pela orientação e pelas diversas contribuições para minha formação durante o mestrado.

Ao Dr. Fabio Miranda pela ajuda durante o experimento e na fase de interpretação dos dados e pelo apoio.

À equipe de funcionários e estagiários da DUCOCO: Elisio Sampaio, Gilberto Mendonça, Erilson Silva, Nazareno, Wellington, Naiane, Neilma, Conceição.

Aos membros da banca examinadora pelo tempo, pelas valiosas colaborações, reflexões, sugestões, apoio, amizade e diversos momentos de risos.

A minha querida amiga de curso Keivia Lino Chagas pelas horas de estudos juntas, por sua amizade, palavras de superação, orações e todo o apoio durante esses inesquecíveis momentos de mestrado.

Aos amigos da pós-graduação Tiago Cavalcante, Mayara, Chrislene, Valsergio, José Israel, Caroline Messias, Raquel da Hora, Thiago Aragão, Robevania, Ricardo Miranda, Luis Felipe, Clarissa, Luana, Alfredo, David, Juarez, Rômulo, Alexandre Reuber, Newdmar, Rufino, João Valdenor, Geocleber, Isabel e aos demais colegas pela amizade e pelo compartilhamento de informações que de alguma forma me ajudaram para a conclusão do mestrado ou por tornar esses dias bem mais fáceis.

Aos queridos amigos do Laboratório de Fisiologia Vegetal Ionete, Reivany, Luciana, Amanda, Thamires pelo apoio, ajuda durante as análises e experimento, bem como o convívio diário.

Aos funcionários e professores do Departamento de Engenharia Agrícola, que de alguma forma contribuíram para minha formação.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para conclusão desse trabalho.

RESUMO

No Nordeste brasileiro, o cultivo do coco sofre uma séria ameaça, em virtude da grave crise hídrica que se encontra essa região. Por ser uma cultura com uma alta demanda de água, geralmente se faz necessário o uso da irrigação para atender à necessidade hídrica da cultura, sendo importante que se faça um uso eficiente da mesma. Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas e de produtividade do coqueiro à irrigação com diferentes lâminas hídricas. O experimento foi conduzido na fazenda Boa Esperança, da empresa Ducoco Alimentos S.A., no município de Camocim, Ceará, sob delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6, com cinco repetições, sendo cada repetição constituída de 4 plantas. O primeiro fator consistiu da aplicação de diferentes frações da evapotranspiração do coqueiro (50%, 75%, 100% e 125% da ETPc) e o segundo fator dos meses de avaliação das plantas (setembro de 2016 a fevereiro de 2017). As plantas foram irrigadas por microaspersão, com um emissor por planta e turno de regra diário. Foram analisadas variáveis fisiológicas como potencial hídrico foliar, condutância estomática, transpiração, fotossíntese e carboidratos solúveis totais nas folhas, além de variáveis de produção, como número de frutos produzidos, peso médio dos frutos, volume e teor de sólidos solúveis da água dos frutos e produtividade da água. O potencial hídrico das plantas, as trocas gasosas e os teores de carboidratos solúveis foliares não foram influenciadas pelas aplicações das lâminas hídricas. A produção de frutos variou entre os meses, com pequena influência da quantidade de água aplicada. Os frutos se apresentaram mais pesados nos meses de setembro e fevereiro, sem haver influência das lâminas hídricas aplicadas. O volume de água do fruto foi influenciado positivamente pelos níveis de água aplicados, com maiores valores encontrados na lâmina de 125 % da ETPc e à semelhança do peso, os maiores volumes de água no fruto foram encontrados nos meses de setembro e fevereiro. Já a produtividade da água com base no volume de água dos frutos foi decrescente à medida que se aumentou a quantidade de água aplicada nas plantas.

Palavras-chave: *Cocos nucifera* L.. Lâminas hídricas. Trocas gasosas. Produção.

ABSTRACT

In the Brazilian Northeast, coconut cultivation has been under serious threat due to the severe water crisis in this region. Because it is a crop with a high demand of water, it is generally necessary to use irrigation to meet the hydric need of the crop and it is important to make an efficient use of it. Hence, the present study had as objective to evaluate the physiological and productivity responses of the coconut to irrigation with different water. The experiment was conducted in Boa Esperança farm of the company Ducoco Alimentos S.A., in the municipality of Camocim, Ceará, under randomized block design, in a 4 x 6 factorial scheme, with five replications, each replicate being composed of 4 plants. The first factor consisted of the application of different fractions of the coconut evapotranspiration (50%, 75%, 100% and 125% of the ETPc) and the second factor was the months of evaluation of the plants (September 2016 to February 2017). The plants were irrigated by micro sprinkler, with one emitter per plant and daily rule shift. Physiological variables such as leaf water potential, stomatal conductance, transpiration, photosynthesis and total soluble carbohydrates in the leaves were analyzed, as well as production variables such as the number of fruits produced, the average fruit weight, the volume and solids content of fruit water and productivity from water. Plant water potential, gas exchange and foliar soluble carbohydrate contents were not influenced by the application of water. The fruit production varied between the months, without great influence of the amount of water applied. The fruits were heavier in the months of September and February, without any influence of the applied water. The water content of the fruit was positively influenced by the water levels applied, with the highest values found in the ETPc lamina of 125% and, similar to the weight, the highest water volumes were found in the months of September and February. The water productivity based on the fruit water volume decreased as the amount of water applied to the plants increased.

Keywords: *Cocos nucifera L.* Water levels. Gas exchange. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área cultivada com a cultura do coqueiro anão na fazenda Boa Esperança, da empresa comercial Ducoco, no município de Camocim, estado do Ceará, Nordeste do Brasil.	27
Figura 2 - Croqui do experimento, Camocim, Ceará, 2016-2017.	29
Figura 3 - Plantas de coqueiro anão utilizadas no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017.	30
Figura 4 - Sistema de irrigação e componentes utilizado no experimento: A: tanque de abastecimento, B: Válvulas hidráulicas, C: sistema de automação, D: linhas laterais. Camocim, Ceará, 2016-2017.	32
Figura 5 - Teste de uniformidade do sistema no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017.	32
Figura 6 - Determinação do potencial hídrico (A) e trocas gasosas (B) nas plantas de coqueiro anão no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017.	34
Figura 7 - Determinação do peso dos frutos através da balança digital das plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016-2017.	36
Figura 8 - Determinação do volume de água dos frutos das plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016-2017.....	36
Figura 9 - Lâminas aplicadas (mm) durante o período experimental em plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016/2017.....	38
Figura 10 - Potencial hídrico foliar - Ψ_w (MPa) em plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	41
Figura 11 - Carboidratos solúveis totais nas folhas de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017...	46
Figura 12 - Número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	48
Figura 13 - Peso médio do fruto de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	51
Figura 14 - Volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017.	53
Figura 15 - Volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	54

Figura 16 - Qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017.57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características das variedades de coqueiros.....	19
Quadro 2 - Médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento, precipitação, DPV máximo e DPV médio na fazenda Boa Esperança, Camocim-CE	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo utilizado no cultivo das plantas. Camocim, Ceará, 2016-2017.....	33
Tabela 2 - Volumes médios diários de água aplicada durante o período experimental em plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016/2017.	39
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para potencial hídrico foliar nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	39
Tabela 4 - Potencial hídrico foliar - Ψ_w (MPa) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	42
Tabela 5 - Resumo da análise de variância das trocas gasosas foliares no ultimo mês do período experimental, nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017.....	43
Tabela 6 - Resumo da análise de variância para carboidratos solúveis totais nas folhas de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	45
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	47
Tabela 8 - Número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará, 2016/2017.	49
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para peso médio do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	50
Tabela 10 - Resumo da análise de variância para volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	52
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017.....	55

Tabela 12 - Qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07) e dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017.	58
Tabela 13 - Resumo da análise de variância para produtividade da água em termos de produção de frutos e volume de água produzida pelos frutos durante o período experimental (180 DAT) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim,	59
Tabela 14 - Produtividade da água em termos de produção de frutos e volume de água produzida pelos frutos durante o período experimental (180 DAT) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017.....	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	A cultura do coqueiro	18
<i>2.1.1</i>	<i>Origem, classificação botânica e variedades do coqueiro</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Morfologia do coqueiro</i>	<i>19</i>
<i>2.1.3</i>	<i>Ecofisiologia do coqueiro</i>	<i>20</i>
<i>2.1.4</i>	<i>Produção do coqueiro</i>	<i>20</i>
<i>2.1.5</i>	<i>Qualidade do fruto e da água de coco</i>	<i>21</i>
<i>2.1.6</i>	<i>Importância econômica do coqueiro</i>	<i>22</i>
2.2	Irrigação com déficit hídrico	23
2.3	Relações hídricas em coqueiro	24
2.4	Trocas gasosas	25
<i>2.4.1</i>	<i>Fotossíntese, condutância estomática e transpiração</i>	<i>25</i>
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Localização e caracterização da área experimental	27
3.2	Tratamentos	28
3.3	Manejo da água e sistema de irrigação	30
3.4	Manejo das plantas	33
3.5	Variáveis analisadas	33
<i>3.5.1</i>	<i>Potencial hídrico</i>	<i>33</i>
<i>3.5.2</i>	<i>Trocas gasosas</i>	<i>34</i>
<i>3.5.3</i>	<i>Carboidratos solúveis totais</i>	<i>34</i>
<i>3.5.4</i>	<i>Características dos frutos</i>	<i>35</i>
<i>3.5.5</i>	<i>Produtividade da água</i>	<i>36</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Água aplicada	38
4.2	Potencial hídrico foliar (Ψ_w)	39
4.3	Trocas gasosas foliares	43
4.4	Carboidratos solúveis totais nas folhas	45
4.5	Número de frutos por planta (NF)	46
4.6	Peso médio do fruto (PF)	50

4.7	Volume de água do fruto (VF)	52
4.8	Qualidade dos frutos (Sólidos Solúveis Totais - SST)	55
4.9	Produtividade de água (WP)	59
5	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O coqueiro, cultura típica de clima tropical, é cultivado em cerca de 90 países. No Brasil, o cultivo do coco se desenvolve principalmente na extensão do litoral, sendo encontrado do Pará até o Espírito Santo. Tem importância tanto social como econômica, assumindo uma posição importante como atividade geradora de emprego e renda do homem no campo.

O mercado do coco verde no Brasil tem crescido nos últimos anos em virtude do crescimento do consumo da água de coco, impulsionados pela inclusão de hábitos saudáveis no comportamento da população brasileira. Essa demanda crescente é suprida pelo comércio do fruto in natura e, principalmente, pela extração e envasamento da água, o que envolve pequenas, médias e grandes empresas.

Contudo, seu cultivo no Nordeste brasileiro vem passando por problemas, em função da crise hídrica que assola essa região. Por ser uma cultura com uma alta demanda de água, quando cultivado comercialmente, geralmente se faz necessário o uso da irrigação para atender a necessidade hídrica da cultura bem como melhorar o rendimento econômico. Assim, é importante que se faça um uso eficiente da água de irrigação.

O uso de sistemas de irrigação com menores perdas de água e com maior uniformidade de aplicação bem como a adoção de estratégias de irrigação com leve ou moderado déficit, reduzindo a utilização de água e de energia elétrica sem prejudicar a produtividade, está entre as principais opções de aumentar a eficiência de uso da água na agricultura irrigada.

Entretanto, para se obter bons rendimentos e, conseqüentemente, retorno econômico com o coqueiro, é necessário um manejo adequado do fornecimento de água, pois a água exerce influência capital nas características de crescimento, desenvolvimento e produção. Deve-se ressaltar que o coqueiro é exigente em água, mas tanto o excesso como o déficit hídrico afetam negativamente a cultura.

Do exposto, se verifica que o maior desafio na irrigação do coqueiro é definir qual quantidade mínima de água que deve ser utilizada na irrigação, para uma produção economicamente viável e com sustentabilidade hídrica. Nesse sentido, se tem pouco conhecimento a respeito das respostas fisiológicas e de produtividade do coqueiro a diferentes níveis de irrigação. Com isso se tem por objetivo avaliar a influência das lâminas de irrigação nas respostas fisiológicas e de produtividade do coqueiro anão verde.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do coqueiro

2.1.1 Origem, classificação botânica e variedades do coqueiro

A origem do coco tem quatro vertentes teóricas. Tal divergência dificulta o real centro de origem, pela ampla distribuição geográfica, visto que o fruto é de fácil fluatibilidade e bem disperso pelo homem. Alguns pesquisadores consideram que o coco tem origem asiática ou polinésica, enquanto outros apontam o Novo Mundo como provável centro de origem da espécie (GOES NETO, 2017). Para Siqueira, Ribeiro e Aragão (1998) o coqueiro saiu da região asiática e foi levado para Índia e desta para o continente africano.

A cultura do coqueiro pertence à família *Palmae*, uma importante família da classe das *Monocotiledoneas*. Segundo Purseglove (1975), sua classificação taxonômica é: Classe *Monocotiledoneae*; Ordem *Palmales*; Família *Palmae*; subfamília *Cocoideae*; Genero *Cocos* e Espécie *Cocos nucifera L.*

A espécie *Cocos nucifera L.* é a única classificada botanicamente do gênero *cocos*, e é dividida em duas variedades: Anão e Gigante. A variedade anão se divide em três: Anão verde, Anão amarelo e Anão vermelho (LIMA, 2014). As principais características do coqueiro anão são a maior precocidade, maior produtividade e menor porte, além de grande importância na utilização em programas de melhoramento da cultura e na produção de híbridos (ALMEIDA et al., 2006).

A variedade anã é comercialmente mais utilizada para água de coco, por ser muito saborosa. Seu albúmen sólido é insignificante, e por isto é rejeitada pelas agroindústrias de alimentos, apesar de apresentar variabilidade genética para maior produção da polpa do coco (ARAGÃO et al., 2002). As principais diferenças entre as variedades estão descritas no quadro 1.

Quadro 1 - Características das variedades de coqueiros

Características	Anão	Híbrido	Gigante
Exigência edafoclimática	Exigente	Intermediário	Rústico
Crescimento	Rápido	Intermediário	Lento
Porte (m)	Baixo (12)	Intermediário	Alto (40)
Longevidade (anos)	30 a 40	40 a 80	80-100
Início da floração (anos)	2 a 3 (precoce)	3 a 5 (médio)	5 a 7 (tardio)
Produção (frutos/ano)	150 a 250	120 a 150	60 a 80
Estabilidade da produção	>5º ano	>7º ano	>9º ano
Tamanho do fruto	Pequeno	Intermediário	Grande
Destino da produção	Água: consumo in natura	Agroindústria/culinária e água: consumo in natura	Agroindústria e culinária

Fonte: Embrapa, 1993

2.1.2 Morfologia do coqueiro

Morfologicamente a raiz do coqueiro é do tipo fasciculada e não possui raiz principal, característica típica de uma Monocotiledônea (FREDMOND; ZILLER; LAMOTHE, 1975).

O caule é do tipo estirpe, não ramificado, desenvolvido e muito resistente à ação do vento (PASSOS, 1998). Sua folha é do tipo penada, onde se tem bainha, pecíolo que continua pela ráquis, onde se prende o limbo foliar que contém folíolos (CAMBOIM NETO, 2002).

A inflorescência é do tipo paniculado, axilares, protegida por brácteas grandes, conhecidas por espadas e estão arranjadas em espiral descendente ao longo da copa do coqueiro. O número de flores femininas é influenciado pelo estado nutricional e hídrico da planta, podendo não ocorrer desenvolvimento da inflorescência na axila da folha do coqueiro sob condições de deficiência hídrica (PASSO; SILVA, 1991).

O fruto é classificado como drupa, formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom, o tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido. Este albúmen caracteriza-se como sendo uma amêndoa comestível, branca, muito oleosa, formando uma grande cavidade, no centro da qual está a água-de-coco, ou albúmen líquido. O embrião está envolvido pelo albúmen sólido e está próximo a um dos orifícios do endocarpo (PASSOS, 1998).

2.1.3 Ecofisiologia do coqueiro

O coqueiro anão tem crescimento e produção contínua durante todo o ano, desde que as condições do clima sejam ideais. É uma planta essencialmente tropical, que encontra condições climáticas favoráveis entre as latitudes 20° N e 20° S (PASSOS; PASSOS, 2003).

Necessita-se de um clima quente, com média de 27 °C e oscilações de 5 a 7 °C. Temperaturas menores que 15 °C modificam sua morfologia e temperaturas mais elevadas que a ideal são toleradas, tornando prejudicial apenas quando coincidem com baixa umidade atmosférica (OHLER, 1999). A umidade relativa do ar excessivamente alta ou baixa é prejudicial, sendo a faixa ideal entre 60 e 90 % (FONTES; SIQUEIRA 2002).

É uma planta altamente exigente em luz e não se desenvolve bem sob condições de baixa luminosidade. O aspecto estiolado de coqueiros que crescem sob o sombreamento é bem conhecido. A luminosidade ideal é de 2.000 horas anuais com, no mínimo, 120 horas por mês (PASSOS; PASSOS, 2003).

A quantidade e a distribuição das precipitações naturais são muito importantes para o crescimento e produtividade. Geralmente, a espécie é encontrada em áreas onde a precipitação varia entre 1.300 - 2.500 mm, sendo considerada a média ideal mensal de 150 mm. Contudo, o coqueiro é frequentemente exposto ao déficit hídrico no solo e na atmosfera, por ser uma palmeira perene, com uma longa vida produtiva (GOMES; PRADO, 2007).

2.1.4 Produção do coqueiro

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [FAO] (2017), a produção mundial de coco no ano de 2013 foi de 55 milhões de toneladas em área colhida de 12 milhões de hectares. Os cinco maiores países produtores concentraram conjuntamente 92% do total produzido, com destaque individual para a Indonésia, que produziu 18 milhões de toneladas (33%), numa área de aproximadamente três milhões de hectares. O Brasil aparece na quarta posição com 5% da produção mundial, ou três milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 257 mil hectares.

O Brasil, atualmente, possui uma tendência de crescimento do cultivo do coqueiro anão, distribuídos, praticamente, em todo o território nacional. Apesar do cultivo do coqueiro está sendo estimulado e introduzido em várias regiões do país, as maiores plantações e produções se concentram na faixa litorânea do Nordeste e parte da região Norte do Brasil,

favorecida pelas condições de tropicalidade climática. Ambas as regiões detêm aproximadamente 75% da produção de coco brasileiro (EMBRAPA, 2011).

A expansão da produção desse fruto no Brasil está diretamente associada a três processos que estão interligados: o aumento do consumo de água de coco, a proliferação do cultivo, sobretudo de coqueiros anões e a modernização de seu processo produtivo agrícola (CAVALCANTE, 2015).

Cavalcanti e Silva (2006) elucidam que a “expectativa do crescimento do mercado de água de coco tem animado os produtores a expandir suas áreas com espécies precoces”, e toma como exemplo o coqueiro anão, que fornece o coco ainda verde.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), a área colhida com cocos no Brasil no ano de 2016 foi de 233.870 hectares, a área plantada de 246.556 hectares, num rendimento médio de 7.491 frutos por hectare. A produção brasileira se concentra nas regiões Nordeste e Norte (85%). O estado da Bahia destaca-se como o maior produtor do país, com 27,7% da produção, seguido por Ceará (15,0%) e Pará (12,3%).

2.1.5 Qualidade do fruto e da água de coco

Para a industrialização da água de coco se faz necessário atender as exigências comerciais bem como a do consumidor. O coqueiro anão que é destinado tanto para a indústria de envasamento como para consumo in natura precisa ter características específicas para atender tal demanda.

Os frutos do coqueiro Anão destinados ao consumo in natura de água de coco devem ser colhidos, principalmente, entre o sexto e o sétimo mês, após a abertura natural da inflorescência. Nessa idade, ocorrem os maiores valores para: pesos de fruto, volume de água de coco e sólidos solúveis totais. Para uso agroindustrial, recomenda-se efetuar uma mistura da água dos frutos colhidos nas idades de 5 a 8 meses. (RIBEIRO; COSTA; ARAGÃO, 2017).

Aroucha et al (2005) estudando características físicas de coqueiro anão em diversas épocas de maturação observaram que o peso dos frutos, volume de água de coco, teores de sólidos solúveis totais aumentaram com os estádios alcançando valores de 0,830 Kg, 175 mL e 5,08° Brix nos estádios de maturação de 6 meses.

Ao estudar diferentes lâminas hídricas no cultivo de coqueiro anão Camboim Neto (2002), encontrou valores máximos de peso dos frutos, volume de água de coco e sólidos solúveis totais de 2,210 Kg, 424,7 mL, e 4,70° Brix em lâminas diferentes.

2.1.6 Importância econômica do coqueiro

Em termos de importância econômica e social, a cultura do coco assume uma posição importante como atividade geradora de emprego e renda, empregando mão-de-obra durante todo o ano, e permitindo o consórcio com outras culturas, tais como cultivos de subsistência, e até mesmo a criação de animais, beneficiando assim a fixação do homem no campo (FONTENELE, 2005).

Além da destinação referente a consumo de água de coco, fornece óleo, gorduras, minerais e vitaminas essenciais. A casca do coco é usada na fabricação de cordas, tapetes, chapéus e encosto de veículos. O óleo é usado na indústria de alimentos para consumo de mesa e também na produção de margarina, glicerol, cosméticos, detergentes sintéticos, sabão e velas (CEPLAC, 2017).

O aumento significativo da demanda por água-de-coco exigiu, nas últimas décadas, uma rápida expansão da produção para o atendimento dessa demanda. A utilização do coqueiro-anão, pelo seu alto poder produtivo, foi de fundamental importância para o aumento da produção e da produtividade, o que gerou inúmeras oportunidades de negócios no aproveitamento desse novo nicho de mercado, garantindo maior rentabilidade e atratividade para novos empreendimentos nesse agronegócio (CUENCA, 2017).

Poucas são as informações sobre o consumo de água de coco. Estima-se, que o coco vendido de maneira informal, respondam por 80% do volume consumido no país (CUNHA, 2011). É possível perceber que a demanda por sua água tem base de expansão no contexto do consumo urbano, tendo em vista a existência de fatores que favorecem a procura por água de coco. Desse modo, pode-se considerar que a atividade de produção de coco tem demanda plenamente constituída e com potencial de crescimento, o que possibilita o engajamento de muitos produtores (agricultores familiares) nessa atividade (CAMPOS et al., 2014).

Os pequenos produtores constituem a maior fatia da produção de coco (85%), comercializando suas produções por meio de atravessadores (intermediários e terceirizados da indústria), enquanto que, os grandes produtores de coco são as próprias agroindústrias, ou então, comercializam suas produções diretamente com as indústrias processadoras (CUENCA et al., 2002).

A importância da cultura do coqueiro para o Brasil torna-se evidente principalmente quando seu cultivo, em ambientes fragilizados, faz parte fundamentalmente de pequenos agricultores familiares que dependem desta atividade para sobreviver. Também se destaca o envolvimento de grandes empresas que vem proporcionando o crescimento da produção e

comercialização, em alguns casos, até mesmo no mercado para exportação, principalmente no segmento da água de coco (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2014).

2.2 Irrigação com déficit hídrico

O déficit hídrico é uma situação comum na produção de muitas culturas, podendo apresentar um impacto negativo substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas (LECOEUR; SINCLAIR, 1996). Como respostas principais das plantas ao déficit tem-se o decréscimo da produção, redução da área foliar, fechamento estomático, aceleração da senescência e abscisão das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O coqueiro anão, por ter uma alta taxa de transpiração, é uma cultura que consome muita água. Assim, em condições edafoclimáticas limitadas, irá apresentar efeitos do estresse hídrico (IRHO, 1992). Esse estresse poderá reduzir o desenvolvimento, prorrogando o início da produção por um período de 8 a 24 meses depois de cessado o déficit, e gerando frutos de baixa qualidade (SÃO JOSÉ et al., 1999).

Os primeiros sintomas de deficiência hídrica no coqueiro são manifestados pela queda de frutos prematuramente e também pela abscisão das folhas mais velhas (OHLER, 1999).

As plantas tropicais, como o coqueiro, podem apresentar uma série de respostas de aclimatação metabólicas e comportamentais à seca, incluindo acumulação de compostos osmorreguladores (açúcares, aminoácidos e potássio), mudanças na área foliar e no sistema radicular. Essas mudanças ajudam as plantas a tolerarem os longos períodos de estresse hídrico (SOUSA, 2006).

Entretanto, se sabe que para várias espécies, o déficit hídrico leve, em curtos períodos, não afeta o metabolismo e desenvolvimento das mesmas de forma pronunciada. Dessa forma, a irrigação pode ser reduzida com pequeno ou nenhum efeito sobre a produtividade comercial (MANTOVANI; ZINATO; SIMÃO, 2006).

A irrigação com reposição plena da evapotranspiração da cultura é usada pelos produtores em áreas sem limitações hídricas ou mesmo em áreas com algumas limitações. Neste método, as culturas recebem lâminas de água para atender suas necessidades potenciais de evapotranspiração, a fim de obter o rendimento máximo. Hoje, a irrigação plena é considerada um desperdício em termos do uso da água (MANTOVANI; ZINATO; SIMÃO, 2006).

A meta do agricultor deve ser maximizar o lucro por unidade de água aplicada, ao invés do lucro por unidade de terra, especialmente quando a oferta hídrica é limitada. Nesse

sentido, a irrigação com lâmina deficitária pode ser uma opção de cultivo. Recentemente, tem sido dada ênfase no conceito de produtividade da água (WP), definido como a renda ou rendimento líquido por unidade de água utilizada na cultura. Sob irrigação com déficit, a WP aumenta em relação ao seu valor sob irrigação plena, conforme demonstrado experimentalmente para muitas culturas.

Segundo Albuquerque e Mendes (2011), a produtividade do sorgo está diretamente relacionada com a quantidade de água no solo disponível à cultura e com a demanda evaporativa da atmosfera. Nestes casos, a utilização de irrigação deficitária pode resultar em aumento positivo na eficiência do uso da água, impactando na produção. Contudo, o conhecimento da resposta da cultura a irrigação com déficit é essencial para alcançar tal objetivo (FERERES; SORIANO, 2007).

Em pesquisas relacionadas com produção de coco em regime de déficit hídrico, Cintra et al., (2009) verificaram que o volume de água de irrigação, quando aplicado inferior a 100 L d⁻¹ compromete a produção de frutos, e em maior escala, o volume de água de coco por fruto.

2.3 Relações hídricas em coqueiro

Em frutíferas, as variáveis do clima podem causar um efeito pronunciado na transpiração e no potencial hídrico na parte aérea da planta, isto evidencia que o estado hídrico das folhas de frutíferas é afetado pela demanda evapotranspiratória da atmosfera (LANGE et al., 1971).

Alguns autores descobriram fatos importantes sobre a influência do déficit de luz, temperatura e pressão de vapor (VPD) nas relações de água do coco, com a regulação estomática desempenhando um papel fundamental no controle do equilíbrio hídrico (KASTURI BAI et al., 1988, GOMES et al., 2002a).

Passos e Silva (1990) elucidam que os estômatos de coco não exercem um controle efetivo da perda de água durante as horas mais quentes e mais secas do dia. Contudo, as mudanças sazonais e diurnas na troca de gás foliar demonstraram uma resposta diferente de gs, apesar de uma resposta similar de potencial hídrico em variedades altas e anãs (PRADO et al., 2001).

Compreender as respostas das frutíferas às ações dos fatores do ambiente como temperatura, água no solo e no ar é de grande importância para se minimizar os efeitos indesejados desses fatores ambientais sobre os processos fisiológicos, podendo assim se traçar

estratégias de manejo que possam propiciar melhores condições de crescimento e desenvolvimento, possibilitando o aumento na produtividade (SCHAFFER e ANDERSEN, 1994).

2.4 Trocas gasosas

2.4.1 Fotossíntese, condutância estomática e transpiração

Define-se fotossíntese o processo em que as plantas transformam a energia solar em energia química. Os organismos fotossintetizantes utilizam a energia solar para a síntese de carboidratos a partir de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), com a liberação de oxigênio. A energia armazenada nessas moléculas pode ser utilizada mais tarde para impulsionar processos celulares na planta e servir como fonte de energia para todas as formas de vida (TAIZ; ZEIGER, 2013). Medidas de absorção de CO_2 em folhas fornecem informações bem precisas sobre as taxas fotossintéticas de assimilação de CO_2 e tais medidas são denominadas de fotossíntese líquida.

De acordo com Pimentel (2004), a condutância estomática é um dos principais fatores que regulam o processo fotossintético nas plantas. Os estômatos fecham em resposta à seca antes mesmo de qualquer mudança no potencial hídrico ou no conteúdo de água das folhas, mas também podem fechar quando o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar aumenta (OREN et al., 2001). Assim, a disponibilidade de CO_2 para a fotossíntese vai depender do grau de abertura dos estômatos. Dessa forma, quanto maior a deficiência hídrica, menor o grau de abertura dos estômatos e com isso maior será a resistência a entrada do CO_2 atmosférico (KERBAUY, 2004).

Larcher (2006), menciona que existem fatores externos que influenciam a transpiração à medida que alteram a diferença de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ar que a envolve. Assim, a transpiração aumenta com a diminuição da umidade relativa e aumento da temperatura do ar. Então, até certo ponto, a transpiração é proporcional ao déficit de pressão de vapor de água na atmosfera (PIMENTEL, 2004). O controle da transpiração é feito pelo fechamento estomático, que é o único processo no *continuum* solo-planta-atmosfera que possui essa resposta instantânea. Para Machado et al. (2005), a transpiração é o principal mecanismo envolvido na regulação da temperatura foliar. Assim, menores aberturas estomáticas levam à redução da transpiração e aumento da temperatura do tecido foliar.

O fechamento estomático proporciona uma menor perda de água por unidade de assimilação de carbono, melhorando, assim, a eficiência de utilização da água em plantas estressadas. No entanto, como o fechamento dos estômatos também é acoplado com a inibição do fluxo de CO₂ e a absorção de nutrientes pelas raízes, resulta em redução da fotossíntese e da produção subsequente de hidratos de carbono (GONZAVELES et al., 2008).

Em estudos com pupunheira submetidas à estresse hídrico, Oliveira et al (2002), observaram que o efeito da deficiência hídrica causou redução da condutância estomática e da taxa de transpiração, sendo essas reduções acompanhadas pela queda do potencial da água na folha.

Ao estudar o coqueiro sob as condições de estresse hídrico, Passos, Passos e Prado (2005) observaram que durante a estação seca, todas as variedades de coqueiro-anão reduziram significativamente a condutância estomática, em diferentes intensidades. Além disso, em condições de sequeiro a transpiração do coqueiro anão é proporcional aos valores de condutância estomática para determinada diferença de pressão de vapor de água entre as folhas e a atmosfera (PASSOS; PRADO; LEAL, 1999).

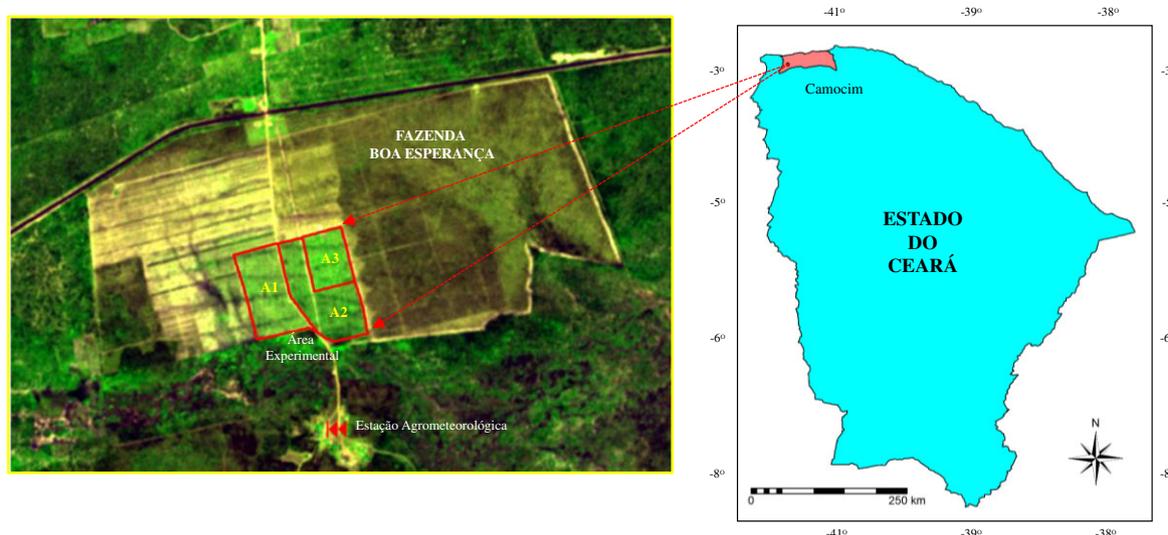
Por fim, estudos com mudas de coqueiro anão, Silva (2015) observou que houve um acréscimo na condutância estomática por aumento unitário da ETPc.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2016 a fevereiro de 2017, na fazenda Boa Esperança, da empresa comercial Ducoco Alimentos S.A., no município de Camocim, estado do Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área cultivada com a cultura do coqueiro anão na fazenda Boa Esperança, da empresa comercial Ducoco, no município de Camocim, estado do Ceará, Nordeste do Brasil



Fonte: Landsat 7.

O local apresenta como coordenadas geográficas $2^{\circ} 59' S$ e $41^{\circ} 2' W$. O município de Camocim se localiza na mesorregião do Noroeste Cearense, inserido na bacia do Coreaú. As condições ambientais são as do semiárido predominante no Nordeste brasileiro, marcado por dois períodos definidos, um seco – longo e outro úmido – curto e irregular (Kelting, 2010). Segundo Caitano, Lopes e Teixeira et al. (2011), as chuvas apresentam tendência a se concentrarem durante o primeiro semestre.

O regime térmico da região é caracterizado por temperaturas elevadas e amplitudes reduzidas, pela proximidade à linha do equador, com os valores máximos variando de $29,4^{\circ} C$ (março) a $30,7^{\circ} C$ (novembro) e mínimos de $21,2^{\circ} C$ a $23,7^{\circ} C$, registrados em julho e de janeiro a março (Moraes et al., 2006). As médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar,

radiação solar e velocidade do vento na fazenda Boa Esperança durante o período experimental se encontram no quadro 2.

Quadro 2 - Médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento, precipitação, DPV máximo e DPV médio na fazenda Boa Esperança, Camocim, Ceará, 2016-2017

Mês	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Umidade Relativa (%)	Radiação Solar (MJ m ⁻² d ⁻¹)	Veloc. Vento (Km d ⁻¹)	P (mm)	DPV Max. (kPa)	DPV Méd. (kPa)
Ago/16	35,8	21,0	75,7	19,6	92,6	0	4,08	1,08
Set/16	35,7	22,2	74,6	19,0	120,9	0	4,06	1,97
Out/16	36,8	23,2	70,7	20,0	141,0	0	3,86	2,97
Nov/16	36,5	23,7	71,5	19,1	144,4	0	3,60	2,30
Dez/16	35,4	23,3	75,9	19,1	125,5	0	2,48	1,92
Jan/17	32,8	22,9	86,3	13,7	63,3	159	1,30	0,56

P = Precipitação; DPV = déficit de pressão de vapor.

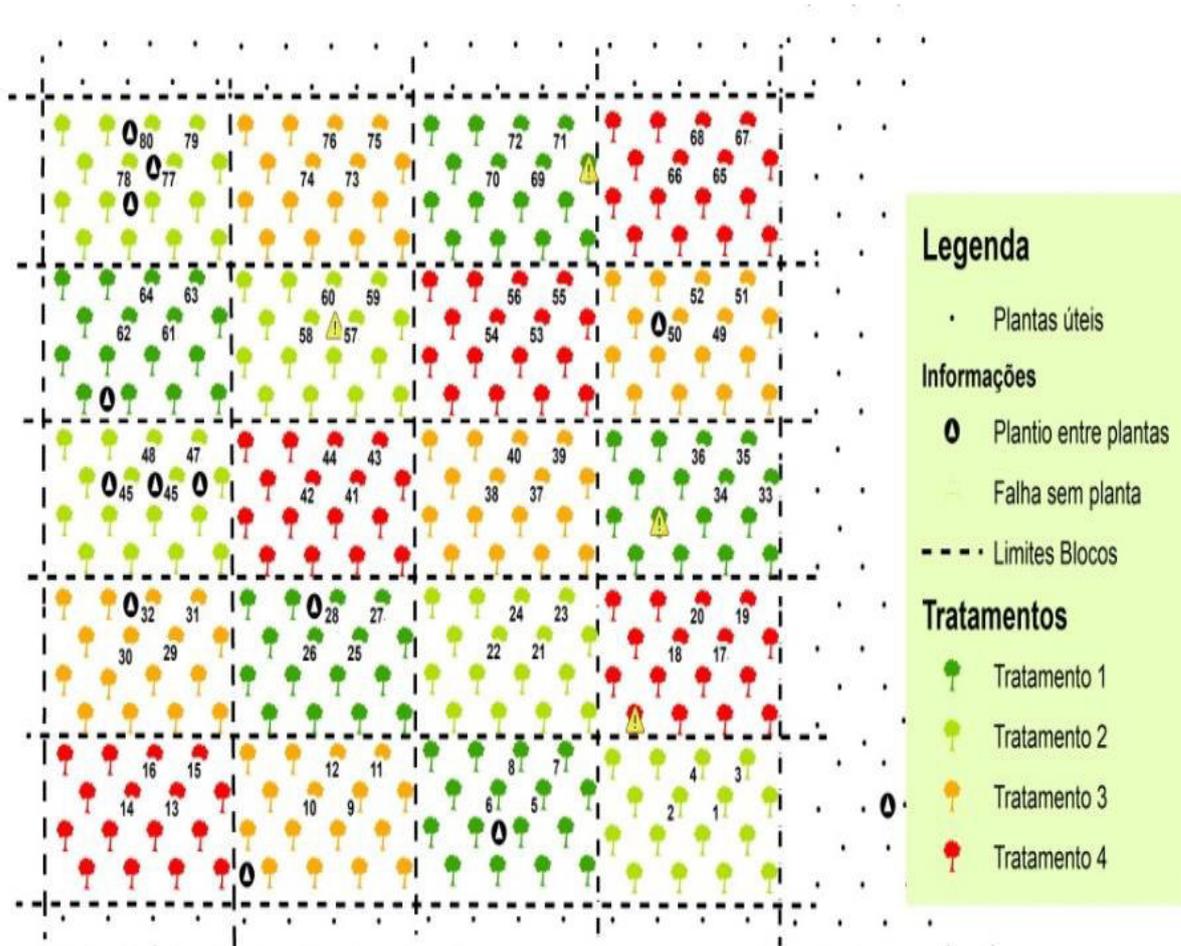
O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico, segundo EMBRAPA (2013). As plantas de coqueiro anão verde (*Cocus nucifera L.*), cv. Jiqui foram plantadas em 2013 no espaçamento triangular de 10 m x 10 m, onde antes era ocupada por coqueiros gigantes, com o mesmo espaçamento.

3.2 Tratamentos

O experimento foi conduzido sob delineamento estatístico em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6, com cinco repetições, cada parcela foi constituída por 16 plantas (4 fileiras de 4 plantas), sendo considerado úteis as quatro plantas centrais da parcela.

O primeiro fator consistiu dos tratamentos da aplicação de diferentes frações da evapotranspiração do coqueiro (50% T1, 75% T2, 100% T3 e 125% T4 da ETc) nas parcelas, estimada a partir da evapotranspiração de referência e dos coeficientes de cultivo da cultura, de acordo com Miranda et al. (2008) e o segundo fator dos meses de avaliação das plantas (setembro de 2016 a fevereiro de 2017). As parcelas foram organizadas conforme croqui (Figura 2).

Figura 2 - Croqui do experimento, Camocim, Ceará, 2016-2017



Na ocasião da implantação do experimento, as plantas se encontravam com aproximadamente 4,8 m de altura (Figura 3).

Figura 3 - Plantas de coqueiro anão utilizadas no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017



3.3 Manejo da água e sistema de irrigação

As plantas foram irrigadas por microaspersão, com um emissor por planta e turno de rega diário. Os volumes de água aplicados por planta, por irrigação, foram calculados por:

$$Va = ETc \times f \times A \times Tr \quad (1)$$

em que,

Va - volume de água a ser aplicado por planta, L;

ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1} ;

f - fator relativo ao tratamento de irrigação (1,25; 1,0; 0,75; 0,5).

A - área ocupada por planta, m^2 ;

Tr - turno de rega, dia.

A evapotranspiração da cultura foi calculada utilizando-se a equação:

$$ETc = ET_0 \times Kc \times Kr \quad (2)$$

em que,

ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1} ;

ET_o - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

K_c - coeficiente de cultivo, adimensional;

K_r - coeficiente de redução da evapotranspiração na irrigação localizada, adimensional.

A evapotranspiração de referência (*ET_o*) diária foi estimada pelo método FAO-Penman-Monteith e foi adotado o valor de *K_c* = 1,0 para o coqueiro em produção, segundo Miranda e Gomes (2006).

Para a estimativa do coeficiente de redução da evapotranspiração na irrigação localizada (*K_r*), o coeficiente de cobertura do solo pela cultura (*CS*) foi medido no local e o *K_r* calculado pela equação proposta por Keller e Karmeli (1974):

$$K_r = \frac{CS}{0,85} \quad (3)$$

O sistema de irrigação utilizado para aplicação de água era localizado, do tipo microaspersão, onde a captação era feito em um tanque abastecido com água de poço freático. O cabeçal de controle era composto por um conjunto motor bomba de 5 cv multi estágios THEBE MOD. P- 11/9 NR TRIF. 4V. A.REND e um sistema de automação composto por controlador, válvulas hidráulicas com solenoides e regulador de pressão. Entre o cabeçal de controle e a área experimental a água era conduzida por uma tubulação principal em pvc de 50 mm de diâmetro externo até linhas laterais compostas por mangueiras de 16 mm onde, no início de cada linha lateral existia um hidrômetro para medir a vazão (Figura 4).

Após a implantação do sistema em campo, foram realizados os testes de uniformidade (Figura 5). Os dados obtidos foram 95,9% e para a uniformidade de distribuição 69,8 L.h⁻¹ para vazão média.

Figura 4 - Sistema de irrigação e componentes utilizado no experimento: A: tanque de abastecimento, B: Válvulas hidráulicas, C: sistema de automação, D: linhas laterais. Camocim, Ceará, 2016-2017

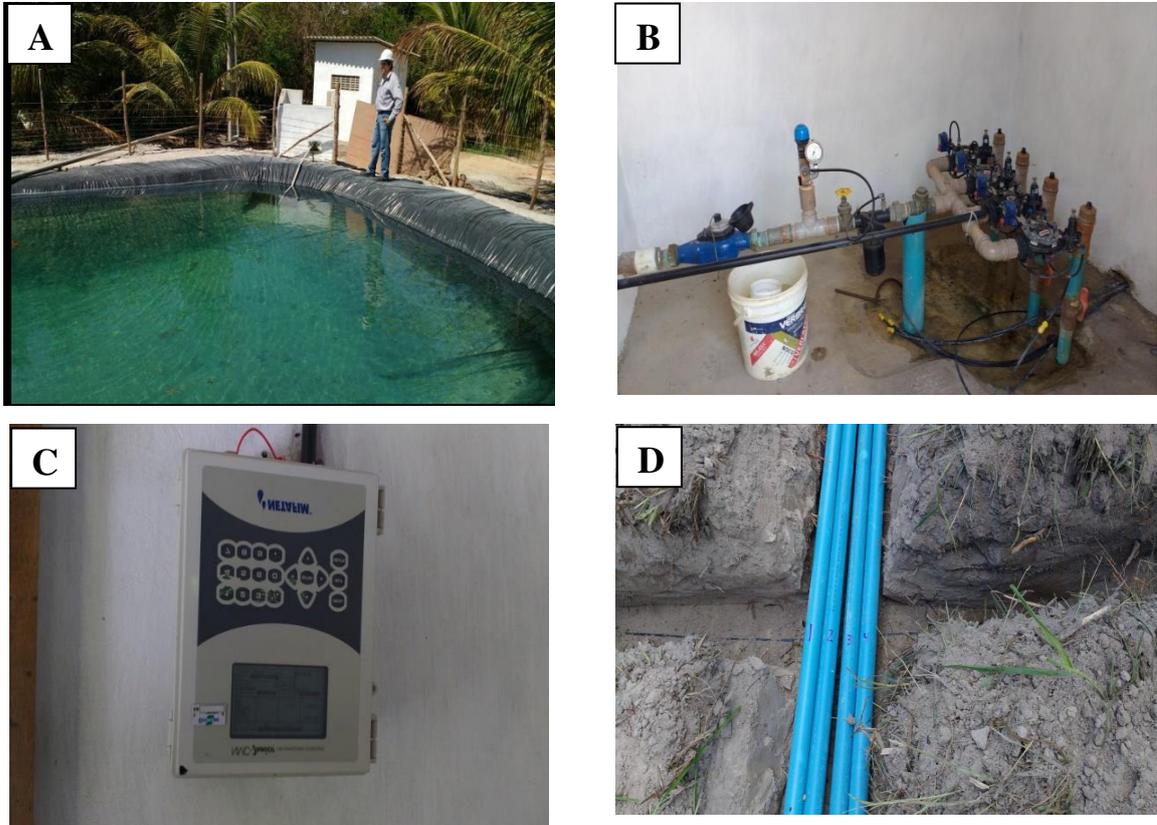


Figura 5 - Teste de uniformidade do sistema no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017



3.4 Manejo das plantas

Os tratos culturais, incluindo o controle de plantas daninhas, foram realizados segundo as recomendações para a cultura do coqueiro (FERREIRA; WARWICK; SIQUEIRA, 1997). A adubação utilizada no experimento foi um composto orgânico oriundo de cama e dejetos de frango e resíduos de carnaúba. Por se tratar de uma propriedade com certificação orgânica, o controle de pragas e doenças foi feito pela pulverização de óleo de coco juntamente com detergente neutro.

Para análise dos atributos químicos do solo foi retirada uma amostra composta do solo da propriedade para caracterização, a qual foi encaminhada ao laboratório ICASA no estado de São Paulo, SP cujos resultados estão expressos nas Tabelas 1.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo utilizado no cultivo das plantas. Camocim, Ceará, 2016-2017

	Ca	Mg	K	Na	H	H+Al
pH	(mmolc dm ⁻³)					
7,3	30,0	9,0	0,9	70,0	8,0	8,0
SB	CTC	V	MO	Cl		
(mmolc dm ⁻³)	%	%	(g dm ⁻³)	(mg kg ⁻¹)		
42,9	51,0	84,1	18,0	41,0		
P (mg dm ⁻³)	S (mg dm ⁻³)	Cu (mg dm ⁻³)	Fe (mg dm ⁻³)	Mn (mg dm ⁻³)	Zn (mg dm ⁻³)	Bo (mg dm ⁻³)
650	14,0	1,0	11,0	19,0	16,7	0,2

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Potencial hídrico

O potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi determinado mensalmente, utilizando-se uma bomba de pressão do tipo Schoalander (Figura 6A). A determinação foi realizada em um folíolo coletado no terço inicial da folha número 14, totalmente expandida, no horário entre 8 e 9h da

manhã. Do folíolo foi retirado um segmento sendo colocado na câmara da bomba de pressão, com parte do mesmo ficando exposto do lado de fora da câmara. Em seguida, foi aplicada pressão até ocorrer à exsudação de água na parte do folíolo externo à câmara, momento em que foi realizada a leitura da pressão aplicada (TURNER, 1981).

3.5.2 Trocas gasosas

Foram realizadas medições de condutância estomática (gs), transpiração (E) e fotossíntese líquida (A) em um folíolo da folha número 14. Para tanto, o folíolo foi destacado da planta e imediatamente colocado na câmara de um analisador de gases infravermelho portátil – IRGA, (modelo LI 6400, Licor Environmental, EUA) (Figura 6B). As mensurações foram realizadas, no mês de janeiro, em um dia ensolarado, no período da manhã, entre 9 e 12 horas. Foi utilizado radiação artificial de $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, um cilindro de CO_2 que forneceu esse gás a uma concentração de 400 ppm, temperatura e umidade ambientes.

Figura 6 - Determinação do potencial hídrico (A) e trocas gasosas (B) nas plantas de coqueiro anão no experimento. Camocim, Ceará, 2016-2017



3.5.3 Carboidratos solúveis totais

A coleta de folhas para quantificação dos teores de carboidratos solúveis foi realizada mensalmente, utilizando-se três folíolos da mesma folha amostrada nas trocas gasosas (folha 14). As folhas, após coletadas foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo, para paralisar o metabolismo, e transportadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar a uma

temperatura de 60 °C por um período mínimo de 72 horas, seguido de trituração em moinho analítico.

O extrato para análise de carboidratos solúveis foi formulado a partir de 0,5 g de material seco, diluído em 25 ml de água desionizada. A extração se deu por agitação por período de duas horas em agitador do tipo sheik. Seguindo o processo, foi realizada a filtração da solução com papel de filtro para obtenção do produto final, o substrato. Desse, foi coletado em torno de 50 µL de cada amostra para a análise do teor de carboidratos solúveis totais, segundo metodologia descrita por Dubois (1956), que utiliza fenol a 5% e ácido sulfúrico nas suas reações. As leituras das amostras foram realizadas em espectrômetro utilizando 490 nm de absorvância e a partir da equação de regressão linear obtida pela curva padrão foi mensurada a concentração carboidratos solúveis de cada amostra.

3.5.4 Características dos frutos

Para as análises dos frutos, foram coletados os frutos do cacho 7 (por volta de 150 dias após a abertura da inflorescência), contado a partir da abertura da espátula, que é convencionalmente como o cacho 0. As avaliações foram realizadas mensalmente.

Número de frutos: o número de frutos por cacho foi obtido pela contagem manual e direta dos frutos do cacho.

Peso do fruto: a determinação do peso médio do fruto foi realizada se amostrando um fruto do cacho, utilizando-se uma balança digital (Figura 7).

Volume de água: após a determinação do peso, o fruto foi perfurado, utilizando-se um “perfurador de alumínio” para a extração da água, que foi coletada em um becker e transferida para leitura em proveta, onde foi medido o volume em mL (Figura 8).

Teor de sólidos solúveis (°Brix): após a medição do volume, foi retirada uma alíquota da água para medição do °Brix, utilizando um refratômetro de campo, modelo PAL-3, marca Atago.

Figura 7 - Determinação do peso dos frutos através da balança digital das plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016-2017



Figura 8 - Determinação do volume de água dos frutos das plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016-2017



3.5.5 Produtividade da água

Para cada tratamento foi calculada a produtividade da água (WP) do coqueiro, tanto em termos de produção de frutos, como em produção de água de coco, de acordo com as seguintes equações:

$$WP_f = \frac{P_{fr}}{L} \quad (4)$$

$$WP_a = \frac{P_a}{L} \quad (5)$$

em que:

WP_f - Produtividade da água em termos da produção de frutos ($\text{frutos ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

WP_a – Produtividade da água em termos da produção de água de coco ($\text{L ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

P_{fr} - Produtividade de frutos (frutos ha^{-1})

P_a - Produtividade de água de coco (L ha^{-1})

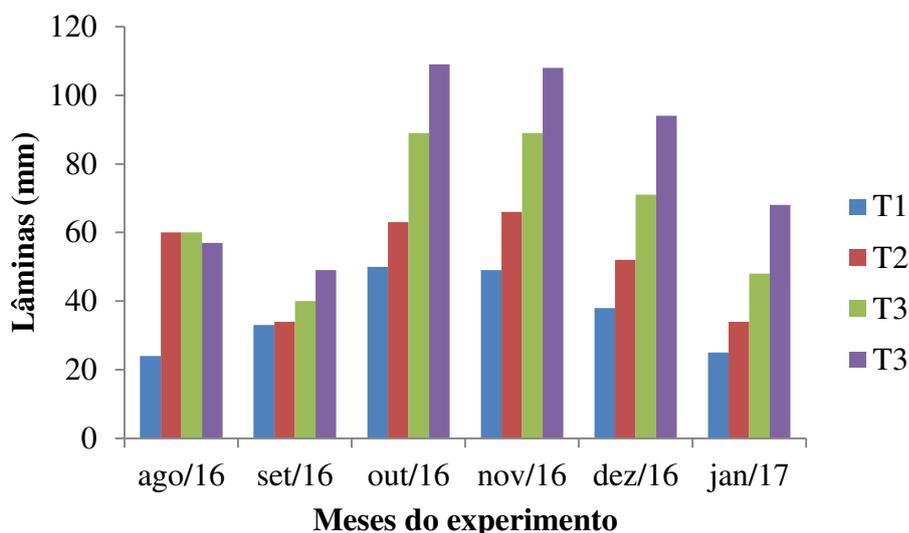
L – Lâmina de água recebida pela cultura (irrigação + precipitação efetiva) (mm).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Água aplicada

As lâminas de irrigação aplicadas durante o período experimental, apresentadas na figura 9, foram maiores nos meses de outubro, novembro e dezembro, em função das maiores demandas hídricas nesses meses. As lâminas totais de água durante o experimento foram de (219,0 mm) para o tratamento 1, (310,0 mm) para o tratamento 2, (397,0 mm) para o tratamento 3 e (485,0 mm) para o tratamento 4.

Figura 9 - Lâminas aplicadas (mm) durante o período experimental em plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016/2017



A quantidade de água aplicada diariamente em cada planta, em função das lâminas aplicadas pode ser visualizada na tabela 2. Os volumes variaram entre 65,10 L no mês de agosto para o tratamento 1 a 314,43 L no mês de novembro para o tratamento 4. Observa-se que no mês de agosto não houve diferenciação dos tratamentos, devido a um problema com a pressão do sistema de irrigação, fato que perdurou até meados de setembro, o que fez com que a diferença entre os tratamentos nesse mês fosse menor que o previamente estabelecido (Tabela 2). Por outro lado, durante o período do experimento ocorreram precipitações nos meses de janeiro (159,1 mm) e fevereiro (352,5 mm).

Tabela 2 - Volumes médios diários de água aplicada durante o período experimental em plantas de coqueiro anão. Camocim, Ceará, 2016/2017

Mês	Volume de água aplicada L / planta . dia ⁻¹			
	50%	75%	100%	125%
Agosto/16	65,1	168,8	169,0	159,6
Setembro/16	94,9	99,6	115,6	143,5
Outubro/16	141,1	177,9	249,9	304,6
Novembro/16	141,6	190,2	258,6	314,4
Dezembro/16	107,3	146,9	199,7	264,1
Janeiro/17	71,4	96,7	134,6	191,9

4.2 Potencial hídrico foliar (Ψ_w)

De acordo com a análise de variância, não houve diferença entre os tratamentos de irrigação e verificou-se efeito significativo das épocas de avaliação e interação entre os fatores (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para potencial hídrico foliar nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

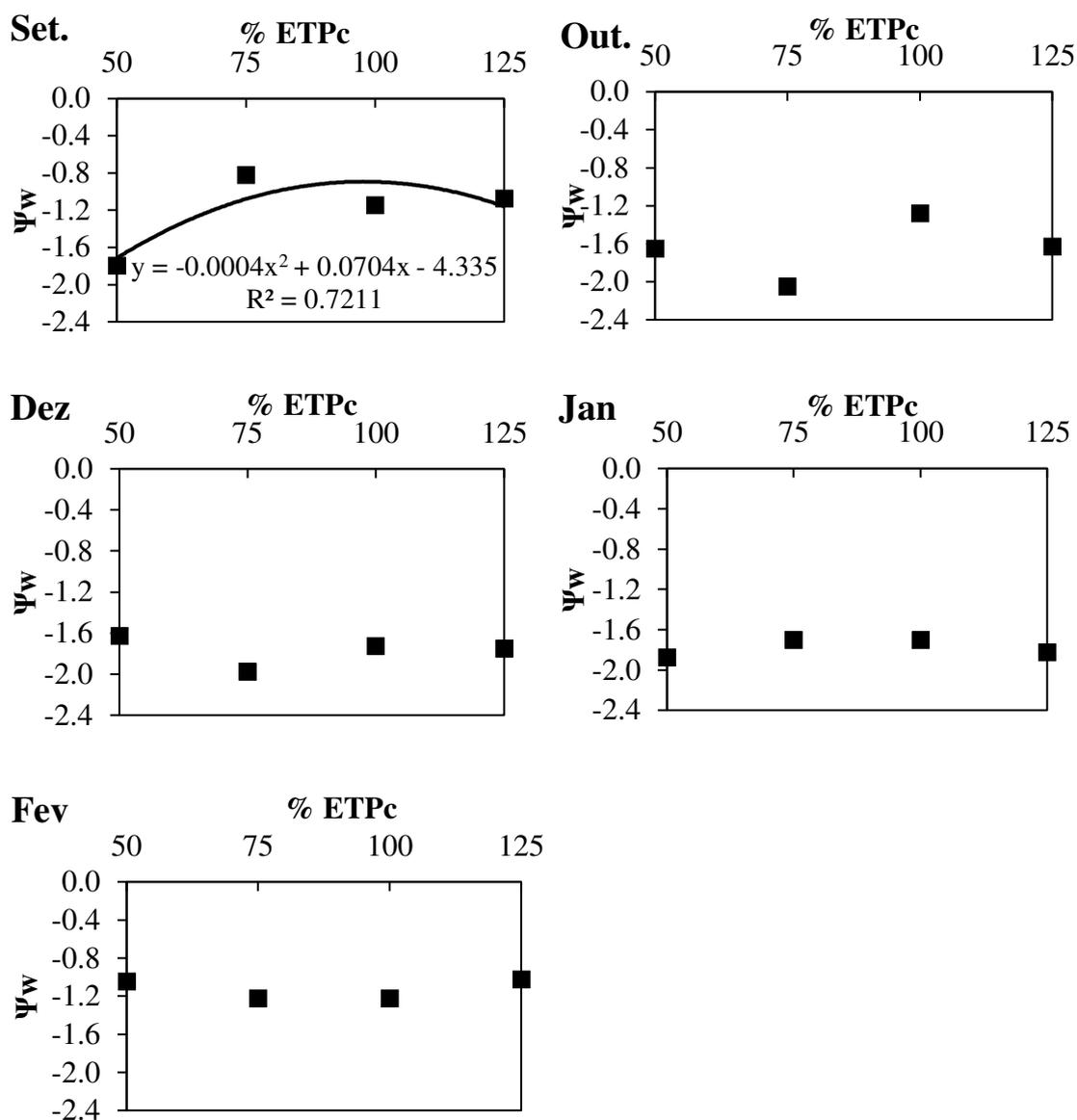
FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	0,21510 ^{ns}
Lâminas	3	0,12677 ^{ns}
Resíduo	12	0,075380
Parcelas	19	
Épocas	5	2,28969 ^{**}
E x L	15	0,22785 ^{**}
Residuo	80	0,069310
CV(%) a		19,57
CV(%) b		18,76

*,** : significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

Embora a análise de variância tenha indicado não haver diferença entre o potencial hídrico das plantas submetidas aos tratamentos de irrigação, como houve interação entre os fatores, a análise foi realizada a cada mês.

Os valores de potencial hídrico foliar, em função dos tratamentos não se ajustaram a nenhuma curva de tendência nas diversas épocas estudadas, com exceção do mês de setembro que se ajustou a uma modelo polinomial do 2º grau (Figura 10).

Figura 10 - Potencial hídrico foliar - Ψ_w (MPa) em plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017



Observa-se que no mês de setembro o potencial hídrico apresentou diferença em função das lâminas aplicadas e isto pode estar relacionado à forma de manejo no início dos tratamentos, principalmente com o tratamento T1 (50 % ETPc), onde houve uma menor disponibilidade hídrica.

Levando-se em consideração que o potencial hídrico das plantas de coqueiro está diretamente relacionado com a disponibilidade de água no solo (PEÇANHA, 2007) e que as reduções nos potenciais de água na folha são apontadas como uma das principais respostas evidenciadas em plantas de coqueiro sob estresse hídrico (RAJAGOPAL ; KASTURI BAI,

2002), pode se inferir que no presente trabalho as plantas praticamente não sofreram deficiência hídrica com os tratamentos hídricos aplicados, mesmo tendo havido diferença de potenciais entre os meses analisados, conforme observado na tabela 4.

Avaliando os valores de potencial hídrico foliar do experimento ao longo do período experimental se constatou que o mesmo variou em função das épocas de avaliação, com os maiores valores sendo observados no mês de fevereiro (-0,88 MPa) e menores valores nos meses de novembro (-1,76 MPa) e dezembro (-1,77 MPa) (Tabela 4), havendo diferença significativa entre o período seco (outubro – dezembro) e no chuvoso (janeiro – fevereiro).

Tabela 4 - Potencial hídrico foliar - Ψ_w (MPa) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

Meses	% ETPc				
	50	75	100	125	Média
Set	-1,80 a	-0,82 c	-1,15 b	-1,07 b	-1,21
Out	-1,65 a	-2,05 a	-1,27 ab	-1,62 a	-1,65
Nov	-1,62 a	-1,97 a	-1,72 a	-1,75 a	-1,76
Dez	-1,87 a	-1,70 ab	-1,70 a	-1,82 a	-1,77
Jan	-1,05 b	-1,22 bc	-1,22 ab	-1,02 b	-1,13
Fev	-0,87 b	-0,92 c	-0,90 b	-0,82 b	-0,88

Como as medidas de potenciais hídricos foram feitas em folhas com aproximadamente as mesmas idades, as variações observadas devem estar relacionadas com as variações climáticas. Observa-se que nos meses mais quentes e de maior demanda hídrica, ocorreram as maiores evapotranspirações e as plantas apresentaram os menores valores de potencial hídrico, não havendo diferença entre os tratamentos, ou seja, mesmo com uma diferença diária de aproximadamente 180 litros de água por planta nesses meses entre os tratamentos de maior (125% ETPc) e menor (50% ETPc) aplicação de água, o potencial hídrico das plantas não diferiu.

Com isso, se percebe que os potenciais hídricos das plantas de coqueiro anão não puderam ser refletidos com relação à variação da disponibilidade hídrica do solo e sim com as condições climáticas em que se encontravam. Segundo Roupsard et al. (2006) a condutância estomática do coqueiro é fortemente influenciada pela radiação e DPV. Em seu trabalho, esses autores encontraram que as variações potenciais na transpiração do dossel de uma palmeira

foram acentuadas pelo fechamento estomático durante as estações quentes, que também apresentaram maior DPV.

O déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo suprimento limitado de água no solo, afeta todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (KRIEG, 1993). Nas plantas frutíferas, as variáveis do clima podem causar um efeito pronunciado na transpiração e no potencial hídrico na parte aérea da planta. Assim, o estado hídrico das folhas de frutíferas é fortemente dependente da demanda evapotranspirativa da atmosfera (LANGE et al., 1971; MACHADO FILHO et al., 2006). Alguns autores mencionam que os potenciais de água da folha diminuem linearmente com aumento no DPV ao sofrer um estresse atmosférico (CARR, 2011; PASSOS; PRADO; ARAGÃO, 2009).

Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram encontrados por Machado et al., (2002) avaliando a variação sazonal do potencial da água na folha de citros, uma cultura perene. Os autores observaram que variação das condições de temperatura, umidade do ar e de radiação solar influenciaram o estado da água na folha, mas com magnitude aparentemente insuficiente para afetarem também a taxa de fotossíntese.

4.3 Trocas gasosas foliares

Com base nos resultados obtidos pela análise de variância, verifica-se que não houve diferenças significativas, aos 180 dias após o início dos tratamentos, em resposta às aplicações das lâminas hídricas nas variáveis: condutância estomática (gs), transpiração (E) e taxa de assimilação de CO₂ (A) (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância das trocas gasosas foliares no último mês do período experimental, nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado Médio		
		A	gs	E
Bloco	4	0,68706 ^{ns}	0,00016 ^{ns}	2,54811 ^{ns}
Tratamento	3	0,50834 ^{ns}	0,00086 ^{ns}	0,20291 ^{ns}
Erro	12	0,336220	0,0006	0,8073
CV%		12,59	15,56	11,00

ns: não significativo, pelo teste F

Como as medições foram realizadas apenas ao final do experimento (mês de janeiro), quando as plantas estavam no melhor estado hídrico, não foram encontrados possíveis danos causados pelo estresse.

Conforme Correia e Nogueira (2004), em seu estudo com plantas submetidas a déficit hídrico, culturas cultivadas em campo estão sujeitas a deficiência hídrica, ocasionando alterações metabólicas, cuja importância depende da sua intensidade e duração, incluindo a redução do desenvolvimento das células, expansão das folhas, transpiração e redução na translocação de fotoassimilados e dentre todos os fatores ambientais, o estresse hídrico é o que mais frequentemente limita o desenvolvimento das culturas.

Chaves, Flexas e Pinheiro (2009), observaram que o fechamento estomático é um dos primeiros processos a serem afetados pela deficiência hídrica em plantas, afetando diretamente a taxa de assimilação líquida de CO₂. Uma grande sensibilidade a fotossíntese em função da deficiência hídrica foi observada em palmeiras como pupunheira (OLIVEIRA et al., 2002) e dendê (SURESH et al., 2010).

Assim, uma possível explicação para a não significância entre os tratamentos impostos pode estar associada ao fato de por ser uma planta adulta crescendo em condições de campo, outros fatores, como o déficit de pressão de vapor, interferem mais fortemente as trocas gasosas. Ademais, convém lembrar que essa avaliação foi realizada no período de maior potencial hídrico das plantas e com presença de precipitações, o que parece ter contribuído para que mesmo as plantas do tratamento de menor aplicação de irrigação estivessem em bom estado hídrico.

Corroborando com o observado neste estudo, Peçanha (2007), observou que o conteúdo de água no solo não produziu qualquer efeito sobre as trocas gasosas foliares em plantas de coqueiro. Também Amorim et al. (2011), ao avaliar a taxa fotossintética de plantas de cajueiro anão precoce (CCP-76), cultivadas em campo, sob irrigação e em sequeiro, observaram que não houve diferença entre os regimes avaliados.

Silva, Junior e Leal (2005), trabalhando com lâminas de irrigação observaram que apesar dos diferentes níveis de irrigação, não houve diferença significativa na fotossíntese, corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho.

Os valores médios de fotossíntese, condutância estomática e transpiração encontrado nesse estudo foram de 8,17 $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 0,16 $\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 4,61 $\text{mmol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente.

4.4 Carboidratos solúveis totais nas folhas

Os teores de carboidratos solúveis totais nas folhas apresentaram efeito significativo somente para as épocas de avaliação (Tabela 6).

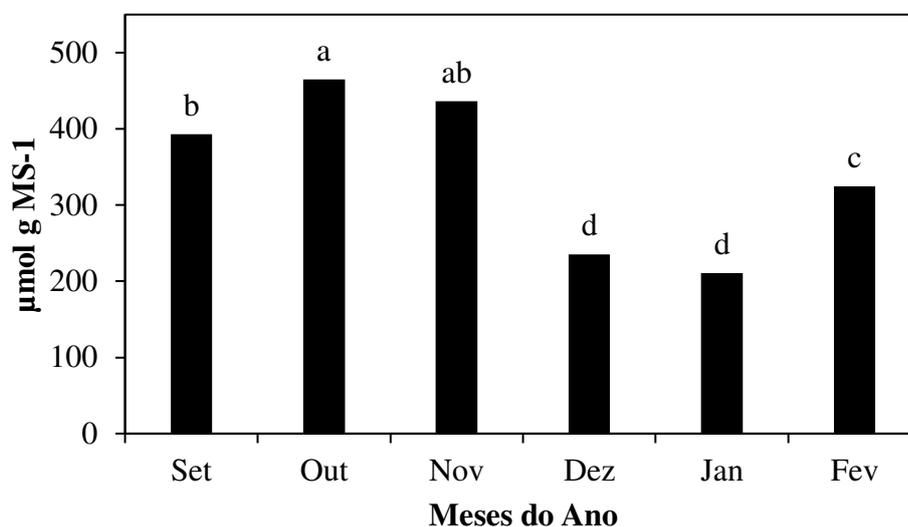
Tabela 6 - Resumo da análise de variância para carboidratos solúveis totais nas folhas de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	11519,2477 ^{ns}
Lâminas	3	11299,7943 ^{ns}
Residuo	12	6189,1792
Parcelas	19	
Épocas	5	221644,6302 ^{**}
E x L	15	8024,0214 ^{ns}
Residuo	80	5178,3900
CV(%) a		22,87
CV(%) b		20,92

*,** : significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

Os maiores valores de carboidratos solúveis totais nas folhas do coqueiro foram observados no mês de outubro (464,8 μmol de equivalente glicose g^{-1} MS) não diferindo estatisticamente em relação ao mês de novembro (435,9 μmol de equivalente glicose g^{-1} MS). Os menores valores foram observados nos meses de dezembro (235,2 μmol de equivalente glicose g^{-1} MS) e janeiro (210,6 μmol de equivalente glicose g^{-1} MS) (Figura 11).

Figura 11 - Carboidratos solúveis totais nas folhas de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017



Observamos que no presente trabalho as lâminas de irrigação não influenciaram no teor de carboidratos, porém as épocas influenciaram demonstrando que existem outros fatores além do déficit hídrico que influenciam esta variável.

Segundo Pedroso et al., (2014), sob condições ambientais adversas aos vegetais, os carboidratos solúveis sintetizados nas folhas são usados para manter as atividades metabólicas que assegurem a sobrevivência da planta de tal forma que existe uma diminuição nesta concentração foliar, isso se encontra rotineiramente para estresse hídrico e pode-se observar em outros estresses ambientais como temperatura.

Silva (2015), trabalhando com mudas de coqueiro anão, observou que os teores de carboidratos solúveis foliares foram influenciados significativamente pelo déficit hídrico, diferindo desse trabalho. Os autores encontraram ainda valores bastante inferiores ao observados no presente trabalho entre (106,50 - 160,27 µmol de equivalente glicose g⁻¹ MS), sugerindo que mesmo nos meses com menores valores, as folhas estavam bem nutridas de carboidratos.

4.5 Número de frutos por planta (NF)

Para a variável número de fruto houve efeito significativo para as lâminas de irrigação, para as épocas de coleta e a interação lâminas x épocas de avaliação (Tabela 7).

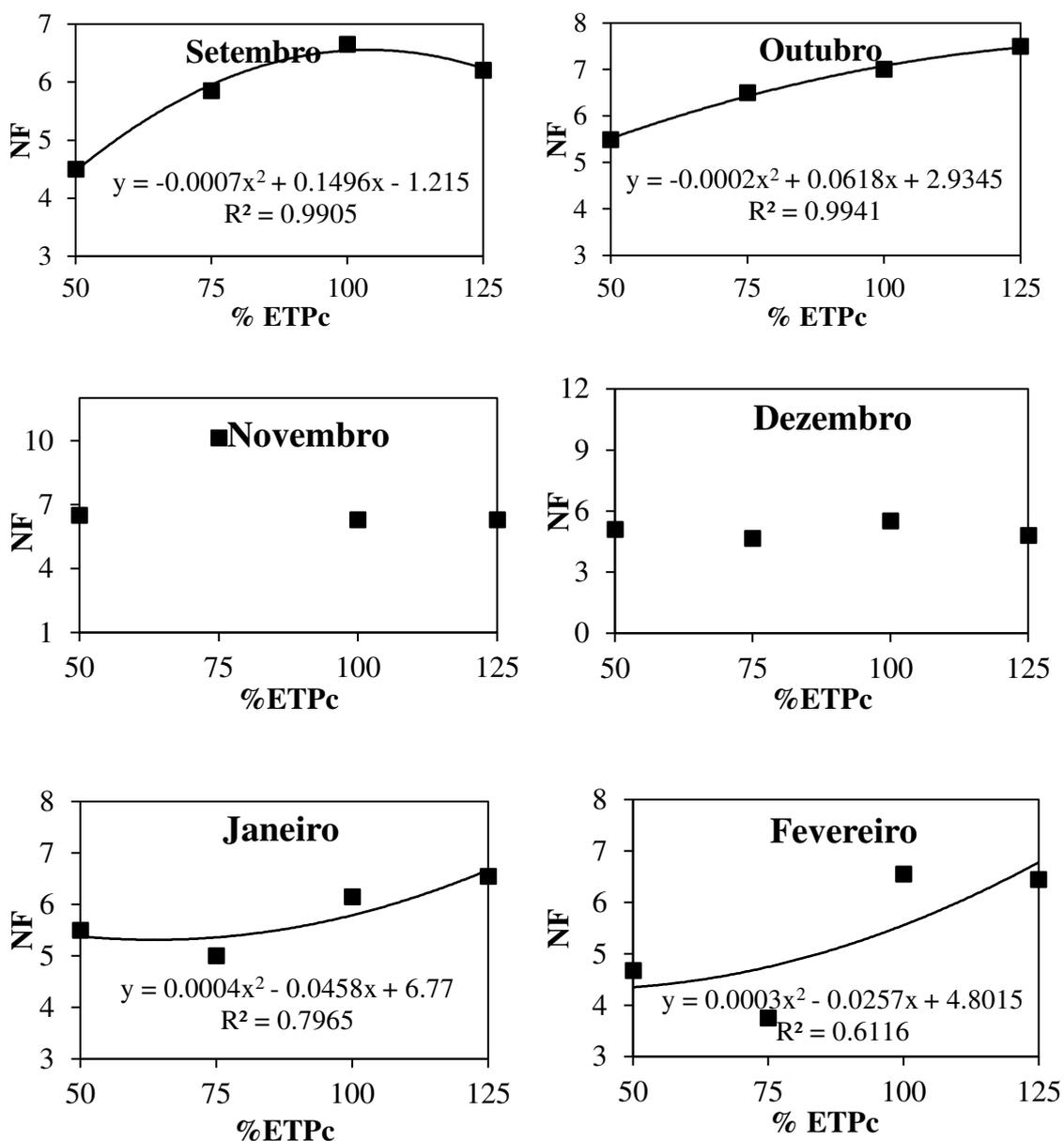
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	1,22493 ^{ns}
Lâminas	3	9,28235*
Resíduo	12	1,59015
Parcelas	19	
Épocas	5	17,85274**
E x L	15	5,63068**
Resíduo	80	2,19435
CV(%) a		20,81
CV (%) b		24,44

*,**,: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

Observa-se que no mês de setembro, o número de frutos por planta ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau, aumentando o NF à medida que se aumentaram as lâminas, com valores de 6,6 e 6,2 frutos no cacho 7 planta⁻¹, nas lâminas de 100 e 125 % da ETPc, respectivamente. O mês de outubro também apresentou um acréscimo no NF à medida que se aumentou as lâminas, com maiores valores nas lâminas de 100 e 125 % da ETPc. A mesma tendência também é observada nos meses de janeiro e fevereiro. Os meses de novembro e dezembro não se ajustaram a nenhuma curva (Figura 12).

Figura 12 - Número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017



Esses resultados mostram que houve um aumento bem pequeno da produção de frutos por planta com o aumento da dotação hídrica para as plantas, o que reforça a hipótese de que embora o suprimento regular em níveis adequados de água para o coqueiro anão verde seja condição indispensável para o bom desenvolvimento, é possível se trabalhar com lâminas menores sem comprometimento da produção. Cintra et al., (2014) trabalhando com utilização

de cobertura vegetal no coqueiro anão submetidas ao estresse hídrico também não observaram resultados significativos mesmo diminuindo as lâminas de irrigação.

Dessa maneira, os resultados do presente trabalho vão de encontro ao encontrado por Olivin e Ochs (1978), ao afirmarem que o coqueiro é uma planta muito exigente em água e que sua produção potencial não será atingida se a cultura não dispuser de uma quantidade igual ou muito próxima daquela correspondente à evapotranspiração máxima. Saliente-se que os resultados aqui apresentados são do primeiro ciclo com esses tratamentos, devendo ser repetidos em um ou mais ciclos.

A produção de frutos variou de 3,7 frutos no cacho 7 planta⁻¹ no mês de fevereiro a 10,5 frutos no cacho 7 planta⁻¹ no mês de novembro, ambos com 75 da ETPc (Tabela 8). Tal fato pode estar relacionado não somente com os tratamentos hídricos, mas também com as condições climáticas durante as fases de fertilização das flores femininas até a colheita dos frutos (150 dias anteriores). Uma baixa umidade relativa do ar pode induzir o fechamento de estômatos, diminuindo a produção de fotoassimilados, que é o principal pré-requisito para alta produção de frutos (PEIRIS; THATTIL, 1998).

Tabela 8 - Número de frutos (NF) no cacho 7 de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará, 2016/2017

Meses	% ETPc				Média
	50	75	100	125	
Set	4,5 a	5,8a	6,6a	6,2a	5,78
Out	5,4a	6,5a	7,0a	5,4a	6,07
Nov	6,5b	10,1a	6,2b	6,5b	7,30
Dez	5,1a	4,6a	5,5a	5,1a	5,07
Jan	5,5a	5,0a	6,2a	5,5a	5,55
Fev	4,7ab	3,7b	6,5a	4,7ab	4,90

Observa-se também que o NF foi bem menor ao que se encontra na literatura, como por exemplo o encontrado por Camboim Neto, (2002), que foi em média 14 frutos por cacho. Contudo, os frutos do presente estudo tinham idades diferentes e as plantas estavam em início de produção. Também a menor produção pode ser atribuída ao período de mudança do sistema da fazenda que saiu do convencional para o orgânico.

4.6 Peso médio do fruto (PF)

Para a variável peso médio do fruto houve efeito significativo entre as épocas de avaliação, sem significância para os tratamentos hídricos e sem interação entre os fatores (Tabela 9).

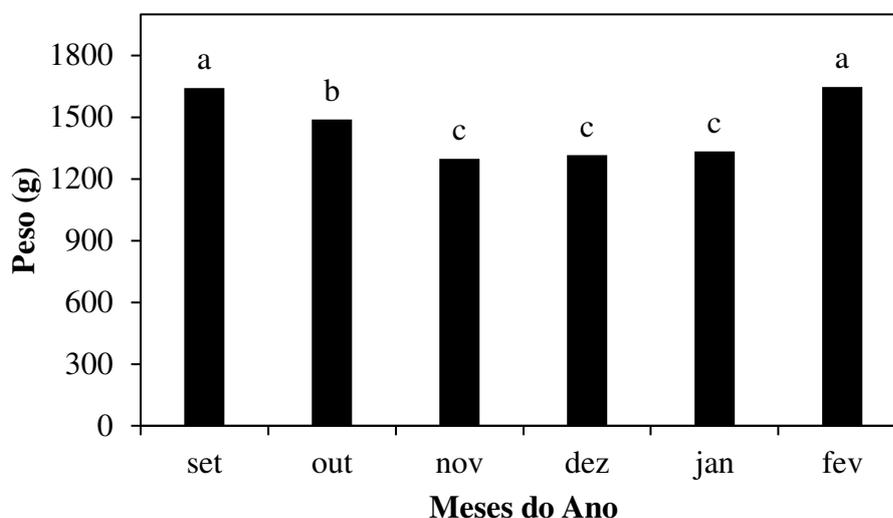
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para peso médio do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	76410,68661 ^{ns}
Lâminas	3	72128.53310 ^{ns}
Resíduo	12	55983.11688
Parcelas	19	
Épocas	5	528029.19387 ^{**}
E x L	15	22893.52909 ^{ns}
Resíduo	80	26500.57316
CV(%) a		16,27
CV(%) b		11,19

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

Os frutos se apresentaram mais pesados nos meses de setembro (1642,2 g) e fevereiro (1646,9 g), com menores valores nos meses de novembro (1298,6 g), dezembro (1315,4 g) e janeiro (1332,6 g) (Figura 13).

Figura 13 - Peso médio do fruto de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017



Conforme enfatizado pela OHLER (1984), o peso médio dos frutos do coco no momento da colheita está relacionado às características genéticas e às condições edafoclimáticas durante o seu desenvolvimento, sendo forte a influência dos fatores hídricos a partir do momento de formação do óvulo até a colheita.

Os maiores valores de peso dos frutos, observados no mês de setembro, podem estar relacionados ao regime de chuvas da região, que aconteceram anterior a imposição dos tratamentos, já os maiores valores observados no mês de janeiro podem estar relacionados a influência da dotação hídrica durante a maturação dos frutos (houve chuva em fevereiro), o que explica o comportamento sazonal dessas variáveis.

A diminuição no peso dos frutos está associada à perda de água do mesocarpo no final da maturação (CASTRO; MAIA, 1985). Contudo neste estudo os frutos eram colhidos em estágio inicial de maturação, com cinco meses de idade e com isso pode-se explicar os valores abaixo do encontrado na literatura.

Valores diferentes ao desse estudo foram encontrados por Miranda et al., (2008), onde o peso médio do fruto, na mesma época estudada, foi bem superior, variando entre 2000 a 2200 g. Naquele experimento, se tratava de frutos com sete meses de idade.

Comparando características físicas de frutos de coqueiros anão cultivados em sistema orgânico e convencional, Silva et al., (2009) observaram diferenças em relação ao peso dos frutos. O coco produzido convencionalmente obteve média de 2209,9 g e foi superior ao

orgânico que obteve 1984,9 g, tais valores em produção orgânica ainda foi superior ao encontrado nesse estudo.

4.7 Volume de água do fruto (VF)

Para a variável volume de água do fruto (VF) houve efeito significativo nas lâminas aplicadas e nas épocas de avaliação (Tabela 10).

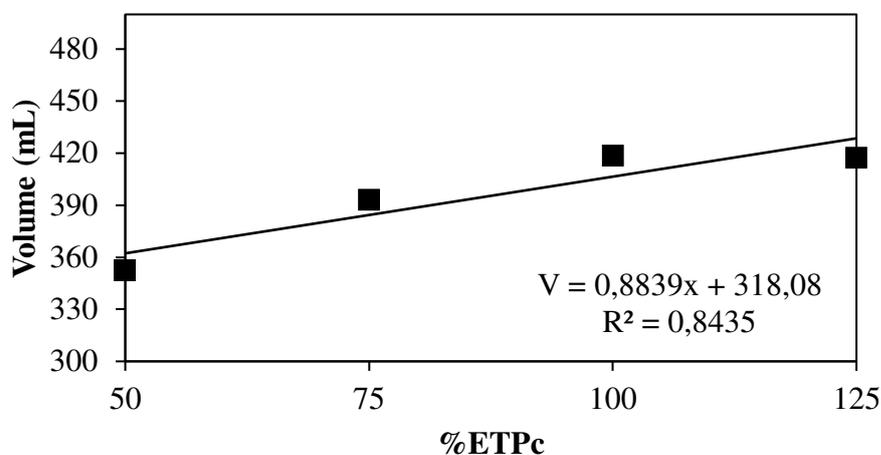
Tabela 10 - Resumo da análise de variância para volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	5231,57832 ^{ns}
Lâminas	3	28943.08406 [*]
Resíduo	12	677087116
Parcelas	19	
Épocas	15	52574.06368 ^{**}
E x L	5	2467.69494 ^{ns}
Resíduo	80	2327,48728
CV(%) a		20,81
CV(%) b		10,65

*,** : significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

Os dados relativos ao volume de água no fruto ajustaram-se à equação de regressão linear crescente com o aumento da água aplicada, significando que à medida que os níveis de água (% ETpc) aumentaram, ocorreu um aumento no volume da água do fruto (Figura 14).

Figura 14 - Volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017



Observa-se maiores valores para volume de água do fruto (417 mL) com uma lâmina de irrigação referente a 125 % da ETPc e menores valores (352 mL) com uma lâmina de 50 % da ETPc.

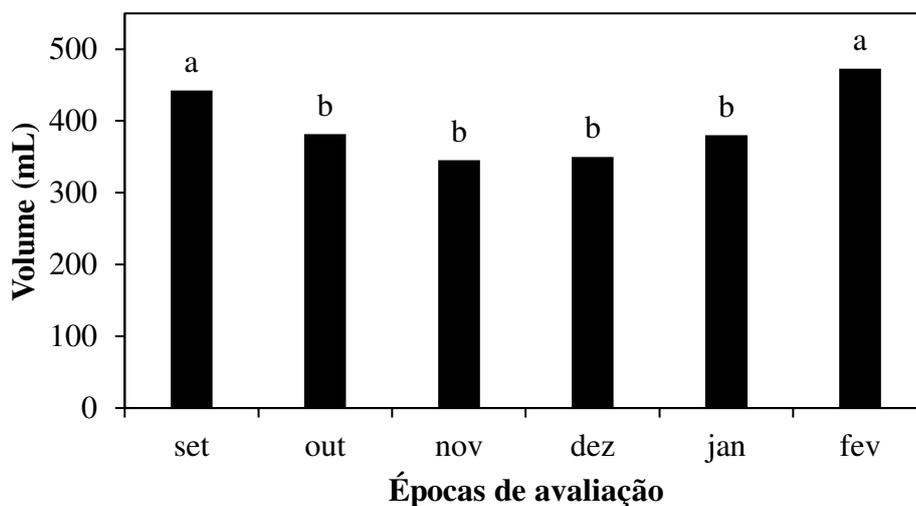
Segundo Cintra et al. (2009), estudando frutos de coqueiro anão, a aplicação de volumes de água de irrigação inferior a 100 L dia⁻¹, comprometeu a produção de frutos por planta, bem como a produção de água de coco. Os autores também encontraram valores crescentes na produção de água do fruto em função dos volumes de água de irrigação testados.

Volumes de água do fruto superiores ao do presente trabalho foram encontrados por Camboim Neto (2002), ao avaliar o volume de água dos frutos de coqueiro anão em função de lâminas e porcentagens de área molhada, com um máximo de 424,7 mL em frutos de 7 meses de idade. Essa menor produção de água no presente trabalho, quando comparado ao acima citado, se deve provavelmente ao fato de aqui os frutos estarem com 5 meses de idade.

Com relação ao volume de água dos frutos em função das épocas de avaliação, os meses de setembro e fevereiro foram superiores aos demais e não se observaram diferenças significativas entre os meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro (Figura 15).

O comportamento da produção de água no período avaliado foi semelhante ao do peso médio do fruto, indicando que o peso dos frutos depende diretamente da quantidade de água produzida pelos mesmos.

Figura 15 - Volume de água do fruto de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017



O comportamento ao longo do tempo está relacionado também ao fato da água de coco começar a se formar no interior do fruto a partir do segundo mês após a abertura da inflorescência e atingir o volume máximo em torno do sexto e sétimo mês de idade (ARAGÃO; CRUZ; HÉLVECIO, 2001). Assim os frutos aqui colhidos tiveram influência maior da aplicação de água e das condições atmosféricas nos três meses anteriores.

Considerando que o coqueiro-anão-verde apresenta alta taxa de transpiração (IRHO, 1992), e que a evapotranspiração na região estudada é elevada durante os meses de outubro a dezembro, poderia se esperar grande volume de água de coco por fruto, se os volumes de água de irrigação aplicados nos coqueirais fossem suficientes para atender à grande demanda hídrica desse cultivar. Entretanto, no presente experimento o comportamento encontrado foi o inverso, com menores produções nos meses de maior demanda evapotranspirativa, independente do tratamento hídrico aplicado.

Miranda et al. (2008), em estudos com coqueiro anão irrigado no litoral do Ceará, mencionaram que os baixos valores de umidade relativa do ar durante boa parte do dia na estação seca, causa um aumento significativo do déficit de pressão de vapor (DPV). Com isso, a baixa umidade do ar, potencializada pela ocorrência de ventos fortes (com velocidade superior a 3 m/s) aumenta a demanda evapotranspirativa, provocando o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração. Tal observação e o encontrado no presente trabalho, reforça a hipótese de que o déficit de pressão de vapor atmosférico é o fator limitante na abertura estomática e consequentemente na absorção de água pelas plantas, independente do nível de água no solo.

Mesmo com essa restrição em função das condições atmosféricas nos meses mais quentes, os volumes de água de coco encontrados nesse estudo, em frutos oriundos de cultivo orgânico, estão bem acima do limite mínimo recomendado por Assis et al. (2000), para colheita de frutos de coqueiro anão verde com sete meses de idade, cujos valores podem variar entre 350 e 450 mL de água. Por sua vez os resultados foram similares ao de Miranda et al., (2008), que avaliando o comportamento reprodutivo de frutos de coqueiro anão irrigado, observaram que os volumes médios de água foram inferiores a 400 mL, nas mesmas épocas estudadas.

4.8 Qualidade dos frutos (Sólidos Solúveis Totais - SST)

Para a variável qualidade dos frutos (SST) do coqueiro anão, houve efeito significativo nas lâminas aplicadas, nas épocas de coleta e interação lâminas x épocas de avaliação (Tabela 11).

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos e das épocas de avaliação (Set/06-Fev/07). Camocim, Ceará. 2016-2017

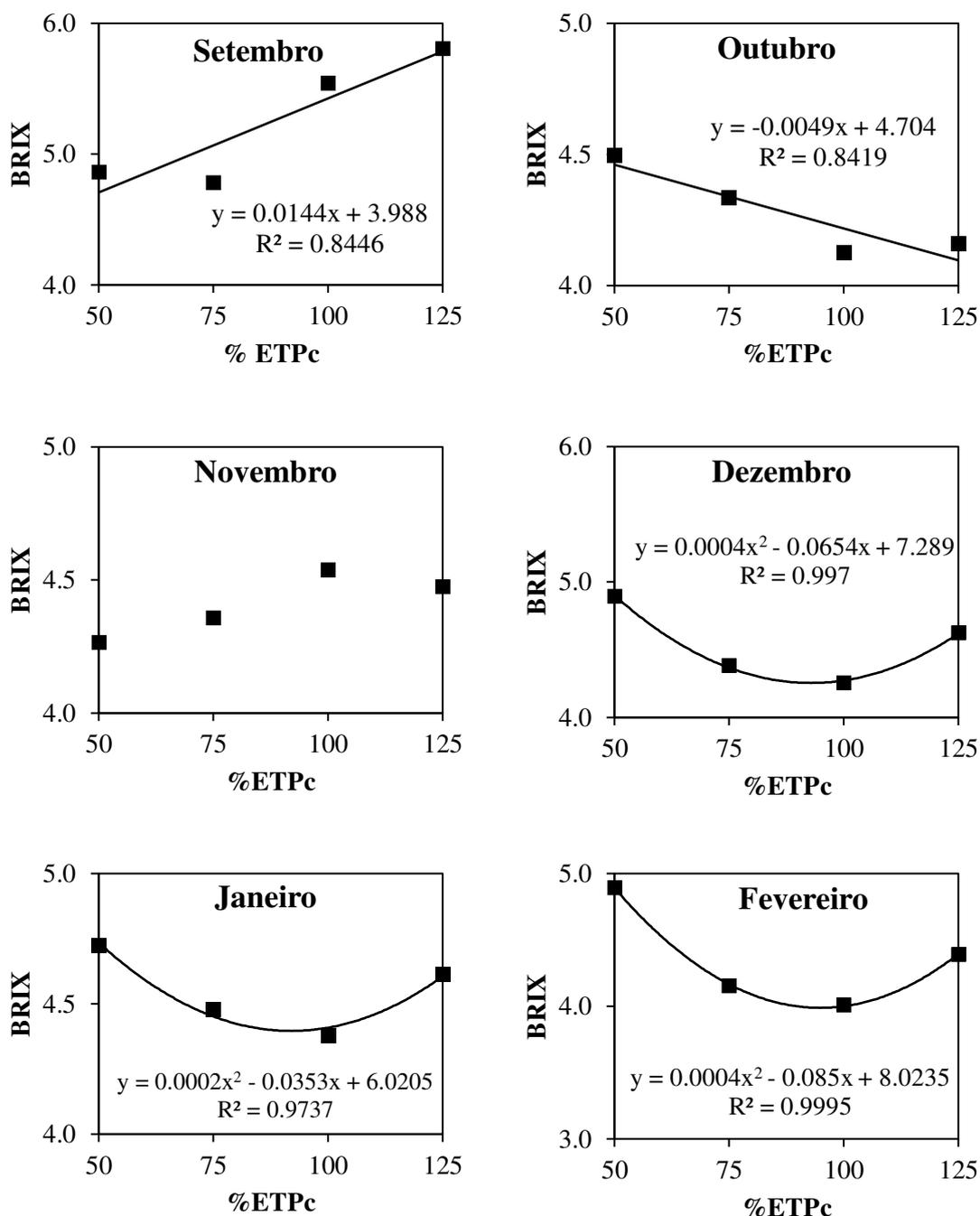
FV	GL	Quadrado médio
Blocos	4	0,00708 ^{ns}
Lâminas	3	0,58814 ^{**}
Resíduo	12	0,04532
Parcelas	19	
Épocas	5	2,44820 ^{**}
E x L	15	0,43418 ^{**}
Resíduo	80	0,04865
CV(%) a		4,66
CV(%) b		4,83

*,**,: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

A resposta da qualidade dos frutos de coqueiro anão, medida em °Brix, em função lâminas de irrigação, dependeu da época de coleta (Figura 16).

Observa-se que no mês de setembro o teor de sólidos solúveis apresentou comportamento linear crescente, com o maior valor obtido com uma lâmina referente a 125% da ETPc. A partir do mês de outubro o teor de SST dos frutos diminuiu com o incremento da lâmina de irrigação e nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a qualidade dos frutos (SST) apresentou uma tendência de queda com ajuste polinomial de segundo grau com maiores valores obtidos com uma lâmina referente a 50 % da ETPc. No mês de novembro os teores de SST não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Similarmente, Vasquez et al. (2005), registraram diminuição dos sólidos solúveis em frutos melão com a redução da lâmina de água no solo.

Figura 16 - Qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017



Tais resultados mostram que com o decorrer do tempo o teor de SST do fruto de coqueiro foi influenciado pela quantidade de água aplicada, diminuindo à medida que se aumenta a lâmina de irrigação aplicada. Então, do ponto de vista dos sólidos solúveis totais, não houve prejuízo quando se aplicou uma menor lâmina, sendo possível aplicar uma lâmina mínima.

Valores de °Brix acima de seis para água de coco indica um sabor agradável e de grande aceitação pelo mercado. Esta é, também, uma vantagem para a indústria de envasamento de água de coco que, em algumas situações, adiciona adoçantes, como a frutose, padronizando e melhorando a qualidade da bebida e proporcionando maior palatabilidade ao produto (FERREIRA NETO, 2005).

Quando se analisa os SST em função das épocas de coleta, se verifica que com uma lâmina referente a 50 % da ETPc se observou que os menores valores foram encontrados nos meses de outubro e novembro, não havendo diferenciação entre os demais meses (Tabela 12).

Para a lâmina referente a 75 % da ETPc se observou que o maior valor foi encontrado no mês de setembro, fato também observado para as lâminas de 100% e 125% da ETPc, não havendo maiores variações entre os demais meses para as demais lâminas testadas (Tabela 12).

Tabela 12 - Qualidade dos frutos (SST) de plantas de coqueiro Anão Verde em função das épocas de avaliação (Set/06- Fev/07) e dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017

Meses	Brix			
	50	75	100	125
Set	4,86 a	4,78 a	5,54 a	5,81 a
Out	4,50 ab	4,34 b	4,13 c	4,16 c
Nov	4,27 b	4,36 b	4,54 b	4,48 bc
Dez	4,90 a	4,39 ab	4,26 bc	4,63 b
Jan	4,73 a	4,48 ab	4,38 bc	4,62 b
Fev	4,90 a	4,16 b	4,01 c	4,39 bc

A avaliação da qualidade da água produzida, medida pelo teor de sólidos solúveis (SST), não apresentou relação com o volume de água produzida pelo fruto, em contradição com Teixeira et al., (2005), que enfatiza que em situações de maior volume de água no fruto, pode-se obter um brix menor, em consequência de uma possível diluição.

Não existe definido ainda, no mercado consumidor, um limite mínimo de sólidos solúveis para a aceitação da água de coco. No entanto, alguns autores apontam como entre 5,0 e 6,0 % (JACKSON et al., 2004); 6,0 e 7,0 % (ARAÚJO, 2003); 5,2 e 9,2 % (ARAGÃO et al., 2002); 7,37 e 5,84 e 6,71 % (AROUCHA, 2000) como sendo ideais por ocasião da colheita para a grande maioria das cultivares de coqueiro anão, estando os valores deste trabalho

diferente devido ao fato dos frutos serem coletados em média com 150 dias, bem abaixo dos 180 dias normalmente utilizados nos plantios comerciais.

Apesar do baixo °Brix, a água está própria para comercialização, uma vez que está acima do mínimo permitido pela Instrução Normativa n.º39, que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da água-de-coco (BRASIL, 2002).

4.9 Produtividade de água (WP)

Para a produtividade da água, tanto em termos de produção de frutos quanto em produção de água dos frutos, existiu diferenças significativas entre os tratamentos hídricos (Tabela 13).

Tabela 13 - Resumo da análise de variância para produtividade da água em termos de produção de frutos e volume de água produzida pelos frutos durante o período experimental (180 DAT) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017

FV	GL	Quadrado Médio	
		W _{Pf}	W _{Pv}
Bloco	4	0,1136 ^{ns}	0,0094 ^{ns}
Tratamento	3	2,5363 ^{**}	0,0489 ^{**}
Erro	12	0,6063	0,0071
CV%		13,64	13,26

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente e ns: não significativo, pelo teste F

A produtividade da água em termos da produção de frutos foi maior no tratamento com menor aplicação de água (2,22 frutos m⁻³), não havendo diferença significativa entre os demais (Tabela 14). Por sua vez, a produtividade de água em termos de volume de água dos frutos apresentou um comportamento decrescente com o aumento das lâminas hídricas aplicadas, com a menor lâmina proporcionando uma produção de 0,766 L de água de coco por m⁻³ de água aplicada e a maior lâmina produzindo 0,526 L de água de coco por m⁻³ de água aplicada (Tabela 14).

Tabela 14 - Produtividade da água em termos de produção de frutos e volume de água produzida pelos frutos durante o período experimental (180 DAT) nas plantas de coqueiro Anão Verde em função dos tratamentos hídricos. Camocim, Ceará. 2016-2017

Tratamento (% ETPc)	WPf (Nº frutos m ⁻³)	WPv (L água de coco m ⁻³)
50 %	2,22 a	0,766 a
75 %	1,58 b	0,617 ab
100 %	1,54 b	0,635 ab
125 %	1,25 b	0,526 b

A irrigação deficitária consiste na aplicação de lâminas inferiores às necessárias para satisfazer às necessidades hídricas da cultura, afetando assim, a evapotranspiração e a produtividade, entretanto, a redução da produtividade deve ser mínima ao ponto de manter o retorno econômico da cultura irrigada (KANG et al., 2000), fato observado no presente trabalho, uma vez que a adoção da irrigação com restrição hídrica apresentou maiores WPf e WPv. Isso evidencia que a irrigação deficitária é uma alternativa para situações com restrição hídrica para aumentar a eficiência do uso da água para a produção de coco anão verde.

Leite et al., (2011), trabalhando com cajueiro anão precoce também encontraram redução na produtividade da água em termos de produção de frutos, com o aumento na lâmina de irrigação.

Interessante notar que na produção da água do coco, que é o produto explorado comercialmente no coqueiro anão verde, houve um acréscimo de 17 % na WPv com a redução da lâmina de irrigação de 100 para 50 % da ETPc. Quando a redução da lâmina de irrigação foi de 125 % para 50 % da ETPc, esse aumento na WPv foi de 31 %.

5 CONCLUSÃO

Apesar da grande diferença entre os tratamentos hídricos, não houve influência nas trocas gasosas das plantas e pequeno aumento no número de frutos. O volume de água dos frutos aumentou com a elevação da lâmina de água aplicada.

A pequena influência dos tratamentos hídricos implicou numa redução da produtividade da água com o aumento da lâmina de irrigação.

Com relação ao efeito da época de colheita, nos meses de maior demanda atmosférica se encontrou o maior número de frutos, com esses sendo mais leves, em virtude da menor quantidade de água produzida pelos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 116-125, 2011.
- ALMEIDA, A.C.O.; LOIOLA, C.M.; ARAGÃO, W.M.; FREIRE, A.C. **Caracterização Carpológica de Frutos de Cultivares de Coqueiro Anão Amarelo de Diferentes Locais de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 60. 2006.
- AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 1014-1020, 2011.
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. O.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera L.* var. Nana). **Revista Agrotrópica**, Itabuna, v.13, n. 1, p. 56-70, 2001.
- ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ, E.A.; SIQUEIRA, E.R. Variedades e híbridos do coqueiro. In: ARAGÃO, W.M. (Ed.). **Coco pós-colheita**. EMBRAPA. Brasília, p. 26-34, 2002.
- ARAÚJO, M.V. **Ponto de colheita e armazenamento refrigerado de coco anão verde (*Cocos nucifera L.*), sob atmosfera modificada**. 2003. 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2003.
- AROUCHA, E. M. M.; VIANNI, R. Determinação de ácido ascórbico na água de coco por cromatografia líquida e pelo método titulométrico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 283, p. 245-251, 2002.
- ASSIS, J. S. de; RESENDE, J. M.; SILVA, F. O.; SANTOS, C. R. dos; NUNES, F. **Técnicas para colheita e pós-colheita do coco verde**. Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 95. Petrolina: Embrapa Semiárido, 6p, 2000.
- BRASIL. Instrução Normativa n. 9, 29 de maio de 2002. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da água de coco, constante no Anexo 1.39. **Documento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/ddiv/pdf/in_39_2002.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2017.
- CAITANO, R. F.; LOPES, F. B.; TEIXEIRA, A. S. Estimativa de Aridez no Estado do Ceará Usando o Sistema de Informação Geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XV (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011.
- CAMBOIM NETO, L. F. **Coqueiro-anão verde: influência de diferentes lâminas de irrigação e de percentagens de área molhada no desenvolvimento, na produção e nos parâmetros físico-químicos do fruto**. 2002. 121 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CAMPOS, K. C., SOUSA, E. P. D., ALVES, C. O. M., LIMA, P. V. P. S. Perfil técnico e econômico da produção de coco irrigado no Ceará. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, Ano XXIII, n. 1, p. 44-64. 2014

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coconut (*Cocos nucifera* L.): a review. **Experimental Agriculture**, v. 47, n. 1, p.27-51, 2011.

CASTRO, F. A.; MAIA, G. A. **Coco: leite e coco ralado**. Fortaleza: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, 1985. 47p.

CAVALCANTE, L.V. A nova geografia do coco: reestruturação produtiva, territorialização do capital e dinâmicas socio-espaciais. **GeoUECE**, Fortaleza, v. 4, n. 7, p. 218-219, 2015.

CAVALCANTI, J. S. B.; MOTA, D. M. da; SILVA, P. C. G. da. Transformações recentes nos espaços de fruticultura do Nordeste do Brasil. In: ELIAS, D.; PEQUENO, R. (Org.). **Difusão do agronegócio e novas dinâmicas socioespaciais**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira. **Radar técnico - Coco**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/coco.htm>> Acesso em: 20 jul. 2017.

CHAVES, M. M., FLEXAS, J., PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**. Exeter, v. 103 p. 551–560, 2009.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; PEREIRA, T. P. B. Produtividade de Coqueiro-anão Verde Irrigado Submetido a Práticas Agroecológicas de Proteção do Solo. **IV Seminário de Iniciação Científica e Pós-Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p. 376-386, 2014.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. de L. da 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 Ciências do Solo**, v. 33, n.1, p.1041-1051, 2009.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA M. C. R. J., Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CUENCA, M. A. G, **Importância econômica da cocoicultura no Brasil**, Disponível em: <www.spo.cnptia.embrapa.br> Acesso em 20 fev. 2017.

CUENCA, M. A. G., RESENDE, J. M., SAGGIN JÚNIOR, O. J., REIS, C. D. S., & ARAGÃO, W. M. **Mercado brasileiro do coco: situação atual e perspectivas. Coco pós-colheita**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, p. 11-18, 2002.

CUNHA, L. Pepsico tenta aumentar o consumo de água de coco. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, Caderno: Empresas. p. 8, 11 jan. 2011.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 03, p. 350-356, 1956.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (Aracaju, SE). **Recomendações técnicas para o cultivo do coqueiro**. Aracaju, 1993. 49 p. EMBRAPA-CPATC. Circular Técnica, 1.

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L.A. EMBRAPA. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FAO. **FAOSTAT Agriculture data**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 18 mar. 2017

FERERES, E.; SORIANO, M.A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Special issue on 'Integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress' **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 58, p.147–159, 2007.

FERREIRA NETO, M. **Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro anão (Cocos nucifera L.)**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. EMBRAPA-SPI; Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1997.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Energy dissipation in C3 plants under drought. **Functional Plant Biology** n. 29, p. 1209-1215, 2002.

FONTENELE, R. E. S.; Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: XLIII CONGRESSO DA SOBER. 2005, Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto. 2005. p. 20-23.

FONTES, H. R.; FONTES, J. M. S. F.; Siqueira L. A. Sistema de produção para a cultura do coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Scarcity and degradation of land and water: growing threat to food security. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/95153/icode/>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M, de, El cocotero: técnicas agrícolas e producciones tropicales, Barcelona: **Editorial Blume**, 1975, 236p.

GÓES NETO, L. A. de A. Um estranho caso do coco-da-Bahia (Cocos nucifera L.). Disponível em: <<http://mundodabiologia.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2017

- GOMES, F. P.; MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A.A.F.; MUNIZ, W. S. Leaf gas exchange in two dwarf coconut genotypes in the southeast of Bahia State, Brazil. **Coconut Research and Development**, p. 37-55. 2002.
- GOMES, F. P.; PRADO, C. H. B. A. Ecophysiology of coconut palm under water stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.4, 2007.
- GONZAVELES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long – term site productivity of faste growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests**, v.70, n.2, p. 105, 2008.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2017. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44>. Acesso em: 24 jun. 2017.
- IRHO-CIRAD. Coconut: water supply and drought tolerance. **Oléagineux**, v.47, n.6, p. 334-337, 1992
- JACKSON, J.C.; GORDON, A.; WIZZARD, G.; McCOOK, K.; ROLLE, R. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera* L.) water during maturation of the fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Easton, v.84, p.1049-1052, 2004.
- JESUS JÚNIOR, L. A.; TOMMASI, A. C.; de OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.; RUSSO, S. L.; MARTINS, C. R. Análise da produção de coco no Estado de Sergipe frente ao crescimento da cultura no Nordeste e no Brasil. In: Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica, 2013, Aracajú. **Anais...Aracajú: SIMTEC**, 2013.
- KANG, S.; SHI, W.; ZHANG, J. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Research**, v.67, p.207–214, 2000.
- KASTURI, K. V.; VOLETI, S. R.; RAJAGOPAL, V. Water relations of coconut palms as influenced by environmental variables. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.43, p. 193-199, 1988.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.
- KELTING, F. M. S. O Clima e a Paisagem da Bacia Hidrográfica do Litoral: Estado do Ceará. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 29, n. 2, p. 83-99, 2010.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2004. 452 p.
- KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: **Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress**. INTSORMIL, Nebraska. p. 65-79, 1993.
- LANGE, O.L.; LÖSCH, R.; SCHULZE, E.D.; KAPPEN, L. Responses of stomata to changes in .**Planta, Heidelberg**, v.100, p.76-86, 1971.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, 2006, p. 531.

LECOEUR, J.; SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Science**, Madison, v.36, p.331-335, 1996.

LEITE, K. N., COSTA, R. N. T., MONTEIRO, R. N. F., FRIZZONE, J. A., MARINHO, A. B., e CAMARGO, D. C. Análise econômica da cultura do cajueiro anão precoce BRS 189 em função dos níveis de água e doses de adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 4, 2016.

LIMA, B. L. de C. **Respostas fisiológicas e morfométricas de mudas de coqueiro anão irrigado com águas salinas**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K.; RODRIGUES FAGUNDES, G. Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivado em condições de campo. **Bragantia**, v.65, n.2, p.185-196, 2006.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. D. M. D. A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'valência'. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, 2002.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, p. 1161-1170, 2005.

MANTOVANI E. C.; ZINATO C. E.; SIMÃO F. R. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da goiabeira**. Livro Goiaba. Viçosa: MG. 60 p. 2006.

MARTINS, C. R., JESUS JÚNIOR. **"Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010."** Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documents, 2011.

MIRANDA, F. R. de.; GOMES, A. R. M. **Manejo da irrigação do coqueiro-anão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 8 p.

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

MIRANDA, F. R., FREITAS, J., MAIA, A., & de SANTANA, M. G. S. Comportamento reprodutivo e qualidade da água dos frutos do coqueiro-anão irrigado no Vale do Curu, Ceará. **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2008

MORAES, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L. S.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R. S.; OLIVEIRA, S. H. M. In: MUEHE, D. (Ed.). **Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, p. 131-154, 2006.

NASCIMENTO, R. L., da SILVA, J. A. B., BASSOI, L. H., PEREIRA, G. E., COSTA, B. R. S., & de SOUZA OLIVEIRA, V. Trocas gasosas e composição físico-química de vinhos em função de estratégias de irrigação. **Irriga**, v. 1, n.01, p.205-217, 2016.

OHLER, J. G. **Modern coconut management: palm cultivations and products**. London: FAO, 1999. 458 p.

OHLER, J.G. **Coconut tree of life**. Rome: FAO. 446p. 1984. (Plant Production and Protection Paper 57).

OLIVEIRA, M. A. J. D.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. D. A.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, p. 59-63, 2002.

OLIVIN, J.; OCHS, R. Propriétés hydriques des sols et alimentation en eau des oléagineux pé- rennes en Afrique de l'Ouest. **Oléagineux**, Paris, v.33, n.1, p.1-9, 1978.

OREN, R.; ELLSWORTH, D. S.; JOHNSEN, K. H.; PHILLIPS, N. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO₂-enriched atmosphere. **Nature**, v. 411, n. 6836, p. 469, 2001.

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M. Aspectos morfológicos do caule e da folha do coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2003, 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 13).

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. de A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.

PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A.; LEAL, M. L. S. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro Anão. **Agrotrópica**, Ilheus v.3, n.11, p.147-152, 1999

PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A.; ARAGÃO, W. M. The influence of vapour pressure deficit on leaf water relations of *Cocos nucifera* in northeast Brazil. **Experimental Agriculture**, v.45, n.1, p.93-106, 2009.

PASSOS, E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. (Eds.). A cultura do coqueiro no Brasil. 2. ed. Aracaju: **Embrapa-SPI**, p. 65-72, 1998.

PASSOS, E. E. M.; SILVA, J. V. Détermination de letad hydrique du cocotier par lê méthode dentrométrique. **Oléagineux**, Montpellier, v.46, p.233-237, 1991.

PEÇANHA, A. L. **Biometria, relações hídricas e trocas gasosas do coqueiro anão verde em função da compactação, lâmina de irrigação e classe de solo**. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

- PEDROSO, F. K.J.V.; PRUDENTE, D. A.; BUENO, A. C. R.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Drought tolerance in citrus trees is enhanced by rootstock dependent changes in root growth and carbohydrate availability. **Environmental and Experimental Botany**, v.101, s.n, p.26 – 35, 2014.
- PEIRIS, T. S. G.; THATTIL, R. O. The study of climate effects on the nut yield of coconut using parsimonious models. **Experimental Agriculture**, v.34, p. 189-206, 1998.
- PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica: **Edur**, 2004. 191p.
- PRADO, C.H.B.A.; PASSOS, E. E. M. ; DE MORAES, J. A. P. V. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal of Botany**, v.67, p.169–176, 2001.
- PURSEGLOVE, J.W. Tropical crops: monocotyledons. **Burnt Will**: Longman, 1975. 607p.
- RAJAGOPAL, V., KASTURI BAI, K.V. Drought tolerance mechanism in coconut. **Burotrop Bull**, v.17, s.n, p. 21–22, 2002.
- RIBEIRO, F. E.; COSTA, E. F. N.; ARAGÃO, W. **Árvore do conhecimento**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000gl5m652b02wx5ok0xkgyq5dmanf8w.html>> Acesso em: 20 fev. 2017.
- ROUPSARD, O.; BONNEFOND, J. M.; IRVINE, M.; BERBIGIER, P.; NOUVELLON Y.; DAUZAT, J.; HAMEL, O.; JOURDAN, C.; SAINT-ANDRÉ, L.; MIALET-SERRA, I.; LABOUISSSE, J. P.; EPRON, D.; JOFFRE, R.; BRACONNIER, S.; ROUZIÈRE, A.; NAVARRO, M.; BOUILLET, J. P. Partitioning energy and evapo-transpiration above and below a tropical palm canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.39, p.252–268, 2006.
- SÃO JOSE, A.R; SOUZA, I.V.B; MOURA, J.I.L; REBOUÇAS, T.N.H. Coco: produção e mercado. Vitória da Conquista: UESB, 1999. 238 p.
- SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. Introduction. In: B. SCHAFFER; P.C. ANDERSEN (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC press, 1994. p.1-2
- SILVA JUNIOR, C.D., LEAL, E. C. Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do coqueiro anão verde irrigado no Platô de Neópolis. In: Seminário de Pesquisa FAP, 2003, Aracaju. **Anais...**Aracaju: SPFAP, 2003.
- SILVA, A. R. A.. **Respostas e adaptações de plantas de coqueiro "anão verde" às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- SILVA, D. L. V., ALVES, R. E., de FIGUEIREDO, R. W., MACIEL, V. T., de FARIAS, J. M., de AQUINO, A. R. L. Características físicas, físico-químicas e sensoriais da água de frutos de coqueiro anão verde oriundo de produção convencional e orgânica. **Embrapa Agroindústria Tropical-Artigo em periódico indexado**, 2009.

SIQUEIRA, E.R.; RIBEIRO, F.L.; ARAGÃO, W.M. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. (Ed.) **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA-SPI, p. 73-98. 1998.

SOUSA, S.M. **Comportamento sazonal de sete genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) nas condições ecológicas de Mojú**, Estado do Pará. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Amazonas, Belém, 2006.

SURESH, K.; NAGAMANI, C.; RAMACHANDRUDU, K.; MATHUR, R. K. Gasexchange characteristics, leaf water potential and chlorophyll a fluorescence in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings under water stress and recovery. **Photosynthetica**, v.48, p.430-436, 2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, L. A. J.; BATAGLIA, O. C.; BUZETTI, S.; FURLANI JUNIOR, E.; ISEPON, J. D. S. Adubação com NPK em coqueiro-anão-verde (*Cocos nucifera* L.) rendimento e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.120-123, 2005.

TURNER, N.C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. **Plant and Soil**, v.58, p.339-366, 1981.

VÁSQUEZ, M. A.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. D. S.; SOUSA, V. F. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 199-204, 2005.