



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

AMADEUS MOZARTH GOMES RODRIGUES

RESPOSTAS DE HÍBRIDOS DE MELOEIRO AMARELO À RESTRIÇÃO HÍDRICA

FORTALEZA

2020

AMADEUS MOZARTH GOMES RODRIGUES

RESPOSTAS DE HIBRIDOS DE MELOEIRO AMARELO À RESTRIÇÃO HÍDRICA

Dissertação 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: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra

FORTALEZA

2020

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)

R611r Rodrigues, Amadeus Mozarth Gomes.
Respostas de híbridos de meloeiro amarelo à restrição hídrica / Amadeus Mozarth Gomes Rodrigues. –
2021.
71 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.

1. Cucumis melo L.. 2. Déficit Hídrico. 3. Fotossíntese. 4. Crescimento. 5. Nutrição. I. Título.

CDD 630

AMADEUS MOZARTH GOMES RODRIGUES

RESPOSTAS DE HIBRIDOS DE MELOEIRO AMARELO À RESTRIÇÃO HÍDRICA

Dissertação 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: 15/03/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof. Dra. Amanda Soraya Moreira Freitas
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Geocleber Gomes De Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

A Deus.

Aos meus pais, José Eginardo Freitas Rodrigues e Josefa Neide Gomes da Silva por todo apoio, à minha noiva, Iáguida Vieira Araújo e a todos os meus familiares.

AGRADECIMENTOS

Á Deus que me proporcionou chegar até aqui e por suas bênçãos em minha vida.

Aos meus pais José Eginardo Freitas Rodrigues e Josefa Neide Gomes, toda a minha gratidão pelo esforço, estímulo e dedicação para a minha realização pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Matheus Manoel Gomes Rodrigues e Amália Estefany Silva Rodrigues.

A minha sobrinha Maria Laura Rodrigues Almino.

Aos meus Avós, Manoel Eduardo Freitas Rodrigues (*In memoriam*), Francinilda Freitas Rodrigues, Simão Gomes da Silva (*In memoriam*) e Cosma Alves da Silva.

Aos meus Tios Ednardo Rodrigues Freitas, Eduardo Júnior Freitas Rodrigues e José Tadeu Marcos Prado pelo apoio e carinho durante toda essa caminhada.

Ao restante da minha família, incluindo tios, tias, primos e primas que contribuíram para essa conquista.

Agradecimento mais que especial a minha noiva Iáguida Vieira Araújo, pelo companheirismo, paciência, amor, dedicação, apoio e carinho, durante todos os momentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), especialmente ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

A EMBRAPA Agroindústria Tropical por todo o apoio e suporte técnico e financeiro que deram a pesquisa.

Ao Prof^o. orientador, Dr^o. Marlos Alves Bezerra, por todo o auxílio, atenção, confiança, orientação e ensinamentos compartilhados ao longo deste trabalho.

Aos amigos (as) Beatriz de Abreu, Clinton Gonçalves, Júlia Queiros, Jhenifer Santos, Ana Janaina, Ionete Nogueira e Hayver Olaya, que me ajudaram tanto, principalmente nas etapas de montagem, condução e avaliação do experimento.

Aos membros da banca examinadora pela participação e colaboração dadas na correção do trabalho.

A todos, que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta pesquisa o meu muito obrigado!

RESUMO

O cultivo do meloeiro no Brasil se dá sob irrigação, com predominância de sistema de irrigação localizado. A melhoria na eficiência do uso da água vem da entrega da quantidade necessária para a planta ter seu melhor desempenho produtivo. Por outro lado, compreender os mecanismos e respostas que as plantas apresentam frente à restrição hídrica possibilitará o desenvolvimento de híbridos com maior eficiência na utilização do uso da água. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento, as trocas gasosas e o estado nutricional de diferentes híbridos de meloeiro amarelo cultivado sob restrição hídrica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE, no período de outubro e dezembro de 2019. O delineamento experimental foi em fatorial 4x4, dispostos em blocos ao acaso, sendo avaliados quatro híbridos de melão amarelo (Dali, Gladial, Goldex e Natal) e quatro lâminas de irrigação (40; 60; 80 e 100% da evapotranspiração da cultura, ETc). Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas, comprimento do ramo principal, diâmetro do caule e trocas gasosas foliares (fotossíntese, transpiração e condutância estomática), área foliar, massa seca das folhas, caule, raízes e total, massa do fruto e estado nutricional. O crescimento e desenvolvimento das plantas foi reduzido pelo aumento da restrição hídrica, embora ao final do ciclo não havendo diferenças entre os híbridos. As trocas gasosas dos híbridos de melão amarelo foram afetadas pelos tratamentos de níveis de irrigação, com queda na eficiência fotossintética nos níveis mais restritivos. Houve variação do estado nutricional dos híbridos de melão amarelo nos teores de N, P, K, Ca, S e Mg dos quais apresentaram uma tendência de crescimento com o aumento dos níveis de irrigação.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; déficit hídrico; fotossíntese; crescimento; nutrição.

ABSTRACT

The cultivation of melon in Brazil takes place under irrigation, with a predominance of localized irrigation system. The improvement in the efficiency of water use will come from the delivery of the necessary quantity for the plant to have its best productive performance. On the other hand, understanding the mechanisms and responses that plants have in the face of water restriction will enable the development of hybrids with greater efficiency in the use of water. In this sense, the present study aimed to evaluate the growth, gas exchange and nutritional status of different hybrids of yellow melon cultivated under water restriction. The experiment was conducted in a greenhouse, belonging to Embrapa Agroindustry Tropical, Fortaleza - CE, in the period from October to December 2019. The experimental design was in a factorial 4x4, arranged in random blocks, being evaluated four hybrids of yellow melon (Dali, Gladial, Goldex and Natal) and four irrigation depths (40; 60; 80 and 100% of the crop evapotranspiration, ETc). The following variables were evaluated: number of leaves, length of the main branch, stem diameter and leaf gas exchange (photosynthesis, transpiration and stomatal conductance), leaf area, dry leaf mass, stem, roots and total, fruit mass and state nutritional. Plant growth and development was reduced by increased water restriction, although at the end of the cycle there were no differences between hybrids. The gas exchange of yellow melon hybrids was affected by treatments of irrigation levels, with a decrease in photosynthetic efficiency at more restrictive levels. There was a variation in the nutritional status of yellow melon hybrids in terms of N, P, K, Ca, S and Mg, which showed a tendency to grow with increasing levels of irrigation.

Keywords: *Cucumis melo* L.; water deficit; photosynthesis; growth; nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Casa de vegetação, do tipo arco, utilizada para a condução do experimento, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	24
Figura 2	– Variações diárias da temperatura e da umidade relativa do ar durante o período experimental (07/10/2019 a 19/12/2019) no interior da casa de vegetação. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	25
Figura 3	– Semeadura das sementes de melão. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	28
Figura 4	– Vista do cabeçal de controle, controlador de irrigação e sistema de irrigação instalado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	30
Figura 5	– Croqui do sistema de irrigação utilizado no experimento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	30
Figura 6	– Número de Folhas (NF) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	38
Figura 7	– Comprimento do ramo principal (CRP) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	39
Figura 8	– Diâmetro do caule (DC) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	40
Figura 9	– Número de Folhas (NF) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de deficiência hídrica, Fortaleza, Ceará, 2019.....	41
Figura 10	– Comprimento do ramo principal (CRP) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	43
Figura 11	– Diâmetro do Caule (DC) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	44
Figura 12	– Massa seca do caule (MSC) em função da interação entre híbridos de meloeiro amarelo e níveis de irrigação (% Etc), Fortaleza, Ceará, 2019	46
Figura 13	– Massa seca total da planta (MST) em função da interação entre híbridos de meloeiro amarelo e níveis de irrigação (% Etc), Fortaleza, Ceará, 2019.....	48

Figura 14	–	Área foliar (AF)(A), massa seca das folhas (MSF)(B), massa seca das raízes (MSR)(C) e massa dos frutos (MFRU)(D) dos híbridos de melão amarelo em função dos diferentes níveis de irrigação. Fortaleza, Ceará, 2019.....	49
Figura 15	–	Fotossíntese (A) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	54
Figura 16	–	Transpiração (E) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	55
Figura 17	–	Condutância estomática (gs) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	56
Figura 18	–	Fotossíntese (A) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	58
Figura 19	–	Transpiração (E) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	59
Figura 20	–	Condutância estomática (gs) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	60
Figura 21	–	Teores médio de magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) das folhas dos quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019.....	63
Figura 22	–	Teores médio de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), ferro (Fe) e zinco (Zn) das folhas dos híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Produção mundial de melão no ano 2019.....	14
Tabela 2	– Produção nacional de melão no ano 2019.....	15
Tabela 3	– Valores da análise física e química do solo utilizado no substrato. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	27
Tabela 4	– Características da turfa informadas pelo fabricante utilizada no substrato. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	27
Tabela 5	– Análise da qualidade da água para irrigação do meloeiro. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	29
Tabela 6	– Níveis de irrigação (ETc) e lâmina total de irrigação (Li) correspondente a cada tratamento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019.....	32
Tabela 7	– Resumo da análise de variância para os dados de Número de Folhas (NF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de deficiência hídrica, Fortaleza, Ceará, 2019.....	37
Tabela 8	– Resumo da análise de variância para os dados de área foliar da planta (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MSTP) e massa do fruto (MFRU) dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	45
Tabela 9	– Desdobramento dos híbridos dentro de cada nível de irrigação para a variável massa seca do caule (MSC), Fortaleza, Ceará, 2019.....	46
Tabela 10	– Desdobramento dos híbridos dentro de cada nível de irrigação para a variável massa seca total da planta (MSTP), Fortaleza, Ceará, 2019....	47
Tabela 11	– Resumo da análise de variância para os dados de trocas gasosas dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019.....	53
Tabela 12	– Resumo da análise de variância dos teores de macrominerais e microminerais das folhas dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019...	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO GERAL	13
2.1	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Cultura do Melão	14
3.1.1	<i>Origem e importância econômica</i>	14
3.1.2	<i>Características morfológicas</i>	16
3.1.3	<i>Cultivares</i>	17
3.1.3.1	<i>Classificação botânica e comercial</i>	17
3.1.3.2	<i>Híbridos de meloeiro amarelo: Dali, Gladiol, Goldex e Natal</i>	17
3.1.4	<i>Exigências edafoclimáticas</i>	18
3.2	Manejo da irrigação	19
3.3	Respostas das plantas ao déficit hídrico	20
3.3.1	<i>Crescimento e desenvolvimento das plantas</i>	20
3.3.2	<i>Trocas Gasosas</i>	21
3.3.3	<i>Estado Nutricional</i>	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Localização e caracterização da área experimental	24
4.2	Estrutura física experimental	24
4.3	Tratamentos e delineamento experimental	26
4.4	Instalação e condução da cultura	26
4.5	Sistema de irrigação	28
4.6	Manejo da irrigação	31
4.7	Adubação e controle fitossanitário	32
4.8	Variáveis analisadas	32
4.8.1	<i>Análise de crescimento</i>	32
3.8.1.1	<i>Número de folhas (NF)</i>	32
3.8.1.2	<i>Comprimento do ramo principal (CRP)</i>	33
3.8.1.3	<i>Diâmetro do caule (DC)</i>	33
3.8.1.4	<i>Área foliar (AF)</i>	33
3.8.1.5	<i>Massa fresca e seca dos diversos órgãos da planta</i>	33

4.8.2	<i>Trocas gasosas foliares</i>	34
4.8.3	<i>Minerais nas folhas</i>	34
4.9	Análises estatísticas	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	Número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule	36
5.2	Área foliar e produção de biomassa	45
5.3	Trocas Gasosas	51
5.4	Minerais foliares	61
6	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

O meloeiro, planta de clima tropical, cultivada em diversas regiões do mundo, ocupou em 2019, uma área de 1,04 milhão de hectares no mundo, com produção de 27,5 milhões de toneladas. O destaque é a China, com produção de 13,4 milhões de toneladas (49% da produção mundial), seguida pela Turquia, Iran, Índia e Cazaquistão (FAO, 2020). No Brasil, o cultivo do meloeiro se desenvolve principalmente na região Nordeste, sendo os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí os principais produtores, apresentado um importante papel socioeconômico e geradora de emprego e renda.

Entretanto, por ser uma região semiárida, o Nordeste brasileiro apresenta ambientes com características bem distintas, com variação na disponibilidade de água no solo ao longo do ano, com déficits hídricos mais ou menos drásticos. Com isso, o uso da irrigação torna-se necessário para atender à demanda hídrica do meloeiro para um bom rendimento econômico.

O cultivo irrigado implica em uso de sistemas de irrigação com menores perdas de água, aliado ao desenvolvimento de materiais genéticos com maior eficiência no uso da água. No lado do manejo da irrigação, uma vez que no cultivo comercial do meloeiro já é utilizado um sistema de irrigação localizado, que evita grandes desperdícios na aplicação da água, a melhoria na eficiência do uso da água irá depender principalmente de entrega à planta somente a quantidade de água necessária para o seu pleno desenvolvimento. Pelo lado do manejo da planta, é fundamental o desenvolvimento de cultivares com maior eficiência do uso da água. Assim, é importante compreender os mecanismos e respostas que as plantas, sejam elas, morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas, apresentam frente à restrição hídrica e determinam sua adaptabilidade a essas condições, possibilitando o desenvolvimento de híbridos de melão que apresentem maior eficiência no uso da água.

2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, as trocas gasosas e o estado nutricional das plantas de diferentes híbridos do meloeiro amarelo cultivado sob restrição hídrica.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos da restrição hídrica sobre as número de folhas, diâmetro do caule, comprimento do ramo principal, massa seca das folhas, caule e raiz e massa dos frutos dos híbridos de melão amarelo;

Avaliar os efeitos da restrição hídrica na fotossíntese, condutância estomática e transpiração de híbridos de melão amarelo;

Avaliar mudanças nos teores de macro e micronutrientes dos híbridos de melão amarelo em função da restrição hídrica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do Melão

3.1.1 Origem e importância econômica

Membro da família *Cucurbitaceae*, que apresenta espécies como a melancia, abóboras e pepino, o melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça refrescante, fonte de vitaminas e fibras. Sua origem é controversa, com alguns pesquisadores citando a Índia e o Irã como centro de origem, enquanto outros acreditam que a África é o provável centro de origem (LANA; TAVARES, 2010).

O melão é cultivado em diferentes regiões do mundo, sendo uma das oleráceas mais populares, ocupando em 2019, uma área de 1,04 milhão de hectares, com produção de 27,5 milhões de toneladas, que correspondeu a uma produtividade média de 26,45 t ha⁻¹. A Ásia é responsável por 73,7% dessa produção, seguido pela América (13,1%), Europa (6,9%), África (5,5%) e Oceania (0,8%). Entre os principais países produtores dessa cucurbitácea, a China ocupa a posição de destaque, com produção de 12,7 milhões de toneladas (47% da produção mundial), seguida pela Turquia, Iran, Índia e Cazaquistão (Tabela 1). O Brasil ocupa a 12^a posição no ranking mundial de produção de melões (FAO, 2020).

Tabela 1 – Produção mundial de melão no ano 2019.

Localização	Produção (toneladas)	Área colhida (ha)	Produtividade (kg/ha)
Mundo	27.501.360	1.039.691	26.451
Países			
China	13.489.373	379.788	35.518
Turquia	1.777.059	79.250	22.423
Índia	1.266.000	57.000	22.211
Cazaquistão	1.041.153	45.747	22.759
Iran	854.090	40.529	21.074
Brasil	587.692	22.127	26.560

Fonte: FAO (2020).

A produção do melão no Brasil no ano 2019 foi de 587.692 toneladas de frutos, em uma área colhida de 22.127 hectares. A região Nordeste foi responsável por mais de 95% da produção total do país, com uma área cultivada com melão de 19.969 ha e uma produção de 563.378 toneladas (Tabela 2), destaque para os estados do Rio Grande do Norte, que responde por 61% da produção nacional, seguido pelo Ceará com 12%, a Bahia com 10%, Pernambuco com 8% e Piauí com 4% (IBGE, 2020).

Tabela 2 – Produção nacional de melão no ano 2019.

Localização	Produção (toneladas)	Área colhida (ha)	Produtividade (kg/ha)
Brasil	587.692	22.127	26.560
Região			
Norte	1.141	56	20.375
Nordeste	563.378	19.969	28.213
Sudeste	175	11	15.909
Sul	20.870	1.898	10.996
Centro-Oeste	2.128	193	11.026
Estados			
Rio Grande do Norte	356.705	12.680	28.131
Ceará	68.866	2.520	22.575
Bahia	56.888	2.898	20.055
Pernambuco	54.481	1.809	30.117
Piauí	23.648	779	30.357

Fonte: IBGE (2020).

Boa parte da produção nacional é destinada à exportação devido à alta qualidade dos frutos. Segundo Celin et al. (2014) o Polo Jaguaribe-Açu (Ceará e Rio Grande do Norte) e o Vale do São Francisco (Bahia e Pernambuco) são responsáveis por pelo menos 97% das exportações brasileiras, na última década.

O Brasil vem aumentando o volume de exportação de frutas frescas (incluindo nozes e castanhas), saltando de 771 mil toneladas em 2014 para mais de 997 mil toneladas em 2019, ultrapassando o montante de um bilhão de dólares (MAPA, 2020). O melão tem sido a

fruta fresca com maior volume de exportação e a segunda em geração de divisas. A exportação de melão pelo País, no ano de 2019, superou os valores de 160 milhões de dólares. Dessa quantia, o Estado do Rio Grande do Norte responde por mais de 73%, seguido do Ceará, que detém um pouco menos dos 26% restantes (MAPA, 2020).

Grande parte das vendas de melão continua ocorrendo com os mercados mais tradicionais, como Espanha, Holanda e Reino Unido. No entanto, há grande potencial de consumo no mercado chinês, que tem sido cogitado como novo comprador. A Espanha é a maior fornecedora da fruta à União Europeia. Quando esse país está em entressafra, o Brasil torna-se o maior ofertante ao bloco (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2019).

3.1.2 Características morfológicas

O meloeiro é uma planta herbácea, com caule de crescimento rasteiro ou prostrado, com um número de hastes ou ramificações variável, as quais podem atingir até 3 metros, dependendo da cultivar. Suas folhas possuem uma coloração verde, tamanho variável, alternadas, simples, ásperas, providas de pelos, limbo orbicular, reniforme, pentalobadas, com as margens denteadas. O sistema radicular é ramificado, vigoroso e pouco profundo, concentrando-se até 30 cm abaixo da superfície do solo (OLIVEIRA et al., 2017; CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

Segundo Oliveira et al. (2017), o fruto do meloeiro é uma baga carnuda (pepônio) com características variadas de sabor (doce, picante, insípido), forma (redondo, oval, oblongo, comprido), comprimento, peso (0,6 kg a 2,5 kg), coloração da casca (creme, cinza, verde, amarelo, alaranjado e preto), textura da casca (lisa, verrugosa, rendilhada), intensidade do rendilhamento (intensa e saliente ou fina e superficial), linhas de sutura na casca (presença ou ausência), tipo de polpa (crocante e dissolvente), coloração da polpa (salmão ou alaranjada, clara, esverdeada) e aroma da polpa (inodoro, até intensamente almiscarado). Um único fruto pode conter de 200 a 600 sementes, sendo que cada grama contém de 20 a 50 sementes.

O ciclo de desenvolvimento da cultura pode variar de 60 a 80 dias, com a floração iniciando por volta de 30 dias. A maturação dos frutos pode ocorrer na sexta ou sétima semana após a polinização das flores, quando as condições de cultivo forem favoráveis (CAMPELO, 2017; COSTA et al., 2000).

3.1.3 Cultivares

3.1.3.1 Classificação botânica e comercial

Botanicamente os melões cultivados pertencem a dois grupos: *Cucumis melo var. inodorus*, Naud (inodoros) e *Cucumis melo var. cantaloupensis*, Naud. (aromáticos). Os melões do grupo inodoros apresentam frutos com casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde-escura. Já os melões do grupo aromáticos apresentam frutos esféricos, ligeiramente achatados, com polpa de espessura e cor variável (OLIVEIRA et al., 2017).

Comercialmente os melões são classificados por “tipos”. Cada tipo deve ser entendido como um grupo de cultivares com características semelhantes, facilmente identificadas e diferenciadas das demais pelo aspecto da casca, cor, presença ou ausência de suturas quando maduro, cicatrizes, reticulação ou rendilhamento, formato do fruto e cor da polpa. Para o mercado nacional, essa classificação compreende seis tipos comerciais: Amarelo, Pele de sapo, Honey Dew, Cantaloupe, Gália e Charentais (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

Os melões amarelos são os mais cultivados, seguidos pelos dos tipos cantaloupe e o pele de sapo. Existem diversos híbridos e cultivares disponíveis no mercado brasileiro, mas entre os do tipo amarelo se destacam entre os mais cultivados, o ‘Goldex’, o ‘Natal’ e o ‘Veredinha’, embora outros híbridos como AF 4945, Durasol, Gold Mine, Gladial, Hibrix, Iracema, Mandacaru, Raysol, Soleares, Tikal, Tropical (10/00) também sejam cultivados por alguns produtores (COSTA, 2017; CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

3.1.3.2 Híbridos de meloeiro amarelo: Dali, Gladial, Goldex e Natal

O híbrido Dalí pertencente a empresa Sakata, apresenta frutos de formato arredondado e levemente alongados, textura da polpa firme e de coloração branca, e peso médio de 1,8 a 2,5 kg. O início da colheita nas condições do Nordeste brasileiro se dá entre 65 e 73 dias. Apresenta ainda moderada resistência ao oídio (raças 1 e 2). O híbrido Gladial, desenvolvido pela Rijk Zwaan, apresenta frutos com formato ovalado, polpa de coloração branca, peso médio de 1,5 a 2,5 kg, teor de sólidos solúveis entre 13 - 15° Brix, com ciclo médio em torno dos 68 a 70 dias, considerado excelente para mercado interno e externo.

Possui alta resistência ao Fusarium (raças 0 e 2) e resistência intermediária ao oídio (raças 1, 2 e 5). O híbrido Goldex, pertencente às empresas Agristar/Topseed, apresenta plantas vigorosas, frutos com polpa branca com pequena cavidade interna e casca levemente rugosa com cor amarelo-claro, peso médio de 1,5 a 2,5 kg, alto teor de sólidos solúveis (13 a 16° Brix), ideal para exportação. O início da colheita nas condições do Nordeste brasileiro se dá em torno de 70 dias. Apresenta resistência ao Fusarium (raças 0 e 2) e oídio (raças 1 e 2). Por fim, o híbrido Natal foi concebido pela empresa Rijk Zwaan, seus frutos possuem formato ovalado, a casca lisa, textura da polpa firme e de coloração branca, peso média variando de 1,6 a 2,0 kg, com ciclo médio entre 68 a 70 dias e alta resistência ao Fusarium (raças 0 e 2) e resistência intermediária ao oídio (raças 1 e 2) (AGROSTAR/TOPSEED, 2019; RIJK ZWAAN, 2019; SAKATA, 2020; COSTA, 2017).

3.1.4 Exigências edafoclimáticas

Semelhante às demais cucurbitáceas o meloeiro é uma espécie tropical e encontra em regiões de clima quente condições favoráveis ao pleno desenvolvimento, não suportando condições adversas como geada e granizo. Os fatores climáticos, como a temperatura, a luminosidade e a umidade relativa afetam diretamente o crescimento e a produção da cultura (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

A temperatura afeta a cultura do melão da germinação à colheita, sendo a faixa de desenvolvimento ideal entre 25 e 35 °C. Temperaturas elevadas (acima de 35 °C) estimulam a formação de flores masculinas (COSTA; ANDREOTTI, 2001), prejudicam a polinização das flores, provocam queda das flores e frutos novos (FONTES; PUIATTI, 2005), além de provocar queimaduras nos frutos, afetando negativamente a qualidade do fruto (MAROTO, 1995) e comprometendo o rendimento da cultura. Já as baixas temperaturas (abaixo de 12°C) paralisam o crescimento da planta (CRISOSTÓMO et al., 2002).

A intensidade luminosa e a variação do fotoperíodo são fatores decisivos a serem considerados para cultivo do meloeiro, visto que a redução da intensidade luminosa ou o encurtamento do período de iluminação têm influência negativa no processo fotossintético da planta, acarretando menor incorporação de carbono e área foliar (COSTA, 2017). A umidade relativa do ar, de forma geral, tem sua faixa ótima para o cultivo do melão entre 65 e 75%. Em condições de elevada umidade do ar ocorre a formação de frutos pequenos e de má

qualidade (baixos teores de açúcares), além de propiciar a disseminação de doenças fúngicas, que causam queda de folhas na cultura (OLIVEIRA et al., 2017).

Embora possa ser cultivado em diferentes tipos de solo, os mais indicados para a cultura do melão são aqueles de textura franco-arenosa à areno-argilosa, leves, soltos, profundos, bem-drenados e com pH variando de 6,4 a 7,2 (FILGUEIRA, 2000). O meloeiro é bastante exigente no que diz respeito a nutrientes (SOUSA et al., 2011).

Levando-se em consideração tanto a posição geográfica estratégica como as condições climáticas ideais (temperatura elevada, alta luminosidade e baixa umidade do ar) para o desenvolvimento do meloeiro, associadas à presença de solos que permitem a exploração dessa cucurbitácea e o uso de modernas tecnologias como irrigação, a região Nordeste destaca-se como a grande produtora desse fruto no Brasil (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013; FERNANDES, 2012).

3.2 Manejo da irrigação

A região semiárida do Nordeste brasileiro tem como característica a ocorrência de déficits hídricos praticamente ao longo de todo ano, devido à irregularidade das precipitações pluviais, que resulta em redução das produções agrícolas na região, evidenciando a importância a ser dada para a adoção da prática da irrigação, no intuito de uma menor dependência das condições climáticas adversas às culturas e aumentando as chances de obter uma colheita mais rentável (FERNANDES, 2010). Assim, o uso da irrigação torna-se de grande importância para a produção de alimentos, geração de empregos e renda e promoção do desenvolvimento sustentável da região (LUNA et al., 2013; FERNANDES et al., 2018).

Segundo Azevedo et al., (2016), quantificar a lâmina d'água é um parâmetro fundamental quando se utiliza irrigação, uma vez que a produção da cultura pode ser prejudicada por déficit ou excesso hídrico. Em condições de restrição hídrica o meloeiro apresenta redução no número, no tamanho e peso, sólidos solúveis dos frutos, além de diminuição da produtividade comercial (CAVALCANTI et al., 2015; MANI, 2014; PIRES et al., 2013; BAHADUR et al., 2011). Já condições de excesso de água o meloeiro reduz o tamanho, peso fresco e sólidos solúveis dos frutos, além de favorecer a perda de água e nutrientes do solo além da zona radicular aumentando os custos de produção (SUASSUNA et al., 2011; PIRES et al., 2013; FIGUEIRÊDO et al., 2014; CAVALCANTI et al., 2015).

3.3 Respostas das plantas ao déficit hídrico

3.3.1 Crescimento e desenvolvimento das plantas

Segundo Taiz e Zeiger (2017), a redução da área foliar é uma das principais respostas fisiológicas das plantas ao estresse hídrico. Os autores relatam que plantas quando submetidas a restrição hídrica tem o tamanho e o número de folhas reduzido, além do comprimento dos ramos, como consequente diminuição das taxas de crescimento. Os mesmos ainda relatam ainda que, o crescimento do caule é afetado pelo estresse hídrico.

Embora o déficit hídrico comprometa todo o crescimento da planta, reduzindo o crescimento da parte aérea da planta, o comprometimento é menor no crescimento das raízes, na tentativa de explorar um maior volume de solo e de alcançar água em maiores profundidades (SANTOS et al., 2012). Para Silva (2015), as plantas quando submetidas a condições de deficiência hídrica, apresentam mudanças nos padrões de alocação de biomassa seca, muitas vezes acarretando incrementos na relação raiz parte aérea⁻¹, o que é atribuído à grande alocação de carbono às raízes.

Morfologicamente, essa diminuição do crescimento está associada com redução da expansão celular, devido a diminuição do alongamento celular, causado pelo decréscimo na turgescência das células (ÁVILA et al., 2007). Para Albuquerque et al. (2013), uma forma que as plantas tem de elevar a tolerância à seca é o acúmulo de solutos osmoticamente ativos, de modo que os processos de turgescência e aqueles que são dependentes dessa pressão possam ser mantidos, mesmo durante as condições estressantes, possibilitando a absorção de água, a expansão celular e, conseqüentemente, o crescimento das plantas, mesmo durante o estresse hídrico. Tais mecanismos, associados à abertura parcial dos estômatos, permitem a assimilação de CO₂ até mesmo em baixos potenciais de água (ALVES; SETTER, 2004).

O meloeiro é uma cultura sensível ao estresse hídrico e apresenta necessidades hídricas variáveis ao longo do seu ciclo. Em estudo com meloeiro Juazeiro e Mandacaru submetidos às lâminas de irrigação, Melo et al. (2017), observaram que o efeito da deficiência hídrica causou redução número de folhas, comprimento e diâmetro do ramo principal e da área foliar do meloeiro, comprometendo o crescimento do meloeiro.

Segundo Cavalcanti et al. (2015), os aspectos morfológicos do meloeiro são afetados ao aplicar lâminas de água que apresentam baixa disponibilidade hídrica ao solo.

Outros autores Viera et al. (2019); Pereira Filho et al. (2015); Ferraz et al. (2011) e Tomaz et al. (2008), estudando meloeiro, encontraram redução no teor de matéria seca das folhas e ramos ocasionados pelo estresse hídrico.

Ferraz et al. (2011) relata que o incremento no volume das lâminas de irrigação proporciona resposta significativa aos atributos morfofisiológicos, no rendimento e na qualidade de frutos, no entanto este incremento incide em diminuição significativa na eficiência no uso da água (EUA).

3.3.2 Trocas Gasosas

A variação na disponibilidade hídrica compromete a maioria das culturas, prejudicando os processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos, resultando na inibição do crescimento, conseqüentemente, em produção instável, perdas de rendimento e baixa na qualidade dos produtos colhidos (SILVA et al., 2012).

Ao longo do tempo as plantas desenvolveram estratégias para manter o crescimento sob baixa disponibilidade hídrica (CONFORTO, 2008). A sensibilidade ou tolerância das culturas ao déficit hídrico vai depender da intensidade e duração, tal como o estágio em que ele ocorre o estresse. Segundo Santos e Charlesso (1998), as respostas das plantas ao serem expostas ao déficit hídrico são muito complexas, resultado de ajustes fisiológicos, bioquímicos, metabólicos e moleculares, tanto a nível celular, como em órgãos e, até mesmo, em plantas inteiras, com o objeto de sobreviver a essas condições de estresse.

Fisiologicamente as plantas fecham os estômatos como uma resposta instantânea ao déficit hídrico, a fim de reduzir a perda de água por transpiração. Vale salientar, antes mesmo que qualquer mudança no conteúdo de água na folha venha a ser detectado, os estômatos reduzem sua condutância ao vapor de água em resposta ao estresse, o que reflete a eficiência do efetivo controle estomático sob o déficit hídrico, proporcionando uma maior eficiência no uso de água, ocasionando uma menor perda de água por unidade de carbono assimilado (GONZAVELES et al., 2008; FLEXAS; MEDRANO, 2002; CHAVES et al., 2003). Em contrapartida, essas limitações estomáticas acarretam a uma redução nas taxas fotossintéticas, inibindo o fluxo de CO₂ e a absorção de nutrientes pelas raízes.

Sob condições de escassez hídrica, as variáveis de trocas gasosas foliares (condutância estomática, transpiração e fotossíntese) podem apresentar alterações de forma distinta, de acordo com a espécie, tanto por limitações difusivas, restringindo a

disponibilidade de dióxido de carbono para assimilação, quanto por limitações metabólicas, pelo aumento do efeito fotoinibitório (GLAZ; MORRIS; DAROUB, 2004).

Em estudos com genótipo de melão SC-15 submetidas à estresse hídrico, Ansari et al. (2019), observaram que o efeito da deficiência hídrica causou redução da taxa fotossintética líquida, condutância estomática e taxa de transpiração.

Ao estudar trocas gasosas do melão Imperial 45 sobre diferentes frequências de irrigação, Pereira Filho et al., (2015) observaram que as menores frequências de irrigação promoveram os menores valores dos parâmetros de fotossíntese, condutância estomática e transpiração avaliados no meloeiro. Os mesmos, afirmam influência desvantajosa da falta de água no funcionamento do aparato fotossintético da planta.

Por fim, Suassuna et al. (2011) constataram que em condições de déficit hídrico o meloeiro reduziu sua capacidade fotossintética.

3.3.3 Estado Nutricional

O melão é uma das cucurbitáceas que apresenta maior exigência nutricional e destaca-se por exportar grandes quantidades dos nutrientes acumulados ao longo do ciclo e as maiores exigências nutricionais da cultura referem-se ao potássio (K), em seguida cálcio (Ca), nitrogênio (N), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre (S). Já os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu) são exigidos em menores quantidades (MENDES et al., 2010). Entretanto, a deficiência seja de macronutriente ou micronutriente, pode causar efeitos nos processos metabólicos e produtivos, um exemplo é a deficiência de N, provocando redução na produtividade do melão Goldex (SOARES et al., 2013).

As curvas de acúmulo de nutrientes permitem conhecer a quantidade dos nutrientes absorvidos durante o ciclo da cultura e sua relação com as diferentes fases fenológicas, com isso subsidiar estratégias de definição das quantidades, quanto para prever as quantidades mínimas que devem ser devolvidas ao solo, em concordância com a absorção e as épocas de maior exigência da planta por cada elemento (SOUSA et al., 2017; PINHO et al., 2009). Entretanto, vale ressaltar, que a quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas, dependem tanto dos fatores intrínsecos (como cultivar, variedade e idade) e extrínsecos (fertilidade do solo, adubação, temperatura, umidade do solo e qualidade de água de irrigação) da espécie (FAQUIN; ANDRADE, 2004).

A umidade do solo é um dos principais fatores que interfere na absorção dos nutrientes pela planta. Segundo Villar (2007) não se pode falar em disponibilidade de qualquer elemento em condições de solo seco, a água do solo é necessária para que os elementos contidos na matéria orgânica e fornecidas através da adubação mineral passem para a solução do solo.

Para Valicheski et al. (2011) a restrição do conteúdo de água no solo pode ocasionar o decréscimo na condutividade hidráulica, reduzindo a capacidade de absorção de água por parte dos vegetais e como consequência o transporte de nutriente que é feito por fluxo de massa no solo até a zona de efetiva atividade radicular é reduzido. O mesmo acontece com o processo de difusão, o qual depende de umidade do solo e da superfície radicular (GAHOONIA et al. 1994).

A necessidade do meio líquido para que a absorção de nutrientes pelas raízes possa ocorrer, quando há déficit hídrico, a aquisição de nutrientes é um dos aspectos mais severamente prejudicados, ao passo que as deficiências nutricionais podem, ao menos parcialmente, serem interpretadas como mais uma evidência direta das implicações da insuficiência de água aos vegetais (SANTOS et al., 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida entre outubro e dezembro de 2019, na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, Brasil, com coordenadas geográficas: 03°45' de latitude Sul, 38°33' de longitude oeste e altitude média de aproximadamente 19 m.

Os dados climáticos médios do período do experimento fora da casa de vegetação foram: temperaturas máxima e mínima médias de 32,5 °C e 25,0 °C, temperatura média de 27,9 °C, umidade relativa média de 66,8% e precipitação total no período de 74,4 mm (INMET, 2020).

4.2 Estrutura física experimental

A casa de vegetação onde o experimento foi conduzido possuía cobertura do tipo arco com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,15 mm de espessura, laterais constituídas de tela metálica e frente com tela antiofídio, com orientação Leste-Oeste (3,4 m de altura na parte central e 2,4 m de pé direito, 6,5 m de largura e 14,8 m de comprimento) (Figura 1).

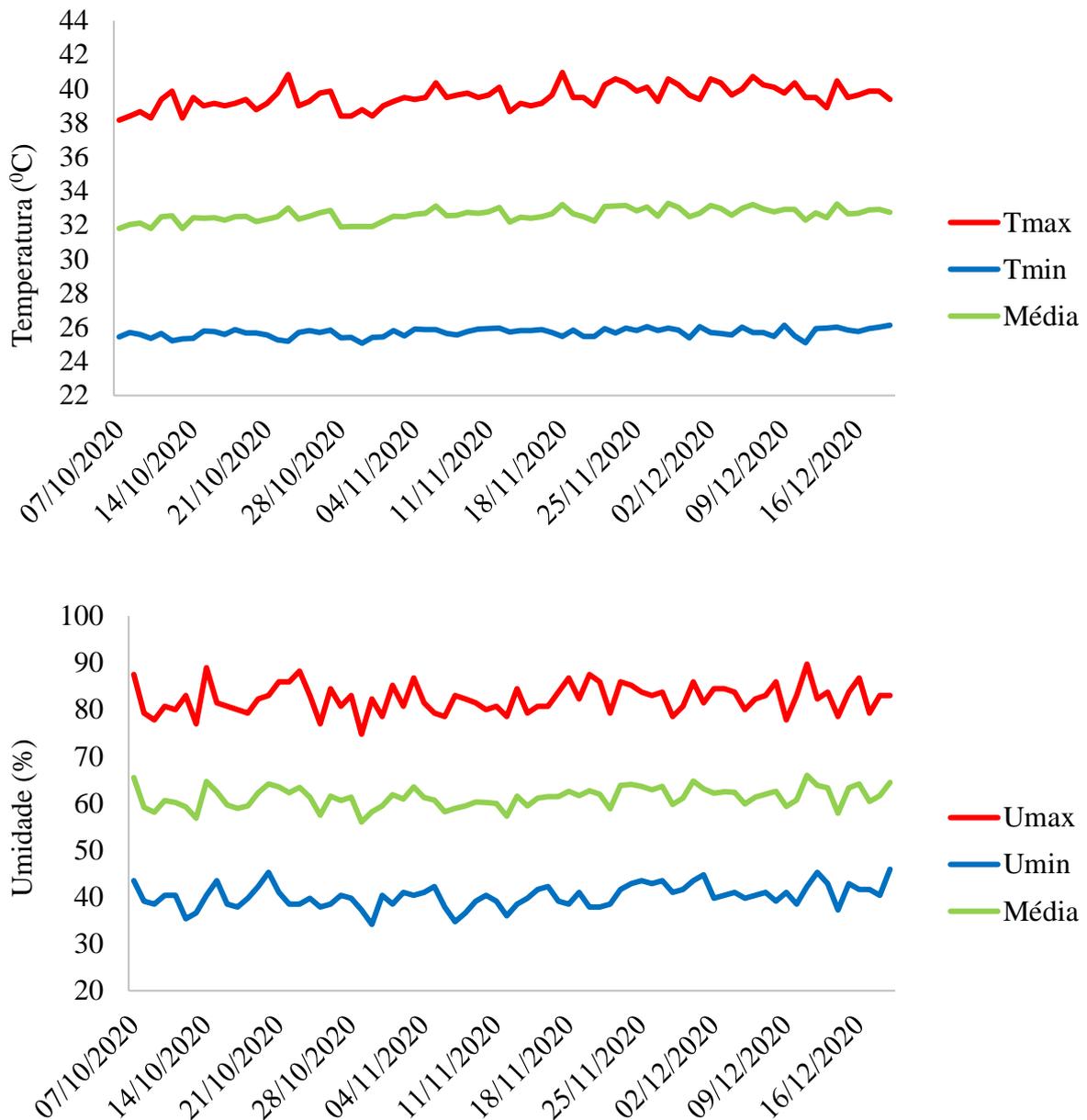
Figura 1 – Casa de vegetação, do tipo arco, utilizada para a condução do experimento, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019



Fonte: Foto do Autor.

Durante a condução do experimento as condições meteorológicas foram monitoradas dentro da casa de vegetação por um data-logger da marca Instrutherm, modelo HT-500, com os dados de temperatura e umidade relativa do ar coletados a cada 30 minutos. Os dados climáticos coletados dentro da casa de vegetação durante o experimento são apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Variações diárias da temperatura e da umidade relativa do ar durante o período experimental (07/10/2019 a 19/12/2019) no interior da casa de vegetação. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019



4.3 Tratamentos e delineamento experimental

No experimento foram avaliados quatro híbridos de melão amarelo e quatro lâminas de irrigação. Foram utilizadas sementes de quatro híbridos de melão tipo amarelo (*Cucumis melo* L.): Dali, Gladial, Goldex e Natal. As sementes foram obtidas no comércio especializado em insumos agrícolas com representantes das empresas proprietárias dos híbridos. Esses híbridos foram escolhidos por serem atualmente os principais cultivares utilizados no cultivo do melão amarelo pelos produtores do polo agrícola de Mossoró. Os níveis de lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), onde os quatro tratamentos foram correspondentes aos níveis de irrigação de: 40, 60, 80 e 100% da ET_c (mm dia⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial 4x4 (4 híbridos e 4 lâminas de irrigação), com quatro repetições, totalizando 16 tratamentos e 64 parcelas experimentais, constituída por uma planta por vaso.

4.4 Instalação e condução da cultura

Inicialmente, antes da deposição do substrato para o cultivo das plantas, a extremidade inferior dos vasos, que apresentava perfurações para promover a remoção dos eventuais excessos de água, foi revestida por uma manta do tipo Bidim, para evitar possíveis perdas de solo.

Na sequência, os vasos começaram a ser preenchidos até apresentarem o peso de 12 kg de substrato. O substrato utilizado foi uma mistura de solo de textura arenosa (Neossolo Quartzarênico), oriundo do Campo Experimental da Embrapa no município de Pacajus – CE e turfa na proporção de 5:1, respectivamente. As características químicas e granulométricas do solo estão descritas na Tabela 3. Já na Tabela 4 são apresentadas as características da turfa utilizada na composição do substrato, de acordo com as informações do fabricante.

Tabela 3 – Valores da análise física e química do solo utilizado no substrato. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019

Características Físicas		Profundidade (cm)												
		0 a 20												
Areia grossa (g kg ⁻¹)		355												
Areia fina (g kg ⁻¹)		588												
Silte (g kg ⁻¹)		50												
Argila (g kg ⁻¹)		37												
Classe Textural		Areia												
Massa específica do solo (g cm ³)		1,76												
Características Químicas														
mg dm ⁻³		g kg ⁻¹		mmolc dm ⁻³								%		
P	MO	pH	H ₂ O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+	Al	Al ⁺³	SB	CTC	V	M
9,4	6,2	5,5		1,2	11	5	0	21,8	0,4	18	39	45	2	

Fonte: Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal do Ceará e Laboratório de Solos – Embrapa Agroindústria Tropical.

MO= matéria orgânica; V%= Saturação por bases – ((SB/CTC)*100); CTC = Capacidade de troca de cátions – [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺+ Na⁺+K⁺); m = índice de saturação por alumínio (Al³⁺ / (SB + Al³⁺)) * 100;.

Tabela 4 – Características da turfa informadas pelo fabricante utilizada no substrato. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019

Características	
Condutividade Elétrica (m ³ /cm)	0,7 +/- 0,3
Densidade em base seca (kg/m ³)	280
pH	5,8 +/- 0,5
Umidade Máxima (%)	55
Capacidade de Retenção de água (%)	80
Matéria Prima	Turfa e Calcário Calcítico aditivado com N (0,04%), P ₂ O ₅ (0,04%) e K ₂ O (0,05%)

Fonte: Turfa Fértil ®

Após os vasos serem preenchidos com o substrato foi efetuada uma irrigação visando elevar a umidade do solo até a capacidade de campo, a fim de possibilitar um bom índice de germinação das sementes. Em seguida, foi efetuado o plantio com as sementes dos quatro híbridos, sendo estas semeadas diretamente no vaso, em covas pequenas com profundidade de 4 cm, com duas sementes por cova (Figura 3). Nesse mesmo dia foram plantadas algumas sementes em bandejas de polietileno com 128 células com substrato em turfa, para transferência para os vasos no caso de não haver germinação das sementes nos vasos.

A germinação deu-se a partir do 5º dia após o plantio (DAP), e no 15º DAP procedeu-se o desbaste deixando uma planta por vaso. O início dos tratamentos ocorreu no 20º DAP, com a diferenciação dos tratamentos hídricos.

Figura 3 – Semeadura das sementes de melão. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019



Foto: Autor, 2019

4.5 Sistema de irrigação

A água utilizada para irrigação era do tipo C2S1 (Tabela 5), proveniente de um poço freático, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, armazenada em um reservatório de capacidade de 1.000 L, e deste bombeada para os vasos de cultivo.

Tabela 5 – Análise da qualidade da água para irrigação do meloeiro. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019

Características Químicas										
dSm ⁻¹			mmol _c dm ⁻³					Resultado		
pH H ₂ O	CE	RAS	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	C2	S1	
6,8	0,45	1,97	0,2	0,4	1,2	2,5	4,6	média salinidade	baixo conteúdo de sódio	

Fonte: Laboratório de solos e águas da Universidade Federal do Ceará (UFC)

MO= matéria orgânica; PST=Porcentagem de sódio trocável; V%= Saturação por bases – $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} / CTC) \times 100$; CTC = Capacidade de troca de cátions – $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} + (H^{+} + Al^{3+})]$; SB = Soma de bases $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+})$.

O sistema de irrigação foi do tipo gotejamento, composto pelos seguintes equipamentos: motobomba Dancor 1/3 cv; cabeçal de controle, com filtro de disco, manômetro, registros, válvulas solenoides e controlador de irrigação; sistema de injeção de fertilizantes operado por meio de pressão negativa; a linha principal e laterais constituídas por tubo de polietileno com DN de 16 mm; os gotejadores autocompensantes, com vazão de 2,0 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 1 kgf cm⁻² (Figura 4).

Após a instalação do sistema de irrigação, conforme demonstrado na Figura 5, os gotejadores foram avaliados, sob condições normais de operação, registrando todas as vazões, por meio do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição - CUD (Equação 01). Na ocasião, o sistema de irrigação apresentou um coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) de aproximadamente 90%.

$$CUD = \left(\frac{q_{25\%}}{\bar{q}} \right) \cdot 100 \quad (01)$$

Em que:

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição de água - CUD (%);

\bar{q} - média das vazões coletadas nos gotejadores (L h⁻¹);

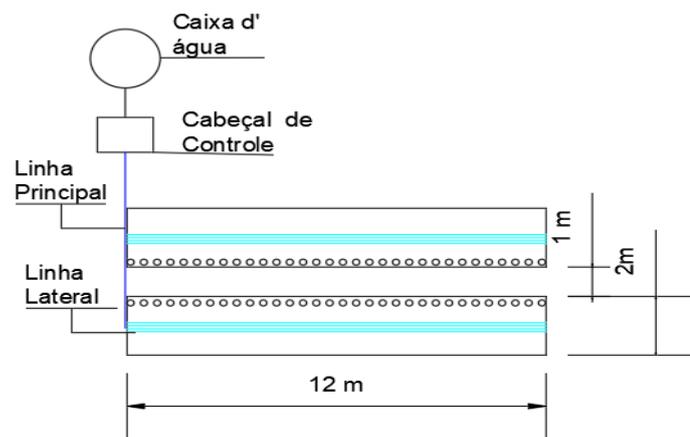
$q_{25\%}$ = Média de 25% dos menores valores de vazões observadas (L h⁻¹).

Figura 4 – Vista do cabeçal de controle, controlador de irrigação e sistema de irrigação instalado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019



Foto: Autor, 2019

Figura 5 – Croqui do sistema de irrigação utilizado no experimento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019



Fonte: Autor, 2019

4.6 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base na reposição da evapotranspiração diária da cultura (ETc), obtido de forma direta com base no balanço hídrico diário dos vasos, conforme Equação 1.

$$ETc = \frac{I - D}{Av} \quad (02)$$

Em que:

ETc - evapotranspiração da cultura, mm;

I - Volume de água aplicado, L;

D - Volume de água drenada, L; e,

Av - Área do vaso, m².

O tempo de irrigação adotado foi quantificado conforme a Equação 2.

$$Ti = \frac{ETc * Av * Ci}{q_g * CUD} \quad (03)$$

Em que:

Ti - tempo de irrigação, h;

ETc - evapotranspiração da cultura, mm;

Av - Área do vaso, m²;

Ci - coeficiente de ajuste da irrigação (0,4; 0,6; 0,8 e 1,0)

q_g - vazão do gotejador, L·h⁻¹; e,

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição de água.

A diferenciação dos tratamentos teve início no 20º DAP, sendo as respectivas lâminas totais aplicadas apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Níveis de irrigação (ETc) e lâmina total de irrigação (Li) correspondente a cada tratamento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2019

Tratamento	ETc (%)	Li total (mm)
L ₄₀	40	100
L ₆₀	60	141
L ₈₀	80	182
L ₁₀₀	100	223

4.7 Adubação e controle fitossanitário

Durante todo o período experimental, a adubação foi realizada via fertirrigação, em dias alternados, com solução nutritiva composta de nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), nitrato de potássio (KNO_3), fosfato monoamônico purificado ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), sulfato de magnésio (MgSO_4) e cloreto de potássio (KCl), micronutrientes e ferro (SOUSA *et al.*, 2005).

As concentrações da solução nutritiva aplicada variaram de acordo com a fase fenológica das plantas. No florescimento e frutificação a necessidade de nutrientes para dar início à reprodução e ao enchimento dos frutos, respectivamente, foi maior do que a necessidade das plantas no estágio vegetativo (CARRIJO *et al.*, 2004).

O controle de pragas foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, sendo realizadas aplicações de inseticidas para efetuar o controle de pulgão, lagarta e mosca branca.

4.8 Variáveis analisadas

4.8.1 Análise de crescimento

4.8.1.1 Número de folhas (NF)

O número de folhas foi obtido pela contagem manual e direta a partir da folha nº 1, baseando-se pelo ápice, sendo considerada a folha nº 1 aquela que antecede a emissão da folha mais nova. As avaliações foram realizadas semanalmente aos 24, 30, 37, 45, 52, 59, 66 e 72 dias após o plantio – DAP

4.8.1.2 Comprimento do ramo principal (CRP)

Com o auxílio de um trena métrica em centímetros, foram mensuradas o comprimento do ramo principal das plantas, sendo considerada a distância vertical entre a base da planta até a gema apical do ramo principal. As avaliações foram realizadas semanalmente aos 24, 30, 37, 45, 52, 59, 66 e 72 dias após o plantio - DAP.

4.8.1.3 Diâmetro do caule (DC)

Com o auxílio de um paquímetro digital, foi mensurado o diâmetro do caule das plantas, a uma altura de aproximadamente 5 cm da superfície do solo, expresso em mm. As avaliações foram realizadas semanalmente aos 24, 30, 37, 45, 52, 59, 66 e 72 dias após o plantio – DAP

4.8.1.4 Área foliar (AF)

Para a determinação da área foliar foi utilizado um integrador de área (LI - 3100, Li - Cor, Inc. Lincoln, NE, USA). Para tanto, as folhas foram destacadas do caule e passadas individualmente no aparelho, expresso em centímetro quadrados por planta. A avaliação foi realizada aos 72 dias após o plantio – DAP.

4.8.1.5 Massa fresca e seca dos diversos órgãos da planta

Para obtenção da massa fresca dos órgãos e massa fresca total, a planta foi coletada inteira, em seguida separada em caule, folha, fruto e raiz, pesadas em balança de precisão e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados.

Na sequência, as diferentes partes das plantas foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica para determinação da massa seca por partição e total, e os valores foram expressos em gramas por planta.

4.8.2 Trocas gasosas foliares

Foram realizadas medições da condutância estomática (gs), transpiração (E) e fotossíntese líquida (A) em folhas totalmente desenvolvidas, que não apresentavam sinais de deficiência de nutrientes minerais ou ataque de insetos, aos 24, 30, 37, 45, 52, 59, 66 e 72 dias após o plantio - DAP, utilizando-se analisador de gases no infravermelho portátil - IRGA (LCi, ADC, Hoddesdon, UK). As medições foram realizadas sempre no período da manhã, entre 8:00 e 11:00 h, preservando as condições de temperatura e de umidade relativa do ar incidentes no interior da casa de vegetação. A radiação fotossinteticamente ativa utilizada nas medições foi constante e de $1.500 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo fornecida através de uma fonte de luz artificial, acoplada ao IRGA.

4.8.3 Minerais nas folhas

Para a avaliação do estado nutricional das plantas de meloeiro foram determinados os teores foliares dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) e dos micronutrientes ferros (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). Para tanto, foram coletadas amostras de folhas maduras do ramo primário, as quais foram secas em estufa e em seguida trituradas em moinho analítico (Moinho Analítico IKA A11).

A análise de nitrogênio foi realizada conforme o método de Kjeldahl (1883), extraído por digestão com ácido sulfúrico e catalisadores e determinado por destilação microkjeldahl.

Os demais minerais (K, P, Ca, Mg, Na, S, Fe, Zn, Mn e Cu) foram determinados por espectrômetro de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente (Agilent, ICP-OES 5100), a partir do extrato proveniente da digestão nitroperclórica. As análises foram executadas nas dependências dos laboratórios da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará.

4.9 Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 1 e 5% de probabilidade. Para as variáveis qualitativas (Híbridos) que apresentaram diferença significativa, realizou-se a comparação das médias obtidas pelo teste de Tukey e as

variáveis quantitativas (níveis de irrigação) foram analisadas por meio da análise de regressão. As análises foram realizadas utilizando o programa SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule

O número de folhas (NF) foi alterado significativamente para os híbridos aos 24 e 30 DAP. Já para os tratamentos hídricos, houve significância em todas as datas amostradas (Tabela 7). Em relação à comprimento do ramo principal (CRP), houve significância entre os híbridos aos 24, 30, 37 e 45 DAP, enquanto para os tratamentos hídricos apenas aos 24 DAP não houve significância (Tabela 7). Os híbridos influenciaram significativamente o diâmetro do caule (DC) apenas aos 24 e 37 DAP e os níveis de deficiência hídrica influenciaram significativamente essa variável aos 24, 30, 37, 52 e 59 DAP (Tabela 7). Por fim, não houve interação significativa entre os fatores sobre o NF, CRP e DC, nas diferentes avaliações.

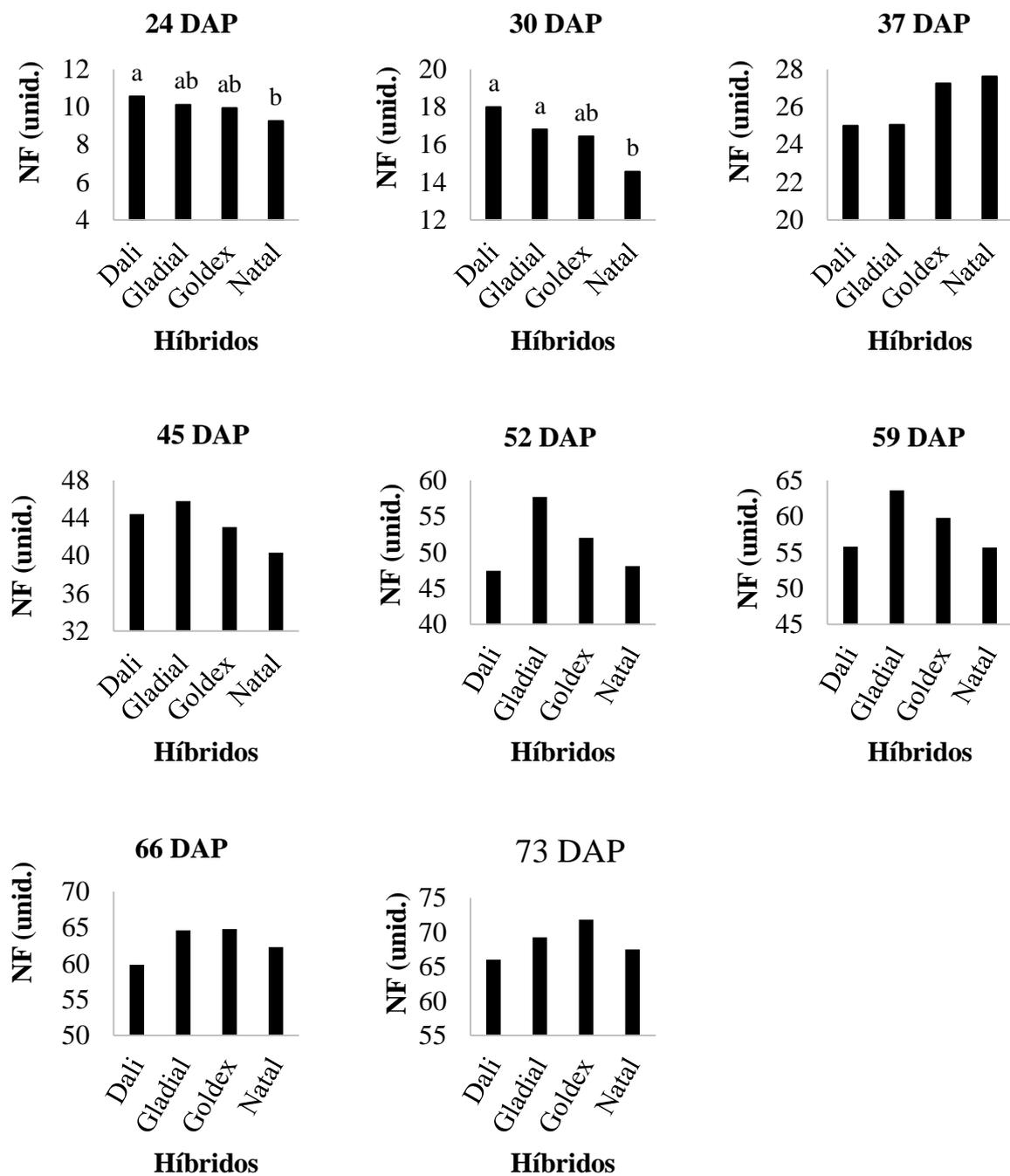
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para os dados de Número de Folhas (NF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de deficiência hídrica, Fortaleza, Ceará, 2019

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		Número de Folhas (NF)							
		24 DAP	30 DAP	37 DAP	45 DAP	52 DAP	59 DAP	66 DAP	73 DAP
Blocos	3	4,06*	17,05**	5,76 ^{ns}	212,10 ^{ns}	446,22**	617,93**	192,91 ^{ns}	179,05 ^{ns}
Híbridos	3	4,77*	32,51**	31,26 ^{ns}	88,22 ^{ns}	358,27 ^{ns}	228,80 ^{ns}	88,45 ^{ns}	99,76 ^{ns}
Lâminas	3	18,22**	57,55**	154,05**	534,27**	1767,68**	2838,39**	1964,04**	1809,93**
Interação	9	1,33 ^{ns}	6,43 ^{ns}	15,64 ^{ns}	48,49 ^{ns}	122,11 ^{ns}	89,12 ^{ns}	121,72 ^{ns}	191,59 ^{ns}
Resíduo	45	1,26	4,85	23,14	88,64	147,66	84,02	60,42	93,95
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	11,27	13,40	18,34	21,69	23,67	15,61	12,36	14,12
Fonte de variação	GL	Comprimento do ramo principal (CRP)							
		24 DAP	30 DAP	37 DAP	45 DAP	52 DAP	59 DAP	66 DAP	73 DAP
		24 DAP	30 DAP	37 DAP	45 DAP	52 DAP	59 DAP	66 DAP	73 DAP
Blocos	3	27,12**	16,98 ^{ns}	125,97 ^{ns}	131,14 ^{ns}	503,81**	923,48**	848,10*	774,84 ^{ns}
Híbridos	3	34,15**	293,97**	989,42**	456,38**	278,46 ^{ns}	174,34 ^{ns}	195,60 ^{ns}	241,66 ^{ns}
Lâminas	3	2,11 ^{ns}	322,42**	1954,56**	3744,89**	6591,36**	11251,35**	12776,40**	14454,25**
Interação	9	6,29 ^{ns}	11,76 ^{ns}	58,09 ^{ns}	80,87 ^{ns}	115,25 ^{ns}	129,98 ^{ns}	139,64 ^{ns}	197,81 ^{ns}
Resíduo	45	4,57	35,47	45,26	93,32	138,25	216,98	240,51	292,27
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	17,15	15,73	10,30	10,70	11,81	13,63	13,74	14,56
Fonte de variação	GL	Diâmetro do caule (DC)							
		24 DAP	30 DAP	37 DAP	45 DAP	52 DAP	59 DAP	66 DAP	73 DAP
		24 DAP	30 DAP	37 DAP	45 DAP	52 DAP	59 DAP	66 DAP	73 DAP
Blocos	3	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,85 ^{ns}	1,91 ^{ns}
Híbridos	3	1,20*	0,20 ^{ns}	1,67**	0,36 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Lâminas	3	0,87*	1,99*	1,21**	0,34 ^{ns}	0,76*	1,07*	1,25 ^{ns}	1,60 ^{ns}
Interação	9	0,54 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Resíduo	45	0,29	0,53	0,28	0,22	0,22	0,29	0,65	1,35
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	8,59	9,15	6,15	5,68	5,57	6,54	9,77	14,29

GL = grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; * = Significativo a 5%, ** = significativo a 1% e ns = não significativo

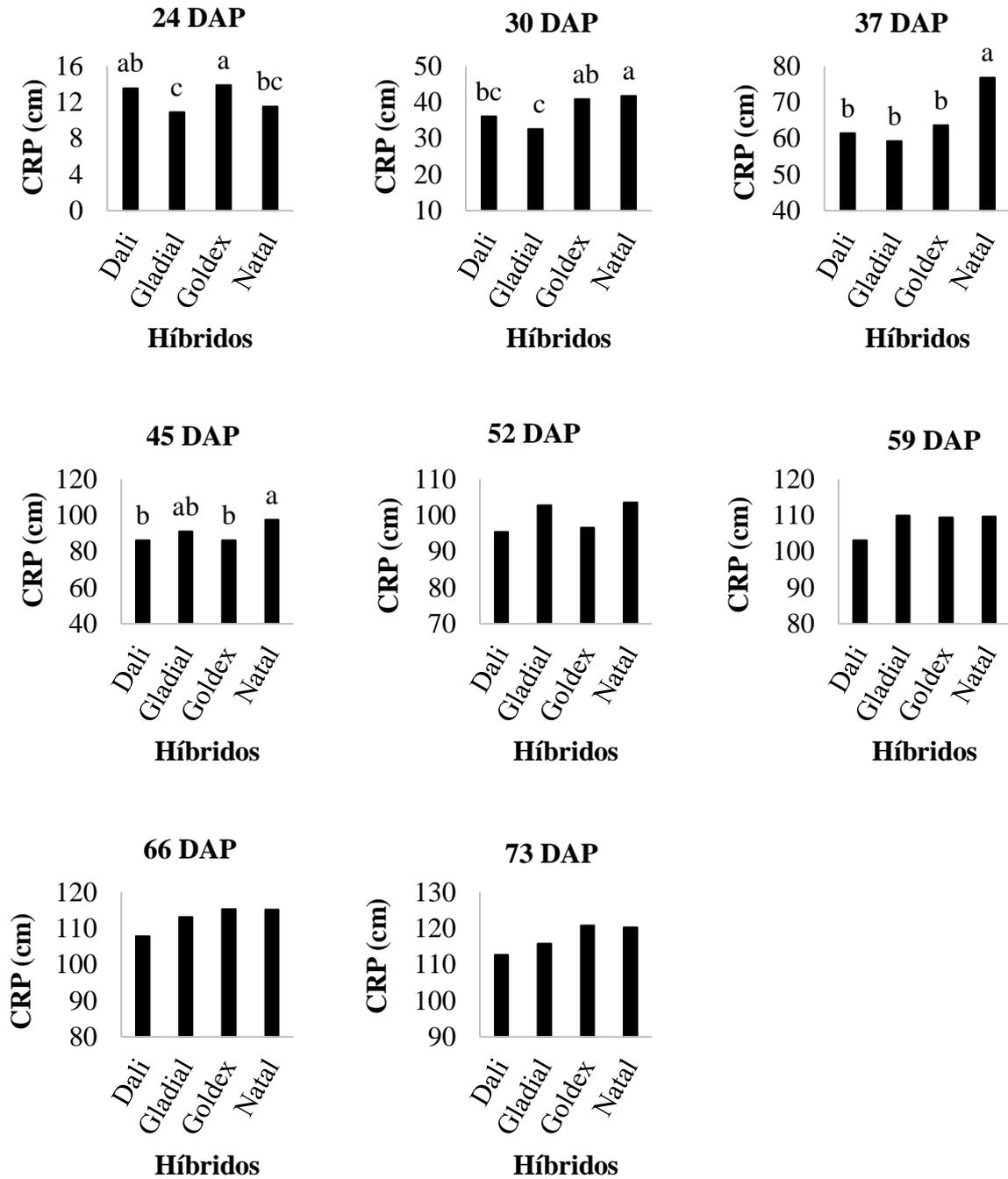
Comparando o NF nas duas primeiras medições (24 e 30 DAP) se verifica que o híbrido Dali foi o que apresentou maior número de folhas e o híbrido Natal a menor quantidade no início das avaliações. Nas demais épocas de crescimento não houve diferenças entres o número de folhas dos híbridos (Figura 6).

Figura 6 – Número de Folhas (NF) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019



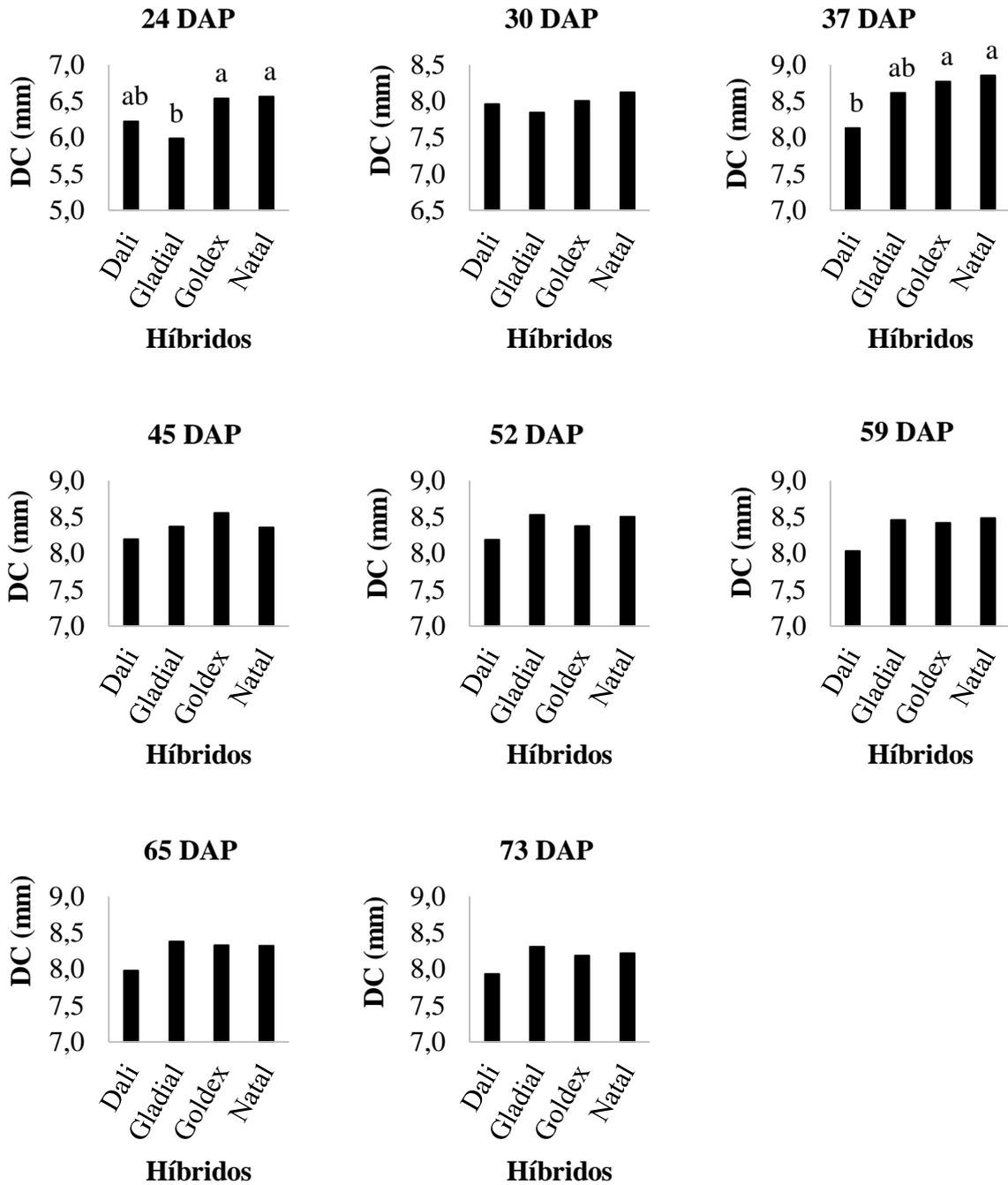
O crescimento do ramo principal, com exceção da leitura inicial (24 DAP), foi maior no híbrido Natal até o 45° DAP. Nas demais datas de crescimento não houve diferença entre os híbridos (Figura 7).

Figura 7 – Comprimento do ramo principal (CRP) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019



Para o diâmetro do caule, verifica-se diferenças entre os híbridos somente aos 24 e 37 DAP, com os híbridos Goldex e Natal apresentando maiores valores nessas datas. Nas demais coletas, o DC dos híbridos não diferiu (Figura 8).

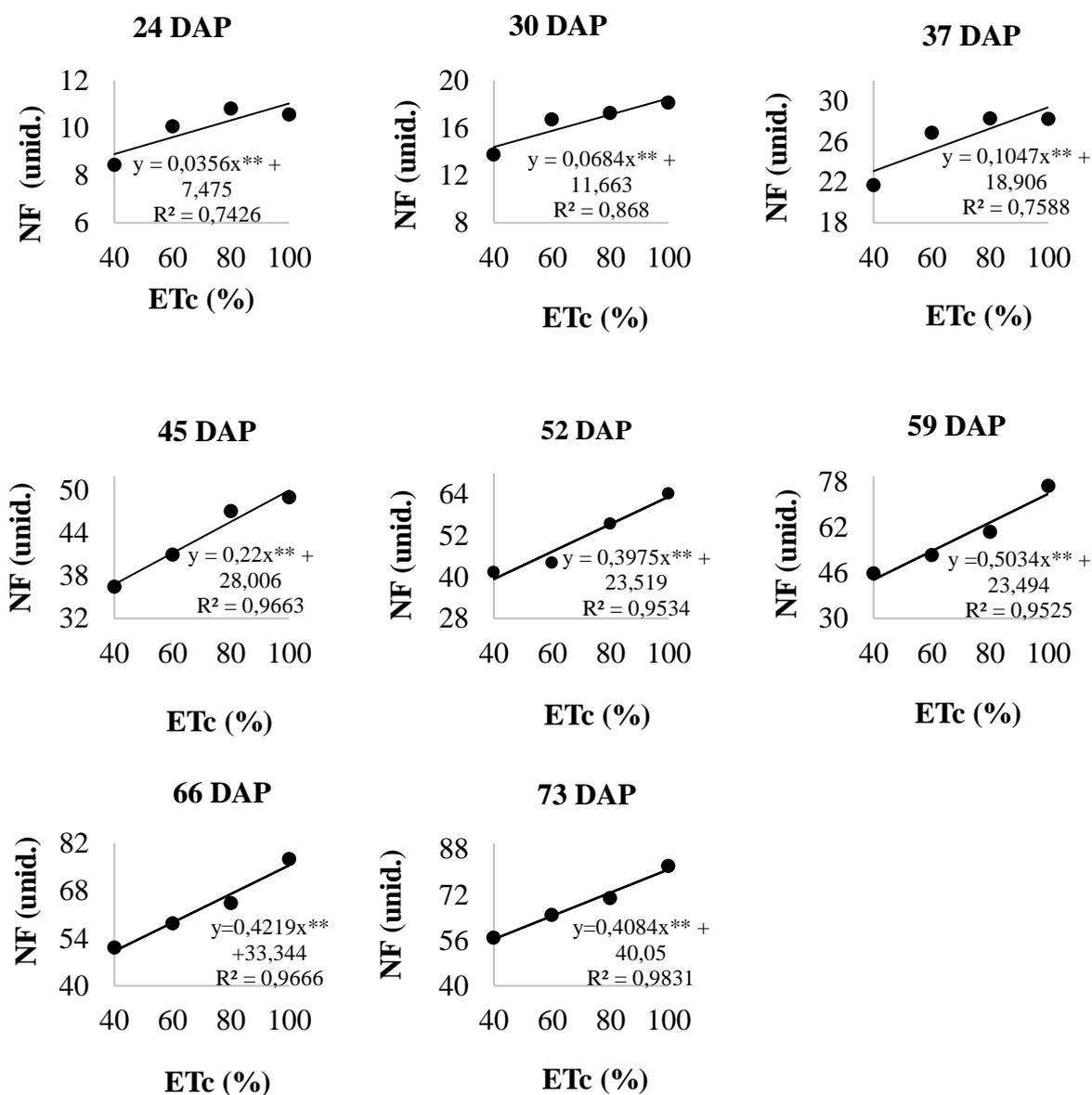
Figura 8 – Diâmetro do caule (DC) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019



Quando se analisa o efeito das lâminas de irrigação (tratamentos com diferentes percentuais da ETc) se observa, independente do tratamento, que o número de folhas foi crescente até aos 73 DAP, onde ocorreram os maiores valores de NF.

O número de folhas aumentou linearmente com o aumento da lâmina de irrigação em todas as épocas analisadas. No início do ciclo (24 e 30 DAP) esse aumento foi menos pronunciado, com a inclinação da curva se tornando mais acentuada até os 59 DAP, havendo a partir daí um menor aumento por acréscimo unitário de umidade, mas ainda bem superior à observada no princípio (Figura 9).

Figura 9 – Número de Folhas (NF) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de deficiência hídrica, Fortaleza, Ceará, 2019



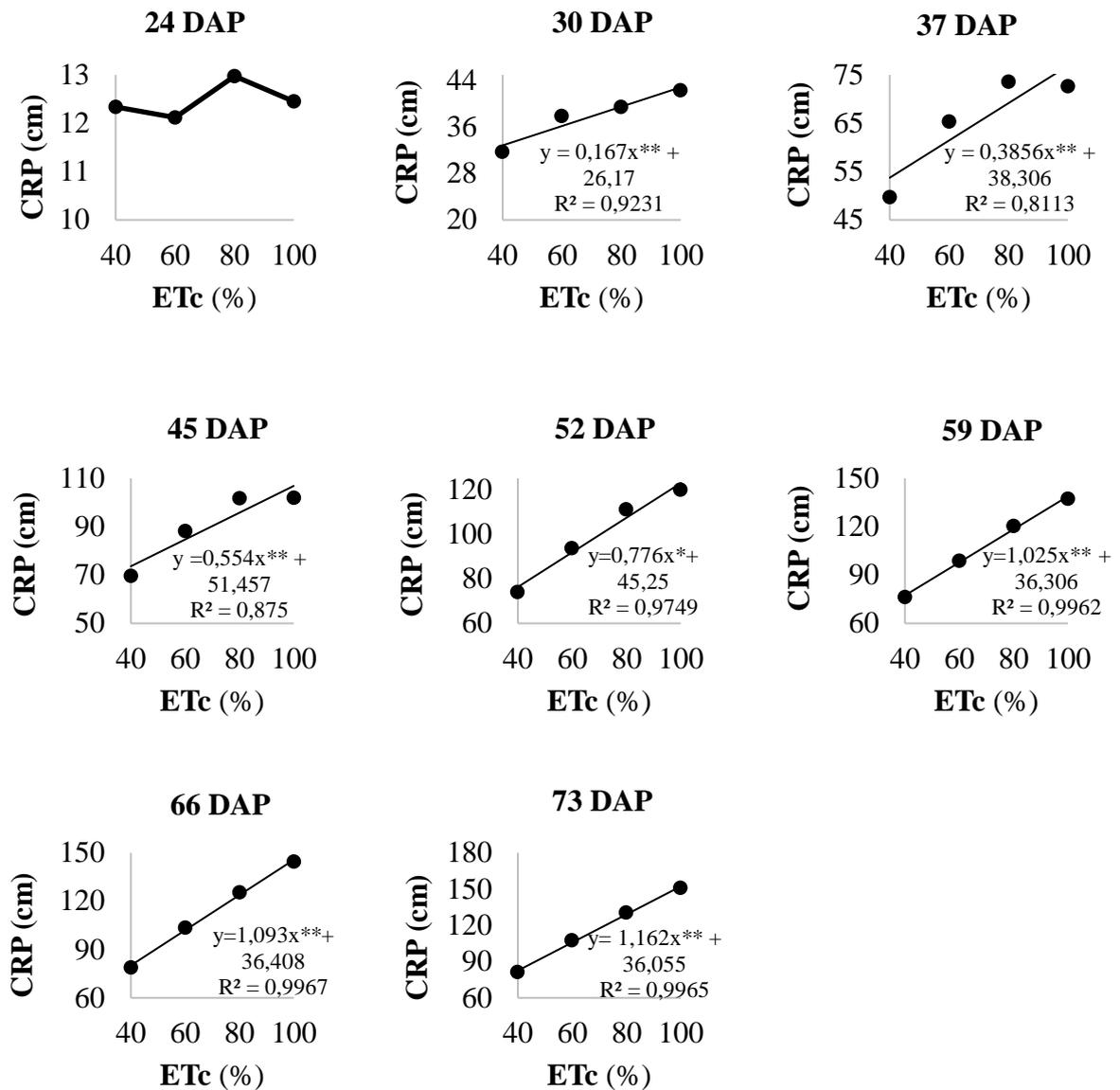
Para Moraes et al. (2008) o crescimento inicial do meloeiro é lento, devido as plantas voltarem seu gasto energético para se fixarem no solo, após essa fase, a planta passa a ter como dreno preferencial a parte aérea e o crescimento se tornam exponencial até atingir um valor máximo. Os autores ainda relatam que ao final do ciclo a redução no número de folhas se deve ao processo de senescência e abscisão foliar induzida pela distribuição preferencial de assimilados em direção aos frutos.

Silva Junior et al. (2010), observaram que o meloeiro na segunda metade do ciclo as plantas reduziram a velocidade de crescimento em relação à primeira metade; no entanto, as plantas conseguiram emitir um bom número de folhas, mas reduziram o tamanho das mesmas, resultando em uma área foliar menor, podendo ser isto uma evidência de que as condições de cultivo não estavam favoráveis às plantas. Resultado este que se assemelha as condições observadas na presente pesquisa quando esse ritmo de desenvolvimento da parte a área foi diminuindo ao longo do ciclo.

O comprimento do ramo principal (CRP) apresentou aumento linear com o acréscimo da lâmina de irrigação, em todas as épocas analisadas. Para essa variável, a resposta de crescimento da CRP por acréscimo de unidade de ETc foi aumentando com a idade das plantas, sendo a inclinação da curva maior aos 75 DAP (Figura 10).

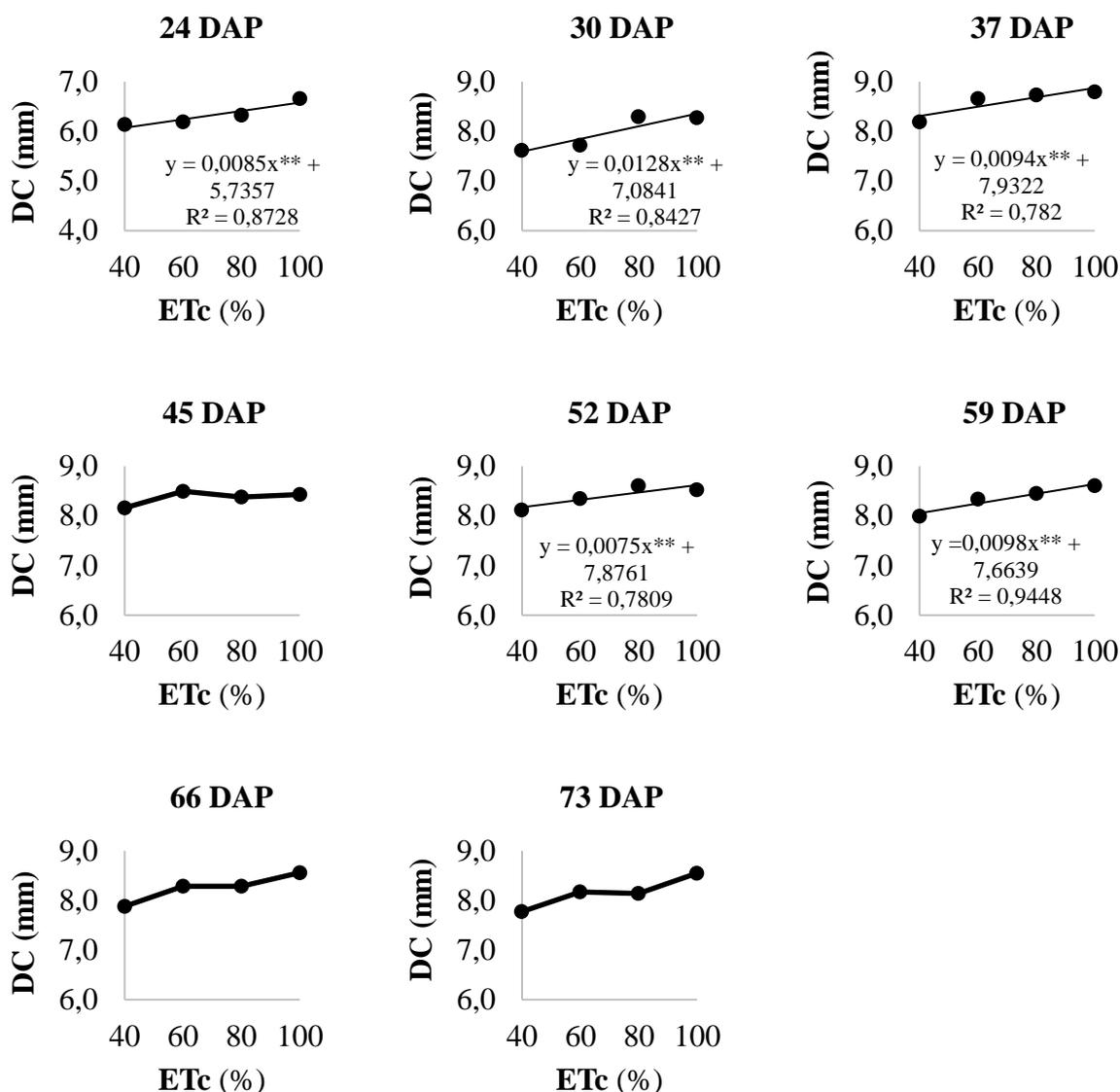
Corroborando com o presente estudo, Cavalcanti et al. (2015) ao avaliar o comprimento do ramo do melão mandacaru em função do tempo, verificou aumento linear a partir dos 29 dias após semeadura (DAS), chegando ao seu valor máximo ao 145 DAS. Para Melo et al. (2010) o comprimento dos ramos está diretamente relacionado com o número de folhas, sendo que seu crescimento provoca aumento na capacidade fotossintética, embora essa relação seja influenciada pela quantidade de água disponível no solo.

Figura 10 – Comprimento do ramo principal (CRP) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019



O diâmetro do caule (DC), nas avaliações em que houve significância entre os tratamentos (24, 30, 37, 52 e 59 DAP), também apresentou crescimento linear com o aumento da lâmina de irrigação. Para essa variável, o acréscimo no DC por aumento de unidade de ETc foi praticamente semelhante em todas as épocas (Figura 11).

Figura 11 – Diâmetro do Caule (DC) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019



Para Taiz e Zeiger (2017), o crescimento do caule é influenciado pelos mesmos princípios que restringe o crescimento das folhas, diante do déficit hídrico. O comprometimento dos processos de alongamento e de diferenciação celular pela restrição hídrica imposta pelos tratamentos adotados, reflete diretamente, no diâmetro do caule (NASCIMENTO et al., 2011).

Os resultados obtidos no presente trabalho são coerentes com a literatura que, em geral, relata que as plantas submetidas ao déficit hídrico apresentam porte menor quando comparadas às que se desenvolveram em condições hídricas adequadas. Este fato se deve à diminuição da turgescência das células e de outros fatores envolvidos nos processos

fisiológicos, uma vez que para existir alongamento celular são necessários níveis mínimos de turgescência celular (SANTOS et al., 2012).

5.2 Área foliar e produção de biomassa

Houve diferenças significativas para o fator híbrido somente para as variáveis massa seca do caule (MSC) e massa seca total da planta (MSTP). Para essas mesmas variáveis houve interação entre os fatores. Por sua vez, observou-se efeito significativo dos níveis de irrigação sobre todas as variáveis analisadas: área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST) e massa dos frutos (MFRU) (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para os dados de área foliar da planta (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MSTP) e massa do fruto (MFRU) dos quatro híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		AF	MSF	MSC	MSR	MST	MFRU
Blocos	3	300409,25 ^{ns}	12,51 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,25 ^{ns}	17,92 ^{ns}	1048,30 ^{ns}
Híbridos	3	159999,98 ^{ns}	16,42 ^{ns}	3,31 [*]	0,22 ^{ns}	35,34 [*]	4157,68 ^{ns}
Lâminas	3	16507708,94 ^{**}	677,64 ^{**}	45,32 ^{**}	3,98 ^{**}	1200,84 ^{**}	211905,59 ^{**}
Interação	9	104590,79 ^{ns}	11,42 ^{ns}	2,44 [*]	0,13 ^{ns}	23,67 [*]	2006,64 ^{ns}
Resíduo	45	188356,62	6,50	0,86	0,12	10,62	3620,52
Total	63	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	14,03	14,73	18,69	30,18	13,90	12,72

GL = grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; * = Significativo a 5%, ** = significativo a 1% e ns = não significativo

A área foliar das plantas não variou significativamente entre os híbridos, com valor médio de 3093,07 cm² planta⁻¹. Da mesma forma, a massa seca das folhas (MSF) também não apresentou diferenças entre os híbridos, com valor médio de 17,31 g planta⁻¹. Comportamento semelhante foi observado para a massa seca das raízes (MSR) e massa dos frutos (MFRU), que apresentaram valores médios respectivos de 1,17 g planta⁻¹ e 473,20 g planta⁻¹, sem diferenças entre os híbridos.

A massa seca do caule não diferiu entre os híbridos nos níveis de 40 e 60 % da ETc, enquanto no nível 80% ETc houve diferença apenas entre os híbridos Dali e Goldex, com esse último apresentando maior valor de MSC. No nível de 100% da ETc, a diferença ficou restrita entre os híbridos Natal e Goldex, com o último também apresentando maior MSC (Tabela 9).

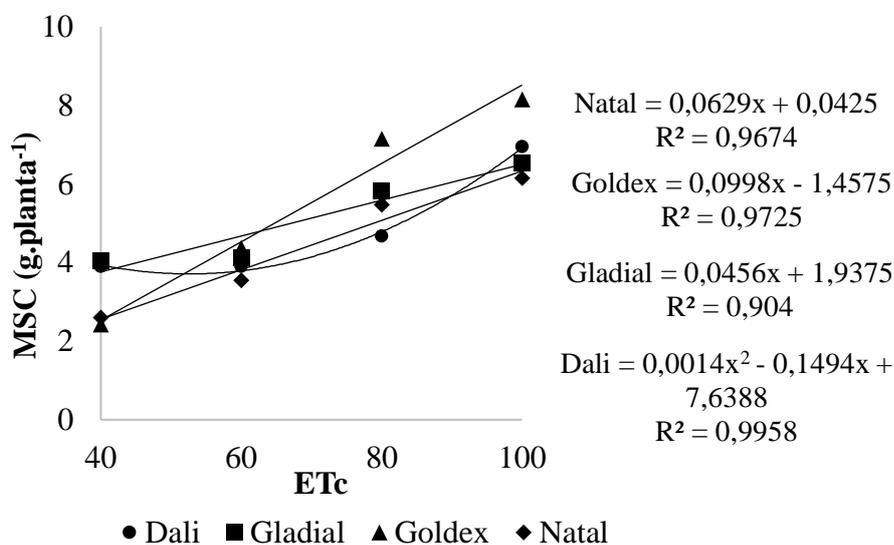
Tabela 9 - Desdobramento dos híbridos dentro de cada nível de irrigação para a variável massa seca do caule (MSC), Fortaleza, Ceará, 2019

Híbridos	Lâminas de Irrigação (% Etc)			
	40	60	80	100
Dali	3,90 a	3,90 a	4,67 b	6,95 ab
Gladiol	4,05 a	4,12 a	5,82 ab	6,52 ab
Goldex	2,42 a	4,37 a	7,15 a	8,15 a
Natal	2,60 a	3,55 a	5,47 ab	6,15 b

Médias seguidas de mesma Letra minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao efeito dos níveis de irrigação na MSC, a redução da lâmina aplicada restringiu a variável para todos os híbridos, contudo as respostas variaram entre os híbridos, com o Gladiol tendo menor redução e o Goldex a maior redução (Figura 12).

Figura 12 - Massa seca do caule (MSC) em função da interação entre híbridos de meloeiro amarelo e níveis de irrigação (% Etc), Fortaleza, Ceará, 2019



No desdobramento da interação para a massa seca total da planta, observa-se que não houve diferença entre os híbridos nos níveis de 40 e 60 % da ETc, enquanto no nível 80% ETc, houve diferença apenas entre os híbridos Dali e Goldex, que apresentou maior valor de MST. No nível de 100% da ETc, a diferença ficou restrita entre os híbridos Natal e Goldex, em que esse último também apresentou maior MSC nessa lâmina (Tabela 10).

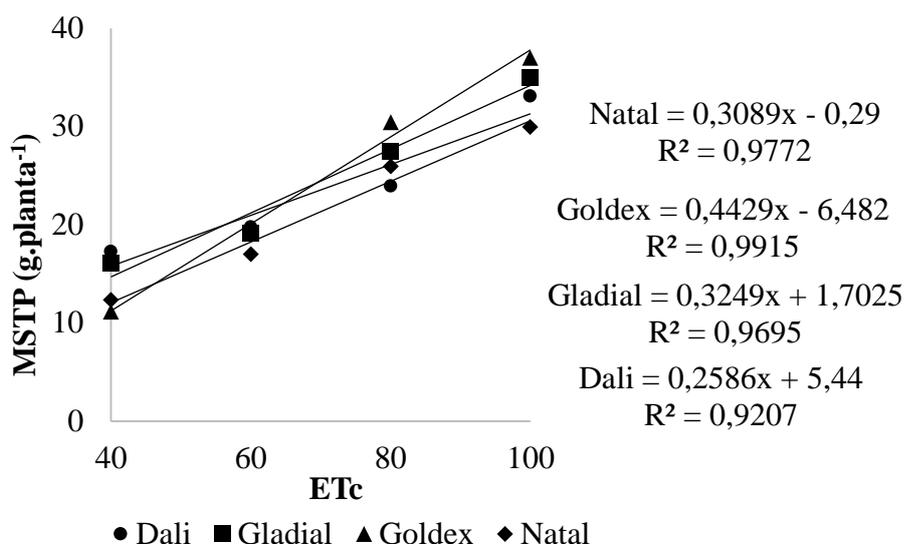
Tabela 10 - Desdobramento dos híbridos dentro de cada nível de irrigação para a variável massa seca total da planta (MSTP), Fortaleza, Ceará, 2019

Híbridos	Lâminas de Irrigação (% Etc)			
	40	60	80	100
Dali	17,27 a	19,80 a	23,97 b	33,12 ab
Gladiol	16,10 a	19,20 a	27,47 ab	35,00 ab
Goldex	11,15 a	19,45 a	30,47 a	37,00 a
Natal	12,37 a	17,00 a	25,97 ab	29,97 b

Médias seguidas de mesma Letra minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao efeito dos níveis de irrigação na MST observou-se incremento da variável à medida que se aumentou a lâmina de irrigação. Contudo, as respostas variaram entre os híbridos, com o híbrido Goldex apresentando maior redução proporcional de matéria seca total em função da diminuição dos níveis de irrigação, enquanto o Dali apresentou a menor redução, com a restrição das lâminas de irrigação (Figura 13).

Figura 13 - Massa seca total da planta (MST) em função da interação entre híbridos de meloeiro amarelo e níveis de irrigação (% Etc), Fortaleza, Ceará, 2019

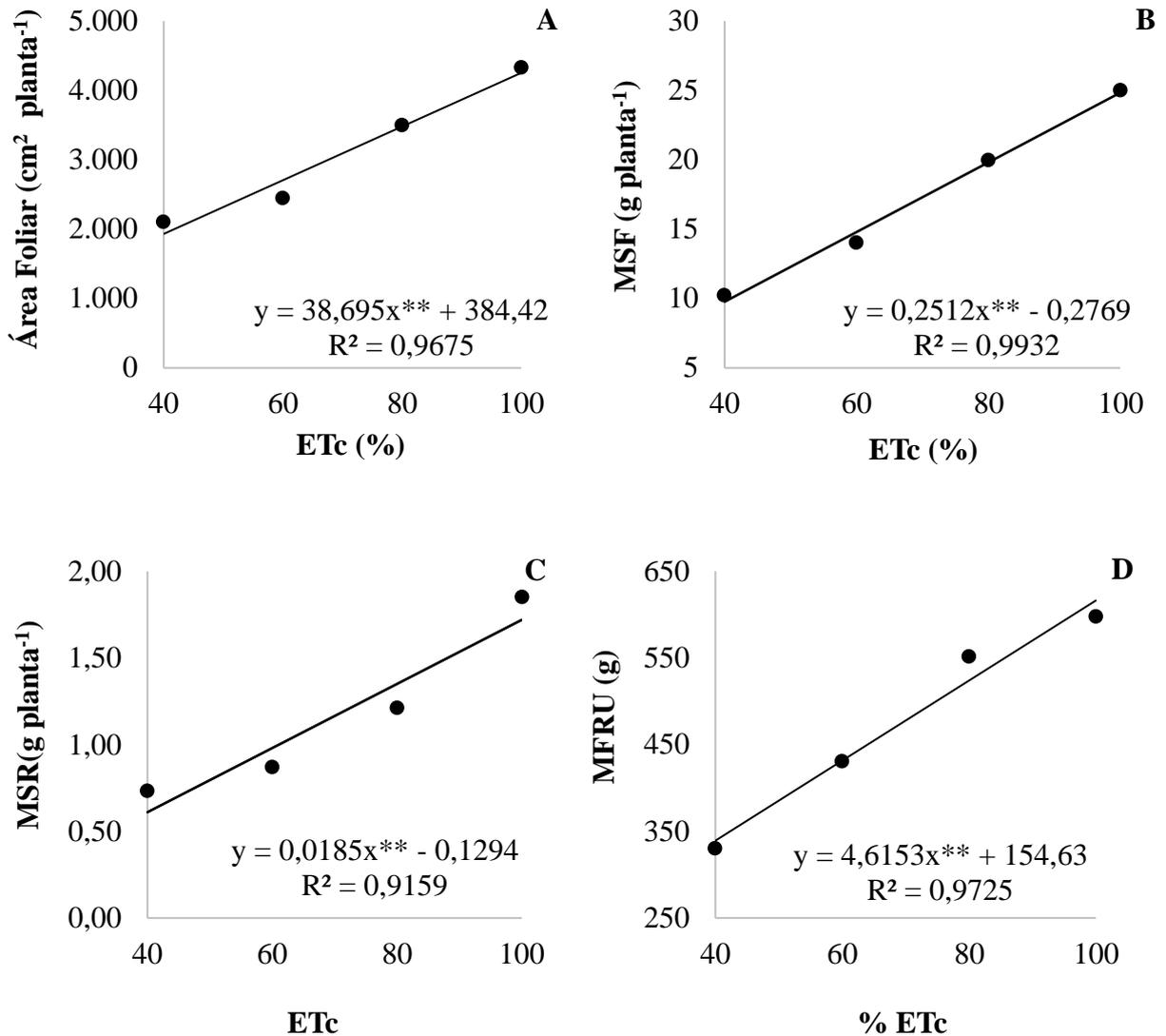


Quanto ao efeito dos níveis de irrigação na área foliar das plantas, observou-se aumento linear crescente com o aumento da disponibilidade de água no solo, acarretando um acréscimo de $38,69 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ a cada incremento unitário de ETc (Figura 14A). Estimou-se que o nível de reposição hídrica que proporciona o máximo valor da variável em questão ($4253,92 \text{ cm}^2$ por planta) é o 100% da ETc. Por outro lado, o menor nível de suprimento hídrico (40% ETc) resultou no menor dos valores de área foliar ($1932,22 \text{ cm}^2$ por planta), inferior em aproximadamente 55%, quando comparado ao máximo valor obtido para esta variável (Figura 14A).

Os resultados observados podem ser explicados, possivelmente, pelo fato de o déficit hídrico afetar de forma negativa a expansão celular, provocando redução no tamanho da folha e aumento na resistência estomática, com isso evitando a perda de água por transpiração, reduzindo, no entanto, a assimilação de carbono, que resultará em menor crescimento e desenvolvimento vegetativo (PINHEIRO NETO et al., 2007; MELO et al., 2010).

Essa redução da expansão foliar pode ser considerada como uma estratégia de sobrevivência capaz de possibilitar a conservação de água em períodos críticos, uma vez que uma menor superfície foliar resulta em menor taxa transpiratória (TAIZ & ZEIGER, 2017). Desta forma, a redução da área foliar é uma característica comum em plantas submetidas ao estresse hídrico, sendo observados em diversos trabalhos.

Figura 14 - Área foliar (AF)(A), massa seca das folhas (MSF)(B), massa seca das raízes (MSR)(C) e massa dos frutos (MFRU)(D) dos híbridos de melão amarelo em função dos diferentes níveis de irrigação. Fortaleza, Ceará, 2019



Melo et al. (2019) ao avaliarem os híbridos de melão Juazeiro e Mandacaru em função das diferentes lâminas de irrigação, em ambiente protegido, no Vale do Submédio São Francisco, observaram um comportamento quadrático para a área foliar do meloeiro, onde o menor valor de área foliar na lâmina de irrigação (50% da ETc).

Cavalcanti et al., (2015) estudando as características morfológicas e produtivas do meloeiro 'Mandacaru' cultivado em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação, obteve ajuste linear para a variável área foliar, com a maior lâmina de irrigação proporcionando um incremento de 261% em relação à menor lâmina (29 mm planta⁻¹ ciclo⁻¹).

Ferraz et al. (2011) avaliando os aspectos morfofisiológicos, rendimento e eficiência no uso da água do meloeiro “Gália” em ambiente protegido, encontraram resposta quadrática para a variável área foliar da planta, com a menor lâmina (60% da ETo) obteve o menor de AF (1.348,84 cm²), indicando sensibilidade do meloeiro à menor disponibilidade hídrica no solo.

Semelhante ao observado para área foliar, a massa seca das folhas foi influenciada pelos diferentes níveis de reposição hídrica, observando-se aumento linear crescente com o aumento da disponibilidade de água no solo, com acréscimo da MSF de 0,2512 g planta⁻¹ para cada incremento unitário da ETc (Figura 14B). O maior valor estimado para MSF de 24,84 g planta⁻¹, proporcionado pelo tratamento sem restrição hídrica (100% da ETc), entretanto, o menor níveis de reposição hídrica (40% da ETc) resultou no menor do valor da variável em questão (9,77 g por planta), inferior 60%, quando comparado ao máximo valor obtido para esta variável (Figura 14B).

Corroborando com o presente trabalho, Viera et al. (2019) ao avaliar a matéria seca das folhas das cultivares Juazeiro e Mandacaru de melão sob condições de estresse hídrico, relataram não haver diferenças significativas, no entanto houve diferenças significativas entre as lâminas de irrigação. Os mesmos concluíram que o teor de matéria seca diminuiu com o déficit hídrico. Pereira Filho et al. (2015); Ferraz et al. (2011) e Tomaz et al. (2008), trabalhando com meloeiro também encontraram redução no teor de matéria seca das folhas e ramos ocasionados pelo estresse hídrico.

A massa seca das raízes foi influenciada pelos diferentes níveis de déficit hídrico, observando-se o incremento linear na MSR com o aumento da disponibilidade de água no solo (Figura 14C). Para cada 1% acrescido na ETc houve incremento da MSR em 0,0185 g planta⁻¹. O nível de reposição hídrica que proporciona o máximo valor da variável em questão (1,72 g por planta) foi o de 100% da ETc. Por outro lado, o menor nível de suprimento hídrico (40% ETc) resultou no menor dos valores de MSR (0,61 g por planta), inferior em aproximadamente 65%, quando comparado ao máximo valor obtido para esta variável (Figura 14C).

Os resultados demonstram que o favorecimento hídrico, obtido pelo aumento do nível de água no solo acarretou incrementos nos valores de biomassa radicular, o que contradiz vários relatos na literatura, que pontuam que dentre os mecanismos básicos adotados pelas plantas para resistir ao déficit hídrico destacam-se o aumento e/ou aprofundamento da raiz.

A massa dos frutos foi influenciada pelos diferentes níveis de reposição hídrica, observando-se incremento linear com a redução dos níveis de estresse hídrico, com acréscimo sobre a MFRU de 4,61 g para cada incremento unitário da ETc (Figura 14D). O maior valor estimado para MFRU de 616,16 g foi proporcionado pelo tratamento sem restrição hídrica (100% da ETc), entretanto, o menor nível de reposição hídrica (40% da ETc) resultou no menor do valor da variável em questão (339,24 g por planta), inferior 45%, quando comparado ao máximo valor obtido para esta variável (Figura 14D).

Resultados próximos aos encontrados nessa pesquisa foram observados por Cavalcanti et al. (2015), Dias (2014), Feraz et al. (2011) e Lima et al. (2009) ao estudarem os meloeiros Mandacaru, Pele de Sapo, Gália e Vereda sob irrigação em ambiente protegido, encontrando valores máximos para massa ados frutos de 478 g, 1095 g, 687 g e 784 g com aplicação da lâmina de irrigação máxima estudada.

Por outro lado, Araújo et al. (2010) relataram aumento linear da massa média individual do fruto do meloeiro Bônus nº 2 com o aumento das lâminas de irrigação, variando de 761,9 g a 1.033,8 g com a ampliação da lâmina de 20 para 120% da evaporação do tanque Classe A, valores superiores ao encontrado no presente trabalho. Sousa et al. (2010) ao avaliar efeito de quatro lâminas de irrigação na produtividade do híbrido Gold Mine AF 10.00 do melão Amarelo (*Cucumis melo* L.), observaram menor valor do peso médio do fruto corresponde ao tratamento (L1: 50% ECA) com 1,610 kg e o maior valor do peso médio ao tratamento (L4: 150% ECA) com 2,606 kg.

No presente trabalho, verificou-se que ocorreu uma redução na produção de massa seca tanto das folhas, caule e raiz quanto da massa do fruto, possivelmente pelos efeitos combinados das reduções da área foliar e da fotossíntese das plantas de meloeiro com a redução da disponibilidade hídrica.

5.3 Trocas Gasosas

Para a fotossíntese (A) se observou efeito significativo para híbridos aos 30 e 59 DAP. Já para os tratamentos hídricos, houve significância aos 37 e 52 DAP (Tabela 11). Em relação à transpiração (E), houve significância entre os híbridos aos 30, 52, 59 e 73 DAP, enquanto para os tratamentos hídricos apenas aos 37 e 52 DAP houve significância (Tabela 11). Os híbridos influenciaram significativamente a condutância estomática (gs) apenas aos 52 e 59 DAP e os níveis de irrigação influenciaram significativamente essa aos 37, 45 e 52

DAP (Tabela 11). Por fim, não houve interação significativa entre os fatores sobre o A , E e g_s , nas diferentes avaliações.

Quando se observa a taxa fotossintética, verifica-se diferenças entre os híbridos somente aos 30 e 59 DAP, com os híbridos Gladial e Natal apresentando maiores valores nessas datas, respectivamente. Nas demais coletas, a A dos híbridos não diferiu (Figura 15). A variação das taxas fotossintéticas pode estar associada as características genéticas de cada híbrido. Taiz e Zeiger (2017) destacam que tal diferenciação pode estar relacionada a fatores genéticos visto que em plantas C3 os valores de fotossíntese líquida podem variar de 10 e 20%.

Em relação a transpiração, com exceção da leitura aos 30 DAP, em que o Gladial apresentou maior valor, os valores foram maiores para o híbrido Dali aos 52, 59 e 73° DAP. Nas demais avaliações não houve diferença entre os híbridos (Figura 16). Essa diferenciação na taxa transpiratória dos híbridos pode indicar um mecanismo estomático com maior eficiência de uso de água nas que apresentam menor valor de transpiração, implicando na economia de água pela planta.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para os dados de trocas gasosas dos quattros híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		Fotossíntese (A)							
		24	30	37	45	52	59	66	73
		DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP
Blocos	3	5,45 ^{ns}	20,03 ^{ns}	3,29 ^{ns}	84,14 ^{**}	32,53 ^{**}	62,75 ^{**}	15,68 ^{ns}	10,21 ^{ns}
Híbridos	3	10,70 ^{ns}	59,71 ^{**}	16,24 ^{ns}	7,11 ^{ns}	17,88 ^{ns}	71,81 ^{**}	6,65 ^{ns}	5,68 ^{ns}
Lâminas	3	11,75 ^{ns}	26,32 ^{ns}	42,83 ^{**}	7,79 ^{ns}	132,02 ^{**}	7,17 ^{ns}	12,56 ^{ns}	1,97 ^{ns}
Interação	9	11,98 ^{ns}	10,09 ^{ns}	6,99 ^{ns}	3,55 ^{ns}	13,39 ^{ns}	15,27 ^{ns}	8,65 ^{ns}	2,04 ^{ns}
Resíduo	45	13,04	10,33	6,94	11,12	9,81	8,44	12,79	7,62
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	13,72	14,07	16,77	19,12	17,44	16,65	22,18	17,42
Fonte de variação	GL	Transpiração (E)							
		24	30	37	45	52	59	66	73
		DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP
Blocos	3	5,24 [*]	3,29 ^{**}	0,53 ^{**}	2,56 ^{ns}	3,12 ^{ns}	1,73 ^{ns}	1,30 ^{ns}	2,49 ^{**}
Híbridos	3	0,17 ^{ns}	1,37 [*]	0,85 ^{ns}	0,10 ^{ns}	3,09 [*]	4,32 ^{**}	0,97 ^{ns}	1,29 [*]
Lâminas	3	0,56 ^{ns}	0,11 ^{ns}	19,92 ^{**}	2,91 ^{ns}	4,66 ^{**}	2,08 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,56 ^{ns}
Interação	9	0,57 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Resíduo	45	0,76	0,42	0,74	1,32	0,77	0,86	0,56	0,35
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	11,31	9,06	25,76	22,86	21,09	16,88	18,25	13,19
Fonte de variação	GL	Condutância Estomática (gs)							
		24	30	37	45	52	59	66	73
		DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP
Blocos	3	0,19 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{**}	0,17 ^{**}	0,09 ^{**}	0,29 ^{**}	0,11 ^{**}	0,06 ^{**}
Híbridos	3	0,19 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{**}	0,10 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Lâminas	3	0,03 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,14 ^{**}	0,13 ^{**}	0,09 ^{**}	0,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Interação	9	0,08 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	45	0,22	0,31	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	44,82	49,42	56,78	50,27	42,40	42,31	44,76	30,08

GL = grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; * = Significativo a 5%, ** = significativo a 1% e ns = não significativo

Figura 15 – Fotossíntese (A) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019

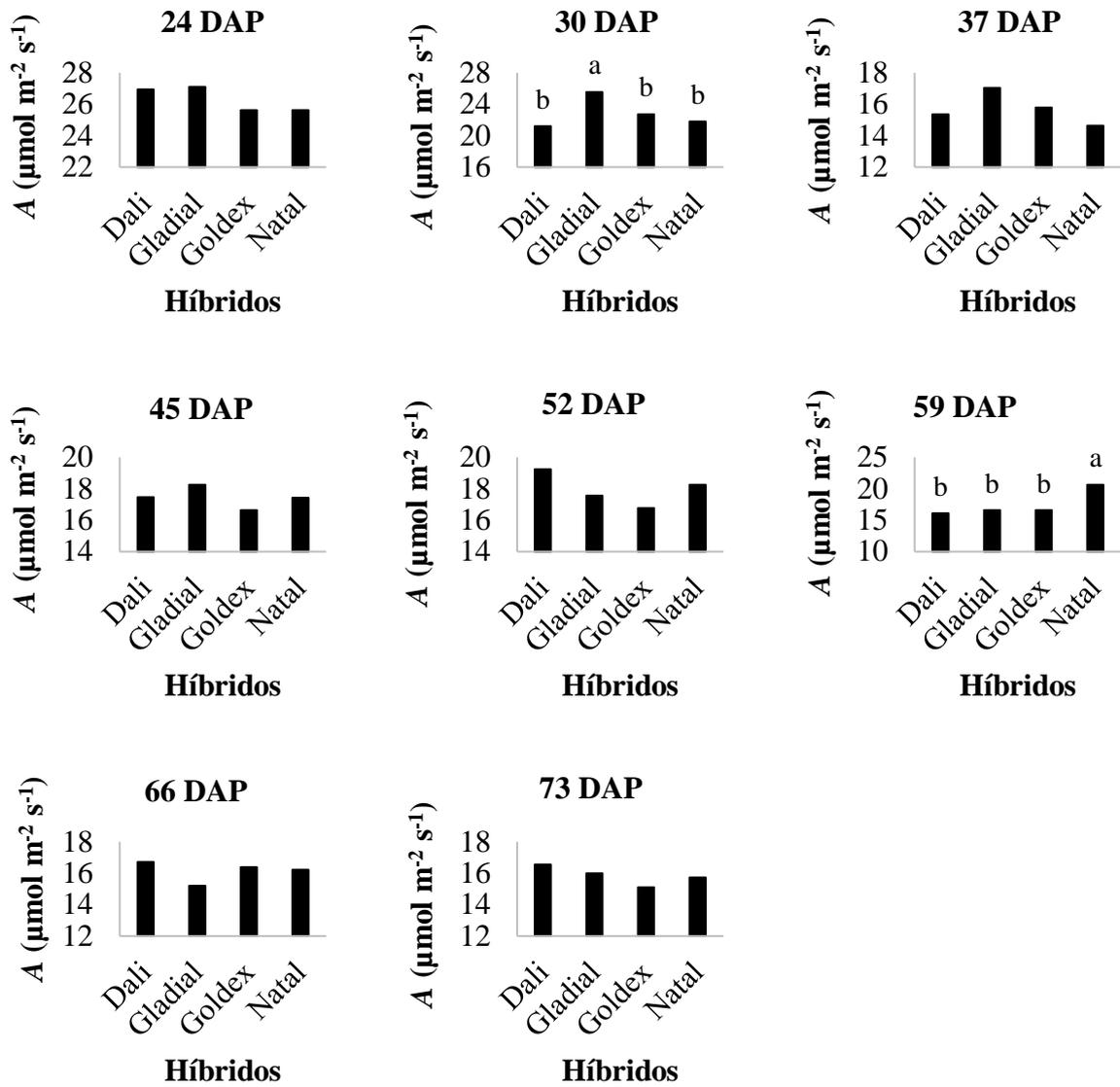
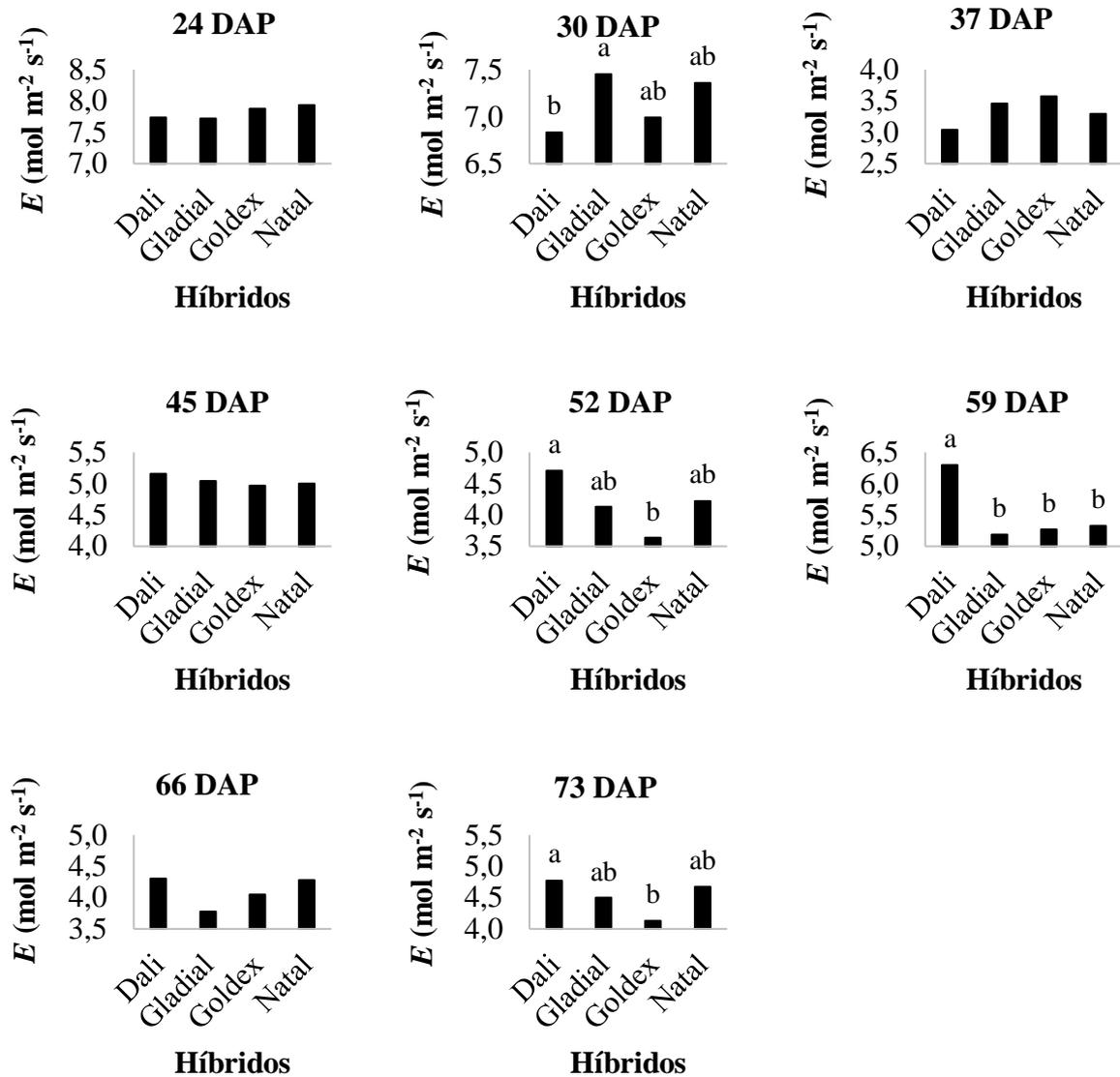


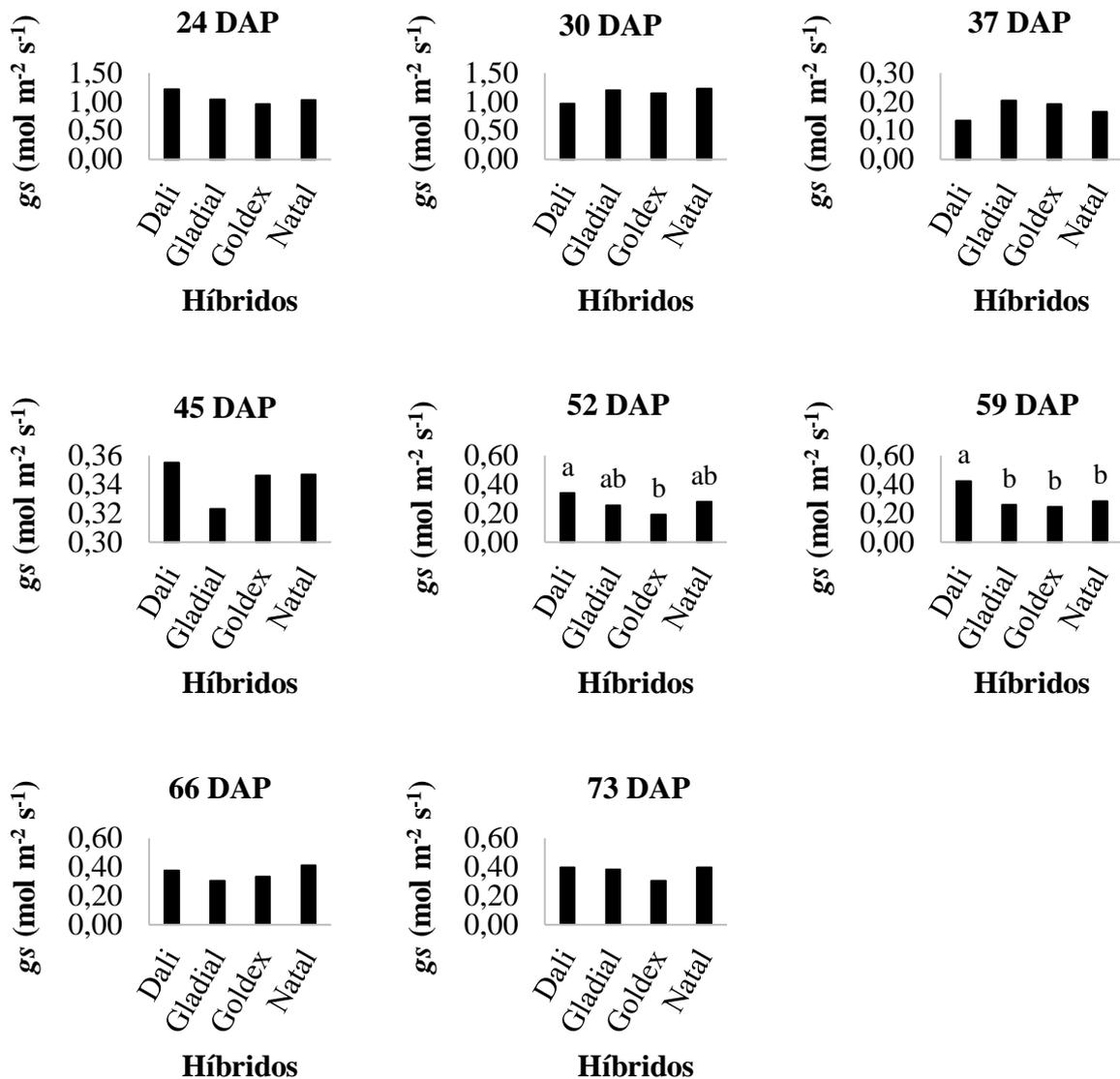
Figura 16 – Transpiração (E) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019



Dalastra et al., (2014) avaliando cultivares de melão amarelo observou ao 56 DAT uma interação entre cultivares e número de frutos por planta para a transpiração, eficiência no uso de água (WUE) e massa média dos frutos. Os autores observaram ainda que as cultivares Goldex e Gold Mine, quando conduzidas com um fruto por planta, apresentaram maior transpiração e menor eficiência no uso de água. Os mesmos justificam esse aumento da transpiração pela ocorrência de altas temperaturas (temperatura média do ar de 35,8 °C). Esse comportamento também pode ter influenciado os resultados de transpiração da presente pesquisa, visto que aos 52 DAP a temperatura variou de 32 a 39 °C.

Na condutância estomática das plantas avaliadas aos 52 e 59 DAP se verifica que o híbrido Dali foi o que apresentou maior valor de gs. Nas demais épocas de avaliação não houve diferenças entre os híbridos (Figura 17).

Figura 17 – Condutância estomática (gs) de plantas de quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019



Na pesquisa de Dalastro et al., (2014) não foram encontradas diferenças significativas para a condutância estomática entre os híbridos de melão amarelo avaliados (Goldex, AF 4945 e Gold Mine), embora que para os híbridos de melão rendilhado (Acclain, Louis e Olympic Express) e pele de sapo (Medellin, Grand Prix e Sancho) houve diferença.

Quanto a influência dos níveis de irrigação sobre a A , E e g_s , foram observados efeitos lineares positivos com o aumento das lâminas de irrigação, sendo esse comportamento observado nas seguintes avaliações: 37 e 52 DAP para A e E e aos 37, 45 e 52 DAP para g_s (Figuras 17, 18 e 19). De modo geral, à medida que o estresse hídrico era amenizado os valores de A , E e g_s aumentavam, no entanto, ao final do ciclo não houve oscilação representativa entre os valores e isso se deve provavelmente ao início do processo de senescência das folhas (observação visual) e redução da demanda hídrica da cultura.

A taxa fotossintética (A) aumentou linearmente com o aumento da lâmina de irrigação aos 37 e 52 DAP. Para essa variável, o maior valor foi obtido para lâmina de 100% da ET_c ($17,40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ as 37 DAP e $20,77 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aos 52 DAP) (Figura 18). Resultados semelhantes foram observados por Suassuna et al. (2011) e Ferraz et al. (2012) que em condições de estresse hídrico, observaram que as taxas de fotossíntese do meloeiro se reduziram.

A transpiração (E) nas avaliações em que houve efeito significativo para os tratamentos de níveis de irrigação apresentou crescimento linear com o aumento da lâmina de irrigação. Para essa variável, o acréscimo na E por aumento de unidade de ET_c foi praticamente semelhante aos 37 e 52 DAP, com valores máximos de $4,57$ e $4,79 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ obtido na lâmina estimada de 100% da ET_c (Figura 19). Tais resultados evidenciam que em condições de melhor disponibilidade hídrica (100% ET_c), o meloeiro tende a apresentar maior taxa transpiratória, como pode ser comprovado pelos maiores valores de g_s observado, uma vez que os estômatos são as principais vias de perda de água pela planta (PEREIRA FILHO et al., 2015).

Figura 18 – Fotossíntese (A) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019

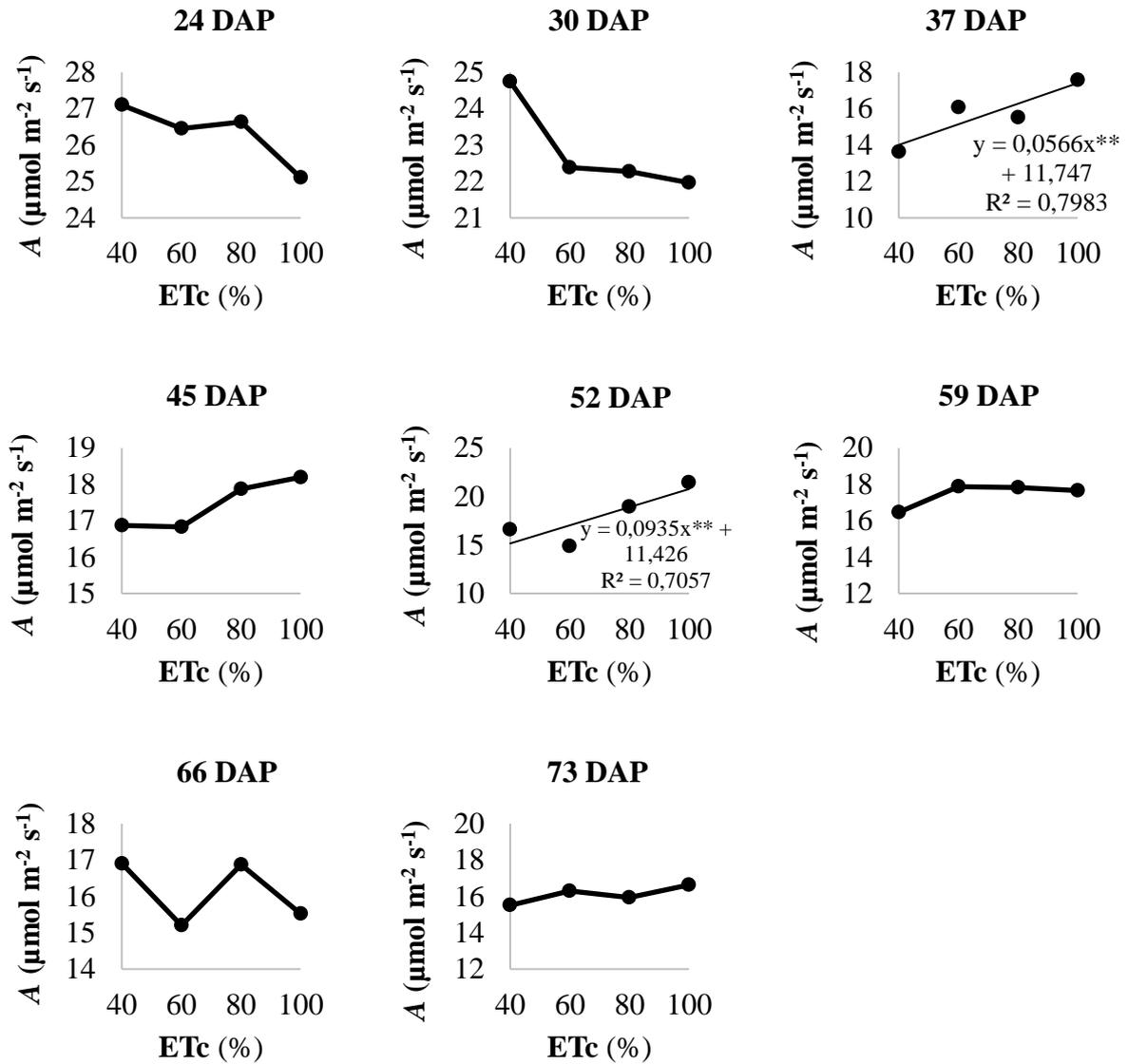
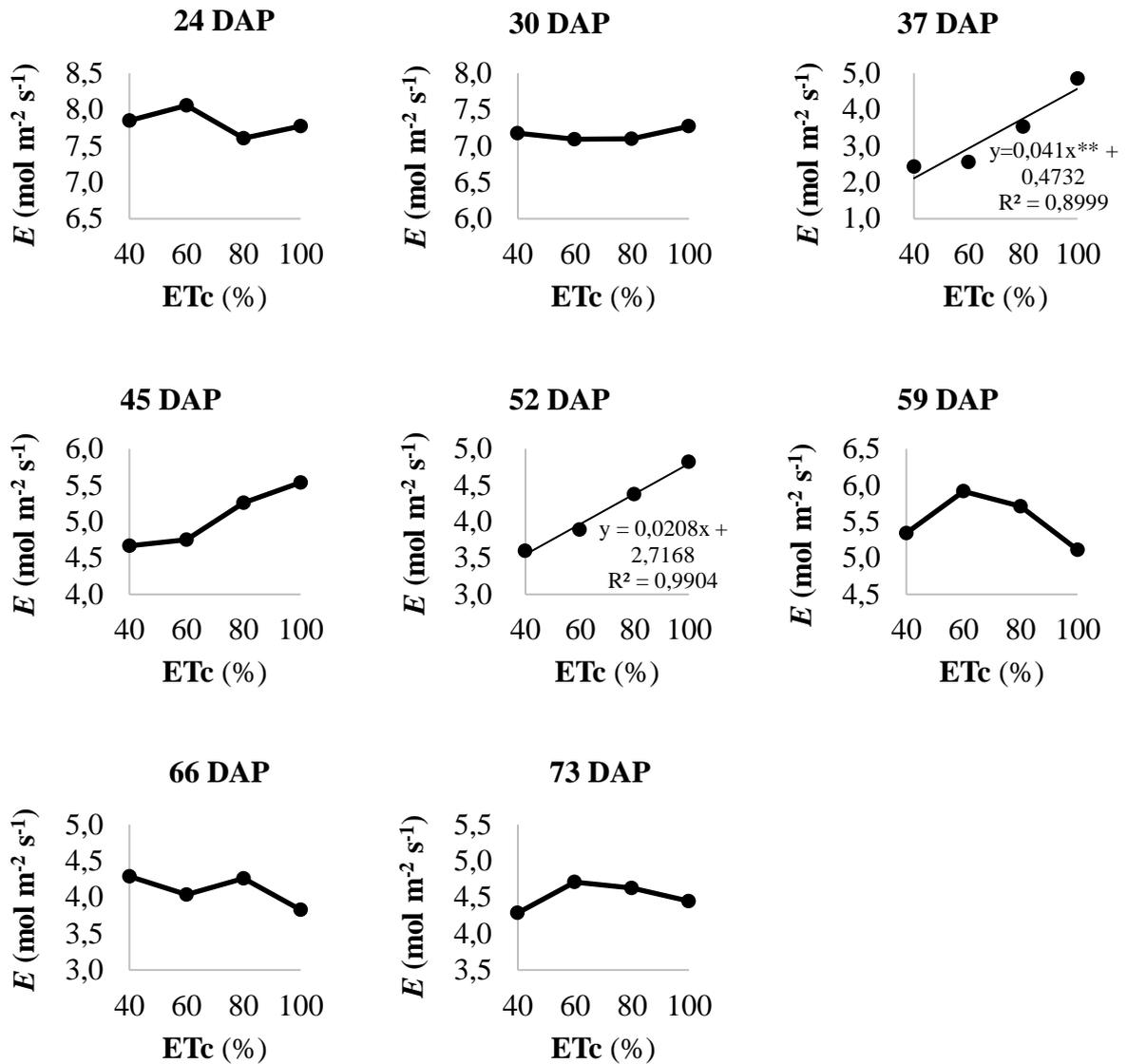


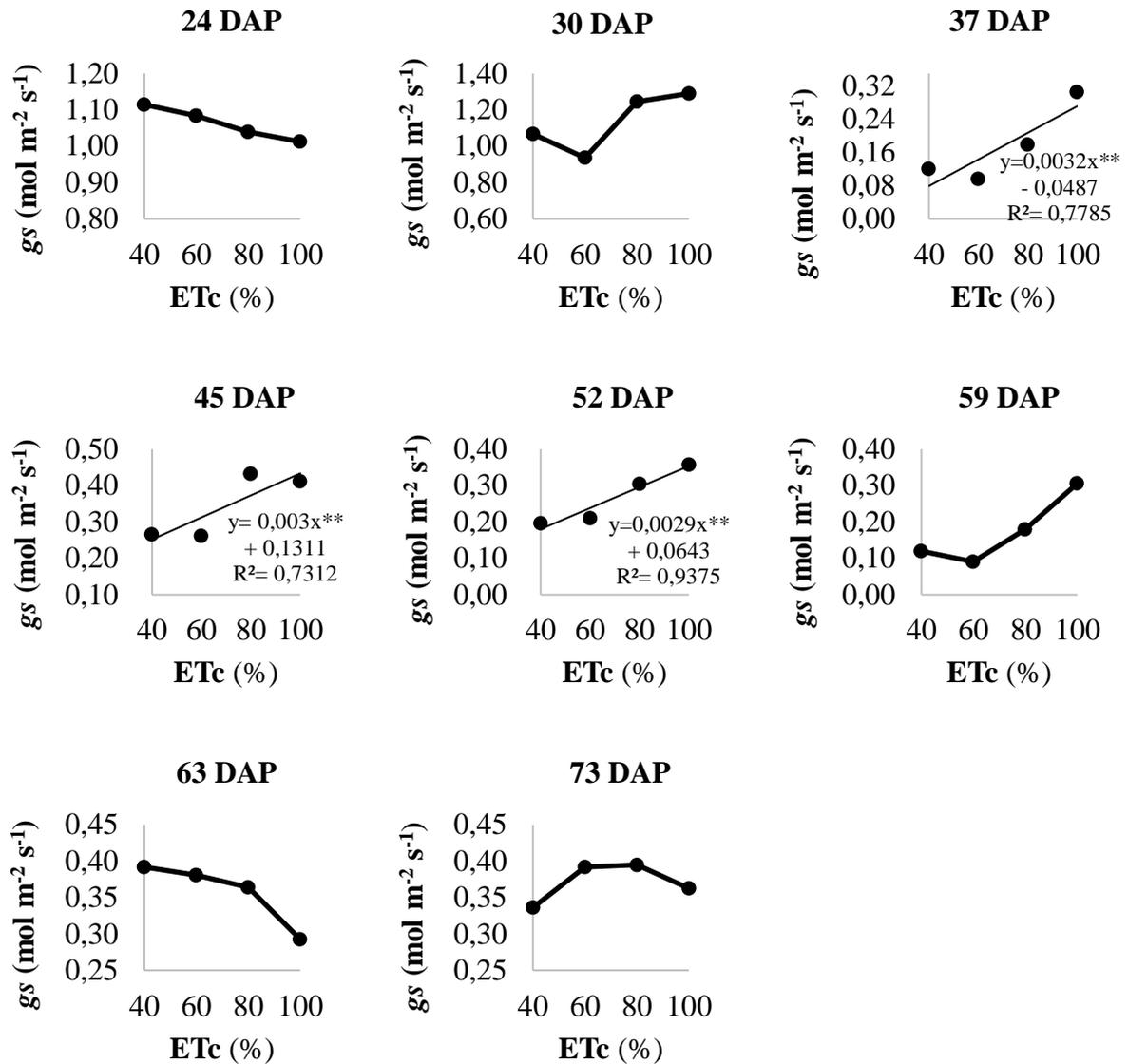
Figura 19 – Transpiração (E) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019



Em situações de estresse, as plantas tendem a reduzir suas taxas transpiratórias, afim de conservar a água disponível. Esse comportamento é visto nas lâminas de 40 e 60% da ETc, onde houve baixas nos valores de transpiração, comparado com as plantas submetidas às maiores lâminas de irrigação. Segundo Araújo (2017) essa diminuição pode ocorrer por meio do fechamento temporário dos estômatos, como uma adaptação modulativa. Uma alteração modificativa ocorre quando as folhas que crescem sob condições de deficiência hídrica apresentam os estômatos menores, mas uma densidade estomática maior. Essa modificação oferece condições para uma redução mais rápida da transpiração por meio da regulação do fechamento estomático (LARCHER, 2006).

Para a condutância estomática, à medida que houve um incremento das lâminas de irrigação, a g_s também aumentou, sendo esse comportamento observado aos 37, 45 e 52 DAP (Figura 20).

Figura 20 – Condutância estomática (g_s) de híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019



Silva et al. (2010), relata que a baixa disponibilidade hídrica no solo pode causar fechamento estomático, limitando a condutância estomática e a transpiração. Logo, quanto maior a lâmina, maior será a abertura estomática, com pode ser visto nos resultados da presente pesquisa, em que o maior valor da variável ocorreu no tratamento sem restrição hídrica (100% ETc).

5.4 Minerais foliares

Na Tabelas 12 são apresentados os valores dos quadrados médios da análise de variância para dos teores de macrominerais e microminerais das folhas dos quatro híbridos de meloeiro amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação (% ETc). Conforme a análise de variância verificou-se efeito significativo para os híbridos nos teores de magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) e significância para os níveis hídricos nos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), ferro (Fe) e zinco (Zn). Não houve interação significativa entre os fatores híbridos e níveis de irrigação sobre os teores de macro e microminerais das folhas.

Os teores de N, P, K, Ca, Cu, Fe, Zn e Mn não variou significativamente entre os híbridos, com valores médios de 24,03 g kg⁻¹, 1,90 g kg⁻¹, 17,51 g kg⁻¹, 72,48 g kg⁻¹, 6,72 mg kg⁻¹, 272,45 mg kg⁻¹, 26,86 mg kg⁻¹ e 22,65 mg kg⁻¹, respectivamente. Já os teores médios de Mg, S e Na das folhas variaram significativamente entre os híbridos (Figura 21), com maiores valores de Mg obtido pelo Goldex e de S e Na pelo híbrido Dali (9,25 g de Mg kg⁻¹ MS, 6,81 g de S kg⁻¹ MS e 6,19 g de Na kg⁻¹ MS).

Diferentemente ao encontrado o presente trabalho, Crisóstomo et al. (2002) observaram que ocorreu variações nos teores de nutrientes absorvidos pelos os híbridos Durango, Shipper, Mah-mi, Gold Prid, Gália, Matisse, Hy Mark, Trusty, Gold Prid, Gold Mine Yellow King, Orange Flesh e Mission. Tal discrepância entre os trabalhos pode ser atribuído ao tipo de cultivo. No presente trabalho as plantas foram cultivadas em vaso, com fertirrigação controlada e contínua, enquanto os autores citados anteriormente relataram experimentos conduzidos em campo. Os mesmos autores ainda relatam que alguns fatores podem influencia na absorção de nutrientes pelo meloeiro. Entre eles o tipo de genótipo cultivado e as condições climáticas, como principais fatores.

De maneira geral, comparando os teores de macro e microminerais apresentados pelos híbridos analisados com os níveis de nutrientes considerados adequados por Crisóstomo et al. (2002), verifica-se que os teores de N, P, K, Mg, Cu, Zn e Mn se encontram abaixo e os teores de Ca, S e Fe se encontram dentro ou acima dos relatados pelo autor.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância dos teores de macrominerais e microminerais das folhas dos quatros híbridos de melão amarelo, cultivadas sob diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		Macrominerais						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na
Blocos	3	31,85**	0,35 ^{ns}	14,43*	115,43 ^{ns}	2,54*	0,14 ^{ns}	1,93*
Híbridos	3	1,85 ^{ns}	0,35 ^{ns}	8,05 ^{ns}	35,30 ^{ns}	2,20*	4,47**	9,76**
Lâminas	3	17,06**	1,43**	54,05**	203,64**	2,16*	3,05*	3,18**
Interação	9	6,35 ^{ns}	0,22 ^{ns}	6,54 ^{ns}	83,15 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Resíduo	45	3,78	0,15	4,69	45,43	0,71	0,80	0,51
Total	63	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	8,10	20,60	12,38	9,30	9,55	14,56	13,56

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		Microminerais			
		Cu	Fe	Zn	Mn
Blocos	3	13,43**	37471,72**	373,64**	314,85**
Híbridos	3	3,72 ^{ns}	4008,97 ^{ns}	121,89 ^{ns}	27,18 ^{ns}
Lâminas	3	1,60 ^{ns}	11530,34*	134,64*	11,52 ^{ns}
Interação	9	1,04 ^{ns}	2929,18 ^{ns}	68,48 ^{ns}	12,70 ^{ns}
Resíduo	45	1,93	3938,09	44,99	29,80
Total	63	-	-	-	-
CV (%)	-	20,72	23,03	24,97	24,10

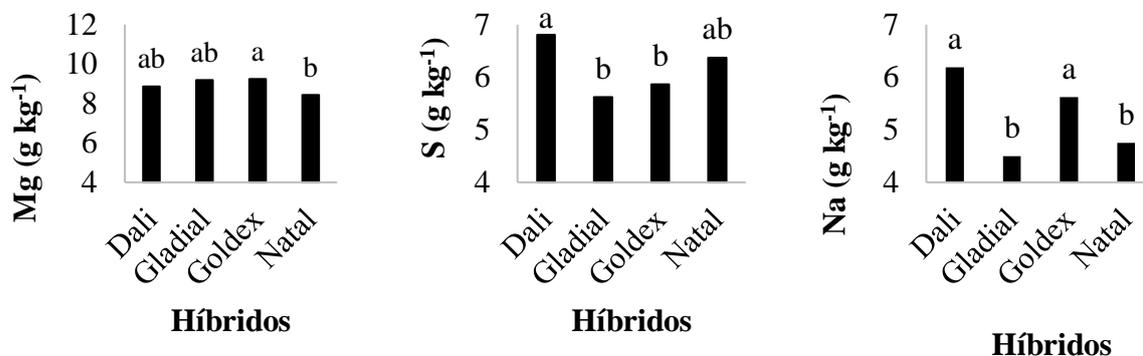
N – Nitrogênio, P – fosforo, K – potássio, Ca - cálcio, Mg – magnésio, S – enxofre, Na – sódio, Cu – cobre, Fe – ferro, Zn – zinco e Mn – manganês.

GL = grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; * = Significativo a 5%, ** = significativo a 1% e ns = não significativo

Os teores de Cu e Mn não variaram significativamente entre as lâminas de irrigação, com valores médios de 6,71 mg kg⁻¹ e 22,65 mg kg⁻¹, respectivamente. Quanto ao efeito das lâminas nos demais nutrientes, houve efeito linear crescente sobre os teores de

nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, indicando que com a redução da disponibilidade hídrica ocorre o decréscimo nos teores desses minerais nas folhas (Figura 22).

Figura 21 – Teores médio de magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) das folhas dos quatro híbridos de meloeiro, Fortaleza, Ceará, 2019

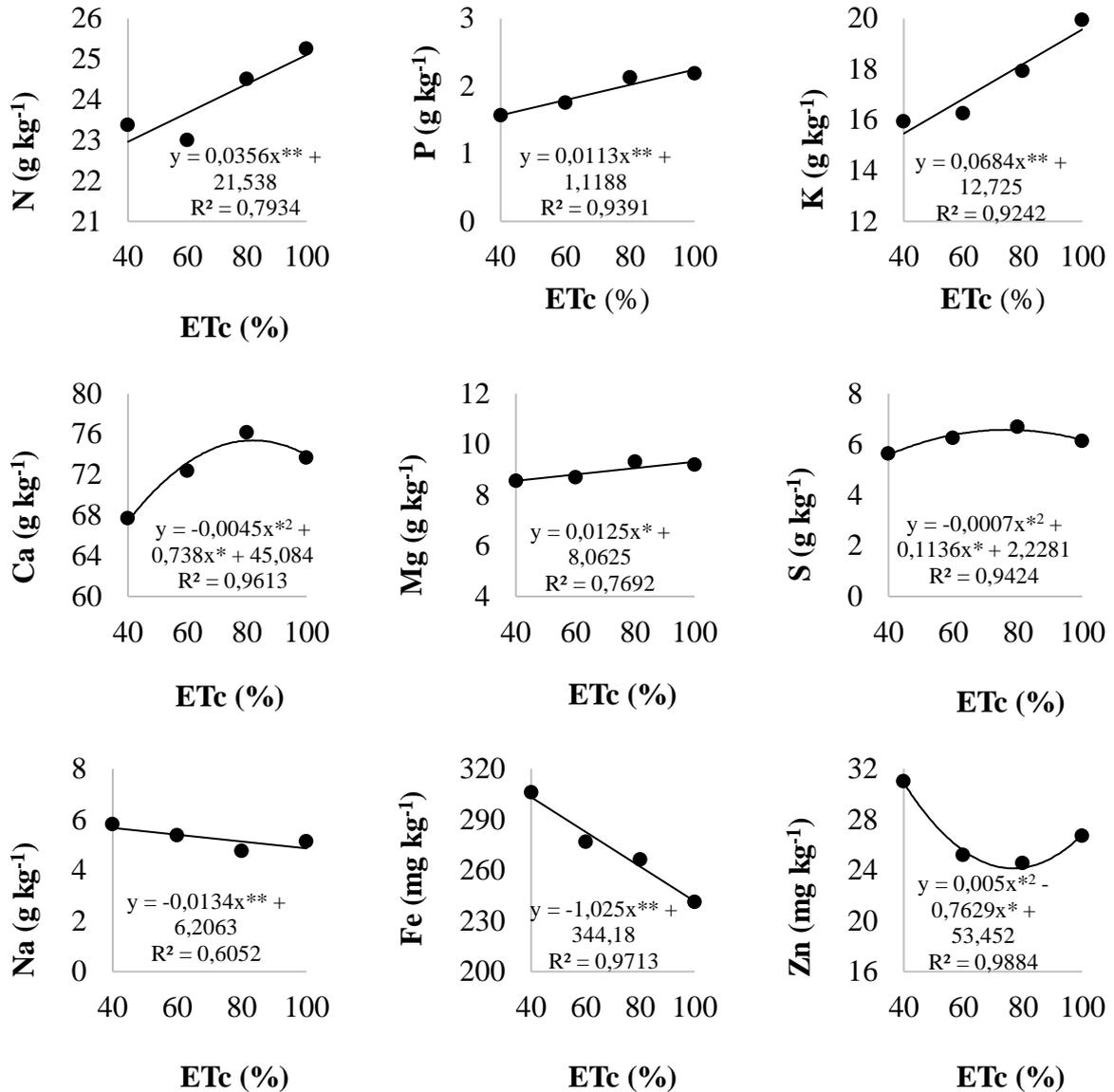


Com relação aos valores médios observados nos teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, em função dos tratamentos de deficiência hídrica, se verificaram que os máximos valores, 25,09, 2,25, 19,56 e 9,31 g kg⁻¹ MS, foram obtidos no tratamento equivalente a 100% da ETc. Comportamento contrário foi apresentado para os teores de Na e Fe, onde houve decréscimos nos teores dos mesmos com a aumento da disponibilidade hídrica (Figura 21). Os maiores valores observados de 5,71 g Na kg⁻¹ MS e 303,18 mg Fe g⁻¹ MS, foram obtidos no tratamento equivalente a 40% da ETc, enquanto os menores valores, 4,98 g Na kg⁻¹ MS e 241,68 mg Fe g⁻¹ MS, no tratamento de maior lâmina de água (100% ETc).

Os teores de cálcio e enxofre foram influenciados pelos diferentes níveis de irrigação, observando-se regressão quadrática, indicando incremento na quantidade de Ca e S na folha atingindo ponto de máxima em torno de 91,72 e 84,14% da ETc, com redução em níveis superiores a esses (Figura 21). Embora o teor de Zn tenha apresentado o mesmo efeito dos teores de Ca e S, o comportamento foi oposto, com redução até atingir o ponto mínimo em torno de 76,29 % da ETc, com acréscimo em níveis superiores a esse (Figura 22). Os maiores valores observados foram de 81,72 g Ca kg⁻¹ MS, 6,83 g S kg⁻¹ MS e 30,93 mg Zn g⁻¹ MS.

Ao comparar os valores máximos de macro e microminerais em função dos diferentes níveis de irrigação encontrados no presente trabalho aos relatados como adequados por Crisóstomo et al. (2002), pode-se observar que os teores de N, Mg, Ca, S e Zn encontram-se dentro do que o autor relata como adequado.

Figura 22 – Teores médio de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), ferro (Fe) e zinco (Zn) das folhas dos híbridos de meloeiro, em função dos níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2019



Em condições de baixa disponibilidade hídrica as plantas absorvem menor quantidade de nutrientes (VURUKONDA et al., 2016). Essa restrição do conteúdo de água no solo ocasiona o decréscimo na condutividade hidráulica, reduzindo a capacidade de absorção de água por parte dos vegetais, com o conseqüente transporte de nutriente que é feito por fluxo de massa no solo até a zona de efetiva atividade radicular sendo reduzido (VALICHESKI et al. 2011). Segundo Gahoonia et al. (1994), também o processo de difusão é afetado pela baixa disponibilidade de água no solo, o qual depende de umidade do solo e da superfície radicular.

6 CONCLUSÕES

O crescimento e desenvolvimento das plantas foi reduzido pelo aumento da restrição hídrica, embora ao final do ciclo não havendo diferenças entre os híbridos.

As trocas gasosas dos híbridos de melão amarelo foram afetadas pelos tratamentos de níveis de irrigação, com queda na eficiência fotossintética nos níveis mais restritivos.

Houve variação do estado nutricional dos híbridos de melão amarelo nos teores de N, P, K, Ca, S e Mg dos quais apresentaram uma tendência de crescimento com o aumento dos níveis de irrigação.

REFERÊNCIAS

- AGROSTAR. **Catálogo de Produtos 2019-2020 Topseed Premium**, 2019. São Paulo: AGROSTAR, 2019. 36 p.
- AGUIAR, M. J. N. *et al.* **Dados climatológicos**: Estação de Fortaleza, 2002. Fortaleza: Embrapa Tropical, 2003. 19 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos 75).
- ALBUQUERQUE, M. P. F. *et al.* Ecofisiologia de plantas jovens de mogno - africano submetidas à deficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n.1, p. 9-16, jan. 2013.
- ALVES, A. A. C.; SETTER, T. L. Abscisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. **Environmental and Experimental Botany**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 259-271, jun. 2004.
- ANSARI, W.A. *et al.* Drought mediated physiological and molecular changes in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **PLoS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 9, p. 1-21, set. 2019.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI 2019. CEPEA, Piracicaba, São Paulo: Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2019>. Acesso em: 9 out. 2020.
- ARAÚJO, L. F. **Crescimento inicial do meloeiro frente às mudanças climáticas**. 2017. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- ARAÚJO, W. F. *et al.* Manejo da irrigação do meloeiro com base na evaporação do tanque Classe A. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 28, n. 4, p. 495-499. out./dez. 2010.
- ÁVILA, M. R. *et al.* Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n 1, p. 98-106, abr. 2007.
- AZEVEDO, B. M. *et al.* Irrigation depths and yield response factor in the productive phase of yellow melon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 4, p. 1-13, jul./ago. 2016.
- BAHADUR, A. *et al.* Physiological and biochemical basis of drought tolerance in vegetables. **Vegetable Science**, Jakhini, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 1-16, jan./jun. 2011.
- CAMPELO, A. R. **Respostas de híbridos de meloeiro amarelo à salinidade da água de irrigação**. 2017. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- CARRIJO, O. A. *et al.* Fertirrigação de hortaliças. **Circular Técnica 32 Embrapa**, n. 1, p. 13, 2004.

CAVALCANTI, N. M. S. *et al.* Aspectos agronômicos do meloeiro ‘Mandacaru’ cultivado em ambiente protegido sob irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 261-272, mai. 2015.

CELIN, E. F. *et al.* Agronegócio brasileiro do melão na última década. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 53., 2014, Palmas. **Anais...** Palmas: ABH, 2014. p. 1–8.

CHAVES, M. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant responses to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, Camberra, v. 30, n. 3, p. 239-264, jan. 2003.

CONFORTO, E. C. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico em duas cultivares enxertadas de seringueira (“RRIM 600” e “GT 1”) crescidas em campo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 38, n. 3, p. 679-684, jun. 2008.

COSTA, N. D.; ANDREOTTI, C. M. **A cultura do melão**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 114 p. (Plantar, 44).

COSTA, N. D. (ed.). **A cultura do melão**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2017. 202 p. il. Color. (Coleção plantar, 76).

COSTA, N. D. *et al.* **Cultivo do melão**. Petrolina: EMBRAPA, 2000. 67 p. (Circular Técnica, 59).

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, jun. 2007.

CRISÓSTOMO, J. R.; ARAGÃO, F. A. S. Melhoramento genético do meloeiro. *In*: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. (ed.). **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 209-246.

CRISÓSTOMO, L. A. *et al.* **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 14).

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; GUIMARAES, V. F.; HACHMANN, T.L.; INAGAKI, A. M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 365-371, dez. 2014.

DANTAS JUNIOR, E. E. *et al.* Lâminas de irrigação localizada e adubação potássica na produção de milho verde, em condições semiáridas. **Revista espacios**, Caracas, v. 37, n. 27, p. 26, jun. 2016.

DIAS, V. G. **Crescimento, fisiologia e produção do meloeiro “pele de sapo” cultivado sob diferentes lâminas de irrigação**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

FAO. Agricultural production, primary crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 9 out. 2020.

FAQUI, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, dez. 2011.

FERRAZ, R. L. S. *et al.* Aspectos morfofisiológicos, rendimento e eficiência no uso da água do meloeiro ‘Gália’ em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 957-964, dez. 2011.

FERRAZ, R.L.S. *et al.* Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 2012.

FERNANDES, C. N. D. *et al.* Crescimento do milho verde sob lâminas de irrigação e adubação foliar silicatada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.12, n. 4, p. 2789 – 2798, jul. 2018.

FERNANDES, C. N. V. **Frequência de irrigação e de fertirrigação com nitrogênio e fósforo na cultura da melancia**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FERNANDES, C. N. V. **Instalação e calibração de um lisímetro de precisão com uma célula de carga**. 2010. 63f. Monografia (Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

FLEXAS, J; MEDRANO, H. Drought-Inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitation revisited. **Annals of Botany**, [s. l.], v.89, n. 1, p. 183-189, fev. 2002.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. *et al.* Reducing the impact of irrigated crops on freshwater availability: the case of Brazilian yellow melons. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, New York, v. 19, n. 2, p. 437-448, ago. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. Cap.26. p. 407-428.

GAHOONIA, T.S. *et al.* Phosphorus depletion in the rhizosphere as influenced by soil moisture. **Plant and Soil**, Dordrecht, [s. l.], v. 159, p. 213-218, fev. 1994.

GLAZ, B.; MORRIS, D. R.; DAROUB, S. H. Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table. **Crop Science**, Madison, v. 44, p. 1633-1641, set. 2004.

GONZAVELES, J. L. M. *et al.* Assessing the effects of early silvicultural management on long – term site productivity of fast growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests**, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 105-188, nov. 2008.

- IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 9 out. 2020.
- INOUE, M.T.; RIBEIRO, F.A. Fotossíntese e transpiração de clones de *Eucalyptu ssp. e E. saligna*. **Revista do IPEF**, [s. l.], v. 40, p. 15-20, 1988.
- KJELDAHL, J. A. New method for the determination of nitrogen in organic matter. **Zeitschrift für Analytische Chemie**, [s. l.], v. 22, p. 366-382, dez. 1988.
- LANA, M. M.; TAVARES, S. A. Hortalíça Melão Amarelo. **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. v. 2, p. 209, 2010.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.
- LIMA, E. M. C *et al.* Crescimento e produção de melão cultivado em ambiente protegido e irrigado por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 449-457, dez. 2009.
- LUNA, N. R. de S. *et al.* Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. **Revista Agro@mbiente On-line**, Roraima, v. 7, n. 1, p. 53-62, abr. 2013.
- MANI, F. Evaluation of drought stress on yield and physiological attributes in Cantaloupe crop (*Cucumis melo* L.). **Indian Journal Of Applied Research**, [s. l.], v. 4, n. 12, p. 6-10, dez. 2014.
- MAPA. Agrostat: Exportação Importação. 2020. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 20 out. 2020.
- MAROTO, J. V. **Horticultura herbácea especial**. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 611 p.
- MELO, J. M. M. *et al.* Crescimento de meloeiro submetido ao estresse hídrico com e sem micorrização no vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 1261 -1270, mar. 2017.
- MELO, A. S. *et al.* Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancieira em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, mar. 2010.
- MENDES, A. M. S. **Sistema de Produção de Melão**. EMBRAPA Semiárido, 2010.
- MORAIS, E. R. G. *et al.* Crescimento e produtividade do meloeiro goldex influenciado pela cobertura do solo. **Scientia Agraria**, Maringá, v. 9, n. 2, p. 129-137, jun. 2008.
- NASCIMENTO, H. H. C. *et al.* Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 617-626, jun. 2011.
- OLIVEIRA, F. I. C. *et al.* A cultura do melão. In: Figueirêdo, M. C. B.; Gondim, R. S.; Aragão, F. A. S. (ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas**

conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília: Embrapa, 2017. p. 17-32.

PEREIRA FILHO, J. V. *et al.* Trocas gasosas e fitomassa seca da cultura do meloeiro irrigado por gotejamento nas condições semiáridas do Nordeste. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 3, p. 171-182, mai. 2015.

PINHEIRO NETO, L. G. *et al.* Produção e qualidade dos frutos do meloeiro submetido à redução hídrica na fase final do ciclo. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 54-62, mar. 2007.

PINHO, R. G. V. *et al.* Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 157-173, dez. 2009.

PIRES, M. M. M. L. *et al.* Produção do meloeiro submetido a diferentes manejos de água com o uso de manta de tecido não tecido. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 31, n. 2, p. 304-310, abr./jun. 2013.

RIJKZWAAN. **Rijkzwaan**: Sharing a healthy future. Disponível em: <https://loja.rijkszwaan.com.br/sementes/cultivo/melao/>. Acesso em: 20 de jun. de 2020.

SAKATA. **Catálogo Versão Digital**, 2020. São Paulo: Sakata Seed Sudamerica, 2020. 154 p.

SANTOS, D. *et al.* Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, ago. 2012.

SANTOS, J. F. *et al.* Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 142-150, jun. 2014.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, set./dez. 1998.

SILVA, A. R. A. **Respostas e adaptações de plantas de coqueiro “anão verde” às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo**. 2015. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SILVA JÚNIOR, M. J. *et al.* Resposta do meloeiro à fertirrigação controlada através de íons da solução do solo: Desenvolvimento vegetativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 715–722, jun. 2010.

SILVA, M. R. *et al.* Desempenho agrônômico de genótipos de milho sob condições de restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 202-212, 2012.

SOARES, C. A. *et al.* Função de resposta do meloeiro a doses de adubação nitrogenada para dois níveis de irrigação. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 2, p. 175-182, dez. 2016

SOUSA, V. F. *et al.* Irrigação e fertirrigação na cultura do melão. *In*: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (ed.).

Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 659-687.

SOUSA, A. E. C. *et al.* Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 271-278, mar/abr. 2010.

SOUSA, V. F. L. *et al.* Acúmulo e eficiência de uso de nutrientes por cultivares de melão. *In*: FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 77-98.

SOUSA, V. S. *et al.* Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 123-128, mai./ago. 2005.

SUASSUNA, J. F. *et al.* Eficiência fotoquímica e produtividade de frutos de meloeiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1251-1262, out./dez. 2011.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TOMAZ, H. V. DE Q. *et al.* Crescimento do meloeiro sob diferentes lâminas de água e níveis de nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p.174-178. 2008.

VALICHESKI, R. R. *et al.* MONNERAT, P. H. Estado nutricional do coqueiro cultivado em solos submetidos a diferentes níveis de compactação e umidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1152–1160, fev. 2011.

VIEIRA, D. A. *et al.* Gas exchanges of melon under water stress in the Submedium region of the São Francisco River Valley. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 41, n. 1, p. 1–9, jun. 2019.

VURUKONDA, S. S. K. P. *et al.* Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research.** [s. l.], v. 184, n. 1, p. 13-24, dez. 2016.