

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CURSO DE DOUTORADO**

**CULTIVO DE MINIMELANCIA COM ÁGUAS SALOBRAS:  
ASPECTOS FISIOLÓGICOS, PRODUTIVOS E QUALIDADE PÓS-  
COLHEITA**

**Laís Monique Gomes do Ó**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2021**

# **CULTIVO DE MINIMELANCIA COM ÁGUAS SALOBRAS: ASPECTOS FISIOLÓGICOS, PRODUTIVOS E QUALIDADE PÓS- COLHEITA**

**Laís Monique Gomes do Ó**  
Engenheira Agrônoma  
Universidade Federal do Ceará, 2015

Tese apresentada ao colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Engenharia Agrícola (Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos).

**Orientador:** Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto

**Coorientadora:** Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

O1c

Ó, Laís Monique Gomes do.

Cultivo de minimelancia com águas salobras: aspectos fisiológicos, produtivos e qualidade pós-colheita / Laís Monique Gomes do Ó. – Cruz das Almas, Bahia, 2021.  
190f.; il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Doutorado em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto.  
Coorientadora: Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova.

1.Melancia – Cultivo – Colheita. 2.Melancia – Irrigação. 3.Águas salinas – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 635.615

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.

Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).(os *dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico*).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CURSO DE DOUTORADO**

**CULTIVO DE MINIMELANCIA COM ÁGUAS SALOBRAS:  
ASPECTOS FISIOLÓGICOS, PRODUTIVOS E QUALIDADE  
PÓS-COLHEITA**

Comissão Examinadora da Defesa de Tese de  
Laís Monique Gomes do Ó

Aprovada em: 25 de outubro de 2021



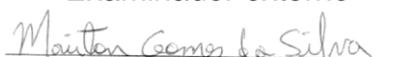
---

Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientador



---

Prof. Dr. Rogério Ferreira Ribas  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador externo



---

Dr. Mairton Gomes da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador interno



---

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador externo



---

Dr. Petterson Costa Conceição Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador interno

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me ajudar a enfrentar esses anos difíceis e necessários para meu amadurecimento pessoal e profissional.

Aos meus pais pelo suporte emocional nesses anos de amor a distância.

A minha tia Sheila, minha prima Luana, meus amores Apolo e Liz pela torcida, mesmo não entendendo esse meio acadêmico.

Aos meus avós Lourival e Josefa pelas palavras de afirmação e amor direcionados a mim, gratidão pela base familiar.

A todos os meus familiares e parentes não citados, que mesmo de longe torceram pelas minhas conquistas.

Ao meu orientador Dr. André Dias de Azevedo Neto pelas contribuições científicas, orientação, pelo apoio, paciência, atenção, confiança e pelos ensinamentos que jamais irei esquecer, obrigada pela cobrança necessária para minha evolução profissional.

A minha coorientadora Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova pelos ensinamentos, ajuda com experimento, amizade, sugestões, zelo, pelo seu olhar minucioso e paciência principalmente, meu muito obrigada por tudo que você fez pelo meu crescimento e por minha tese, gratidão eterna.

Ao Professor Dr. Lucas Velame pelas sugestões apresentadas ao experimento de irrigação por pulsos.

Ao Professor Dr. Hans Raj Gheyi pelas valiosas contribuições, incentivo, cobranças, ensinamento e olhar crítico aos meus experimentos e tese, minha eterna gratidão e orgulho por ter trabalhado ao lado do senhor.

Aos membros dessa banca de defesa de tese, pelas contribuições ofertadas ao meu trabalho.

Aos estagiários do NEAS, Andressa, Marcela, Lucas, Vitor, Marcos e Ailton pela ajuda nos experimentos e amizade.

A Mardja Luma Sales pelo companheirismo na vida e na área acadêmica foi maravilhoso e leve conviver todos esses anos ao seu lado.

A Neilon Duarte da Silva pela contribuição nos meus experimentos e pela companhia durante boa parte dessa etapa do doutorado, obrigada por tudo.

Aos amigos da pós-graduação, Evelyn, Lucas, Magali, Diego, Stephanie, Tayrone, Andrezza, Gerlange, Lucio, Petterson e Lumi pela convivência, ensinamentos e momentos, foi um prazer caminhar essa etapa junto com vocês.

Ao corpo docente do PPGEA-UFRB pelas contribuições associadas à minha formação acadêmica e profissional.

Ao funcionário Edilson (Boi) pela convivência e suporte técnico para que esses experimentos pudessem ser iniciados e concluídos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia por ter sido minha casa durante esses anos e pela oportunidade em desenvolver meus experimentos nessa instituição.

À Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo para que eu pudesse estudar e desenvolver meus experimentos.

Aos Srs. Massayuki Miyakawa (Agro Comercial Yamada) e Ilson Tayra (Engenheiro Agrônomo da Takii do Brasil Ltda) pelo fornecimento das sementes.

*“Encontre um bom exemplo e o siga. Quando  
você segue um bom exemplo, se torna um.”*

*Thiago Nigro*

## **CULTIVO DE MINIMELANCIA COM ÁGUAS SALOBRAS: ASPECTOS FISIOLÓGICOS, PRODUTIVOS E QUALIDADE PÓS- COLHEITA**

Autor: Laís Monique Gomes do Ó

Orientador: Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto

Coorientador: Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova

**RESUMO:** Para avaliar o desenvolvimento, aspectos fisiológicos, produtivos e qualidade pós-colheita de minimelancia com água salobra foram conduzidos quatro experimentos. O primeiro experimento avaliou o crescimento inicial de minimelancia 'Sugar Baby' através de técnicas estatísticas univariadas e multivariadas, utilizado quatro condutividades elétricas da água de irrigação (CEa): 0,33; 1,5; 3,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>. A salinidade da água afetou negativamente o tempo de emergência de mudas de minimelancia, altura e massa seca das plantas. A análise multivariada permitiu visualizar melhor os resultados. O segundo experimento avaliou a produção, qualidade, e as respostas fisiológicas e bioquímica da minimelancia 'Sugar Baby' em substrato utilizando dois tipos de manejo de irrigação (gotejamento convencional e por pulsos) e quatro níveis salinos da solução nutritiva de fertigação (2,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>). A salinidade afetou algumas variáveis de produção, contudo não afetou a qualidade dos frutos de minimelancia 'Sugar Baby' e o gotejamento convencional foi o mais adequado para alta salinidade. A salinidade da água não comprometeu a integridade do aparelho fotossintético da minimelancia contudo, aumenta a dissipação de excitação não fotoquímica não-regulada. Os teores de sódio e cloreto e a razão sódio/potássio na folha aumentaram com a salinidade da água no manejo de pulsos. A salinidade aumentou os teores de potássio no manejo de pulsos e diminuiu no convencional. O terceiro experimento avaliou as relações hídricas, fisiologia, bioquímica, produção, qualidade pós-colheita de minimelancia 'Sugar Baby' cultivadas em sistema hidropônico utilizando água salobra na solução nutritiva (2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>). A salinidade da solução nutritiva afetou negativamente a massa do fruto, circunferência transversal e diâmetro da polpa de minimelancia, mas não influencia o Brix. Os teores de solutos orgânicos e os íons sódio, cloreto, razão sódio/potássio e o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do fotossistema II (FSII) foram reduzidos com a salinidade. A salinidade da água aumentou o teor de clorofila *b* e potássio na folha e rendimento quântico da perda de energia regulada do FSII. O quarto experimento consistiu em avaliar a produção, qualidade pós-colheita e teores de solutos em dois genótipos de minimelancia (Champagne e Fancy) cultivadas em sistema hidropônico usando água salobra das soluções nutritivas com diferentes condutividades elétricas: 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>. A salinidade reduziu as principais características produtivas da minimelancia, mas manteve dos padrões de aceitação comercial pós colheita. Os resultados dos solutos orgânicos e inorgânicos nas folhas mostraram possíveis diferenças quanto à aclimação dos genótipos à salinidade.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Citrullus lanatus* L.; Hidroponia; Irrigação por pulsos.

## **CULTIVATION OF MINI-WATERMELON WITH SALTING WATER: PHYSIOLOGICAL, BIOLOGICAL ASPECTS, PRODUCTION AND POST-HARVEST QUALITY**

Autor: Laís Monique Gomes do Ó

Orientador: Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto

Coorientador: Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova

**ABSTRACT:** To evaluate the development, physiological, productive aspects and postharvest quality of miniwatermelon in brackish water, four experiments were done. The first experiment evaluated the initial growth of 'Sugar Baby' miniwatermelon through univariate and multivariate statistical techniques, using four electrical conductivities of irrigation water (ECa): 0.33; 1.5; 3.5; 5.5 dS m<sup>-1</sup>. Water salinity negatively affected the emergence time of miniwatermelon seedlings, plant height and dry mass. Multivariate analysis allowed for better visualization of the results. The second experiment evaluated the production, quality, and physiological and biochemical responses of 'Sugar Baby' miniwatermelon in substrate using two types of irrigation management (conventional and pulsed drip) and four saline levels of the nutrient solution for fertigation (2.5; 4.5; 5.5 and 6.5 dS m<sup>-1</sup>). Salinity affected some production variables, however it did not affect the quality of 'Sugar Baby' miniwatermelon fruits and conventional dripping was the most suitable for high salinity. The salinity of the water did not compromise the integrity of the miniwatermelon photosynthetic apparatus, however, it does increase the dissipation of unregulated non-photochemical excitation. The sodium and chloride contents and the sodium/potassium ratio in the leaf increased with the water salinity in the pulse management. Salinity increased potassium levels in pulse management and decreased in conventional one. The third experiment evaluated the water relationships, physiology, biochemistry, production, postharvest quality of 'Sugar Baby' miniwatermelon cultivated in a hydroponic system using brackish water in the nutrient solution (2.5; 3.5; 4.5; 5.5; 6.5 dS m<sup>-1</sup>). The salinity of the nutrient solution negatively affected the fruit mass, cross-sectional circumference and diameter of the miniwatermelon pulp, but did not influence the Brix. Organic solute contents and sodium, chloride ions, sodium/potassium ratio and photochemical energy conversion quantum yield of photosystem II (FSII) were reduced with salinity. Water salinity increased leaf chlorophyll b and potassium content and quantum yield of FSII regulated energy lost. The fourth experiment consisted of evaluating the yield, postharvest quality and solute content of two miniwatermelon genotypes (Champagne and Fancy) cultivated in a hydroponic system using brackish water from nutrient solutions with different electrical conductivities: 2.5; 3.5; 4.5; 5.5; 6.5 dS m<sup>-1</sup>. Salinity reduced the main productive characteristics of the miniwatermelon, but maintained the post-harvest commercial acceptance standards. The results of organic and inorganic solutes in the leaves showed possible differences regarding the acclimation of the genotypes to salinity.

**KEYWORDS:** Citrullus lanatus L.; Hydroponics; ulse irrigation.

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

AA - Aminoácidos solúveis  
ATT- Acidez total titulável  
ALT- Altura das plantas  
CEa- Condutividade elétrica da água de irrigação  
CEsol- Condutividade elétrica da solução nutritiva  
CH- Carboidratos solúveis  
CL - Circunferência longitudinal  
Cla - Clorofila *a*  
Clb - Clorofila *b*  
Cl<sup>-</sup> -Cloreto

CT- Circunferência transversal  
Cv – Cultivar  
DAP - Dias após o plantio  
DAS - Dias após a semeadura  
DP - Diâmetro da polpa  
EC - Espessura da casca  
EUA - Eficiência do uso da água  
F<sub>0</sub> - Fluorescência inicial  
F<sub>m</sub> - Fluorescência máxima  
F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> - Rendimento quântico potencial do FSII  
FSII - Fotossistema II  
IFF- Índice de formato do fruto  
IM- Índice de maturação  
IVE - Índice de velocidade de emergência  
K<sup>+</sup>- Potássio  
Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup> - Razão potássio/sódio  
m – Metro  
MC - Massa da casca  
MF - Massa fresca do fruto  
MFPA - Massa fresca parte aérea  
mm – Milímetro  
MP- Massa fresca da polpa  
MP- Manejo de irrigação por pulsos  
M1 - Manejo de irrigação por gotejamento convencional  
M2 - Manejo de irrigação por pulsos  
MC - Manejo de irrigação por gotejamento convencional  
MSPA - Massa seca da parte aérea  
Na<sup>+</sup> - Sódio  
HCl - Ácido clorídrico  
KOH - Hidróxido de potássio  
NF- Número de folhas  
pH - Potencial hidrogeniônico  
PL - Prolina livre  
PS – Proteína solúvel  
RP – Rendimento de polpa  
SN - Solução nutritiva  
SST- Sólidos solúveis totais  
TA - Teor de água.  
TE- Tempo de emergência  
YII - Eficiência quântica efetiva do FSII  
YNO - Rendimento quântico de dissipação não regulado  
YNPQ - Rendimento quântico de dissipação regulado

## LISTA DE FIGURA

Figura 2.1 - Tempo médio necessário para atingir a emergência máxima - TE (A), índice de velocidade de emergência - IVE (B) e altura de planta - AP (C) de minimelancia cv. Sugar Baby em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	51
--	----

Figura 2.2 - Massa fresca – MFPA (A) e massa seca – MSPA (B) e teor de água (C) da parte aérea das plantas de minimelancia cv. Sugar Baby em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	53
Figura 2.3 - Análise de componentes principais (A) e agrupamento das variáveis (B) do crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby sob diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (T1 - 0,33; T2 - 1,5; T3 - 3,5; T4 - 5,5 dS m <sup>-1</sup> ) .....	54
Figura 2.4 - Agrupamento hierárquico das variáveis do crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby irrigadas com águas de diferentes condutividades elétricas da água (CEa). Legenda: (T1 - 0,33; T2 - 1,5; T3 - 3,5; T4 - 5,5 dS m <sup>-1</sup> ) .....	57
Figura 3.1- Massa do fruto - MF (A), massa da casca - MC (B), circunferência longitudinal - CL (C) e potencial hidrogeniônico - pH (D) de frutos de minimelancia cv. 'Sugar Baby' cultivada em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertigaçã. Médias de quatro repetições e desvios-padrão.....	73
Figura 3.2 - Diâmetro da polpa - DP (A) e circunferência transversal - CT (B), de frutos de minimelancia cv. 'Sugar Baby' cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 (●) ou por pulsos - M2 (▼) sob diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertigaçã. Médias de quatro repetições e desvios-padrão.....	76
Figura 3.3 - Acidez total titulável - ATT de frutos de minimelancia cv. 'Sugar Baby' cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 ou por pulsos - M2 (A) e diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertigaçã (B). Médias de quatro repetições e desvios-padrão. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05) .....	78
Figura 3.4 - Índice de maturação - IM de frutos de minimelancia cv. 'Sugar Baby' cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 ou por pulsos - M2 (A) e diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertigaçã (B). Médias de quatro repetições e desvios-padrão. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05) .....	79

- Figura 4.1 - Rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII - YII (A) e rendimento quântico da perda não regulada de energia - YNO (B e C) em folhas de plantas de minimelancia 'Sugar Baby' após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.....96
- Figura 4.2 - Teores de prolina livre - PL (A), proteína solúvel - PS (B) e aminoácidos livres - AA (C) em folhas de plantas de minimelancia 'Sugar Baby' após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.....99
- Figura 4.3 - Teores de cloreto (A), sódio (B), potássio (C) e razão Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> (D) em folhas de plantas de minimelancia 'Sugar Baby' após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.....101
- Figura 5.1 - Massa do fruto – MF (A), espessura da casca – EC (B), circunferência transversal (CT) e massa da polpa (MP) de frutos da minimelancia 'Sugar Baby' cultivadas em sistema hidropônico floating sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritivas (CEsol). Barras verticais representam os desvios padrões (n = 4) .....119
- Figura 5.2 - Consumo total de água – CH (A) e eficiência do uso de água – EUA (B) de minimelancia 'Sugar Baby' cultivadas em sistema hidropônicos floating sob diferentes condutividades da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os desvios padrões (n = 4) .....123

- Figura 5.3 - pH (A) e acidez total titulável – ATT (B) de minimelancia ‘Sugar Baby’ Consumo total de água – CH (A) e eficiência do uso de água – EUA (B) de minimelancia ‘Sugar Baby’ cultivadas em sistema hidropônicos floating sob diferentes condutividades da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os desvios padrões (n = 4) .....125
- Figura 6.1 - Massa fresca do fruto - MF (A) e massa seca da parte aérea - MSPA (B) de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico floating em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4) .....141
- Figura 6.2 - Teores de carboidratos solúveis - CH (A), aminoácidos livres - AA (B), proteínas solúveis - PS (C) e prolina livre - PL (D) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico floating aos 50 dias após transplântio em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4) .....142
- Figura 6.3 - Teores de Na<sup>+</sup> (A), K<sup>+</sup> (B), razão Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> (C) e Cl<sup>-</sup> (D) em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico floating aos 50 dias após transplântio em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4) .....144
- Figura 6.4 - Teor de clorofila b - Cl b (A), rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII - YII (B) e rendimento quântico da perda regulada de energia - YNPQ (C) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico floating aos 50 dias após transplântio em casa de vegetação em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4) .....147
- Figura 7.1 - Efeito do estresse salino sobre a massa do fruto - MF (A), circunferência transversal - CT (B), circunferência longitudinal - CL (C), diâmetro da polpa - DP (D), massa da polpa - MP (E), rendimento da polpa - RP (F) e índice de formato do fruto - IFF (G) de dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).....165

Figura 7.2 - Efeito do estresse salino sobre o potencial hidrogeniônico - pH (A), sólidos solúveis totais - SST (B), acidez titulável total - ATT (C) e índice de maturação - IM (D) de dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).....	166
Figura 7.3 - Teores de sódio - Na <sup>+</sup> (A), potássio - K <sup>+</sup> (B) e cloreto - Cl <sup>-</sup> (C) e razão K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> (D) em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) em dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).....	167
Figura 7.4 - Teores de carboidratos solúveis - CH (A), aminoácidos livres - AA (B), prolina livre - PL (C) e proteínas solúveis - PS (D) em dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).....	169
Figura 7.5 - Cor da polpa dos dois genótipos de minimelancia estudados: A - genótipo Champagne (coloração amarela) e B – genótipo Fancy (coloração vermelha) .....	170

## LISTA DE TABELA

Tabela 2.1 - Resumo da análise de variância para as variáveis tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (TE) em dias, índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes dia <sup>-1</sup> , altura de plantas (AP) em cm, número de folha (NF), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) em g e teor de água (TA) em %, de minimelancia
--

cv. Sugar Baby irrigada com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (CEa).....	50
Tabela 3.1 - Resultado do teste de Fisher (F) para as variáveis massa de fruto (MF), massa de polpa (MP), massa de casca (MC), rendimento da polpa (RP), diâmetro da polpa (DP), circunferência transversal (CT) e longitudinal (CL), índice de formato de fruto (IFF), sólidos solúveis totais (SST), potencial de hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT) e índice de maturação (IM) de minimelancia cv. 'Sugar Baby' irrigada com águas salinas sob diferentes manejos de irrigação.....	72
Tabela 4.1 - Resumo do teste de Fisher (F) e das médias observadas para as variáveis da fluorescência da clorofila a e bioquímica nas folhas de minimelancias.....	94
Tabela 5.1 - Sumario do teste de Fisher (F) para as variáveis de fruto.....	118
Tabela 6.1 - Concentrações dos nutrientes na solução nutritiva.....	136
Tabela 6.2 - Resumo do teste de Fisher (F) e das médias observadas para as variáveis estudadas.....	140

## SUMÁRIO

RESUMO.....	09
ABSTRACT .....	11
CAPÍTULO 1.....	24
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	22
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	24
1.2.1 Considerações gerais sobre a melancieira.....	24
1.2.2 Uso de água salobra na agricultura.....	25
1.2.3 Efeito do estresse salino nas plantas.....	27
1.2.4 Irrigação por gotejamento fracionada (pulso).....	29
1.2.5 Sistema de produção hidropônico.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
CAPÍTULO 2.....	42
2.1 INTRODUÇÃO.....	45
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
2.4 CONCLUSÕES.....	58
AGRADECIMENTOS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
CAPÍTULO 3.....	63
3.1 INTRODUÇÃO.....	66
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	67
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
3.4 CONCLUSÕES.....	80
AGRADECIMENTOS.....	80
REFERÊNCIAS .....	80
CAPÍTULO 4.....	84
4.1 INTRODUÇÃO.....	87
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	88
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
4.4 CONCLUSÕES.....	103
AGRADECIMENTOS.....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
CAPÍTULO 5.....	111
5.1 INTRODUCTION .....	114

5.2 MATERIAL AND METHODS.....	115
5.3 RESULTS AND DISCUSSION.....	117
5.4 CONCLUSIONS.....	127
REFERENCES .....	127
CAPÍTULO 6.....	132
6.1 INTRODUÇÃO.....	135
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	136
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	139
6.4 CONCLUSÕES.....	149
AGRADECIMENTOS.....	149
REFERÊNCIAS .....	149
CAPÍTULO 7.....	157
7.1 INTRODUÇÃO.....	159
7.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	161
7.3 RESULTADOS .....	163
7.4 DISCUSSÃO.....	169
7.5 CONCLUSÕES.....	174
REFERÊNCIAS .....	174
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	184

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A melancia encontra-se entre as hortaliças mais plantadas no Brasil, sendo sua produção concentrada no semiárido brasileiro, devido principalmente as boas condições edafoclimáticas (COSTA *et al.*, 2013; IBGE, 2019). Entretanto, nessa região a baixa qualidade da água utilizada na agricultura pode diminuir a produtividade dos cultivos, devido a procedência dessas águas, que muitas vezes são advindas de reservas hídricas superficiais e subterrâneas que apresentam condutividade elétrica variando entre 0,14 e 13,84 dS m<sup>-1</sup> (MEDEIROS *et al.*, 2003; SÁ *et al.*, 2019; SANTOS JÚNIOR; LACERDA; GHEYI, 2021).

A maioria dos genótipos de melancia utilizadas no Brasil atualmente são provenientes de indústrias estrangeiras. De modo que, a verificação do desempenho dessas cultivares no Brasil, em diferentes condições ambientais, é de fundamental importância para o seu lançamento no mercado, pois as informações repassadas por essas empresas não fornecem as respostas dos híbridos sob determinados estresses abióticos.

A qualidade da água é um dos fatores mais importantes para a produção de frutos de excelência, pois em condições não adequadas, como acontece no semiárido brasileiro, a utilização de água subterrânea com elevado teores de sais, pode acarretar perdas na produção e qualidade de melancieiras (SUAREZ-HERNANDEZ *et al.*, 2019). A salinidade é considerada o estresse abiótico mais grave (POMPEIANO *et al.*, 2016), e alguns autores relatam redução do crescimento, desenvolvimento e produção na cultura da melancia (ALI *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2016).

Além das perdas produtivas, ocasionadas devido ao estresse osmótico, ocorrem alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos das plantas ocasionando mudanças nas características dos sinais de fluorescência (WANG *et al.*, 2018). Adicionalmente, sob condições adversas, as

plantas desencadeiam uma série de modificações e aclimatação, que afetam os processos fisiológicos e bioquímicos (TAIZ *et al.*, 2017; LO'AY; EL-EZZ, 2021).

Para aclimatar-se as condições salinas as plantas desenvolvem mecanismo que são: exclusão ou retenção de íons tóxicos, seletividade no transporte de  $K^+$  e  $Na^+$  e osmoregulação de solutos orgânicos (LIANG *et al.*, 2018; BAI *et al.*, 2019). A compartimentalização de íons inorgânicos no vacúolo ocorre devido ao estresse iônico em decorrência da salinidade, onde a planta para mitigar o estresse osmótico, aumenta a concentração de íons tóxicos ( $Na^+$  e  $Cl^-$ ) no citoplasma celular e altera o equilíbrio iônico reduzindo a absorção mineral, (ARIF *et al.*, 2020). Cova *et al.* (2016) observaram acréscimo nos teores de  $Na^+$  e  $Cl^-$  e decréscimo no teor de  $K^+$  em folhas de noni com elevação da condutividade elétrica da solução nutritiva.

A osmoregulação de solutos orgânicos, segundo Silva *et al.* (2010) e Arif *et al.* (2020) também é um importante indicador de tolerância ao estresse abiótico. Os solutos orgânicos mais avaliados em culturas sob estresse são: prolina, carboidratos solúveis, proteínas solúveis e aminoácidos livres (MASTROGIANNIDOU *et al.*, 2016; COVA *et al.*, 2020). Contudo, segundo Taiz *et al.* (2017) nem todos os genótipos respondem da mesma maneira. Desse modo, é necessário a adoção de tecnologias capazes de amenizar os efeitos da salinidade em cultivos de interesse.

Dentre os métodos de suprimento da demanda hídrica da melancia temos o localizado, feito através do sistema de irrigação por gotejamento, em que a aplicação da água ocorre com baixa intensidade alta frequência, sendo um dos sistemas mais adequado para conviver com problemas de salinidade (TESTEZLAF, 2011; SOUSA *et al.*, 2019). Dentro desse sistema, uma técnica tem sido bastante estudada, a irrigação por pulsos.

A irrigação por pulsos é a aplicação de água de forma fracionada, tendo como principais pontos positivos uma melhor produtividade das culturas quando comparados com irrigação convencional (BARBOSA JÚNIOR, *et al.*, 2020).

Outra tecnologia bastante promissora é o cultivo sem solo ou hidroponia (MODESTO *et al.*, 2019). Conforme Santos Júnior *et al.* (2016), o cultivo sem solo pode ser uma alternativa condizente, devido à minimização ou eliminação do

potencial matricial, obtendo melhores resultados do que o cultivo convencional no solo ou substrato sob o mesmo nível de salinidade da água.

Nesse sentido busca-se então alternativas de cultivos que sejam compatíveis com a realidade do semiárido, que tem limitada disponibilidade de água de boa qualidade, alternativas estas que não afetem a produção, as características físico-químicas, fisiológicas e bioquímicas de culturas economicamente importantes como a minimelancia.

## **1.2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.2.1 Considerações gerais sobre a melancieira**

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma planta herbácea pertencente à família das cucurbitáceas, amplamente cultivada no Nordeste do Brasil devido ao clima favorável para seu cultivo, sendo uma das culturas de maior potencial de crescimento para o agronegócio brasileiro (COSTA *et al.*, 2013; FAOSTAT, 2020).

Dentro desse mercado produtor, um segmento que tem crescido muito nos últimos anos é o cultivo de minimelancia, que foi impulsionado pelas mudanças do número de pessoas das famílias brasileiras e das exigências do mercado Europeu por frutos mais práticos de transportar (HORTIFRUITBRASIL [HFBRASIL], 2019; IBGE, 2021). De acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura (2017), a minimelancia apresenta alto valor de mercado, e é bem atrativa devido ao tamanho reduzido, aspectos como a polpa vermelha e os frutos doces. Nesse caso, o preço da minimelancia é mais elevado em relação ao convencional, sendo uma sugestão para os produtores brasileiros que buscam diversificar sua produção (SABIO *et al.*, 2013).

Segundo o IBGE (2019) e Hortifruitbrasil [HFBRASIL] (2019) a produção total de melancia no Brasil, em 2019, foi de 2.278.186 toneladas, sendo que a região Nordeste se destacou com 41% da área plantada, correspondendo a 34% da produção nacional, com produtividade média de 19,53 t ha<sup>-1</sup>, gerando em torno de R\$ 1,3 bilhão, com rentabilidade positiva (superior a 100% do custo). No entanto,

esses dados se referem ao cultivo da melancia comum com 6 a 15 kg, não sendo encontrado números estatísticos para a minimelancia.

No Brasil, uma das primeiras pesquisas científicas com minimelancia se deu em 2009 (CAMPAGNOL, 2009) e desde então alguns pesquisadores tem destinados seus estudos para o conhecimento desse novo mercado seja para conhecer as características produtivas de genótipos, tipo de sistema de cultivo mais adaptado, condições climáticas mais favoráveis, tipo de poda que aumente a produção, tipo de substrato, consumo hídrico das plantas, qualidade pós colheita, entres outros.

Em um estudo com o genótipo Sugar Baby cultivados em dois sistemas de condução (tutoramento e rasteiro), Nakata- Freitas *et al.* (2021) observaram que quaisquer dos sistemas estudados conferem em frutos de boa qualidade.

Estudando as características físico-químicos de quatro genótipos de minimelancia (Champagne, E-48, Fancy e Serenade), Cova *et al.* (2020) observaram que tais atributos são influenciados pelo tipo de substrato e pela qualidade da água.

Sousa *et al.* (2016) estudando a cultivar Smile cultivada em ambiente protegido em clima tropical úmido, utilizando irrigação com água salobra (CE= 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), observaram que o aumento dos níveis salinos estudados afetou negativamente as características físicas dos frutos e eleva o teor de vitamina C.

Em minimelancia cv. Smile cultivados em fibra de casca de coco, Gomes *et al.* (2019) observaram que as plantas conduzidas com duas hastes, na densidade de uma planta por vaso tiveram maior produtividade, e a qualidade dos frutos não foi influenciada, sendo o método mais indicado aos produtores.

### **1.2.2 Uso de água salobra na agricultura**

No semiárido brasileiro, devido a irregularidade de chuvas e a escassez hídrica, é necessário o uso da irrigação com água advinda de poços perfurados ou de mananciais para aumentar a produção agrícola dos sistemas de cultivos (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2017; JÁCOME *et al.*, 2021). Contudo, esses recursos hídricos não

apresentam boa qualidade, devido à alta concentração de sais, especialmente os ânions  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  e os cátions  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Na}^+$  que são responsáveis pelo aumento da salinidade (OLIVEIRA; CAMPOS; MEDEIROS, 2010).

Tendo em vista essa problemática, uma alternativa eficiente para a agricultura irrigada é o manejo com águas salobras. A literatura menciona diversas estratégias que podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de águas salobras na irrigação, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização de águas salobras nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas salobras, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas visando à obtenção de boa produção vegetal com controle da salinização/sodificação do solo (LACERDA *et al.*, 2009; MORAIS *et al.*, 2011).

O uso de estratégias com água salina em culturas olerícolas tem se mostrado bastante promissoras. Cordão Terceiro Neto *et al.* (2013) observaram que a produção comercial e total das cultivares de melão ‘Sancho’ e ‘Medellín’ quando se utilizou a água de boa qualidade ( $0,61 \text{ dS m}^{-1}$ ) durante dois dias, seguida de água salobra ( $4,78 \text{ dS m}^{-1}$ ), por um dia, foi viabilizada com redução de 33% no uso de água de boa qualidade.

A diluição de água (0:1; 2:2; 3:1; 1:0) com elevada concentração de sais ( $\text{CE} = 0,065 \text{ dS m}^{-1}$ ;  $4,80 \text{ dS m}^{-1}$ ;  $6,80 \text{ dS m}^{-1}$  e  $8,04 \text{ dS m}^{-1}$ ) respectivamente, foi a base dos estudos de Saturnino *et al.* (2011), que avaliaram a produção de mudas de melancia e observaram que o uso dessa estratégia não influenciou o percentual de emergência das plântulas. Além disso, tais estratégias podem ser aliadas ao uso de sistemas hidropônicos e semi-hidropônicos. Recentemente, alguns estudos vêm sendo realizados com a intenção de se avaliar o aproveitamento da água salobra nesses cultivos: alface (FERNANDES *et al.*, 2018), quiabeiro (MODESTO *et al.*, 2019), cebolinha verde (SOUZA *et al.*, 2020) e tomate cereja (BATISTA *et al.*, 2021). Esses estudos partem do princípio que as respostas da planta em condição salina são melhores na hidroponia do que no solo, devido à ausência do potencial mátrico (SOARES *et al.*, 2007).

Em melancia Silva et al. (2021) estudaram estratégias de aplicação de doses de água salina (0,8 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e nitrogênio (50 e 100% da recomendação) no cultivo de melancia Sugar Baby.

### 1.2.3 Efeito do estresse salino nas plantas

A melancia, segundo Ayers e Westcot (1999) é uma cultura considerada moderadamente tolerante a salinidade da água de irrigação, resistindo condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de até 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Diversos estudos mencionam que salinidade da água (2,5 dS m<sup>-1</sup>) pode afetar o vigor, qualidade das sementes e acúmulo de biomassa de plantas, especialmente, em mudas de melancia (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020). O excesso de sais afeta a capacidade de absorção de água, induzindo alterações na emergência das plântulas (NÓBREGA *et al.*, 2020).

A restrição do crescimento e desenvolvimento das plantas é um dos principais efeitos da salinidade, ocasionado devido à diminuição do conteúdo de água (efeito osmótico), limitando a absorção de nutrientes pela plântula e consequentemente reduzindo a expansão celular e o crescimento das plântulas (RODRIGUES *et al.*, 2018). Tal fato também pode ocasionar redução na massa e características produtivas de frutos de melancia (SOUSA *et al.*, 2016).

Além do efeito osmótico, a salinidade também pode provocar desequilíbrio iônico e/ou efeitos tóxicos para o metabolismo da planta (WILLADINO; CÂMARA, 2010). Assim, para suportar ao estresse salino as plantas passam por modificações e aclimações biológicas e bioquímicas. As principais respostas às condições salinas são: exclusão, retenção e compartimentalização de íons tóxicos, seletividade na absorção e transporte de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> e osmoregulação (Liang *et al.*, 2018; Bai *et al.*, 2019).

Uma das alterações bioquímicas, é o acúmulo de solutos orgânicos no citosol (SLAMA *et al.*, 2015; COVA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020; LO'AY; EL-EZZ, 2021). Entre os solutos destacam-se: a prolina, os carboidratos solúveis, as proteínas

solúveis e aminoácidos livres (MASTROGIANNIDOU *et al.*, 2016; COVA *et al.*, 2020).

Segundo alguns autores, a acumulação de carboidratos solúveis (SILVA *et al.*, 2010) e prolina (PARIDA; DAS, 2005) são importantes indicadores do mecanismo de tolerância a salinidade, facilitando a osmorregulação. Entretanto, esse papel osmorregulador pode não ser desempenhado em algumas espécies vegetais (MASTROGIANNIDOU *et al.*, 2016).

Galdino *et al.* (2018) mencionam que o acúmulo de aminoácidos nas folhas das plantas de milheto (*Pennisetum glaucum*) em decorrência da salinidade da solução nutritiva pode ser resultado do aumento da atividade das enzimas proteolíticas, multiplicando a disponibilidade desse soluto para proteção dos tecidos vegetais. Em contraste, Silva *et al.* (2008) mencionam redução nos teores de aminoácidos nas folhas e associa isso a inibição da sua biossíntese ou aumento da degradação em resposta a salinidade.

Para Batista-Silva *et al.* (2019), as diferentes condições de estresse podem alterar as taxas de biossíntese e de degradação dos aminoácidos, aumentando ou diminuindo sua disponibilidade para a síntese de proteínas ou produção de metabólitos secundários.

A redução no conteúdo de proteína solúvel, ao invés de acúmulo, também foi constatada por Gondim *et al.* (2011), onde os autores observaram que sob alta salinidade plantas de milho diminuem o teor desse composto.

Outro mecanismo de aclimatação é a compartimentalização de íons inorgânicos no vacúolo, devido ao estresse iônico em decorrência da salinidade, onde as plantas aumentam a concentração de íons inorgânicos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) no citoplasma celular e altera o equilíbrio iônico reduzindo a absorção mineral (MENEZES *et al.*, 2017; ARIF *et al.*, 2020).

O acúmulo dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em plantas submetidas à salinidade é amplamente reportado na literatura (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2017; BAI *et al.*, 2019; ARIF *et al.*, 2020). Além do acúmulo desses íons, é observado também um decréscimo no teor de  $\text{K}^+$  nas plantas em resposta a salinidade (COVA *et al.*, 2016;

CHRYSGYRIS *et al.*, 2019), isso ocorre devido a inibição competitiva de absorção entre estes íons (MEKAWY *et al.*, 2015).

Quando as plantas, nesse caso feijão (*Phaseolus vulgaris*) e melancia (*Citrullus Lanatus*), são expostas à alta salinidade, podem também ocorrer alterações no estado funcional das membranas tilacóides dos cloroplastos, afetando os pigmentos fotossintéticos, alterações na fluorescência da clorofila a e, conseqüentemente, redução na taxa fotossintética líquida (OLIVEIRA *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2020).

#### **1.2.4 Irrigação por gotejamento fracionada (pulso)**

Por ser uma cultura extremamente sensível ao estresse hídrico, a melancia para não reduzir seu rendimento, necessita de um sistema de irrigação eficiente (ABDELKHALIK *et al.*, 2019).

Atualmente diversos métodos de irrigação vêm sendo estudado, contudo a irrigação localizada por gotejamento é um dos métodos mais eficientes, pois possibilita a aplicação de água diretamente sobre a região radicular, mantendo com isso a umidade próxima aquela considerada ideal para a cultura, isso devido à alta frequência e a pequena intensidade de aplicação (TESTEZLAF, 2011). No manejo de irrigação localizada convencional, a aplicação da água é feita de forma ininterrupta, sem tempo de descanso.

Contudo, dentro da agricultura há uma busca incessante por técnicas que melhorem ainda mais a produtividade das culturas e a eficiência do uso da água, ainda mais quando se utiliza água salobra. Dentre essas técnicas, temos a irrigação por pulso, que é feita de forma interrupta, ou seja, aplicação de forma fracionada por uma série de ciclos que podem variar em função da demanda atmosférica, tempo de descanso, tempo de irrigação entre outros fatores que podem ser ajustados mediante o programador (RANK; VISHNU, 2021).

A irrigação por pulsos melhora a eficiência do uso da água evitando perdas por evaporação e percolação, favorece a economia de água, reduz os entupimentos dos gotejadores e reduz o consumo da energia elétrica, tornando esse método de

manejo amplamente utilizado (BAKEER *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2013; BARBOSA JÚNIOR *et al.*, 2020; LOZANO *et al.*, 2020). Além disso, o parcelamento da água permite manter a água e os nutrientes solúveis perto da zona radicular da cultura (ZAMORA *et al.*, 2019).

Diversas pesquisas que testaram a irrigação por pulso mostraram resultados positivos em diferentes culturas. Em alface, Almeida *et al.* (2015) observaram aumento da eficiência do uso de água. Em estudos com coentro, Zamora *et al.* (2019) observaram que houve um aumento do índice de biomassa na parte aérea e diminuição da massa de raiz, isso devido a uma melhor condição da irrigação por pulsos em relação à absorção de água e nutrientes pela raiz.

Abdelraouf *et al.* (2012) observaram maior eficiência na aplicação da lâmina de irrigação quando se fracionou em 4 pulsos. Semelhantemente, ao compararem o sistema de gotejamento convencional e por pulsos na produtividade do pimentão Barbosa Júnior *et al.* (2020) observaram que a irrigação fracionada em 4 aplicações obteve as maiores produtividades e eficiência do uso de água.

Entretanto, embora a irrigação fracionada otimize o consumo de água e nutrientes, na irrigação com água salobra, em algumas culturas, ela pode aumentar a absorção de sais e conseqüentemente maior estresse salino, devido a manutenção da rizosfera úmida por mais tempo (ZIN EL-ABEDIN, 2006; ZAMORA *et al.*, 2021).

Em berinjela, Arriero *et al.* (2020) observaram que a aplicação de água salobra via irrigação por pulsos proporcionou maior quantidade de frutos comerciais. Contudo, Damasceno *et al.* (2021) ao avaliarem a qualidade da berinjela irrigada com águas salobras via gotejamento contínuo e por pulsos, não observaram interação entre a salinidade e a irrigação fracionada (pulso) com água salobra nas características físico-químicas do fruto.

Visto a quantidade de pesquisas acerca da irrigação fracionada ou por pulsos, é notório a escassez de estudos e ensaios experimentais que avaliaram os efeitos desta técnica usando água salina na produção agrícola de melancieiras.

### 1.2.5 Sistema de produção hidropônico

A hidroponia é uma técnica de cultivo em meio hídrico em que as plantas recebem os nutrientes por meio de uma solução nutritiva balanceada contendo todos os nutrientes essenciais para seu desenvolvimento, reduzindo até 70% da quantidade de água utilizada (SANTOS *et al.*, 2013).

As soluções nutritivas são formulações completas que são utilizadas para atender adequadamente às necessidades das culturas. Sua composição pode variar de acordo com a espécie de planta; estágio fenológico; a época do ano (duração do período de luz); fatores ambientais como temperatura, umidade e luminosidade; e a parte da planta a ser colhida (COMETTI *et al.*, 2006). Diferentes composições de soluções nutritivas podem ser encontradas na literatura para diferentes culturas em sistemas de cultivo sem solo. Contudo, todas as formulações são modificadas baseadas na solução de Hoagland e Arnon (1950).

Os sistemas de cultivo hidropônico se diferem quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes) e fornecimento da solução nutritiva (contínuo ou intermitente) (BEZERRA NETO; BARRETO, 2013). Além disso, os sistemas hidropônicos são personalizados e modificados de acordo com a reciclagem e reutilização de solução nutritiva, sendo classificados em dois grupos: abertos (solução nutritiva é aplicada diretamente nas raízes e utilizada apenas uma vez, e fechados (solução nutritiva é reciclada) (SHARMA *et al.*, 2018; CIFUENTES-TORRES *et al.*, 2021).

A hidroponia é dividida em dois sistemas básicos: ativo, onde necessitam de uma bomba e um sistema de aeração para realizar a circulação da solução e passivo, onde a solução permanece estática. Dentre os sistemas ativos temos: NFT (Nutrient Film Technique), DFT (Deep flow technique) ou floating, sub-irrigação, gotejamento e aeroponia (SHARMA *et al.*, 2018). E no sistema passivo o método mais utilizado é o sistema de capilaridade (Wick System) (MARTINS, 2003; SHARMA *et al.*, 2018). O Wick System, é o sistema hidropônico que se necessita

de uma bomba e de aeradores, onde a água e os nutrientes são fornecidos às plantas através de ação capilar (SHARMA *et al.*, 2018)

O sistema NFT é o mais viável comercialmente para o cultivo de diferentes culturas, pois não utiliza substrato e classificado como um sistema fechado, podendo ser instalado tanto na vertical como horizontal (COMETTI, 2003; RODRIGUES, 2002).

No sistema do tipo DFT as plantas são sustentadas por placas de isopor e perfuradas, mantendo as plantas na solução nutritiva abaixo do isopor (BEZERRA NETO; BARRETO, 2013). Contudo dentro desse sistema estão baseadas diversas técnicas entre elas floating, sistemas de bandeja flutuante com fluxo intermitente, sistema de fluxo e refluxo e sistemas hidroaerônico. Uma das principais vantagens dessas técnicas é o sistema de irrigação, onde a planta recebe água de maneira uniforme e a nutrição onde os nutrientes podem ser advindos de fontes externas e alternativas (RODRIGUES *et al.*, 2010). Neste sistema, é obrigatório monitorar as concentrações de oxigênio, nutrientes, salinidade (CEsol) e pH (DOMINGUES *et al.*, 2012).

Segundo Sharma *et al.* (2018) os valores de CEsol ideais para hidroponia para a maior parte das culturas estão entre 1,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> e valores de pH estão entre 5,0 e 6,5, valores superiores a isso podem afetar os rendimentos de muitas culturas. Para Sousa *et al.*, (2020) condutividade elétrica em cultivo hidropônico superior a 1,03 dS m<sup>-1</sup> pode reduzir a produtividade da alface.

A exigência do mercado consumidor por frutos de melancia menores, aumenta a necessidade de estudos de técnicas de cultivo de minimelancia como a hidroponia e sistemas semi hidropônicos. O cultivo sem solo ou hidropônico tem sido empregado por muitos produtores por apresentar alta produtividade quando comparado aos sistemas de cultivo tradicional (SAUSEN *et al.*, 2020; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2016). Baseado nisso, diversos estudos têm surgido com o intuito de manejar e auxiliar no planejamento do cultivo de minimelancia em condições de ambiente protegido e cultivo hidropônico (SILVA *et al.*, 2012; MARQUES *et al.*, 2014; MARQUES *et al.*, 2016; Ó *et al.* 2020).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAOUF, R. E.; ABOU-HUSSEIN, S. D.; REFAIE, K. M.; EL-METWALLY, I. M. Effect of pulse irrigation on clogging emitters, application efficiency and water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 3, p. 807- 816, 2012

ALI, M.; AYYUB, C. M.; SHAHEEN, M. R.; QADRI, R. W. K.; KHAN, I.; AZAM, M.; AKHTAR, N. Characterization of watermelon (*Citrullus lanatus*) genotypes under high salinity regime. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 19, p. 3260-3266, 2015.

ABDELKHALIK, A.; PASCUAL-SEVA, N.; NÁJERA, I.; GINER, A.; BAIXAULI, C.; PASCUAL, B. Yield response of seedless watermelon to different drip irrigation strategies under Mediterranean conditions. **Agricultural Water Management**, v. 212, p. 99-110, 2019.

ALMEIDA, W. F. D.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on American Cripshead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1009-1018, 2015.

ARIF, Y.; SINGH, P.; SIDDIQUI, H.; BAJGUZ, A.; HAYAT, S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 156, n. 1, p. 64-77, 2020.

ARRIERO, S. S; ALMEIDA, W. F.; PAZ, V. P. S.; DAMASCENO, L. F. Yield of eggplant using low quality water and pulse drip irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 12, p. 822-826, 2020.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BAI, X.; DAI, L.; SUN, H.; CHEN, M.; SUN, Y. Effects of moderate soil salinity on osmotic adjustment and energy strategy in soybean under drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 139, n. 1, p. 307-313, 2019.

BAKEER, G. A. A.; EL- EBABI, F. G.; EL- SAIDI, M. T.; ABDELGHANY, A. Effect of pulse drip irrigation on yield and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. **Misr Society of Agricultural Engineering**, v. 26, n. 2, p. 736-765, 2009.

BARBOSA JÚNIOR, M. R.; HOLANDA COSTA, R.; DOS SANTOS, S. B. T.; SILVA, T. R. G.; SANTOS, M. A. L.; BRITO FILHO, A. L. DE A comparative study of the conventional drip system and by pulses in pepper yield. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35866-35880, 2020.

BARBOSA, JÚNIOR, M. R.; COSTA, R. DE H.; SANTOS, S. B. T. DOS; SILVA, T. R. G. DA; SANTOS, M. A. L. DOS; BRITO FILHO, A. L. DE. A comparative study of the conventional drip system and by pulses in pepper yield. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35866-35880, 2020.

BATISTA, M. C.; NASCIMENTO, R. D.; MAIA JÚNIOR, S. D. O.; NASCIMENTO, E.; BEZERRA, C. V. D. C.; LIMA, R. F. D. Fisiologia e produção de cultivares de tomate cereja em sistema hidropônico utilizando água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 4, p. 219-227, 2021.

BATISTA-SILVA, W., HEINEMANN, B., RUGEN, N., NUNES-NESE, A., ARAÚJO, W. L., BRAUN, H. P.; HILDEBRANDT, T. M. 2019. The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. **Plant, Cell & Environment**, v. 42, n. 5, p.1630-1644, 2019.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v. 8, s/n, p. 107-137, 2013.

CAMPAGNOL, Rafael. **Sistemas de condução de minimelancia cultivada em ambiente protegido**. 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ, Piracicaba: 2009.

CHRYSARGYRIS, A.; PAPAKYRIAKOU, E.; PETROPOULOS, S. A.; TZORTZAKIS, N. The combined and single effect of salinity and copper stress on growth and quality of *Mentha spicata* plants. **Journal of Hazardous Materials**, v. 368, n. 1, p. 584-593, 2019.

CIFUENTES-TORRES, L.; MENDOZA-ESPINOSA, L. G.; CORREA-REYES, G.; DAESSLÉ, L. W. Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities. **Revista Água e Meio Ambiente**, v. 35, n. 1, p. 166-180, 2021.

COMETTI, N. N. **Nutrição mineral de alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica - Sistema NFT**. Rio de Janeiro: UFRRJ-Instituto de Agronomia, 2003. 106p.

COMETTI, N. N.; FURLANI, P. R.; RUIZ, H. A.; FERNANDES FILHO, E. I. **IV-Soluções nutritivas: formulação e aplicações**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: SBCS, 2006. 27p.

CORDÃO TERCEIRO NETO, C. P.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. de S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 354-362, 2013.

COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FOILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com

água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947–954, 2013.

COSTA, M. E.; MORAIS, F. A.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. Irrigation strategies with saline water in castor oil plant. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 34–43, 2013.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R.; MENEZES, R. V. Effect of salt stress on growth and contents of organic and inorganic compounds in noni (*Morinda citrifolia* L.). **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 1, p. 2401-2410, 2016.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D.; SILVA, P. C. C.; MENEZES, R. V.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R. Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda citrifolia* L.) plants irrigated with brackish water. **Scientia Horticulturae**, v. 260, n. 1, p. 108852, 2020.

COVA, A. M. W.; Ó, L. M. G.; SOUZA, A. S., GHEYI, H. R.; AZEVEDO NETO, A. D. Humus contribution to the production and post-harvest quality of mini watermelon cultivars. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 9, n. 1-3, p. 35-47, 2020.

DAMASCENO, L. F.; BELO, L. R. M.; GHEYI, H. R.; COVA, A. M. W.; LIMA, G. S.; JESUS MARQUES, L. Qualidade da berinjela irrigada com águas salobras via gotejamento contínuo e por pulsos. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2021. Edição Especial Nordeste

DOMINGUES, D. S.; TAKAHASHI, H. W.; CAMARA, C. A. P.; NIXDORF, S. L. Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 84, n. 1, p. 53-61, 2012.

FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: < <http://fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em: 28 abril 2019.

FERNANDES, J. M. P.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. DA S.; COSME, C. R.; NASCIMENTO, L. V.; QUEIROZ, I. S. R. Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2570, 2018.

GALDINO, A. G. S.; SILVA, T. I.; SILVA, J. DE S.; SILVA, C. L. Amino acid content as adaptative responses of millet (*Pennisetum glaucum*) at water and saline stress. **Revista Desafios**, v. 5, n. 1, p. 93-98, 2018

GOMES, R. F.; SILVA SANTOS, L.; BRAZ, L. T.; NASCIMENTO ANDRADE, F. L.; MONTEIRO, S. M. F. Number of stems and plant density in mini watermelon grown

in a protected environment. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 49, e54196-e54196, 2019.

GONDIM, F. A. GOMES-FILHO, E. MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T. Efeitos do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 373-381, 2011.

HORTIFRUITBRASIL - Anuário 2019 - 2020 - **Retrospectiva 2019 e Perspectiva 2020**. (2020). Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2019-2020-retrospectiva-2019-perspectivas-2020-dos-hf-s.aspx>. Acesso em: 25 jan 2021.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. Circular. **California agricultural experiment station**, v. 347, n. 2nd edit, 1950.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal – SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 22 abr 2021.

JÁCOME, A. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GONÇALVES, A. C.; SILVA, F. F. D. Avaliação de genótipos de algodoeiro sob níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 365-369, 2021.

LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B.; PRISCO, J. T., GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 221-230, 2009.

LO'AY, A. A.; EL-EZZ, S. F. A. Performance of “Flame seedless” grapevines grown on different rootstocks in response to soil salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v. 275, n. 1, p. 109704, 2021.

LOZANO, D.; RUIZ, N.; BAEZA, R.; CONTRERAS, J. I.; GAVILÁN, P. Effect of pulse drip irrigation duration on water distribution uniformity. **Water**, v. 12, n. 8, p. 2276, 2020.

MARQUES G. N.; PEIL, R. M. N.; CARINI, F.; ROSA, D. S. B.; LAGO, I. Análise do crescimento de genótipos de minimelancia em hidroponia. **Interciência**, v. 41, n.1, p. 67-74, 2016.

MARQUES, G. N.; PEIL, R. M. N.; LAGO, I.; FERREIRA, L. V.; PERIN, L. Fenologia, consumo hídrico, rendimento e qualidade de minimelancia em hidroponia. **Revista de la Facultad de Agronomia**, v. 113, n.1, p. 57-65, 2014.

MASTROGIANNIDOU, E.; CHATZISSAVVIDIS, C.; ANTONOPOULOU, C.; TSABARDOUKAS, V.; GIANNAKOULA, A.; THERIOS, I. Response of pomegranate cv. Wonderful plants to salinity. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 16, n. 3, p. 621-636, 2016.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.

MEKAWY, A. M. M.; ASSAHA, D. V. M.; YAHAGI, H.; TADA, Y.; UEDA, A.; SANEOKA, H. Growth, physiological adaptation, and gene expression analysis of two Egyptian rice cultivars under salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 87, n.1, p. 17-25, 2015.

MENEZES, R. V.; AZEVEDO NETO, A. D.; RIBEIRO, M. O.; COVA, A. M. W. Growth and contents of organic and inorganic solutes in amaranth under salt stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 22-30, 2017.

MODESTO, F. J. N.; SANTOS, M. Â. C. M.; SOARES, T. M.; SANTOS, E. P. M. Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas. **Irriga**, v.24, n. 1, p. 86-97, 2019.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 327-336, 2011.

NAKADA-FREITAS, P. G.; POSTINGUEL, L. M.; BERNARDO, M. P.; BONINI, C. D. S. B.; SANTOS, J. T.; SILVA RODRIGUES, C.; HIDALGO, G. F.; HEINRICH, R.; LANNA, N. B. L.; NETO, A. B.; SANTOS, M. A.; MATOS, A. M. S. Sistemas de condução e poda em mini melancia 'Sugar Baby'. **Research, Society and Development**, v. 10, n.1, p. e34910111793-e34910111793, 2021.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2592-2603, 2018.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

POMPEIANO, A.; LANDI, M.; MELONI, G.; VITA, F.; GUGLIELMINETTI, L.; GUIDI, L. Allocation pattern, ion partitioning, and chlorophyll *a* fluorescence in *Arundo donax* L. in responses to salinity stress. **Plant Biosystems**, v. 151, n. 4, p. 613-622, 2016.

RANK, P. H.; VISHNU, B. Pulse drip irrigation: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 10, n. 1,1 p. 25-130, 2021.

RODRIGUES, A. J. O.; NUNES, L. R. L.; NUNES, A. M. C.; UCHÔA, K. S. A. Efeito da adubação silicatada no cultivo de tomateiro sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, p. 141-148, 2018.

RODRIGUES, D. S.; LEONARDO, A. F. G.; NOMURA, E. S.; TACHIBANA, L.; GARCIA, V. A.; CORREA, C. F. Produção de mudas de tomateiro em sistemas flutuantes com adubos químicos e água residuária de viveiros de piscicultura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 32-35, 2010.

RODRIGUES, L. F. R. **Cultivo pela técnica de hidroponia: Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal e ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 726p.

RIBEIRO, J. E. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; NOBREGA, J.; FIGUEIREDO, F. R. A. BRUNO, R.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. Citrullus lanatus morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 15, n. 1, p. e6638, 2020.

SÁ, F. V.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; DIAS, A. S. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 1, p. 211-221, 2019.

SABIO, R. P.; VENTURA, M. B.; CAMPOLI, S. S. Mini e “baby” frutas e hortaliças. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 11, n. 120, p. 8, p. 1-75. 2013.

SANTOS, J. D.; LOPES DA SILVA, A. L.; COSTA, J. L.; SCHEIDT, G. N.; NOVAK, A. C.; SYDNEY, E. B.; SOCCOL, C.R. Development of a vinasse nutritive solution for hydroponics. **Journal Environmental Management**, Amsterdam, v. 114, n.15, p. 8-12, 2013.

SHOUKAT, E. ; ABIDEEN, Z. ; AHMEDA, M. Z. ; GULZARA, S. ; NIELSEN, B. L. Changes in growth and photosynthesis linked with intensity and duration of salinity in Phragmites karka. **Environmental and Experimental Botany**, v. 162, n.1, p. 504-514, 2019.

SLAMA, I. ; ABDELLY, C. ; BOUCHEREAU, A. ; FLOWERS, T. ; SAVOURE, A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. **Annals of Botany**, v. 115, n. 3, p. 433-447, 2015.

SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. D. S.; MEDEIROS, S. D. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, p. 420-432, 2016.

SATURNINO, D. L.; LOPES, C. C. S.; SANTOS, E. E. F.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, N. T. **Diluição de água de elevada condutividade elétrica na produção de mudas de Melancia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa. Anais. Viçosa: ABH, 2011. p. 1143-1149.

SAUSEN, D.; FERREIRA, C. R. L.; LOPES, S. C. D.; MARQUES, L. P.; SOUZA, A. J. M.; ALVES, E. C. G. A.; PATROCÍNIO, E. S. A.; CORDEIRO, K. A. S. Cultivo fora do solo: Uma alternativa para áreas marginais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 14888-14903, 2020.

SHARMA, N.; ACHARYA, S.; KUMAR, K.; SINGH, N.; CHAURASIA, O. P. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 17, n. 4, p. 364-371, 2018

SILVA, C. M.; GUSMÃO, S. A. L.; SILVA, G. B.; LIMA, G. C. Efeito da poda de ramos laterais na qualidade e produção de frutos de minimelancia em cultivo hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, n. 4, p. 304-314, 2012.

SILVA, J. R., NUNES, G. H. S.; NEGREIROS, M. Z.; TORRES, M. S. M. Interação genótipo x ambiente em melancia no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 95-100, 2008.

SILVA, E. N., FERREIRA-SILVA, S. L., VIÉGAS, R. A., SILVEIRA, J. A. G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 69, p. 279-285, 2010.

SILVA, J. S.; SÁ, F. V. S.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; JALES, G.; FERNANDES, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and substrates. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p.402-408, 2021.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; ANJOS SOARES, L. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Quantum yield, photosynthetic pigments and biomass of miniwatermelon under irrigation strategies and potassium. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 659-669, 2021.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Application strategies of saline water and nitrogen doses in mini watermelon cultivation. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. e3233, 2020.

SILVA JÚNIOR, E. G.; SILVA, A. F.; LIMA, J. S.; SILVA, M. F. C.; MAIA, J. M. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, n. 12, p. 1149-1157, 2017.

SILVA JÚNIOR, F. B.; SOUSA, G. G de.; SOUSA, J. T. M. de; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B da. Salt stress and ambience on the production of watermelon seedlings. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 518-528, 2020.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salobras em sistema hidropônico. **Irriga**, v. 12, n. 2, p. 235-248, 2007.

SOUSA, A. B. O.; DUARTE, S. N.; SOUSA NETO, O. N.; SOUZA, A. C. M.; SAMPAIO, P. R. F.; DIAS, C. T. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 10, p. 897-902, 2016.

SOUSA, V. F.; NUNES, G.; ZONTA, J.; ARAUJO, E. (2019). **Tecnologias para a produção de melancia irrigada na Baixada Maranhense**. Embrapa Cocais- Documentos (INFOTECA-E). disponível em :< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1120392/1/Irrigacaocultura6280.pdf>>. Acesso em: 27 outubro 2021.

SOUSA, J. Í.; FREITAS, C. A. S.; SANTOS, F. G. B.; SARAIVA, K. R.; CARVALHO, C. M.; SOUZA C., L.; FREITAS, R. M. O. Utilização de diferentes concentrações salinas da solução nutritiva na produção de cultivares de alface em cultivo hidropônico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e4299108606-e4299108606, 2020.

SOUZA, C. D. D. S.; SILVA, G. F. D.; MENEZES, S. M. D.; MORAIS, J. E. F. D.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, A. O. D. Acúmulo de nutrientes e solutos inorgânicos (Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>) em cebolinha verde sob cultivo hidropônico com água salobra. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. 1-12, 2020.

SUÁREZ-HERNÁNDEZ, Á. M.; VÁZQUEZ-ANGULO, J. C.; GRIMALDO-JUÁREZ, O.; DURAN, C. C.; GONZÁLEZ-MENDOZA, D.; BAZANTE-GONZÁLEZ, I.; MENDOZA-GÓMEZ, A. Production and quality of grafted watermelon in saline soil. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 215-220, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MYLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artemed, 2017. 888p.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, sistemas e aplicações**. Ed. não revisada. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2011. 203p.

WANG, P.; LI, X.; TIAN, L.; GU, Z.; YANG, R. Low salinity promotes the growth of broccoli sprouts by regulating hormonal homeostasis and photosynthesis. **Horticulture Environment and Biotechnology**, v. 60, n. 1, p. 19-30, 2018.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.

ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, G. F.; DIMAS MENEZES, D.; ALMEIDA, C. D. G. C. Assessing the productivity of coriander under different irrigation depths and fertilizers applied with continuous and pulsed drip systems. **Water Supply**, ws2021008, 2021.

ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; DIMAS MENEZES, D.; MENEZES, S. M. Gotejamento por pulsos e lâminas de fertirrigação nas relações hídricas do coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.

ZIN EL-ABEDIN, T. K. Effect of pulse drip irrigation on soil moisture distribution and maize production in clay soil. **New Trends in Agricultural Engineering**, v. 23, n. 1, p. 1032–1050, 2006.

## **CAPÍTULO 2**

### **Crescimento inicial de minimelancia sugar baby irrigada com águas salobras**

#### **Initial growth of mini watermelon sugar baby irrigated with brackish water\***

\*Cópia do trabalho publicado na Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 14, n. 3, 2020, obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma

**RESUMO:** Esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis salinos da água de irrigação no crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby através de técnicas estatísticas univariada e multivariada. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, BA. As sementes de minimelancia da cv. Sugar Baby foram semeadas em bandejas plásticas de polietileno contendo substrato composto de fibra de coco e húmus na proporção de 3:1 (v/v). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro condutividades elétricas da água (CEa): 0,33; 1,5; 3,5; 5,5 dS m<sup>-1</sup>, com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: tempo de emergência, índice de velocidade de emergência, teor de água, altura das plantas, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea. O aumento dos teores de sais na água de irrigação aumenta o tempo de emergência de mudas de minimelancia. A altura e massa seca das plantas foram influenciadas negativamente com o aumento gradual dos níveis salinos. A CEa de até 3,5 dS m<sup>-1</sup> não interfere no crescimento inicial de minimelancia. A análise de componentes principais permite recuperar todas as informações referentes ao efeito da salinidade nas variáveis permitindo confirmar os efeitos significativos propostos pela análise univariada. A análise multivariada permite obter de forma objetiva um melhor detalhamento dos resultados. As CEa acima de 3,5 dS m<sup>-1</sup> não são recomendadas para a produção de mudas de minimelancia cv. Sugar Baby.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, ambiente protegido, salinidade, estresse abiótico.

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the response of different salt levels of irrigation water in the initial growth of mini watermelon cv. Sugar Baby through univariate and multivariate statistical techniques. The experiment was carried out in a greenhouse at Federal University of Recôncavo of Bahia in Cruz das Almas, BA. The mini watermelon seeds of cv. Sugar Baby were sown in polyethylene plastic trays, using a substrate consisting of coconut fiber and humus in 3:1 (v/v) proportion. The experimental design used was completely randomized with four electrical conductivities of water (EC<sub>w</sub>): 0.33; 1.5; 3.5; 5.5 dS m<sup>-1</sup>, with five repetitions. The variables analyzed were: plant height, number of leaves, fresh and dry shoot weight, emergence time, emergence speed index and water content. The increase in the levels of salts in the irrigation water increases the emergence time of seedlings of mini watermelon. The height and dry mass of the mini watermelon plants reduced with increasing salinity. EC<sub>w</sub> of up to 3.5 dS m<sup>-1</sup> does not compromise the initial growth of mini-watermelon. The principal component analysis allows retrieving all information regarding the effect of salinity on the variables, allowing confirming the effects proposed by the univariate analysis. A multivariate analysis allows objectively obtaining a better detail of the results. EC<sub>w</sub> above 3.5 dS m<sup>-1</sup> are not recommended to produce mini watermelon cv. Sugar Baby seedlings.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, greenhouse, salinity, abiotic stress.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A produção de melancia no Brasil, em 2017, foi de 2,31 milhões de toneladas, com uma área colhida de aproximadamente 105,06 mil hectares, com destaque para a região Nordeste que produziu 663 mil toneladas, equivalente a 28% da produção nacional (IBGE, 2019).

Destacada por possuir a maior produção de melancia do Brasil, uma parte considerável do Nordeste brasileiro apresenta clima semiárido. Devido a irregularidade das chuvas, na região semiárida o uso da irrigação na agricultura é indispensável sendo necessário o uso de água de qualidade inferior para a irrigação, como por exemplo, as águas salobras ou subterrâneas (NEVES et al., 2017). Para Sousa et al. (2016) o uso de águas residuais ou de qualidade inferior na agricultura seria uma boa opção, especialmente em períodos de escassez hídrica.

Contudo, quando as sementes são submetidas à salinidade, o excesso de sais afeta a capacidade de absorção de água, que induz alterações bioquímicas e osmóticas na germinação e, conseqüentemente na emergência das plântulas (NÓBREGA et al., 2020) e na produção de massa seca das mudas de melancia (SILVA JUNIOR et al., 2020; NÓBREGA et al., 2020). Embora, os efeitos podem ocorrer em todos os estádios de desenvolvimento, todavia a germinação e o crescimento inicial das plântulas são as fases mais afetadas pela salinidade, na maioria das plantas (SARABI et al., 2016).

A influência da salinidade no vigor, qualidade das sementes e acúmulo de biomassa tem sido reportadas em mudas de melancia por Silva Júnior et al. (2020) e Nóbrega et al. (2020), onde os autores observaram deterioração da qualidade de sementes e redução no acúmulo na biomassa seca de plantas. Portanto, avaliar o nível de tolerâncias das plantas aos sais é fundamental em áreas afetadas que podem comprometer a implantação da cultura

(COVA et al., 2016), principalmente na fase de produção de mudas de melancia que está em ascensão científica (SILVA JUNIOR et al., 2020).

Diante do exposto, a aplicação de técnicas multivariadas em pesquisas sob condições de estresse salino pode ajudar a definir os indicadores efetivos para a tolerância, aumentar a compreensão das respostas das diferentes cultivares de uma espécie (SARABI et al., 2016; AYADI et al., 2018) e contribuir para a tomada de decisões em planejamentos ambientais.

Por se tratar de uma cultura de grande importância econômica com vistas a sua inserção em regiões semiáridas, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis salinos na germinação e crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby através de técnicas estatísticas univariada e multivariada.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, pertencente a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, a 12° 40' 19" S, 39° 6' 23" O, 220 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipo tropical quente e úmido (Af), sem estação seca, com umidade relativa e temperatura média anuais de 80% e 24 °C, respectivamente, apresentando pluviosidade média anual de 1.143 mm.

O substrato utilizado foi composto pela mistura de fibra de coco e húmus na proporção de 3:1 (v/v), o qual foi adicionado às bandejas plásticas de polietileno de 50 células. Em cada célula foi depositada uma semente de minimelancia cv. Sugar Baby a 2,0 cm de profundidade.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, cada repetição contendo 10 células de plântulas. Os tratamentos consistiram na utilização de quatro condutividades elétricas da água de irrigação (CEa): 0,33; 1,5; 3,5; 5,5 dS m<sup>-1</sup>. Os níveis de CEa foram estabelecidos considerando-se a cultura da melancia como moderadamente sensível ao estresse salino, sendo a salinidade limiar de 2,2 dS m<sup>-1</sup> no extrato de saturação do solo (correspondente a 1,5 dS m<sup>-1</sup> na água) (AYERS; WESTCOT, 1999).

Para obtenção dos diferentes níveis de salinidade foi utilizada água de abastecimento local (CEa = 0,33 dS m<sup>-1</sup>) com adição de cloreto de sódio (NaCl) a diferentes proporções. No preparo da água dos tratamentos foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais, extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \text{ NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

em que: Q é a quantidade de sal a ser dissolvido na água; e CEa é a condutividade elétrica da água desejada.

Antes da semeadura, elevou-se o teor de umidade do substrato até alcançar a capacidade de campo, utilizando água de abastecimento local. A irrigação foi realizada diariamente, aplicando-se em cada unidade experimental a reposição diária com respectivas soluções, com volume de 50 mL por tratamento, aplicada pela manhã e pela tarde.

Ao longo do experimento os valores de pH e condutividade elétrica das soluções (CEa) foram monitoradas por meio de medidores portáteis de pH e de condutividade com resoluções de 0,01 e 0,01 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, e com compensação automática de temperatura (25 °C).

No final do período experimental (15 DAS - dias após semeadura) foram avaliados a altura de plantas (AP), utilizando uma régua graduada; o número de folhas (NF); a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa seca da parte aérea (MSPA), ambas determinadas em balança analítica (0,0001 g). A MSPA foi determinada após a secagem das plantas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 h. O teor de água (TA) foi determinado conforme Barros et al. (2010) utilizando a Eq. 2:

$$\%TA = \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \times 100 \quad (2)$$

em que: TA é o teor de água, em %; MFPA é a massa fresca parte aérea, em g; e MSPA é a massa seca parte aérea, em g.

Durante o experimento as plântulas foram monitoradas diariamente, levando-se em consideração apenas aquelas com cotilédones acima do nível do substrato, obtendo-se um valor cumulativo.

Assim, conforme metodologia proposta por Edmond e Drapala (1958), foi obtido o tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias) e o índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes por dia mediante as Eqs. 3 e 4, respectivamente.

$$TE = \frac{(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (3)$$

$$IVE = \frac{(G_1)}{N_1} + \frac{(G_2)}{N_2} + \dots + \frac{(G_n)}{N_n} \quad (4)$$

em que: TE é o tempo médio necessário para atingir a emergência máxima, em dias; G é o número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; e N é o número de dias da semeadura a cada contagem.

Os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Quando significativo pelo teste F, os dados foram analisados por meio de regressão polinomial. Os modelos foram escolhidos em função de sua significância pelo teste F e pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R Development Core Team, 2017), versão 3.3.4. Os dados também foram analisados por meio de Análise de Componentes Principais (ACP), feita com o mesmo software R, conforme Pagès e Husson (2001) e Viana et al. (2018). Para tanto, foi realizada a padronização das variáveis originais em um novo conjunto de dados, conforme mostra a Eq. 5.

$$Z = \frac{x - \bar{X}}{S} \quad (5)$$

em que: Z é o valor padronizado de X;  $\bar{X}$  é a média da característica; e S é o respectivo desvio padrão.

A análise de componentes principais a partir dos eixos (1, 2, 3... n) permite a visualização dos resultados sob uma ótica do percentual em que o fenômeno em estudo pode ser explicado ou a forma como as informações originais podem ser recuperadas.

Assim, o primeiro componente principal (Dim 1) explica o maior percentual da variância total. O segundo componente principal (Dim 2) explica a segunda maior percentagem e assim por diante, até que toda a variância é explicada, totalizando 100%.

A incerteza associada a projeção de pontos no plano, conforme sugerido por Saporta e Hatabian (1986), é dada pela Eq. 6.

$$PC_i = e_i^T x = e_{i1}x_1 + e_{i2}x_2 + \dots + e_{ip}x_p \quad (6)$$

em que:  $e_{ip}$  é o p-ésimo auto vetor; e x é o p-ésimo valor da variável original.

A técnica de análise de cluster é baseada na classificação de observações ao grupo de dados homogêneos em classes (clusters) com base nas semelhanças de uma classe e dissimilaridades entre diferentes classes (NADIRI et al., 2013). Esta é uma ferramenta eficaz para a identificação e seleção de amostras homogêneas grupos dos dados hidroquímicos (BELKHIRI et al., 2012).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância revelaram efeito significativo dos tratamentos para as variáveis TE, IVE, AP e MSPA ( $p < 0,01$ ) e para as variáveis de TA e MFPA ( $p < 0,05$ ). No entanto, não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) dos níveis de salinidade da água para o NF (Tabela 2.1).

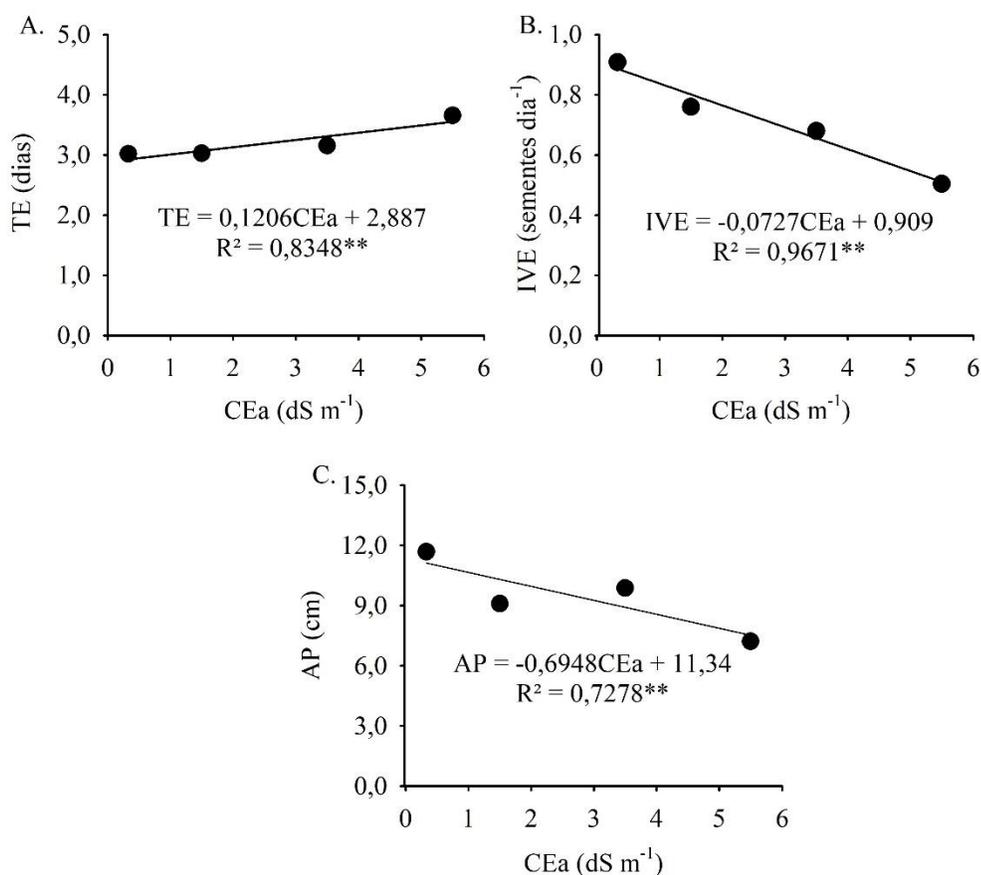
**Tabela 2.1** Resumo da análise de variância para as variáveis tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (TE) em dias, índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes dia<sup>-1</sup>, altura de plantas (AP) em cm, número de folha (NF), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) em g e teor de água (TA) em %, de minimelancia cv. Sugar Baby irrigada com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (CEa).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		TE	IVE	AP	NF	MFPA	MSPA	TA
Tratamento	3	0,24**	45,56**	171,75**	0,22 <sup>ns</sup>	50,26*	0,55**	0,93*
Resíduo	16	1,87	5,78	17,12	0,09	10,28	0,07	0,27
CV%		19,45	14,76	13,83	8,92	20,93	20,05	9,53
Média Geral		3,21	0,71	9,46	3,30	15,32	1,39	90,88

GL - Graus de liberdade; \*, \*\* significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> - não significativo; CV

– Coeficiente de variação

Pela análise da Figura 2.1, pode-se observar que a salinidade aumentou linearmente o TE e diminuiu o IVE e a AP das plântulas de minimelancia cv. Sugar Baby.



**Figura 2.1.** Tempo médio necessário para atingir a emergência máxima - TE (A), índice de velocidade de emergência - IVE (B) e altura de planta - AP (C) de minimelancia cv. Sugar Baby em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

O tempo médio de emergência das plântulas de minimelancia apresentou acréscimos de 0,1206 dias em função do aumento unitário da salinidade da água (Figura 2.1A). Dessa forma, quando as plântulas foram irrigadas com o maior nível de salinidade (5,5 dS m<sup>-1</sup>) houve um aumento de 21,3% no tempo de emergência em relação às plantas irrigadas com o menor nível de salinidade (0,33 dS m<sup>-1</sup>). Resultados contraditórios foram observados por Silva Junior et al. (2020) ao avaliarem o tempo de emergência de melancia cv. ‘Crimson

Swee' irrigada com água de salinidade  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  cultivada a pleno sol. Para esses autores o tempo de emergência variou conforme o substrato de 5 a 8 dias.

Os resultados do presente estudo podem ser explicados pelo fato de que o aumento da concentração de sais reduz a absorção de água podendo ocasionar atraso na emergência de plântulas. Nesse sentido, Nóbrega et al. (2020) enfatizam que o excesso de sais no substrato, proveniente da água de irrigação, reduz o potencial osmótico, diminuindo a absorção de água e causando alterações bioquímicas na germinação das sementes.

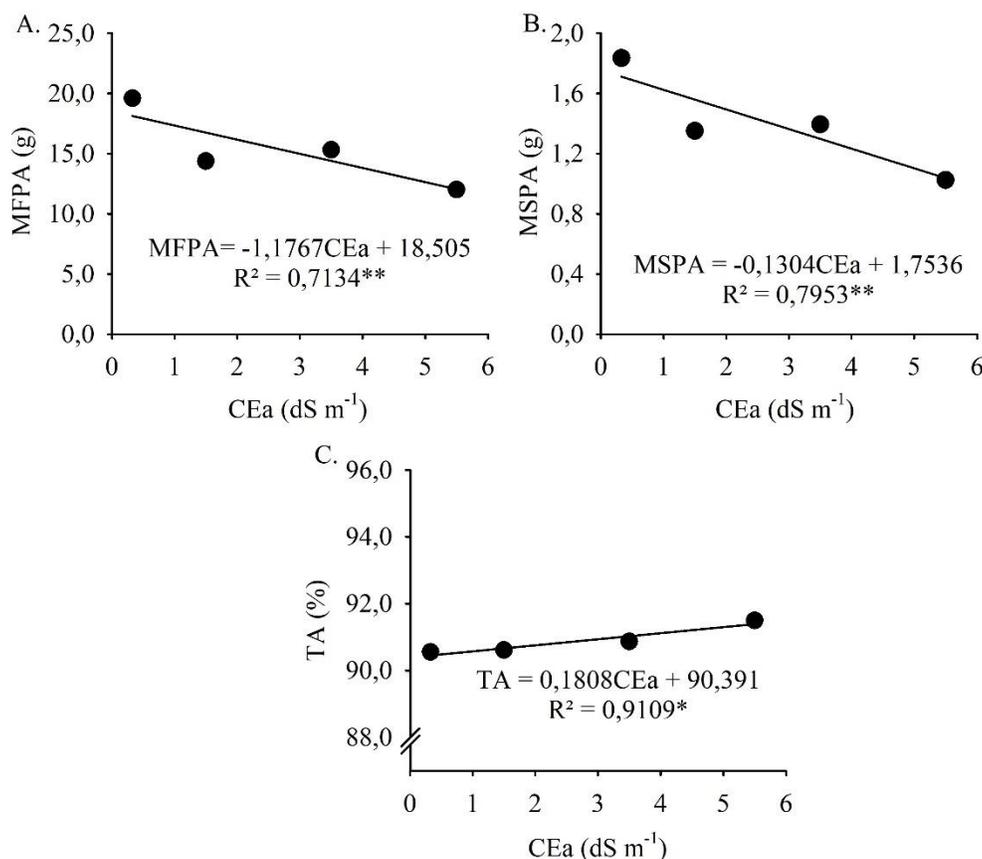
Em relação ao IVE e AP observa-se que a salinidade da água de irrigação promoveu redução linear de 7,9 e 6,1%, respectivamente, por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (Figura 2.1B e 2.1C). Ao relacionar o menor e maior tratamento de salinidade, podemos verificar uma redução de 42,5% no IVE e de 32,3% na AP de minimelancia cv. Sugar Baby. Resultados semelhantes foram observados por Nóbrega et al. (2020) que o IVE e o comprimento de plântula diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Dentre os efeitos mais comuns da salinidade, estão a restrição do crescimento e desenvolvimento das plantas. Rodrigues et al. (2018) enfatizam que o estresse salino causa redução na turgência devido à diminuição do conteúdo de água, reduzindo a expansão celular e, conseqüentemente, o crescimento das plantas.

No que se refere ao efeito dos tratamentos na variável NF não foi observada influência significativa pelo estresse salino, apresentando valores médios de 3,3 folhas por plantas (Tabela 2.1). Semelhante ao resultado deste estudo, Dias et al. (2015) não encontraram diferença significativa para NF até 25 dias após semeadura na cultura do melão.

A MFPA foi afetada significativamente pelo acréscimo dos níveis de salinidade na água de irrigação (Figura 2.2A) com decréscimo de  $1,1767 \text{ g}$  (6,3%) para cada incremento

unitário da CEa, observando-se, portanto, redução de 33,6% sob maior nível de salinidade ( $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação às plantas controle (sem adição de NaCl). O mesmo ocorreu para a variável MSPA (Figura 2.2B), com redução de 39,4%.



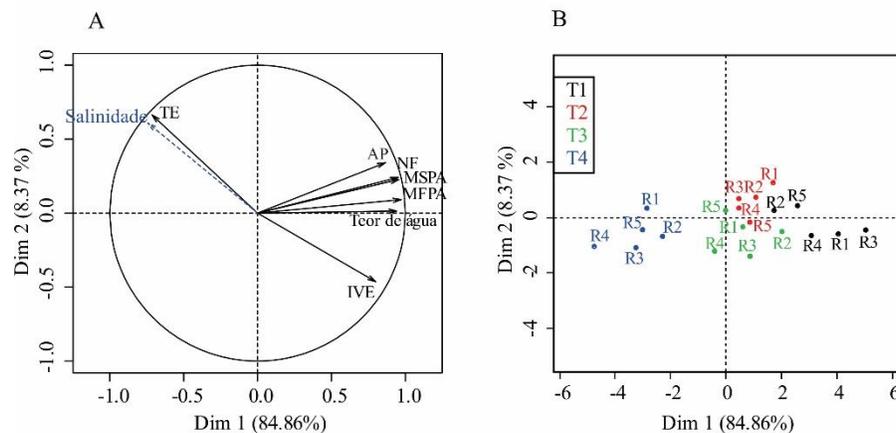
**Figura 2.2.** Massa fresca – MFPA (A) e massa seca – MSPA (B) e teor de água (C) da parte aérea das plantas de minimelancia cv. Sugar Baby em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Uma menor produção de matéria fresca e seca nos níveis de salinidade mais elevados podem também estar associada à redução do potencial osmótico do substrato, limitando a absorção de água e nutrientes pela plântula e levando à redução do crescimento (ARAÚJO et al., 2016).

A redução no acúmulo de massa fresca e seca sob salinidade tem sido constatada por Nóbrega et al. (2020) onde os autores atribuíram as diminuições na MS a alterações que a salinidade promove nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas.

Na Figura 2C observa-se um aumento no teor de água na plântula com a salinidade. As plantas quando submetidas a condições adversas como estresse salino alteram suas características morfológicas (DINIZ et al., 2018), assim acumulam água, tanto para armazenamento como para diluição dos íons tóxicos  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (COVA et al., 2016). No entanto, neste estudo o aumento foi mínimo (0,20%) por incremento unitário da salinidade).

Na Figura 2.3A representa a análise de componentes principais na qual, as variáveis são apresentadas no espaço e através de setas associadas a uma direção, indicando um nível de importância da variável em explicar o fenômeno (efeito da salinidade).



**Figura 2.3.** Análise de componentes principais (A) e agrupamento das variáveis (B) do crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby sob diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (T1 - 0,33; T2 - 1,5; T3 - 3,5; T4 - 5,5  $\text{dS m}^{-1}$ ).

O vetor salinidade está no sentido oposto às variáveis analisadas (AP, MFPA, NF, MSPA e IVE). Em outras palavras, o fator salinidade é inversamente proporcional ao efeito

causado no crescimento das plântulas. Isso implica dizer que os altos níveis de sais presentes na água reduzem as variáveis AP, NF, MFPA, MSPA e IVE.

Sousa et al. (2016) observaram que o aumento da salinidade diminuiu as variáveis de crescimento de *minimelancia cv. Smile*. A análise univariada através das regressões, indica que o aumento nos níveis de salinidade promoveu um acréscimo do TE. Isso foi confirmado pela análise multivariada, em que os vetores dessas variáveis estão no mesmo sentido, ou seja, apresentam correlação positiva direta.

A variável TA por apresentar baixa variação em termos de valores, possui comportamento atípico, quando comparado com as demais variáveis. Para tanto, o vetor TA na Figura 2.3A possui valor zero no que diz respeito ao eixo Dim2, eixo este que possui menor percentual (8,37%) de explicação das variáveis.

Uma germinação rápida é uma característica de grande importância para alcançar altas produtividades. Sendo o TE uma variável afetada pela salinidade, essa correlação positiva é uma ferramenta importante na definição da salinidade que se deve usar na fase de emergência de plântulas.

Os dois primeiros eixos (Dim 1 e Dim 2) na ACP resumem bem o efeito dos níveis de sais no crescimento inicial da *minimelancia*. O primeiro componente resume as informações contidas na tabela de dados incluindo as repetições, concentrando a maioria das informações, enquanto o segundo fornece uma porcentagem menor, mas complementar. A soma das porcentagens de explicação dos componentes permite deduzir a taxa de perda de informação dos dados. Os eixos apresentam um percentual de inércia de 8,37 e 84,86%, obtendo um percentual acumulado de 93,23%.

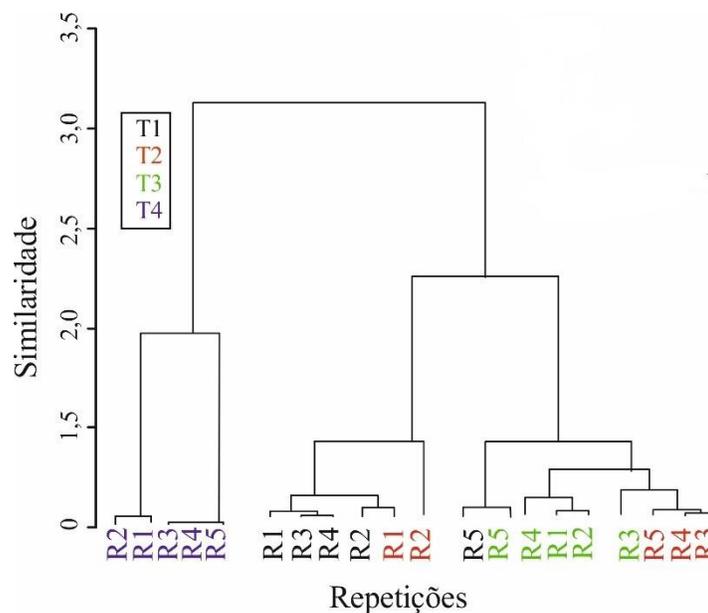
A Figura 2.3B, apresenta a dispersão de cada repetição dentro dos eixos (Dim 1 e Dim 2). Separados por cores, verifica-se a formação de dois grupos, um contendo os

tratamentos 1, 2 e 3, e mais afastado, o tratamento 4. Dessa forma, verifica-se que a salinidade de água de até  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  (T3) para o crescimento inicial de minimelancia, é mais homogêneo, pois os indivíduos analisados estão menos dispersos quando comparados aos indivíduos submetidos aos tratamentos 1 e 2 (T1 e T2). O grande grupo formado pelos tratamentos 1, 2 e 3, indica um efeito semelhante nas variáveis de crescimento inicial de plântulas.

A análise de componentes principais tem sido bastante utilizada como ferramenta auxiliar na análise de crescimento de plantas. Uma das vantagens é uma análise simultânea de diferentes variáveis para elevar a precisão dos dados da planta em diferentes níveis de sanidade (AYADI et al., 2018). A exemplo disso, Dezfuli et al. (2016), quando em teste de germinação com variedades de alfafa submetidas a diferentes níveis de salinidade verificaram uma correlação positiva entre o peso seco da parte aérea, comprimento da radícula, comprimento da plântula em função dos níveis de sais aplicados. No primeiro eixo da ACP, o Dim 1 segundo os autores pode ser representativo indicando um índice potencial de desempenho e componente de tolerância à salinidade.

Conforme confirmado por Sarabi et al. (2016), a análise de componentes principais (ACP) pode ser usada como um indicador preciso e fácil para verificar a influência da salinidade na germinação de melão.

O agrupamento hierárquico dos indivíduos analisados em cada nível de salinidade é mostrado na Figura 2.4.



**Figura 2.4.** Agrupamento hierárquico das variáveis do crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby irrigadas com águas de diferentes condutividades elétricas da água (CEa).  
 Legenda: (T1 - 0,33; T2 - 1,5; T3 - 3,5; T4 - 5,5 dS m<sup>-1</sup>).

O dendograma (Figura 2.4) permite inferir que os tratamentos 0,33; 1,5 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> fazem parte do mesmo grupo, conforme apresentado na Figura 2.3B. Isso significa que água com salinidade de até 3,5 dS m<sup>-1</sup> não afeta o crescimento inicial da minimelancia. Em contrapartida, valores na ordem de 5,5 dS m<sup>-1</sup> se tornam prejudiciais na formação das mudas. Portanto, para a produção de mudas de minimelancia não é Sugar Baby, não é recomendada a irrigação com água de salinidade superior a 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

O dendograma na Figura 2.4 indica que os dois primeiros eixos da ACP são suficientes para analisar os dados. As informações de similaridade entre os indivíduos podem ser recuperadas através dos eixos Dim 1 e Dim 2. A análise dos indivíduos a partir do terceiro e quarto eixo (Dim 3 e Dim 4) não teria informações que representassem o efeito da salinidade na germinação da minimelancia.

## 2.4 CONCLUSÕES

A germinação, índice de velocidade de emergência, altura e massa seca das plantas de minimelancia foram influenciadas negativamente com o aumento gradual dos níveis salinos, não sendo recomendado para produção de mudas a utilização de águas para irrigação com salinidade superior à 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

A análise multivariada cujos eixos expressam o grau de representatividade dos resultados permite uma análise mais robusta dos resultados, quando comparado com uma análise univariada (teste F), saindo das análises quantitativas feitas a partir de regressões.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 462-471, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>.

AYADI, R.; AYED, R. B.; LASSOUED, N.; SALEM, H. B.; KHOUJA, M. L.; HAMROUNI, L.; HANANA, M. Multivariate statistical analyses for studying kenaf

germination, growth, and fiber production under salinity constraint. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 42, p. 322-333, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1801-16>.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 revisado.

BARROS, H. M. M.; GHEYI, H. R.; LOGES, V.; SANTOS, M. da S.; SOARES, F. A. L. Influência da salinidade da água no crescimento de seis genótipos de helicônias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 16, p. 139-145, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v16i2.554>.

BELKHIRI, L.; MOUNI, L.; TIRI, A. Water-rock interaction and geochemistry of groundwater from the Ain Azel aquifer, Algeria. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 34, p. 1-13, 2012.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D. de; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R.; MENEZES, R. V. Inorganic solute accumulation in noni (*Morinda citrifolia* Linn) under salt stress during initial growth. **African Journal of Agricultural Research**, v. 1, p. 3347-3354, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11416>.

DEZFULI, A. A. S.; DEHCESHMEH, S. M.; BOROUJENI, F. R.; SHIRAN, B. Evaluation of salinity tolerance of alfalfa genotypes during germination stage using multivariate analysis. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, v. 6, p. 51-56, 2016.

DIAS, N. da S.; PALÁCIO, V. S.; MOURA, K. K. C. de F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do meloeiro em substrato de fibra de coco com solução nutritiva salina. **Irriga**, v. 20, p. 1-12, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v20n1p01>.

DINIZ, G. L.; SALES, G. N.; SOUSA, V. F. de O.; ANDRADE, F. H. A. de; SILVA, S. S. de; NOBRE, R. G. Papaya production under water salinity irrigation and phosphate

fertilization. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, p. 231-240, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17067>.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society Horticultural Science**, v. 71, p. 428-434, 1958.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal – SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 22 abr 2019.

NADIRI, A. A.; MOGHADDAM, A. A.; TSAI, F. T. C.; FIJANI, E. Hydrogeochemical analysis for Tasuj plain aquifer, Iran. **Journal of Earth System Science**, v. 122, p. 1091-1105, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/0.1007/s12040-013-0329-4>.

NEVES, A. L. R.; ALVES, M. P.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R. Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades rurais de Pentecoste – CE. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 124-135, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1722>.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. da; SILVA RIBEIRO, J. E da; VIEIRA, L. de S.; ANDRADE FIGUEIREDO, F. R.; FÁTIMA, R. T. de; ALCÂNTARA BRUNO, R. de L.; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, p. 162-171, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uftv7-8169>.

PAGÈS, J.; HUDSON, F. Inter-laboratory comparison of sensory profiles: Methodology and results. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 297-309, 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00015-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00015-5).

R CORE TEAM. R: A language and environmental for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <<https://cran.rproject.org/bin/windows/base/old/3.4.3/>>. Acesso em Jan. 2019.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA, Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, A. J. O.; NUNES, L. R. L.; NUNES, A. M. C.; UCHÔA, K. S. A. Efeito da adubação silicatada no cultivo de tomateiro sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, p. 141-148, 2018.

SAPORTA, G.; HATABIAN, G. Régions de confiance en analyse factorielle. In: DIDAY, E. 1. ed. **Data analysis and informatics**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p. 499-508.

SARABI, B.; BOLANDNAZAR, S.; GHADERI, N.; TABATABAEI, S. J. Multivariate analysis as a tool for studying the effects of salinity in different melon landraces at germination stage. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 44, p. 264-271, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/nbha44110234>.

SILVA JÚNIOR, F. B.; SOUSA, G. G de.; SOUSA, J. T. M. de; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B da. Salt stress and ambience on the production of watermelon seedlings. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 518-528, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n224rc>.

SOUSA, A. B. O. de; DUARTE, S. N.; SOUSA NETO, O. N. de; SOUZA, A. C. M.; SAMPAIO, P. R. F.; DIAS, C. T. dos S. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 897-902, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n10p897-902>.

VIANA, P. C.; FREITAS, F. T. O. de; SILVA, N. D. da; SOARES, T. M.; PAZ, M. G. F. da. Estatística multivariada como ferramenta descritiva na análise sensorial de alface

hidropônica produzida com águas salobras. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, p. 2725-2730, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V12N400959>.

### **CAPÍTULO 3**

#### **Produção e qualidade de minimelancia sob irrigação por pulsos com água salobra**

#### **Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water**

(Cópia do trabalho publicado na Revista Caatinga, v. 33, n. 3, p. 766-774, 2020, obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma)

**RESUMO** - A melancia tem um papel importante no agronegócio brasileiro. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes manejos de irrigação e níveis de salinidade da água de irrigação, nas principais características produtivas e de pós-colheita de minimelancia (*lanatus*) cv. ‘Sugar Baby’. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois tipos de manejo de irrigação (gotejamento convencional e por pulsos) e quatro níveis salinos da solução nutritiva de fertigação (2,5; 4,5; 5,5; 6,5 dS m<sup>-1</sup>). O tratamento controle correspondeu à condutividade elétrica da solução nutritiva preparada com água de abastecimento local. A lâmina de irrigação foi calculada partir do produto da evapotranspiração de referência e o coeficiente de cultivo. Os números de pulsos foram definidos e fracionados em função da demanda atmosférica. A salinidade da solução de fertigação afeta algumas variáveis de produção, mas não reduz a qualidade dos frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’. O manejo de irrigação por pulsos mostra melhores resultados em baixa salinidade, enquanto o manejo por gotejamento convencional é mais adequado para alta salinidade (6,5 dS m<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** Manejo da irrigação. Salinidade. Índice de maturação.

**ABSTRACT** - Watermelon plays an important role in Brazilian agribusiness. The objective was to evaluate the effect of different irrigation managements and irrigation water salinity levels, on the main productive and postharvest characteristics of mini-watermelon (*Citrullus lanatus*) cv. 'Sweet Baby'. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design, arranged in a 2 x 4 factorial scheme, with four replicates. The treatments consisted of two types of irrigation management (conventional and pulse) and four salt levels of nutrient solution of fertigation (2.5; 4.5; 5.5; 6.5 dS m<sup>-1</sup>). The control treatment corresponded to the electrical conductivity of the nutrient solution prepared with local supply water. The irrigation depth was calculated by the product of reference evapotranspiration and crop coefficient. The number of pulses were defined and fractionated according to the atmospheric demand. The salinity of the fertigation solution affects some variables of the production, but does not reduce the quality of the mini-fruit cv. 'Sugar Baby'. The management of pulse irrigation shows better results in low salinity, while conventional drip management is more suitable for high salinity (6.5 dS m<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Irrigation management. Salinity. Maturity index.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A melancia tem expressiva importância econômica no agronegócio brasileiro. No Brasil, a produção de melancia no ano de 2017 atingiu 2.314.700 toneladas, destacando-se a região nordeste como a principal produtora da fruta com 95,1% da produção total (IBGE, 2019). A atividade produtiva de melancia no Brasil apresenta um perfil de produção familiar (pequeno agricultor) devido a demanda pelo produto in natura e preço de mercado, perfil no qual é comumente presente nas regiões semiáridas do Nordeste (SOUSA; NUNES; ZONTA, 2019). Nessas regiões só é possível a exploração de alguns cultivos através da irrigação, devido a fatores climáticos como alta taxa de evapotranspiração e má distribuição de chuvas (LOPES et al., 2017). Contudo como a água é um fator limitante, a pouca disponibilidade hídrica não atende aos parâmetros ideais de irrigação (CABRAL et al., 2019).

A qualidade da água é um dos fatores importantes para a produção de frutos de boa qualidade, pois em condições não adequadas, como acontece no semiárido brasileiro, a utilização de água subterrânea com elevado teores de sais bem como a salinidade do solo, pode acarretar perdas na produção e qualidade de melancieiras (SUAREZ-HERNANDEZ et al., 2019). Alguns autores relataram que a salinidade afetou negativamente a germinação, crescimento, desenvolvimento e conteúdo iônico na cultura da melancia (ALI et al., 2015; SOUSA et al., 2016).

Dentre as tecnologias utilizadas para aumentar a produção e melhorar a qualidade de frutos, a irrigação por pulsos (irrigação intermitente) tem apresentado efeitos positivos (ELNESR et al., 2015; ZAMORA et al., 2019). O sistema de pulsos é um conceito no qual uma pequena parte do requerimento de água por dia é fornecida por irrigação frequente, para atender às necessidades de água da planta (MADANE et al., 2018). Dessa forma, essa técnica permite manter água e nutrientes solúveis próximos a zona radicular das plantas, reduzindo os riscos de lixiviação de nutrientes e perda de água por percolação (ZAMORA et al., 2019).

Diversas pesquisas que testaram a irrigação por pulso mostraram resultados positivos com diferentes culturas: em alface, aumentando a eficiência do uso da água (ALMEIDA et al., 2015), em feijão, reduzindo os efeitos da salinidade da água (ALMEIDA et al., 2018), e em coentro, aumentando o índice de biomassa na parte aérea (ZAMORA et al., 2019).

Diante da importância de um manejo de irrigação eficaz e que se adeque a condições da qualidade de água do semiárido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta produtiva e as características de pós-colheita de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’, submetida a diferentes manejos de irrigação e salinidade da água.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado entre outubro a dezembro de 2018, em casa de vegetação, pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas (12°40’19” S, 39°06’23” W, 220 m), BA. A casa de vegetação tinha orientação leste-oeste, com 7,0 m de largura, 24 m de comprimento, altura de teto de 2,8 m, protegida nas laterais por tela preta (50%) e coberta por filme de polietileno de 150 µm de espessura.

O clima do local é do tipo tropical quente e úmido (Af) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). Durante o experimento as temperaturas máximas e mínimas dentro da casa de vegetação, foram respectivamente 36,5 e 19,8 °C e a umidade relativa média de 51%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois tipos de manejos de irrigação (gotejamento convencional e por pulsos) e quatro condutividades elétricas na solução nutritiva (CEsol) utilizada na fertigação (2,5; 4,5; 5,5; 6,5 dS m<sup>-1</sup>). A solução nutritiva foi preparada de acordo com Sasaki (1992), com concentrações (em mol por 1000 L<sup>-1</sup>) de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; K; P; Ca; Mg; S; B; Cu; Fe; Mn; Mo e Zn iguais a, respectivamente, 185,4; 24,8; 217,3; 39,0; 157,7; 36,0; 46,8; 0,20; 0,01; 0,21; 0,26, 0,06 e 0,20. No preparo da solução nutritiva utilizou-se água de abastecimento municipal (CE=0,5 dS m<sup>-1</sup>) e a elevação de CEsol foi obtida mediante adição de NaCl nas soluções com CEsol superior a 2,5 dS m<sup>-1</sup>.

O material vegetal utilizado neste estudo foi a minimelancia cultivar ‘Sugar Baby’. As sementes foram semeadas em copos plásticos de 200 mL, contendo fibra de coco. O transplântio ocorreu quando as mudas tinham o primeiro par de folhas (15 dias após semeadura) para vasos de 10 L com substrato de fibra de coco e esterco bovino na proporção 3:1 (v/v). Os resultados da análise química do substrato foram: pH (água) = 6,7; P = 204 mg

$\text{dm}^{-3}$ ;  $K = 5,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 4,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 4,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $\text{Na} = 1,78 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $\text{Al} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $\text{H+Al} = 3,57 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 71,5 \text{ g kg}^{-1}$ . A irrigação foi realizada diariamente, com um gotejador de vazão  $4,0 \text{ L h}^{-1}$  por planta.

Para cálculo da lâmina de irrigação necessária, os dados climáticos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica instalada no centro da área de estudo, cujo sensores forneceram os dados de radiação solar (piranômetro), umidade relativa e temperatura do ar (termohigrômetro).

Foi utilizada uma planilha eletrônica para cálculo da  $\text{ET}_0$  diária via método de Penman–Monteith padronizado pela FAO 56 (ALLEN et al., 1998) (Equação 1) e adaptada para estudos em casas de vegetação, fixando a velocidade do vento em  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ .

$$\text{ET}_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T_a + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

onde:

$\text{ET}_0$  – evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$R_n$  – saldo de radiação ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );

$G$  – fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), sendo  $G=0$  em um período de 24 h;

$\Delta$  – declinação da curva de saturação do vapor da água ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ );

$u_2$  – velocidade do vento à 2 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ ), fixada à  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ ;

$T_a$  – temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ );

$e_s$  – pressão de saturação do vapor d'água na atmosfera (kPa);

$e_a$  – pressão atual do vapor d'água na atmosfera (kPa);

$\gamma$  – constante psicométrica ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ).

A evapotranspiração diária da cultura ( $\text{ET}_c$ ) foi calculada utilizando-se a Equação 2.

$$\text{ET}_c = \text{ET}_0 K_c \quad (2)$$

em que,

$\text{ET}_c$  – evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$\text{ET}_0$  – evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$K_c$  – coeficiente de cultivo.

Os coeficientes de cultivos adotados foram aqueles recomendados por Silva et al. (2015) para cada estágio fenológico: inicial (0,51) por nove dias; vegetativo (0,52) por 15 dias; floração (1,23) por 26 dias e maturação (1,13) por 10 dias.

A irrigação foi realizada diariamente e a lâmina de irrigação necessária foi calculada conforme a Equação 3.

$$LIN = \frac{ET_C K_p}{E_a} \quad (3)$$

em que:

LIN – lâmina de irrigação necessária (mm);

K<sub>p</sub> – coeficiente adimensional de localização (neste considerou-se 1);

E<sub>a</sub> – eficiência de aplicação de água do sistema, adotado o valor obtido pelo teste de uniformidade (0,95).

Dessa forma, a partir do valor de LIN, obtiveram-se os tempos de funcionamento das linhas de gotejadores a partir da Equação 4.

$$T_i = \frac{LIN A}{e q} \quad (4)$$

em que:

T<sub>i</sub> – tempo de irrigação para cada tratamento (h);

A – área do vaso, (m<sup>2</sup>);

e – número de emissores por planta (1)

q – vazão média do gotejador (4,0 L h<sup>-1</sup>)

No manejo de irrigação por gotejamento convencional (manejo 1 – M1), a LIN foi aplicada ininterruptamente a partir das 10 h da manhã. No manejo de irrigação por pulsos (manejo 2 – M2), a aplicação da LIN ocorreu parceladamente, no intervalo entre 7 e 17 h, período em que o saldo de radiação dentro da casa de vegetação era positivo. O monitoramento e controle diário dos tempos de irrigação em cada tipo de manejo foi realizado por um controlador eletrônico baseado na placa de desenvolvimento Arduino Pro Mini, acoplado a um LCD de 3.5 polegadas e um teclado.

A partir da ETo acumulada (mm) foram definidos os horários de maior ou menor demanda. Foi definido 15% do T<sub>i</sub> para os horários de menor demanda (7-10 h e 14-17 h) totalizando assim 30% do T<sub>i</sub>. Também foram estabelecidos três pulsos para o intervalo de 7-

10 h e três pulsos para o intervalo de 14-17 h. Sendo assim, nesses intervalos o sistema funcionou conforme as Equação 5 e 6.

(5)

$$T_{\text{PULSO}(ij)} = \frac{T_i \cdot P_{ij}\{0,15\}}{n\{3\}}$$

$$I_{\text{PULSO}(ij)} = \frac{(t_{ijF} - t_{ijI}) - (T_i \cdot P_{ij}\{0,15\})}{n\{3\} - 1} \quad (6)$$

Para o período de maior demanda (intervalo de 10-14 h) foram estabelecidos 10 pulsos para utilização dos 70% restantes do  $T_i$ , funcionando conforme as Equação 7 e 8.

$$T_{\text{PULSO}(k)} = \frac{T_i \cdot P_k\{0,70\}}{n\{10\}} \quad (7)$$

$$I_{\text{PULSO}(k)} = \frac{(t_{kF} - t_{kI}) - (T_i \cdot P_k\{0,70\})}{n\{10\} - 1} \quad (8)$$

em que,

$T_{\text{PULSO}}(ijk)$  – tempo do pulso para os intervalos i, j e k (hora);

$I_{\text{PULSO}}(ijk)$  – intervalo entre pulso (hora);

$T_i$  – tempo de irrigação (hora);

$P_{ijk}$  – percentual do  $T_i$  para os intervalos i, j e k (decimal);

$n$  – número de pulsos;

$t_{ijkF}$  – hora final dos intervalos de i, j e k (hora)

$t_{ijkI}$  – hora inicial dos intervalos de i, j e k (hora).

As plantas foram conduzidas com duas hastes e um fruto. As ramas foram tutoradas verticalmente com fitilhos plásticos presos a arames localizados a 1,5 e 2,0 m de altura do solo. O espaçamento utilizado foi 0,50 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. A polinização foi feita manualmente em todas as flores femininas do caule principal a partir do oitavo internódio até a altura de 1,5 m do colo da planta. O desbaste de frutos foi realizado quando atingiram 0,10 m de circunferência, deixando-se apenas um fruto por planta (o mais desenvolvido), o qual foi tutorado em rede de nylon.

O ponto de colheita foi determinado de acordo com o ciclo da cultura (aproximadamente 60 dias após transplantio). As variáveis analisadas foram: massa fresca dos frutos, massa fresca da polpa, massa fresca da casca, rendimento de polpa, diâmetro da

polpa, circunferências transversal e longitudinal, índice de formato do fruto, sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, acidez titulável total e índice de maturação.

As variáveis: sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico e acidez total titulável foram determinadas como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). As massas frescas dos frutos (kg), da polpa (kg) e da casca (kg) foram determinadas por pesagem em balança semianalítica (0,001 g) e o diâmetro da polpa (m) e as circunferências transversal (m) e longitudinal (m) com uma fita métrica. O rendimento de polpa foi medido pela divisão entre a massa do fruto e a massa da polpa, o índice de formato do fruto pela divisão entre a circunferência longitudinal e a circunferência transversal e o índice de maturação pela divisão entre os sólidos solúveis totais e a acidez titulável total.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). No caso de efeito significativo do teste F os níveis de salinidade, de natureza quantitativa, foram submetidos à análise de regressão linear e quadrática, para obtenção da equação mais adequada aos dados. Os tipos de manejo, de natureza qualitativa, quando significativo pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme o resultado de teste F (Tabela 3.1), a salinidade apresentou efeito isolado significativo para as variáveis massa dos frutos (MF), massa da casca (MC), circunferência longitudinal (CL) e potencial hidrogeniônico (pH). Houve interação significativa entre os fatores salinidade e tipos de manejo de irrigação nas variáveis diâmetro da polpa (DP) e circunferência transversal (CT). Para as variáveis massa da polpa (MP), rendimento de polpa (RP), índice de formato dos frutos (IFF) e sólidos solúveis totais (SST) não foi observado efeito significativo dos fatores estudados. Para a acidez total titulável (ATT) e índice de maturação (IM) houve efeito isolado de ambos os fatores.

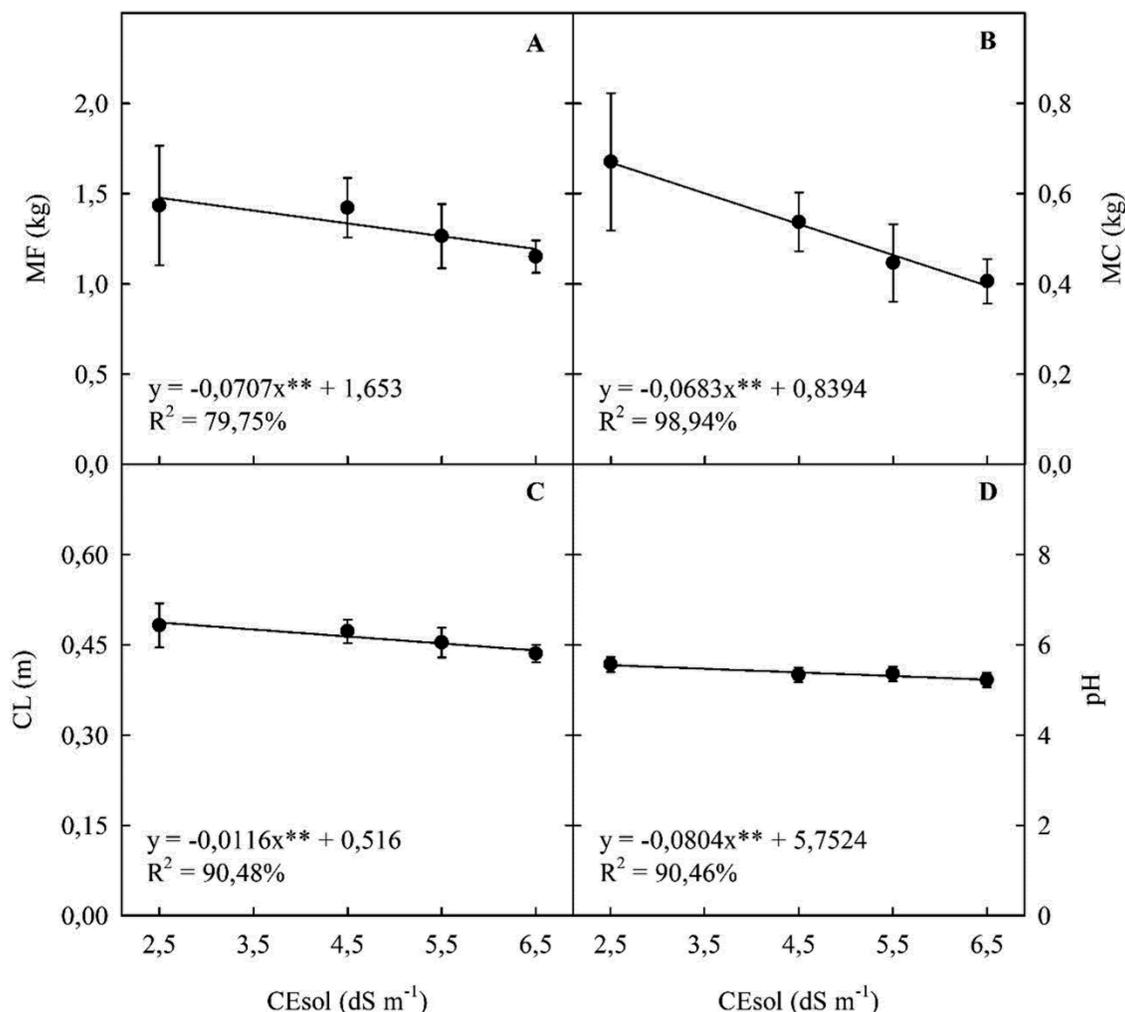
**Tabela 3.1** Resultado do teste de Fisher (F) para as variáveis massa de fruto (MF), massa de polpa (MP), massa de casca (MC), rendimento da polpa (RP), diâmetro da polpa (DP), circunferência transversal (CT) e longitudinal (CL), índice de formato de fruto (IFF), sólidos solúveis totais (SST), potencial de hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT) e índice de maturação (IM) de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ irrigada com águas salinas sob diferentes manejos de irrigação.

Teste F

FV	GL	MF	MP	MC	RP	DP	CT	CL	IFF	SST	pH	ATT	IM
Manejo	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
Salinidade	3	*	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	*	**
Linear	1	**	ns	**	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**
Quadrática	1	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Interação	3	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Resíduo	24												
Média		1,32	0,81	0,51	60,63	0,13	0,55	0,57	1,01	11,00	5,37	0,24	48,17
CV%		16,8	19,2	20,3	9,8	6,4	5,5	5,4	6,3	814	3,0	18,0	21,7

\*; \*\* = significativo a  $p \leq 0,05$  e  $p \leq 0,01$ , respectivamente; ns = não significativo.

As variáveis MF, MC, CL e pH foram afetadas pela CEsol da fertigação (Figura 3.1). Estas variáveis apresentaram reduções de, respectivamente, 4,28; 8,14; 2,23 e 1,39% por aumento unitário da salinidade. Dessa forma, a MC foi a variável mais afetada pela salinidade, seguida da MF, CL e pH.



**Figura 3.1** Massa do fruto - MF (A), massa da casca - MC (B), circunferência longitudinal - CL (C) e potencial hidrogeniônico - pH (D) de frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ cultivada em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertiçação. Médias de quatro repetições e desvios-padrão.

O efeito negativo do aumento da salinidade sobre a MF, MC e CL ocorre, principalmente, em consequência do menor potencial hídrico no substrato, em resposta ao efeito osmótico, diminuindo com isso a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, a produção das plantas (OLIVEIRA et al., 2014). Sousa et al. (2016) trabalhando com a cv. Smile de minimelancia, relataram uma redução na massa de frutos de 8,3% por aumento unitário da salinidade e também atribuíram esta redução ao efeito osmótico induzido pela salinidade. As minimelancias são caracterizadas por apresentarem frutos entre 1 e 3 kg

(FERRARI et al., 2013), considerando que a MF estimada na condutividade de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  foi de 1,2 kg é importante ressaltar que, a despeito da redução observada, o aumento da salinidade não comprometeu a MF para fins de comercialização.

Os resultados observados mostram que, em relação ao tratamento controle ( $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), a MF e a MC no tratamento de maior salinidade ( $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) diminuíram, respectivamente, 19 e 41%, sugerindo uma redução na espessura da casca, visto que a redução na MC foi muito mais pronunciada que na MF. Na melancia, a resistência da casca é uma característica importante no bom acondicionamento, dessa forma uma casca mais delgada requer maiores cuidados com transporte e manuseio, o que pode comprometer a qualidade física dos frutos durante o transporte do campo até o consumidor final.

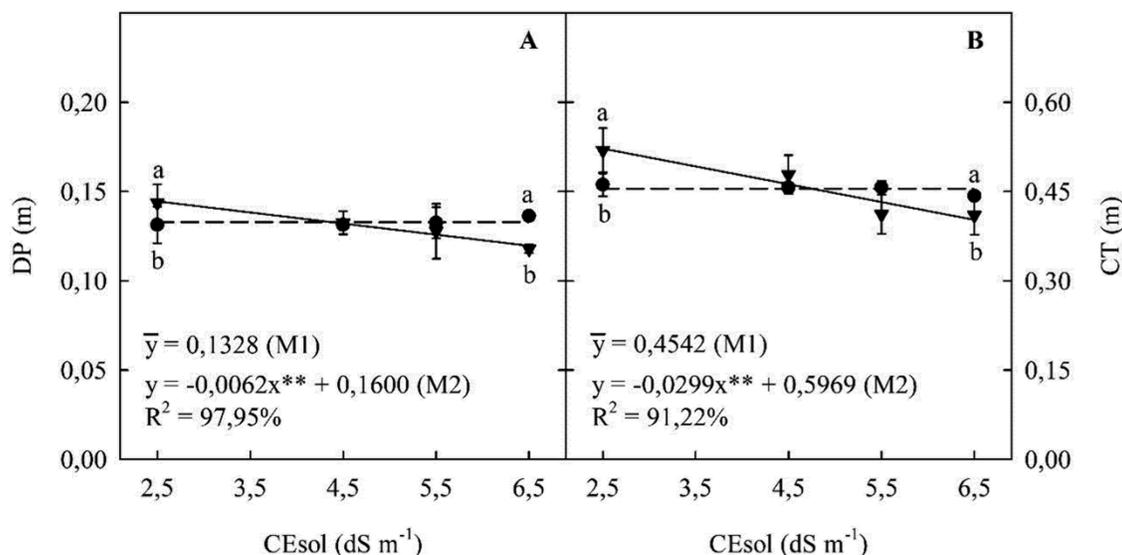
Com relação ao componente de qualidade pH, os dados mostram uma redução de 5,8%, quando comparados os valores de pH do tratamento  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  (5,23) com o controle (5,55) (Figura 3.1D). Esses resultados corroboram os de Sousa et al. (2016) que observaram em minimelancia cv. Smile, uma redução de 1,90% por aumento unitário da salinidade na solução utilizada na fertigação. Estes autores reportaram uma diminuição no pH de 5,5 para 5,2 tal como observado no nosso estudo. Embora a salinidade da água de fertigação tenha causado uma pequena redução no pH da polpa, os resultados desse trabalho são semelhantes aos encontrados por Barros et al. (2012) e superiores aos reportados por Oliveira et al. (2015), indicando que a salinidade não afetou o padrão de comercialização desta variável de qualidade do fruto.

Não se verificou efeito da salinidade ou do manejo de irrigação para MP, RP, IFF e SST. Os valores médios de MP e RP foram 0,81 g e 60,6%, respectivamente (Tabela 3.1). Estas variáveis são importantes do ponto de vista tanto do consumo *in natura* como da indústria, dessa forma a minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ mostrou um rendimento satisfatório em condições de salinidade pois, além de não haver redução significativa de polpa, os valores de RP foram superiores aos percentuais obtidos por Lima Neto et al. (2010) em diferentes variedades de melancia (42 a 58%).

O IFF apresentou valor médio de 1,01 (Tabela 3.1). Segundo a CEAGESP (2003), o fruto é considerado cilíndrico quando o IFF é  $> 0,7$ . Portanto, a minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ pelos valores do IFF, ou seja, pela relação CL/CT, verifica-se que estes estão próximo de 1,0, indicando uma conformação cilíndrica dos frutos.

O valor médio de SST no presente estudo foi de 11,0 °Brix (Tabela 3.1). Valores acima de 10 °Brix são considerados ideais para a comercialização das melancias (BARROS et al., 2012; LIMA NETO et al., 2010), indicando que, independentemente da salinidade, os frutos produzidos no presente trabalho estavam propícios à comercialização. Resultados similares foram encontrados por Sousa et al. (2016), em estudos com minimelancia cv. ‘Smile’, submetidas à salinidade. Costa et al. (2013), também observaram que os valores de SST não foram influenciados pela salinidade nas melancias das cvs. ‘Leopard’ e ‘Quetzali’, mas para a cv. ‘Shadow’ os SST aumentaram com a salinidade. Os autores relataram que diferenças entre local de plantio, cultivares, manejo da irrigação e sistema de produção podem alterar os valores de SST.

O aumento da concentração salina na água de irrigação diminuiu linearmente as variáveis DP e CT (Figuras 3.2A e 3.2B) apenas no manejo de pulsos (M2). Por consequência, os valores de DP (0,14 m) e CT (0,52 m) nas plantas do tratamento controle (2,5 dS m<sup>-1</sup>), diminuíram para 0,12 e 0,40 m, respectivamente, na maior salinidade (6,5 dS m<sup>-1</sup>). Estes resultados representam reduções de 3,9 e 5,0% por aumento da CEsol de fertigação. No manejo convencional (M1) não houve ajuste linear ou quadrático para estas variáveis, entretanto os resultados observados nos dois tipos de manejo foram similares, com valores médios de DP e CT de 0,13 e 0,45 m, respectivamente. As variáveis DP e CT apresentaram resposta similar, pois o aumento do diâmetro da polpa leva ao aumento transversal do fruto.



**Figura 3.2** Diâmetro da polpa - DP (A) e circunferência transversal - CT (B), de frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 (●) ou por pulsos - M2 (▼) sob diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertigação. Médias de quatro repetições e desvio-padrão.

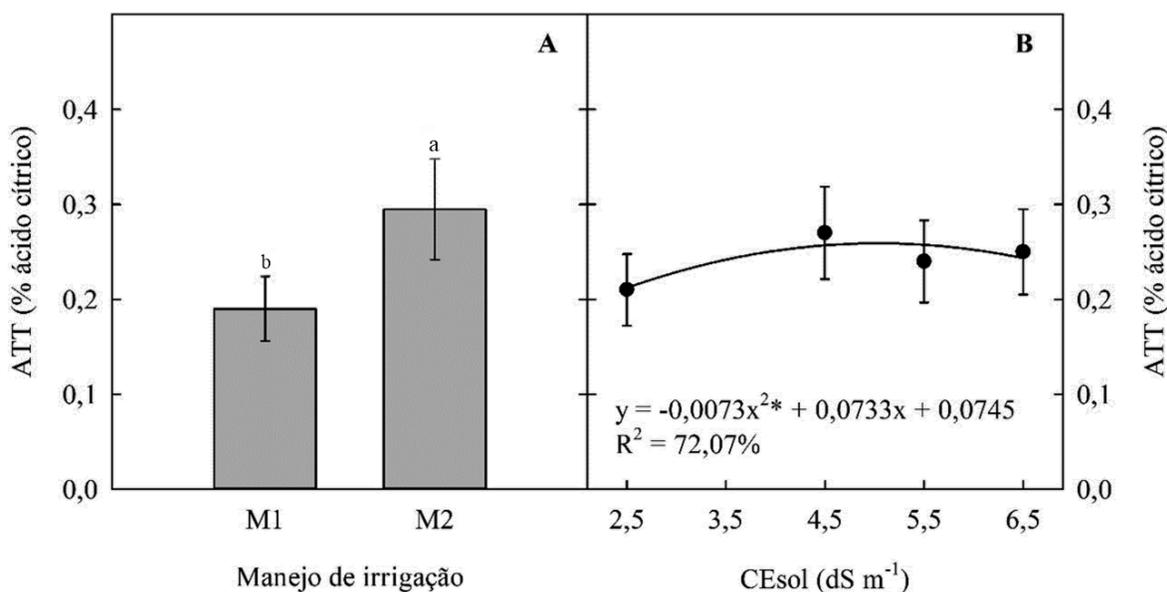
Os dados também mostraram que no manejo de pulsos os valores de DP e CT foram mais elevados no tratamento controle, enquanto o manejo convencional apresentou valores maiores no tratamento de 6,5 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos em baixa CEsol indicam que intervalo de irrigação mais curto garante um crescimento favorável da cultura, pois permite fornecimento equilibrado de água e nutrientes durante todo o ciclo da cultura (MADANE et al., 2018; ZAMORA et al., 2019). Para alguns autores, o processo de redistribuição da água está mais associado com as características do solo ou substrato do que com as características de aplicação de água (SKAGGS; TROUT; ROTHFUSS, 2010). Contudo, para Morillo et al. (2015) o uso da irrigação por pulsos se torna uma alternativa viável para o manejo de irrigação de solos com elevada porosidade uma vez que essa estratégia tende a reduzir as perdas devido a percolação profunda. Almeida et al. (2015) observaram que houve um maior desenvolvimento de raízes superficiais na camada superficial do solo, tal fato atribuído ao efeito da irrigação por pulso, em que ele pontua que a maior frequência de aplicação de água

favorece a produtividade. Vale lembrar que o substrato utilizado no presente estudo também possui de elevada porosidade, o que explica os resultados observados.

Em contraste, sob CEsol elevada, não foi observado efeito positivo da irrigação por pulsos sobre as variáveis DP e CT, o que pode ter sido o resultado de um maior acúmulo de sais na parte superficial do substrato devido à aplicação de água mais lenta por unidade de tempo. No manejo convencional, a aplicação de água foi maior por unidade de tempo, promovendo melhor crescimento sob condições elevadas de salinidade da água, devido à formação de um bulbo molhado maior, diluindo o teor de sais presentes e transportando-os para a periferia do bulbo úmido, diminuindo efeitos negativos da salinidade nas plantas (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 1992).

Para um fruto palatável como a minimelancia, a razão entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável é uma característica muito importante, pois define o índice de maturação dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Nas Figuras 3.3 e 3.4 são apresentados o efeito de ambos os fatores estudados para as variáveis acidez titulável total e índice de maturação.

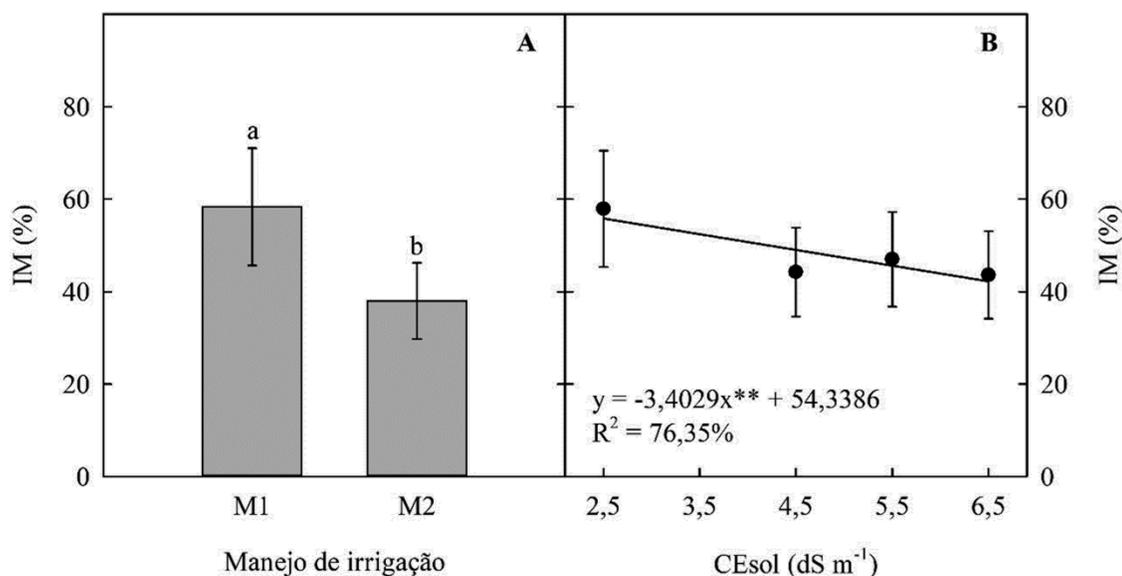
A ATT respondeu de maneira significativa tanto para o tipo de manejo (Figura 3.3A) quanto para a salinidade da água de irrigação (Figura 3.3B), atingindo o valor de 0,29% no manejo de pulsos e 0,19% no manejo por gotejamento. Para a mesma cultivar (cv. 'Sugar Baby'), sob cultivo convencional, Lima Neto et al. (2010) encontraram resultados superiores aos observados no presente estudo (0,78% de ácido cítrico). Portanto, os diferentes manejos da irrigação e condições de cultivo podem alterar a ATT.



**Figura 3.3** Acidez total titulável - ATT de frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 ou por pulsos - M2 (A) e diferentes condutividades elétricas da solução (CEsol) utilizada na fertirrigação (B). Médias de quatro repetições e desvios-padrão. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação à salinidade observa-se que houve um aumento quadrático na variável ATT com o incremento da CEsol da água de fertirrigação. A ATT aumentou até 0,26% na salinidade de 5,2 dS m<sup>-1</sup>, com posteriores decréscimos (Figura 3.3B). O efeito da salinidade no aumento da acidez poderá ser devido à redução do acúmulo de água nos frutos, conforme observado por Mitchell et al. (1991) em frutos de tomateiro sob estresse salino, não atribuindo o fato à síntese de solutos orgânicos. Essa resposta também foi observada em melão da cultivar Orange Flesh submetido à salinidade (GURGEL et al., 2010).

Observa-se que o IM também respondeu os tipos de manejo (Figura 3.4A) quanto aos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 3.4B). O manejo por gotejamento convencional propiciou o melhor índice de maturação (58:1), superior ao índice obtido no manejo por pulsos (38:1) (Figura 3.4A). Considerando que os valores de SST não foram influenciados pelo manejo de irrigação, esta resposta está diretamente associada à menor ATT obtida no manejo por gotejamento.



**Figura 3.4** Índice de maturação - IM de frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’ cultivada em casa de vegetação sob manejo de irrigação por gotejamento convencional - M1 ou por pulsos - M2 (A) e diferentes condutividades elétricas da solução (CESol) utilizada na fertirrigação (B). Médias de quatro repetições e desvios-padrão. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Quanto ao efeito da salinidade sobre o IM, observa-se uma redução de 6,26% por aumento unitário da CESol de fertirrigação (Figura 3.4B). Os resultados obtidos nesse trabalho são similares aos reportados por Dias et al. (2005) na cultura do melão, e semelhantes aos que Cecílio Filho e Grangeiro (2004) encontraram em melancia triploide ‘Shadow’ (46:1 a 51:1).

O IM é um atributo chave da pós-colheita, em algumas culturas esta relação está bem determinada. Na cultura do melão, por exemplo, relações superiores a 25:1 indicam fruto de excelente qualidade (CRUESS, 1973) e, em melancia, relações entre 27:1 e 30:1 já são consideradas excelentes (GARCIA, 1998). Considerando que, independentemente do nível de salinidade utilizado ou do manejo de irrigação adotado, os valores de IM do presente trabalho variaram entre 38:1 e 58:1, os resultados indicam que é possível cultivar a minimelancia ‘Sugar Baby’ em sistema de gotejamento com CESol de fertirrigação de até 6,5 dS m<sup>-1</sup> sem comprometimento da qualidade do fruto.

### 3.4 CONCLUSÃO

A salinidade de até  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  na solução nutritiva utilizada na fertirrigação reduz a massa dos frutos, massa da casca e circunferência longitudinal dos frutos de minimelancia cv. ‘Sugar Baby’, mas não compromete as demais variáveis de produção massa da polpa, rendimento da polpa e índice de formato do fruto. A salinidade também não reduz a qualidade dos frutos avaliada pelo pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e índice de maturação.

Em alta salinidade ( $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) o manejo de irrigação por gotejamento convencional é o mais adequado, enquanto o manejo de irrigação por pulsos é o indicado em baixa salinidade.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

- ALI, M. et al. Characterization of watermelon (*Citrullus lanatus*) genotypes under high salinity regime. *American Journal of Plant Sciences*, Irvine, v. 6, n. 19, p. 3260-3266, 2015.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Rome: FAO, 1998. 301p.
- ALMEIDA, W. F. D.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on American crisphead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p. 1009-1018, 2015.
- ALMEIDA, W. F. et al. Yield of green beans subjected to continuous and pulse drip irrigation with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 7, p. 476-481, 2018.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, p. 711 - 728, 2013.

BARROS, M. M. et al. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1078-1084, 2012.

CABRAL, J. H. A. et al. Estatística multivariada na qualidade da água residuária utilizadas na irrigação na região semiárida brasileira. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 10, n. 4, p. 121-133, 2019.

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Programa padrão: programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagem dos hortigranjeiros. **Classificação da melancia**. São Paulo (Folheto), 2003.

CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C. Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 570-576, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 1. ed. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990. 320p.

COSTA, A. R. F. C. et al. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 446p. Lcruess

DIAS, N. S. et al. Calidad post cosecha de frutos de melón producidos sobre diferentes niveles de salinidad del suelo y manejos de la fertirrigación invernadero. **Ingeniería de la Agua**, Córdoba, v. 12, n. 2, p. 117-123, 2005.

ELNESR, M. N. et al. Evaluating the effect of three water management techniques on tomato crop. **Plos One**, San Francisco, v. 10, p. 1-17, 2015.

FERRARI, G. N. et al. A cultura da melancia. São Paulo: USP, 2013. 35p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**. Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

- GARCIA, L. F. **Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produtividade da melancia no baixo Paraíba Piauiense**. Teresina: Embrapa Meio Norte. 1998, 5p. (Comunicado Técnico, 79).
- GURGEL, M. T. et al. Qualidade de pós-colheita de variedades de melões produzidos sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 398-405, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produção agrícola municipal ano de 2017**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>> Acesso em: 20 maio. 2019.
- LIMA NETO, I. S. et al. Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró v. 23, n. 4, p. 14-20, 2010.
- LOPES, I. et al. Balanço hídrico em função de regimes pluviométricos na região de Petrolina-PE. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 3, p. 443-457, 2017.
- MADANE, D. A. et al. Study of white onion (*Allium cepa* L.) on yield and economics under pulse irrigation (drip) for different irrigation levels. **International Journal Agriculture Engineering**, Bologna, v. 11, n. 1, p. 128-134, 2018.
- MITCHELL, J. P. et al. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n. 2, p. 215-221, 1991.
- MORILLO, J. G. et al. Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 151, s/n, p. 43-51, 2015.
- OLIVEIRA, F. A. et al. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 147-154, 2014.
- OLIVEIRA, J. B. et al. Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 19-25, 2015.
- RHOADES, J. D; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande, UFPB, 1992. 117p.
- SASAKI, J. L. S. **Hidroponia**. In: Semana da Agronomia, 11. Ilha Solteira: UNESP, 1992. 9p.
- SILVA, R. R. et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura para melancia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 6, p. 392-399, 2015.

SKAGGS, T. H.; TROUT, T. J.; ROTHFUSS, Y. Drip irrigation water distribution pattern: Effects of emitter rate, pulsing and antecedent water. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 74, n. 6, p. 1886-1896, 2010.

SOUSA, A. B. O. et al. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 10, p. 897-902, 2016.

SOUSA, V. F.; NUNES, G. M. V. C.; ZONTA, J. B. Importância socioeconômica da melancia. In: SOUSA, V. F. et al. (Eds.). **Tecnologias para a produção de melancia irrigada na Baixada Maranhense**, São Luís: Embrapa Cocais, 2019. Série Documentos, p. 15-21.

SUAREZ-HERNANDEZ, A. M. et al. Production and quality of grafted watermelon in saline soil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 215-220, 2019.

ZAMORA, V. R. O. et al. Gotejamento por pulsos e lâminas de fertirrigação nas relações hídricas do coentro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, 2008. 1020p.

## **CAPÍTULO 4**

**Respostas fisiológicas e bioquímicas da minimelancia irrigada por gotejamento convencional e pulsos com água salobra**

**Physiological and biochemical responses of mini watermelon irrigated por conventional drip and pulses with brackish water**

(Cópia do trabalho submetido para a Revista Semina obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma)

## Highlights

A salinidade da água não comprometeu a integridade do aparelho fotossintético da minimelancia.

A salinidade aumenta a dissipação de excitação não fotoquímica não regulada.

O gotejamento por pulso não atenua os efeitos da salinidade em minimelancia.

## Resumo

A utilização de água da qualidade marginal pode ser uma alternativa viável em regiões com escassez hídrica, quando associada a estratégia de manejo de irrigação adequada. O objetivo deste estudo foi avaliar as respostas fisiológicas e bioquímicas da minimelancia ‘Sugar Baby’ em função dos manejos de irrigação e da salinidade da solução nutritiva (CESol). O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas sob dois tipos de manejo de irrigação (gotejamento convencional - MC e por pulsos - MP) e quatro níveis salinos da solução nutritiva de fertigação (2,5 - controle; 4,5; 5,5; 6,5 dS m<sup>-1</sup>). Aos 65 dias após semeadura, foram avaliadas as variáveis: teores de clorofilas *a* e *b*, fluorescência da clorofila *a* e teores de solutos orgânicos e inorgânicos. Os tratamentos não influenciaram os teores de clorofila *a* e *b*. A salinidade diminuiu o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica com aumento na dissipação de energia não regulada, sendo que ambos são vias competitivas de energia entre si. O tipo de manejo e a salinidade não afetaram os teores de carboidratos nas folhas de minimelancia. Entretanto, as proteínas solúveis foram maiores no MC que no MP e diminuíram com o incremento da salinidade em ambos os manejos. A salinidade aumentou os aminoácidos livres no MC, mas não alterou o conteúdo destes solutos no MP. Os teores de prolina livre só foram influenciados pelo tipo de manejo, sendo maiores no MC que no MP. Os íons sódio e cloreto e a razão sódio/potássio aumentaram com a CESol, sendo esses aumentos mais pronunciados no MP. A salinidade aumentou os teores de potássio no MP e diminuiu no MC. O MC levou a uma menor absorção de íons tóxicos, atenuando os efeitos da salinidade sobre a minimelancia.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus* L., estresse salino, manejo de irrigação.

**Abstract**

The use of marginal quality water can be a viable alternative in regions with water scarcity, when associated with an adequate irrigation management strategy. The aim of this study was to evaluate the physiological and biochemical responses of 'Sugar Baby' mini watermelon as a function of irrigation management and salinity of the nutrient solution (ECsol). The experiment was carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, with four replications. The plants were grown under two types of irrigation management (conventional drip - CM and pulse - PM) and four saline levels of the fertigation nutrient solution (2.5 - control; 4.5; 5.5; 6.5 dS m<sup>-1</sup>). At 65 days after cultivation, the following variables were evaluated: chlorophyll *a* and *b* content, chlorophyll *a* fluorescence and organic and inorganic solutes content. The treatments did not influence the levels of chlorophyll *a* and *b*. Salinity decreased the quantum yield of photochemical energy conversion due to the increased quantum yield of unregulated energy loss. Irrigation management and water salinity did not affect carbohydrate content in mini watermelons leaves. However, soluble proteins were higher in the CM than in PM and decreased with increasing salinity in both managements. Salinity increased free amino acids in CM, but did not change the content of these solutes in MP. Free proline was only influenced by the management system and was higher in CM than in PM. Sodium, chloride and the sodium to potassium ratio increased with ECsol, but these increases were more pronounced in MP. Salinity increased potassium content in PM and decreased in CM. The CM led to a lower absorption of toxic ions, reducing the effects of salinity on the mini watermelon.

**Keywords:** *Citrullus lanatus* L., salt stress, irrigation management.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma espécie vegetal de ciclo anual pertencente à família das cucurbitáceas, sendo uma olerícola comercialmente cultivada no mundo todo. De acordo com o anuário 2018 - 2019, o cultivo de melancia no Brasil apresenta alta rentabilidade, sendo exportadas 52,9 mil toneladas no ano de 2019, arrecadando US\$ 21,1 milhões, com expectativa de mais temporadas positivas, especialmente com minimelancias que tem superado recordes de exportação (Hortifruitbrasil [HFBRASIL], 2019).

O regime irregular de chuvas e as altas temperaturas fazem da água um recurso escasso no Nordeste e o sucesso na produção da melancia depende da disponibilidade de água com o manejo adequada da irrigação (Guimarães et al., 2016; Silva Júnior, Silva, Lima, Silva, & Maia, 2017). Assim, uma alternativa promissora para atender a demanda é a utilização de água de qualidade marginal procedente de águas superficiais e subterrâneas (poços) com alta concentração de sais (Sá et al., 2019).

Entretanto, quando plantas sensíveis são submetidas ao estresse salino, ocorre acúmulo de íons como  $\text{Na}^+$  e / ou  $\text{Cl}^-$  nos cloroplastos, que podem apresentar modificações fisiológicas e bioquímicas devido aos efeitos tóxicos, osmóticos e nutricionais (Silveira, Silva, & Silva, 2016; Bai, Dai, Sun, Chen, & Sun, 2019; Shoukat, Abideen, Ahmeda, Gulzara, & Nielsen, 2019).

Uma das alterações bioquímicas, é o acúmulo de solutos orgânicos ou osmóticos no vacúolo das plantas, como forma de aclimatação ao estresse salino (Slama, Abdelly, Bouchereau, Flowers, & Saviouré, 2015; Cova et al., 2020; Silva, Pereira, Campos Junior, Nobrega, & Dias, 2020; Lo'ay, & El-ezz, 2021). Outro mecanismo de aclimatação é a compartimentalização de íons inorgânicos no vacúolo, devido ao estresse iônico em decorrência da salinidade, onde a planta aumenta a concentração de íons tóxicos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) no citoplasma celular e altera o equilíbrio iônico reduzindo a absorção mineral (Arif, Singh, Siddiqui, Bajguz, & Hayat, 2020). Em algumas espécies, a alta salinidade reduz os índices fotossintéticos, teor total de clorofila, atividade do FSII, rendimento quântico potencial do fotossistema II, além de degradar a estrutura dos cloroplastos (Hniliskova, Hnilicka, Jaroslava, & Kamil, 2017; Yan, Lu, & Tong, 2018; Wang, Li, Tian, Gu, & Yang, 2018; Betzen, Smart, Maricle, & Maricle, 2019).

Segundo Ayers e Westcot (1999) a melancia é considerada moderadamente tolerante a salinidade da água de irrigação, suportando condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de até  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ , mas não é recomendada para a produção de mudas de minimelancia ‘Sugar Baby’ a irrigação com água acima de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Assim, a busca de alternativas capazes de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas são de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas garantindo altas produtividades. Dentre as alternativas condizentes com as condições apresentadas, a irrigação por pulsos tem apresentados efeitos promissores (Zamora et al., 2019; Ó et al., 2020a).

A irrigação fracionada ou por pulsos é composta por uma série de ciclos que podem variar em função da demanda atmosférica, tempo de descanso, tempo de irrigação entre outros fatores que podem ser ajustados conforme o programador (Rank & Vishnu, 2021). A irrigação por pulsos vem sendo estudada, principalmente pela possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água em cultivos agrícolas. Além disso, o uso da irrigação por pulsos tem contribuído para o aumento do nível e da uniformidade de distribuição da umidade no solo (El-Abedin, 2006).

Diante desse contexto, objetivou-se com esse estudo avaliar as respostas bioquímicas e fisiológicas de plantas de minimelancia ‘Sugar Baby’ cultivadas sob o manejo da irrigação por gotejamento contínuo e por pulsos com água salobra.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Minimelancias ‘Sugar Baby’ foram produzidas sob condições fertigada em casa de vegetação (orientação Leste-Oeste) no período de outubro a dezembro de 2018 (outono-inverno). A estrutura da casa de vegetação utilizada foi em arco simples, com altura de teto de 2,8 m, 7,0 m de largura e 24 m de comprimento, protegida nas laterais por tela e coberta com filme de polietileno de 150 micra.

A estufa está instalada na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas ( $12^{\circ}40'19'' \text{ S}$ ,  $39^{\circ}06'23'' \text{ W}$ , 220 m), BA, Brasil. O clima do local de estudo é classificado como tipo Af (tropical quente e úmido) de acordo com a classificação de Köppen (Alvares,

Stape, Sentelhas, Gonçalves, & Sparovek, 2013), com médias anuais de precipitação, temperatura do ar e umidade relativa do ar 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente. Durante o experimento, os valores mínimos e máximos de temperatura do ar dentro da estufa foram de 19,8 e 36,5 °C e a umidade relativa média de 51%, respectivamente.

O experimento foi realizado utilizando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial ( $4 \times 2$ ), com cinco repetições. Assim, as plantas foram submetidas a quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva da fertigação (CEsol): 2,50 (controle, sem NaCl); 4,50; 5,50 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$  e dois tipos de manejo de irrigação: gotejamento convencional (MC) e por pulsos (MP).

A solução nutritiva na fertigação (SN) foi baseada na formulação de Sasaki (1992) para frutos. Para tanto, foram utilizados os fertilizantes ( $\text{g } 100 \text{ L}^{-1}$ ): 83 g de nitrato de cálcio; 50 g de nitrato de potássio; 15 g de fosfato de monoamônio (MAP); 36 g de sulfato de magnésio; 6,7 g cloreto de potássio; 0,01 g de sulfato de cobre; 0,09 g de sulfato de zinco; 0,01 g de sulfato de manganês; 0,12 g de ácido bórico; 0,015 g de molibdato de sódio; e 1,6 g de Ferrilene (6% Fe + 40,8% EDDHA).

Na preparação da SN foi utilizada água de abastecimento municipal que apresentava CEa de 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ . Para os demais tratamentos (superiores a 2,50  $\text{dS m}^{-1}$ ) foi adicionado NaCl sem iodo na solução nutritiva para alcançar as CEsol desejadas, utilizando a relação de CEa e concentração de sais, conforme a Eq. 1 (Richards, 1954):

$$Q \text{ NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad \text{Eq.1}$$

onde:

Q é a quantidade de sal a ser dissolvido na água;

CEa é a condutividade elétrica da água desejada.

A semeadura foi realizada em copos plásticos de 200 mL (furados no fundo e lateralmente) contendo apenas fibra de coco e irrigadas inicialmente com água de abastecimento local (CEa 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) e, após sete dias, com solução nutritiva de Sasaki (1992) à meia força. Aos 15 dias após semeadura (DAS) as mudas que apresentavam duas folhas definitivas foram transplantadas para recipientes de 10-L preenchidos com uma mistura de fibra de coco e estrume bovino (3:1 v/v) cuja análise química apresentou: pH (água) = 6,7, P = 204  $\text{mg dm}^{-3}$ , K = 5,2  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Ca = 4,1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Mg = 4,7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Na = 1,78  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Al = 0,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , H+Al = 3,57  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e MO = 71,5  $\text{g kg}^{-1}$ .

As plantas foram conduzidas com duas hastes e um fruto no ramo principal como descrito por Ó et al. (2020a). O experimento teve a duração de aproximadamente 70 dias, até a colheita do último fruto. A colheita foi realizada, quando a gavinha adjacente ao fruto se encontrava seca (65 a 70 DAS).

O cálculo da lâmina de irrigação necessária foi baseado nos dados climáticos adquiridos de uma estação meteorológica localizada no centro da área de estudo (estufa), composta por piranômetro, termo-hidrômetro e medidor de umidade relativa do ar.

Para o cálculo da ETo diária utilizou-se uma planilha eletrônica utilizando o método adaptado para estudos em estufas preconizado por Penman-Monteith padronizado pela FAO 56 (Allen, Pereira, Raes, & Smith,) sendo a velocidade de vento fixada em  $0,5 \text{ m s}^{-1}$  (Eq. 2).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T_a + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad \text{Eq.2}$$

Onde:

$ET_o$  – Evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$R_n$  – Saldo de radiação ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );

$G$  – Fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), sendo  $G=0$  em um período de 24 h;

$\Delta$  – Declinação da curva de saturação do vapor da água ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ );

$u_2$  – Velocidade do vento à 2 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ ), sendo para condições de casa de vegetação fixada à  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ ;

$T_a$  – Temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ );

$e_s$  – Pressão de saturação do vapor da água na atmosfera (kPa);

$e_a$  – Pressão atual do vapor da água na atmosfera (kPa);

$\gamma$  – Constante psicométrica ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ).

Para o cálculo da ETc (evapotranspiração diária da cultura) (ETc) foi utilizada a Eq. 3.

$$ETc = ET_o Kc \quad \text{Eq.3}$$

Onde:

ETc – Evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

Kc – Coeficiente de cultivo.

Utilizou-se os coeficientes de cultivo recomendados por Silva et al. (2015), utilizando Kc inicial de 0,51 por nove dias; Kc vegetativo de 0,52 por 15 dias; Kc floração de 1,23 por 26 dias e KC maturação de 1,13 por 10 dias.

Assim, de conhecimento de todos os dados, a lâmina de irrigação necessária foi calculada pela Eq. 4:

$$LIN = \frac{ETc Kp}{Ea} \quad \text{Eq.4}$$

Onde:

LIN – Lâmina de irrigação necessária (mm);

Kp – Coeficiente adimensional de localização (neste caso considerou-se 1);

Ea – Eficiência de aplicação de água do sistema, adotado o valor obtido pelo teste de uniformidade (0,95).

Para o cálculo do tempo de funcionamento (Ti), foram utilizados os valores da lâmina de irrigação necessárias a partir da Eq. 5.

$$Ti = \frac{LIN A}{e q} \quad \text{Eq.5}$$

Onde:

Ti – Tempo de irrigação (h);

A – Área do vaso, (m<sup>2</sup>);

e – Número de emissores por planta (1);

q – Vazão média do gotejador (4,0 L h<sup>-1</sup>).

Os manejos de irrigação por gotejamento convencional (MC) e por pulsos (MP) foram realizados diariamente. No manejo convencional a aplicação de água foi feita de forma ininterrupta a partir das 10 horas da manhã e no manejo por pulsos a aplicação era feita fracionada ao longo do dia em função da demanda atmosférica conforme Ó et al. (2020a).

Foram analisados aos 65 dias após semeadura (DAS) os parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, clorofilas (*a* e *b*), teores de solutos orgânicos (carboidratos solúveis (CH), prolina livre (PL), aminoácidos livres (AA) e proteínas solúveis (PS)) e inorgânicos (sódio, potássio e cloreto) na folha adjacente ao fruto de minimelancia, situada entre o 8° e 10° nó a

partir da base. Antes das análises as folhas foram lavadas com água destilada e secas com papel toalha.

Para determinação do índice de clorofila Falker (ICF) foi utilizado o medidor eletrônico de teor de clorofila modelo clorofiLOG CFL1030 (Falker Automação Agrícola Ltda, Porto Alegre, RS) sendo os valores expressos em IF (índice Falker).

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* foram medidos utilizando o fluorômetro portátil modulado modelo OS5-FL (ADC Bioscientific Ltd). Em folhas adaptadas por 30 minutos ao escuro foram medidas a fluorescência mínima ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ) e o rendimento quântico potencial do fotossistema II - FSII ( $F_v/F_m$ ) de acordo com método de pulso de saturação (Schreiber, Bilger, & Neubauer, 1995). Em folhas adaptadas ao claro foram avaliados os rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII: o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII ( $Y_{II}$ ) e os rendimentos quânticos de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ) e não regulada ( $Y_{NO}$ ) de energia não fotoquímica no FSII, de acordo com Kramer, Johnson, Kiirats e Edwards (2004) e Klughammer e Schreiber (2008). A densidade de fluxo de fótons utilizada nestas avaliações foi de  $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Após as análises de fluorescência da clorofila *a*, clorofilas (*a* e *b*) as folhas foram coletadas e divididas em duas, retirando-se a nervura central. Metade da folha foi embalada com papel alumínio e imediatamente congelada e liofilizada, enquanto a outra metade foi embalada em saco de papel e seca em estufa a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Para a preparação dos extratos brutos dos solutos orgânicos foram pesadas 0,1 g dos tecidos liofilizados de folhas sendo depois maceradas. Após maceração, as amostras foram homogeneizadas em solução tampão fosfato, distribuídas em tubos de eppendorf e colocadas para centrifugação com rotação de  $12000 \times g$ , durante 0,25:00 h a  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os sobrenadantes foram armazenados em freezer para as análises posteriores. Os teores de carboidratos solúveis (Dubois, Gilles, Hamilton, Rebers, & Smith, 1956), proteínas solúveis (Bradford, 1976), prolina livre (Bates, 1973) e aminoácidos livres (Yemm & Cocking, 1955) foram quantificados.

Para a determinação dos teores de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , os extratos brutos aquosos foram preparados como descrito por Jones Júnior (2001), com pequenas modificações. Os teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  foram determinados por fotometria de chama conforme Faithfull (2002) e os de  $\text{Cl}^-$

de acordo com Gaines, Parker e Gascho (1984). A partir dos dados de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , foi calculada a razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

O teste Shapiro-Wilk foi aplicado aos dados obtidos para verificar a normalidade de distribuição da amostra. Em seguida, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F. No caso de efeito significativo, os níveis de salinidade, de natureza quantitativa, foram submetidos à análise de regressão linear e quadrática. Os tipos de manejo de irrigação, de natureza qualitativa, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.6 (Ferreira, 2019).

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme o resultado de teste F (Tabela 4.1), houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) isolado da salinidade (CEsol) para a variável rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII ( $Y_{II}$ ) e rendimentos quânticos de dissipação regulada ( $Y_{NO}$ ). Para o efeito isolado do tipo de manejo para as variáveis rendimentos quânticos de dissipação regulada ( $Y_{NO}$ ) e teor de prolina livre (PL) em folhas. Houve efeito significativo da interação dos fatores (salinidade  $\times$  manejo de irrigação) para as variáveis: teor de proteína solúvel em folhas (PS), teor de aminoácidos livres em folhas (AA), teor de sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e relação sódio-potássio ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ) em folha.

**Tabela 4.1** Resumo do teste de Fisher (F) e das médias observadas para as variáveis da fluorescência da clorofila *a* e bioquímica nas folhas de minimelancias.

<b>Teste F</b>								
<b>FV</b>	<b>Cl a</b>	<b>CL b</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>F<sub>m</sub></b>	<b>F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub></b>	<b>Y<sub>II</sub></b>	<b>Y<sub>NPQ</sub></b>	<b>Y<sub>NO</sub></b>
Manejo (M)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Salinidade (S)	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
M x S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média Geral	40,82	20,63	238,75	1254,57	0,8	0,27	0,55	0,18
CV (%)	4,36	10,56	8,35	4,17	1,8	13,94	7,36	8,93
<b>FV</b>	<b>CH</b>	<b>PL</b>	<b>PS</b>	<b>AA</b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup>/ K<sup>+</sup></b>
Manejo (M)	ns	*	ns	ns	**	**	**	**
Salinidade (S)	ns	ns	**	**	**	**	ns	**
M x S	ns	ns	**	*	**	**	*	**
Média Geral	626,22	0,46	41,03	134,85	33,75	66,50	109,26	0,32
CV (%)	10,76	16,92	14,33	9,88	23,19	9,90	19,97	16,38

\*, \*\* - significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo.

MC – manejo gotejamento convencional, MP – Manejo por pulsos, Cl *a* – teor de clorofila *a* (ICF), CL *b* – teor de clorofila *b* (ICF), F<sub>0</sub> - fluorescência mínima, F<sub>m</sub> - fluorescência máxima, F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> - rendimento quântico potencial do fotossistema II Y<sub>II</sub> - rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII Y<sub>NPQ</sub> - rendimentos quânticos de dissipação regulada, Y<sub>NO</sub> - rendimentos quânticos de dissipação não regulada de energia não fotoquímica no FSII, CH - carboidratos solúveis (μmol g<sup>-1</sup> MS), PL - prolina livre (μmol g<sup>-1</sup> MS), AA - aminoácidos livres (μmol g<sup>-1</sup> MS), PS - proteína solúveis (mg g<sup>-1</sup> MS), Na<sup>+</sup> - teor de sódio na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS), K<sup>+</sup> - teor de potássio na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS), Na<sup>+</sup>/ K<sup>+</sup> - razão de sódio e potássio e Cl<sup>-</sup> - teor de cloreto na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS).

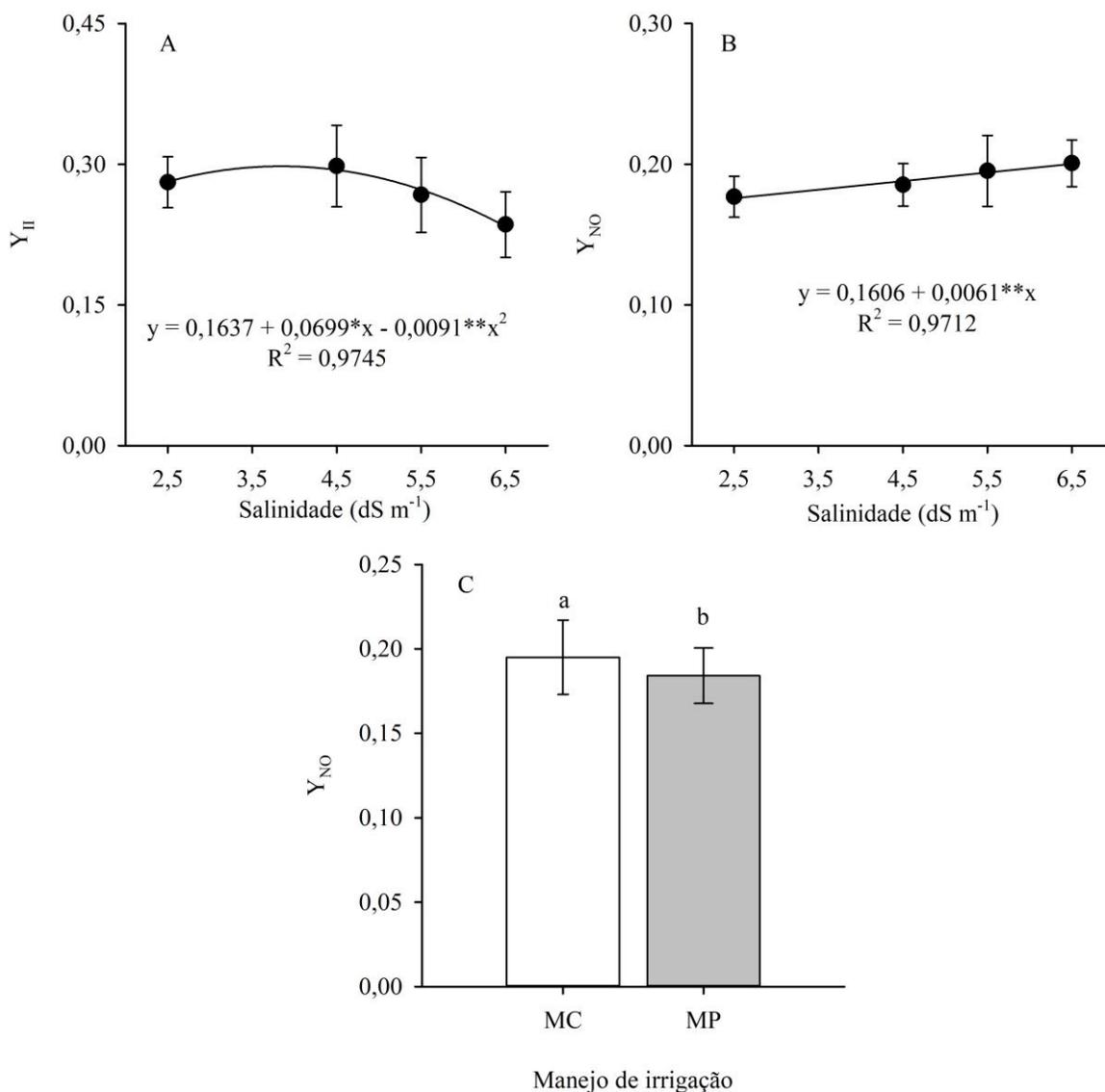
#### *Efeito do estresse salino e manejo de irrigação nos parâmetros de fluorescência da clorofila de plantas de minimelancia*

Em relação à fluorescência da clorofila *a* e índice de clorofila Falker, não foram encontradas diferenças significativas nos teores de clorofila *a* e *b*, conteúdos de fluorescência mínima (F<sub>0</sub>), fluorescência máxima (F<sub>m</sub>), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) e para o rendimento quântico da perda regulada de energia do FSII (Y<sub>NPQ</sub>) em relação aos tratamentos. Os valores médios observados foram, respectivamente 40,82 ICF (Cl *a*), 20,62 ICF (Cl *b*), 238,75 (F<sub>0</sub>), 1254,57 (F<sub>m</sub>), 0,809 (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) e 0,553 (Y<sub>NPQ</sub>) (Tabela 4.1).

Quando as plantas foram expostas a alta salinidade, ocorreram alterações ou anormalidade no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência, os quais podem ser quantificados nas folhas (Wang, Li, Tian, Gu, & Yang., 2018; Xu, Lu, & Tong et al., 2018).

O aumento do número de cloroplastos ocasionado devido a salinidade também pode afetar os pigmentos fotossintéticos (Cova et al., 2020), todavia em minimelancia o estresse salino pode não induzir a síntese ou degradação, não são capazes de prejudicar a transferência de energia da antena para o centro de reação do FSII e provocar danos ao aparato fotossintético (Bolhàr-Nordenkampf, & Öquist, 1993; Ribeiro et al., 2020; Ó et al., 2021).

De acordo com a Figura 4.1A, estimou-se que o maior rendimento (0,2980) de  $Y_{II}$  em plantas de minimelancia foi observado na salinidade de  $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ , tendo uma redução a partir de então. Em relação ao  $Y_{NO}$  observou-se que as plantas irrigadas com água de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  tiveram um aumento de 13,88% em relação as plantas irrigadas com água de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 4.1B).



**Figura 4.1** Rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII -  $Y_{II}$  (A) e rendimento quântico da perda não regulada de energia -  $Y_{NO}$  (B e C) em folhas de plantas de minimelancia ‘Sugar Baby’ após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões ( $n = 4$ ). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Como observado, a redução nos valores de  $Y_{II}$  nos níveis mais altos de salinidade, foi acompanhada pelo aumento de  $Y_{NO}$ , uma vez que estes são mecanismos dissipadores de energia competitivos entre si (Eskling, Arvidsson, & Akerlund, 1997). Essa diminuição do  $Y_{II}$  resulta em uma sobra energética no centro da reação aumentando a dissipação de energia dentro da antena, sob forma de calor ou emissão de fluorescência (Oliveira et al., 2018).

Em geral, as plantas respondem às condições de estresse ativando mecanismos de aclimatação ao novo ambiente. Quando o estresse é forte ou prolongado o suficiente, ocorre uma inibição na cadeia de transporte de elétrons, observado pela diminuição do  $Y_{II}$ . Esta inibição das reações dependentes da luz pode ser acompanhada por um aumento no  $Y_{NO}$  (Pérez-Bueno, Pineda, & Barón, 2019). Adicionalmente, Mathobo, Marais e Steyn (2017) afirmam que o aumento no  $Y_{NO}$  pode ter sido ocasionado devido à grande proporção de energia de luz que não está sendo usada pelas plantas no processo fotossintético.

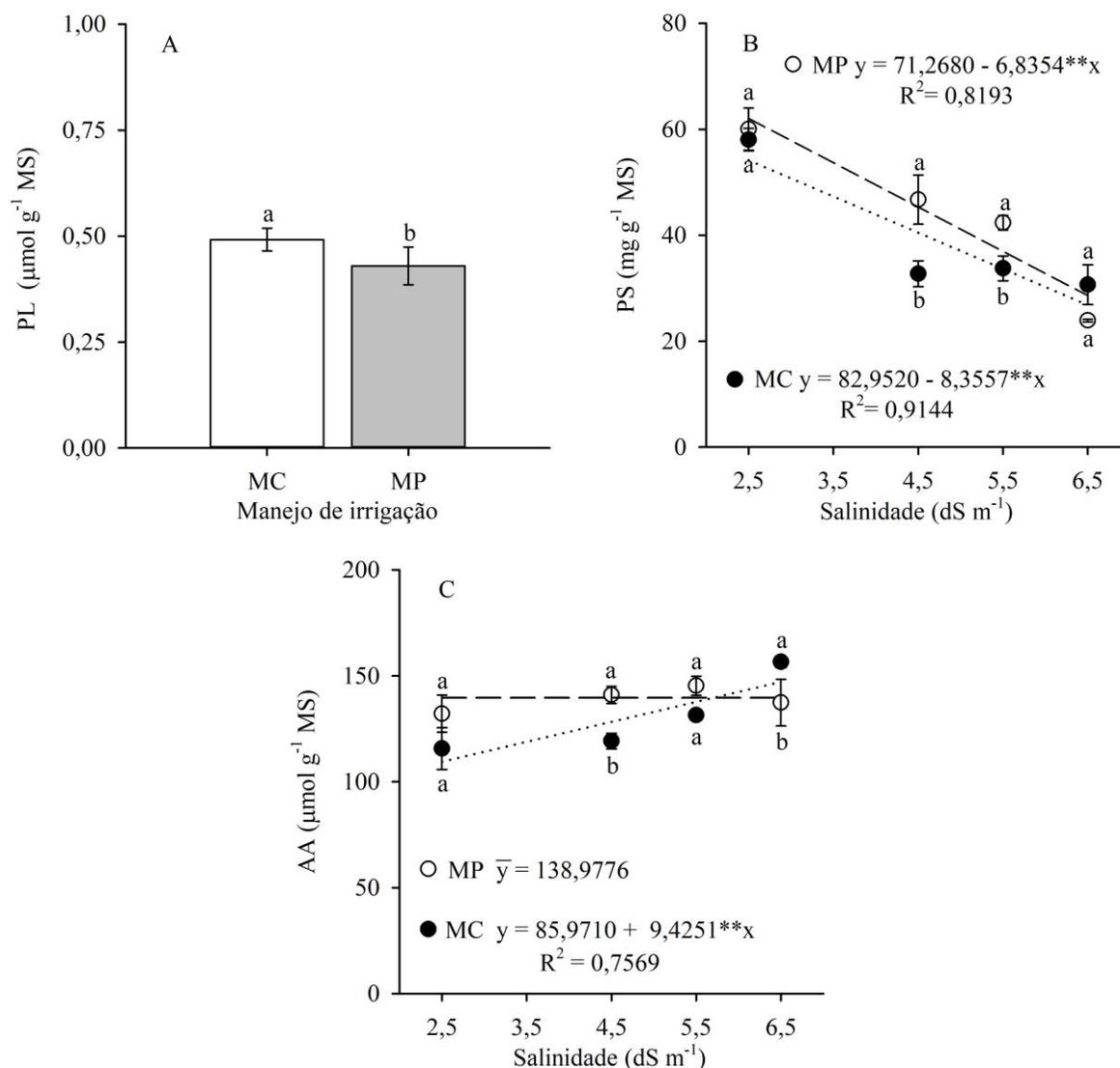
O tipo de manejo também influenciou significativamente a variável  $Y_{NO}$ , de forma que o valor no MP foi 5,59% maior que no MC (Figura 4.1C). Ó et al. (2020a) enfatizam que a aplicação de água por gotejamento com pulsos (MP) pode resultar em um maior acúmulo de sais na parte superficial do substrato. Em contraste, a aplicação ininterrupta de água no MC pode aumentar o carreamento de sais para as camadas inferiores do substrato. Dessa forma, o MP pode ter aumentado o estresse salino e, conseqüentemente, a necessidade de dissipação do excesso de energia.

#### ***Efeito do estresse salino e manejo de irrigação nos teores de solutos orgânicos em plantas de minimelancia***

Os teores de CH não foram influenciados pela salinidade da água (CEsol) nem pelo manejo de irrigação, sendo observado valor médio de 626,22  $\mu\text{mol g}^{-1}$  MS (Tabela 4.1). Compreender a resposta das plantas a algum estresse é de extrema complexidade, visto que a eficiência dos mecanismos fisiológicos e bioquímicos dependem da espécie, genótipo ou cultivar, concentração e composição dos sais na água de irrigação ou na solução do solo (Rodrigues et al., 2019). Sob alta salinidade, algumas plantas tendem a acumular carboidratos solúveis como mecanismo de defesa ao estresse (Slama et al., 2015; D'Amelia, Dell'Aversana, Woodrow, Ciarmiello, & Carillo 2018), contudo essa resposta pode não

acontecer em algumas espécies, como observado nesse estudo (Mastrogiannidou et al., 2016).

Ao analisar os teores de PL nas folhas nota-se que no MC foi 19,57% superior aos valores encontrados nas plantas do MP (Figura 4.2A). Assim, considerando que os teores de prolina diminuem com a salinidade e a observação que a PL no MP foi menor que no MC, suporta a hipótese que a aplicação de água por MC pode ter atenuado os efeitos da salinidade nas plantas de minimelancia.



**Figura 4.2** Teores de prolina livre - PL (A), proteína solúvel - PS (B) e aminoácidos livres - AA (C) em folhas de plantas de minimelancia ‘Sugar Baby’ após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões ( $n = 4$ ). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

Diante disso, acredita-se que em minimelancias, a redução de PL pode ser uma resposta a salinidade e não o acúmulo desse soluto. Semelhante ao observado nesse estudo, Ó et al. (2021) reportaram uma redução do teor de PL em plantas de minimelancias hidropônicas sob alta salinidade ( $6,5 \text{ d S m}^{-1}$ ), sugerindo que a PL pode não ter desempenhado um papel chave para o mecanismo de osmorregulação.

Com relação ao teor de PS, ao analisar a interação entre os fatores (Figura 4.2B), nota-se que entre os tipos de manejos os teores foram maiores no MC, e em relação a salinidade observa-se uma redução de 10,07% no MC e 9,59% no MP por incremento unitário da CEsol. Acredita-se que sob alta salinidade algumas plantas podem diminuir o conteúdo de proteínas solúveis (Gondim, Gomes-Filho, Marques, & Prisco, 2011; Ó et al., 2021). Assim, as reduções observadas em PS no MP demonstram que esse tipo de manejo pode ter aumentado o estresse, reduzindo a síntese proteica ou aumentando a produção de metabólicos secundários (Batista-Silva et al., 2019). Diante disso, podemos observar que essas respostas bioquímicas em minimelancias, tiveram um comportamento semelhante ao observado em PL.

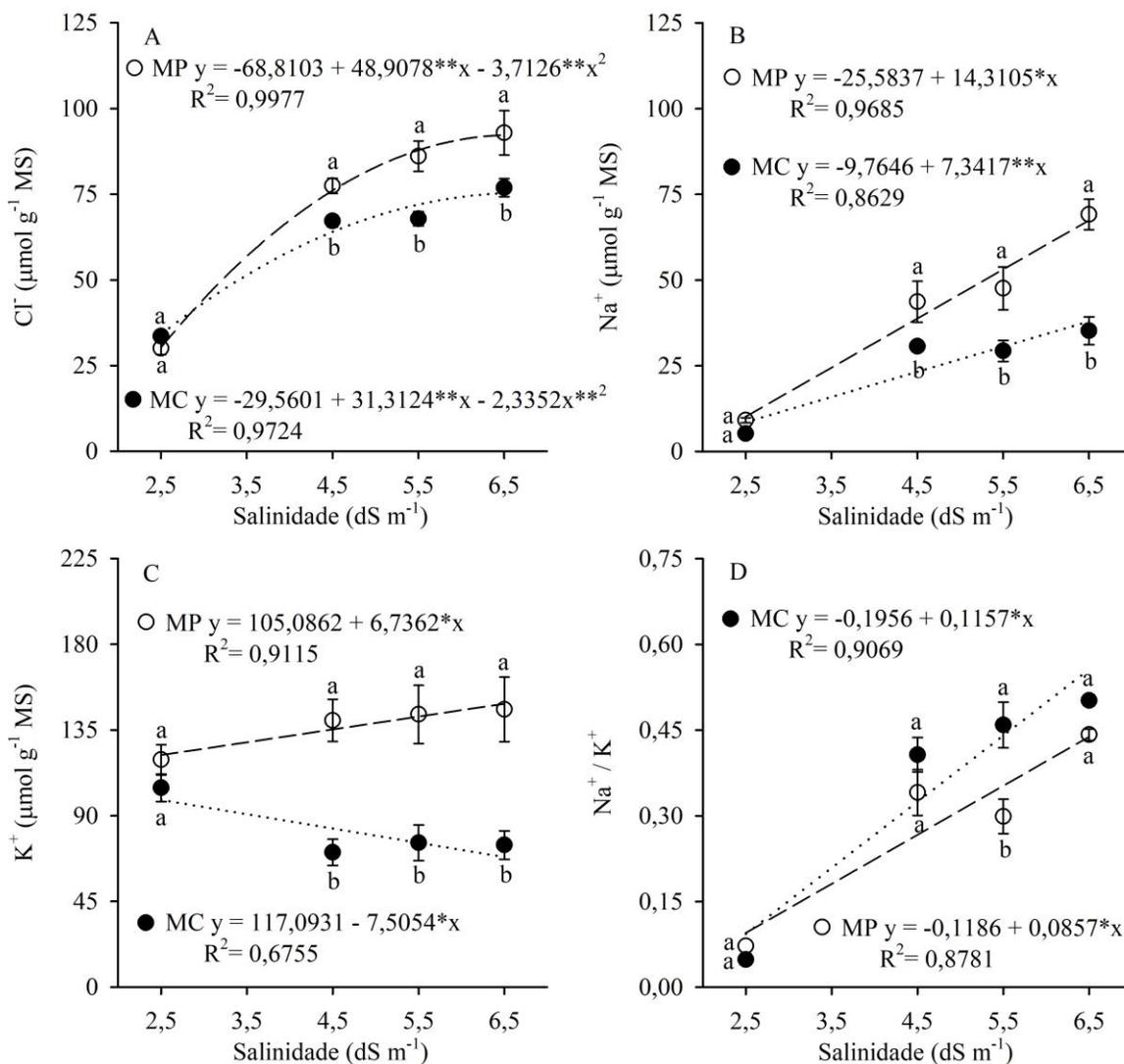
Os teores de AA não foram influenciados pela salinidade no MP, mas se ajustaram ao modelo linear no MC, com acréscimo de 10,96% por incremento unitário da CEsol. Assim, pode-se observar que no tratamento de maior salinidade ( $6,5 \text{ d S m}^{-1}$ ) o teor de AA no MC é 14% maior que no MP (Figura 4.2C)

Esse acúmulo de aminoácidos nas folhas devido ao aumento da salinidade da solução nutritiva pode ser resultado do aumento da atividade das enzimas proteolíticas, aumentando a disponibilidade desse soluto, para proteger os tecidos vegetais, nesse caso específico, a folha contra o estresse (Galdino, Silva, Silva, & Silva, 2018). Além disso, também pode haver o aumento nas taxas de biossíntese de aminoácidos sob condições de estresse (Batista-Silva et al., 2019).

#### ***Efeito do estresse salino e manejo de irrigação nos teores de solutos inorgânicos em plantas de minimelancia***

Os teores de  $\text{Cl}^-$  nas folhas aumentaram de forma quadrática, sendo este aumento mais pronunciado no MP que no MC (Figura 4.3A). Ao comparar o tratamento de maior

salinidade da solução nutritiva ( $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) com o controle ( $\text{CEsol} = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), observam-se aumentos de 121 e 205%, nos sistemas MC e MP, respectivamente.



**Figura 4.3** Teores de cloreto (A), sódio (B), potássio (C) e razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (D) em folhas de plantas de minimelancia ‘Sugar Baby’ após 65 dias de cultivo em casa de vegetação, em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) e do manejo de irrigação utilizado (MC - manejo convencional; MP - manejo por pulsos). Barras verticais representam os erros-padrões ( $n = 4$ ). Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância. \*, \*\* = significativos, respectivamente, a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F.

A salinidade aumentou linearmente os teores de  $\text{Na}^+$  em ambos os sistemas de manejo e, semelhante ao observado para  $\text{Cl}^-$ , o incremento foi mais conspícuo no MP (562%) que no MC (342%) quando comparados os valores estimados no tratamento de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  com o de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 4.3B). Ao contrário do observado para  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  a concentração de  $\text{K}^+$  no MC diminuiu 6,41% por aumento unitário da salinidade e aumentou 6,41% no MP (Figura 4.3C).

Na Figura 3 também pode-se observar que os teores dos solutos inorgânicos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) no MP foram maiores que no MC, exceto no tratamento de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Dessa forma, no tratamento de maior salinidade ( $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), os teores de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  no MP foram, respectivamente, 22,47, 77,66 e 117,94% mais elevados que aqueles observados no MC.

A razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  aumentou linearmente com o incremento da salinidade na solução nutritiva, em ambos os sistemas de manejo. A simulação matemática nos tratamentos 2,5 e  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  prevê um aumento na razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  de 0,094 para 0,556 (494%) no MC e de 0,096 para 0,438 (358%) no MP (Figura 4.3D).

O acúmulo dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em plantas submetidas à salinidade é amplamente reportado na literatura (Menezes et al., 2017; Bai et al., 2019; Arif et al., 2020). As plantas comumente acumulam esses íons no vacúolo, o que contribui para o mecanismo de ajustamento osmótico (Taiz, Zeiger, Myller, & Murphy, 2017). Esse acúmulo dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  como mecanismo de tolerância à salinidade também foi relatado na cultura da melancia por Silva Júnior et al. (2017) e Ó et al. (2021).

A razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  é uma variável importante na avaliação do risco de toxicidade iônica pela exposição ao estresse salino e valores iguais ou menores que 1,0 são considerados adequados para uma ótima eficiência metabólica em não-halófitas (Greenway & Munns, 1980). Neste trabalho, os valores máximos estimados para a razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  em ambos os sistemas de manejo de irrigação sugerem que, até a CEsol  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ , o metabolismo celular não foi afetado pelo desbalanço iônico induzido pelo sal. Resultados semelhantes foram reportados por Ó et al. (2021) em minimelancia ‘Sugar Baby’ cultivada em sistema hidropônico *Floating*.

Comparando-se o efeito dos tipos de manejo de irrigação nos solutos inorgânicos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ), é interessante notar que as maiores concentrações foram observadas no MP. Como hipotizado anteriormente, este tipo de manejo pode ter contribuído para uma maior concentração de sais na camada superficial do substrato, quando comparado ao MC (Ó et al., 2020a). Embora o MP otimize o consumo de água e nutrientes, na irrigação com água salobra ele pode aumentar a absorção de sais e conseqüentemente maior estresse salino, devido a manutenção da rizosfera úmida por mais tempo, favorecendo a taxa de absorção de água e íons (El-Abedin, 2006; Zamora et al., 2021). A observação que os teores de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  foram significativamente mais altos no MP, suporta esta hipótese.

#### **4.4 CONCLUSÕES**

O aumento da salinidade em ambos os tipos de manejo de irrigação por gotejamento ou pulso não compromete os pigmentos fotossintéticos de minimelancia, mas reduz a capacidade de conversão da energia de fótons em energia química.

Em minimelancias, a redução nos teores de prolina e proteína solúvel pode ser uma resposta a salinidade. O manejo por gotejamento de pulsos (MP) facilita a absorção de íons, seja eles tóxicos ou não, entretanto o manejo convencional por gotejamento (MC) atenua os efeitos da salinidade quanto aos teores de solutos inorgânicos.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements*. Rome: FAO.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156(1), 64-77. doi: 10.1016/j.plaphy.2020.08.042.

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1999). *A qualidade de água na agricultura*. Campina Grande, PB: UFPB.

Bai, X., Dai, L., Sun, H., Chen, M., & Sun, Y. (2019). Effects of moderate soil salinity on osmotic adjustment and energy strategy in soybean under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139(1), 307-313. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.03.029

Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207.

Batista-Silva, W., Heinemann, B., Rugen, N., Nunes-Nesi, A., Araújo, W. L., Braun, H. P., & Hildebrandt, T. M. (2019). The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. *Plant, Cell & Environment*, 42(5), 1630-1644. doi: 10.1111/pce.13518.

Betzen, B. M., Smart, C. M., Maricle, K. L., & Maricle, B. R. (2019). Effects of increasing salinity on photosynthesis and plant water potential in Kansas salt marsh species. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 122 (1-2), 49-58. doi: 10.1660/062.122.0105.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(7), 246-254. doi: 10.1006/abio.1976.9999.

Cova, A. M. W., Azevedo Neto, A. D., Silva, P. C. C., Menezes, R. V., Ribas, R. F., & Gheyi, H. R. (2020). Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda citrifolia* L.) plants irrigated with brackish water. *Scientia Horticulturae*, 260(1), 108852. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108852.

D'Amelia, L., Dell'Aversana, E., Woodrow, P., Ciarmiello, L. F., & Carillo, P. (2018). Metabolomics for crop improvement against salinity stress. In V. Kumar, S. Wani, P. Suprasanna, L. S. Tran (Eds.), *Salinity Responses and Tolerance in Plants* (pp. 267-287). Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-90318-7\_11

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.

El-Abedin, T. Z. (2006). Effect of pulse drip irrigation on soil moisture distribution and maize production in clay soil. *New Trends in Agricultural Engineering*, 23(1), 032-1050.

Eskling, M., Arvidsson, P. O., & Akerlund, H. E. (1997). The xanthophyll cycle, its regulation and components. *Physiologia Plantarum*, 100(1), 806-816.

Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535. doi: 10.28951/rbb.v37i4.450.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Crops*. (2021). Recuperado de: <http://fao.org/faostat/en/#data/QC>

Gaines, T. P., Parker, M. B., & Gascho, G. J. (1984). Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. *Agronomy Journal*, 76(1), 371-374. doi:10.2134/agronj1984.00021962007600030005x.

Galdino, A. G. da S., Silva, T. I. da, Silva, J. de S., & Silva, C. L. da. (2018). Amino acid content as adaptative responses of millet (*Pennisetum glaucum*) at water and saline stress. *Revista Desafios*, 5(1), 93-98. doi: 10.36560/1262019976.

Gondim, F. A., Gomes-Filho, E., Marques, E. C., & Prisco, J. T. (2011). Effects of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on the growth and solutes accumulation in maize plants under salt stress. *Revista Ciências Agronômicas*, 42(2), 373-381. doi: 10.1590/S1806-66902011000200016.

Greenway, H., & Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31(1), 149-190.

Guimarães, S. O., Costa, A. A., Vasconcelos, F. das C. J. R., Silva, E. M., Sales, D. C., Araújo, L. M. J. R., & Souza, S. G. (2016). Projeções de mudanças climáticas sobre o nordeste brasileiro dos modelos do CMIP5 e do CORDEX. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(3), 337-365. doi: 10.1590/0102-778631320150150.

Hortifruitbrasil - *Anuário 2019 - 2020 - Retrospectiva 2019 e Perspectiva 2020*. (2020). Recuperado de: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2019-2020-retrospectiva-2019-perspectivas-2020-dos-hf-s.aspx>

Jones Júnior, J. B. *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. (2001). Boca Raton: CRC Press.

Klughammer, C., & Schreiber, U. (2008) Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence 355 parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. *PAM Application Notes*, 1(1), 27-35.

Kramer, D. M., Johnson, G., Kiirats, O., & Edwards, G. E. (2004). New fluorescence parameters for the determination of QA redox stat and excitation energy fluxes. *Photosynthesis Research*, 79(s/n), 209-218.

Lo'ay, A. A., & El-Ezz, S. F. A. (2021). Performance of “Flame seedless” grapevines grown on different rootstocks in response to soil salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 275(1), 109704. doi: 10.1016/j.scienta.2020.109704.

Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A., & Therios, I. (2016). Response of pomegranate cv. Wonderful plants to salinity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(3), 621-636. doi: 10.4067/S0718-95162016005000032.

Mathobo, R., Marais, D., & Steyn, J. M. (2017). The effect of drought stress on yield, leaf gaseous exchange and chlorophyll fluorescence of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultural Water Management*, 180(1), 118-125. doi: 10.1016/j.agwat.2016.11.005.

Menezes, R. V., Azevedo Neto, A. D., Ribeiro, M. O., & Cova, A. M. W. (2017). Growth and contents of organic and inorganic solutes in amaranth under salt stress. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 47(1), 22-30. doi: 10.1590/1983-40632016v4742580.

Ó, L. M. G., Cova, A. M. W., Gheyi, H. R., Silva, N. D., & Azevedo Neto, A. D. (2020a) Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. *Revista Caatinga*, 33(3), 766-774. doi: 10.1590/1983-21252020v33n320rc.

Ó, L. M. G., Cova, A. M. W., Gheyi, H. R., Silva, N. D., Azevedo Neto, A. D., & Ribas, R. F. (2021). Aspectos bioquímicos e fluorescência da clorofila *a* em plantas de minimelancia hidropônica sob estresse salino. *Irriga*.

Ó, L. M. G., Cova, A. M. W., Silva, N. D., Silva, P. C. C., Gheyi, H. R., & Azevedo Neto, A. D. (2020b). Crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar baby irrigada com águas salobras. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 14(3), 4086-4096. doi:10.7127/rbai.v14n101168.

Oliveira, W. J., Souza, E. R., Santos, H. R. B., Silva, E. F. F., Duarte, H. H. F., & Melo, V. M. (2018). Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12(3), 2592-2603. doi: 10.7127/rbai.v12n300700.

Paganini, F. J. (2004). Manejo da cama. In A. Mendes, I. A. Naas, M. Macari (Eds.), *Produção de frangos de corte* (pp. 107-116). Campinas: FACTA. doi: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2014.v17i2.21.

Pérez-Bueno, M. L., Pineda, M., & Barón, M. (2019). Phenotyping plant responses to biotic stress by chlorophyll fluorescence imaging. *Frontiers in Plant Science*, 10(1),1135. doi: 10.3389/fpls.2019.01135.

Rank, P. H., & Vishnu, B. (2021) Pulse drip irrigation: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10 (1), 125-130.

Ribeiro, J. E. S., Sousa, L. V., Silva, T. I., Nobrega, J., Figueiredo, F. R. A., Bruno, R., Dias, T. J., & Albuquerque, M. B. (2020). *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. *Revista Brasileira de Ciencia Agraria*, 15(1), e6638. doi: 10.5039/agraria.v15i1a6638.

Rodrigues, V. dos S., Bezerra, F. M. L., Sousa, G. G. de, Fiusa, J. N., Leite, K. N., & Viana, T. V. de A. (2019). Yield of maize crop irrigated with saline waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(2), 101-105. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p101-105.

Sá, F. V., Gheyi, H. R., Lima, G. S., Paiva, E. P., Silva, L. A., Moreira, R. C. L., & Dias, A. S. (2019). Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. *Bioscience Journal*, 35(1), 211-221. doi: 10.14393/BJ-v35n1a2019-41742.

Sasaki, J. L.S. (1992). Hidroponia. In: IX Semana da Agronomia (9p.), Ilha solteira, SP: UNESP.

Schreiber, V., Bilger, W., & Neubauer, C. (1995). Chlorophyll fluorescence as a noninvasive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. In E. D. Schulze, & M. M. Caldwell, (Eds.), *Ecophysiology of photosynthesis* (pp. 49-70). Berlim: Springer.

Shoukat, E., Abideen, Z., Ahmeda, M. Z., Gulzara, S., & Nielsen, B. L. (2019). Changes in growth and photosynthesis linked with intensity and duration of salinity in *Phragmites karka*. *Environmental and Experimental Botany*, 162(1), 504-514. doi: 10.1016/j.envexpbot.2019.03.024.

Silva Júnior, E. G., Silva, A. F., Lima, J. S., Silva, M. F. C., & Maia, J. M. (2017). Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 5(12), 1149-1157. doi: 10.1590/s0100-204x2017001200003.

Silva, F. D. A., Pereira, F. H. F., Campos Junior, J. E., Nobrega, J. S., & Dias, M. S. (2020). Aplicação foliar de prolina no crescimento e fisiologia do milho verde cultivado em solo salinizado. *Colloquium Agrariae*, 16(5), 23-34. doi: 10.5747/ca.2020.v16.n5.a392.

Silva, R. R., Santos, I. M. S., Oliveira, G. M., Carvalho, A. R. P., Santos Júnior. P. P., & Gonçalves, I. S. (2015). Evapotranspiração e coeficiente de cultura para melancia. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 9(6), 392-399. doi: 10.7127/RBAI.V9N600325.

Silveira, J. A. G., Silva, S. L. F., & Silva, E. N. (2016). Mecanismo biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In H. R. Gheyi, N. S. Dias, C. F. Lacerda, & E. G. Gomes Filho, (Eds.), *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados* (pp. 181-197). Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade.

Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T., & Savouré, A. (2015). Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Annals of Botany*, 115(3), 433-447. doi: 10.1093/aob/mcu239.

Taiz, L., Zeiger, E., Myller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre, RS: ARTMED.

Wang, P., Li, X., Tian, L., Gu, Z., & Yang, R. (2018). Low salinity promotes the growth of broccoli sprouts by regulating hormonal homeostasis and photosynthesis. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 60(1), 19-30. doi: 10.1007/s13580-018-0095-y.

Xu, H., Lu, Y., & Tong, S. (2018). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of maize seedlings under salt stress. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(3), 199-204. doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i3.1642.

Yemm, E. W., & Cocking, E. C. (1955). The determination of amino acids with ninhydrin. *Analyst*, 80(1), 209-213. doi: 10.1039/an9558000209.

Zamora, V. R. O., Silva, M. M., Santos Júnior, J. A., Silva, G. F., Dimas Menezes, D., & Almeida, C. D. G. C. (2021). Assessing the productivity of coriander under different irrigation depths and fertilizers applied with continuous and pulsed drip systems. *Water Supply*, ws2021008. doi: 10.2166/ws.2021.008.

Zamora, V. R. O., Silva, M. M., Silva, G. F., Santos Júnior, J. A., Dimas Menezes, D., & Menezes, S. M. (2019). Gotejamento por pulsos e lâminas de fertirrigação nas relações hídricas do coentro. *Horticultura Brasileira*, 37(1), 22-28. doi: 10.1590/s0102-053620190103.

## **CAPÍTULO 5**

### **Produção, eficiência de uso da água e qualidade pós-colheita de minimelancia hidropônica sob estresse salino**

### **Production, water use efficiency and post-harvest quality of hydroponic mini watermelon under salinity stress**

(Cópia do trabalho publicado na Revista Pesquisa Agropecuária Tropical - PAT, v. 51, p. e67054, 2021, obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma)

**RESUMO** - Irregularidade ou escassez de chuvas nas regiões semiáridas faz com que os agricultores utilizem águas de baixa qualidade na irrigação das lavouras. O presente estudo foi conduzido com a perspectiva de avaliar a eficiência do uso de água, e qualidade pós-colheita da melancia ‘Sugar Baby’ em resposta a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol) em sistema hidropônico floating. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. As plantas foram cultivadas com cinco níveis de CESol obtidas pela adição de fertilizantes e NaCl na água de abastecimento local ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) que resultaram em diferentes CESol: 2,5 (controle); 3,5; 4,5; 5,5 e  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Avaliaram-se: consumo hídrico, produção, eficiência do uso de água e variáveis qualitativas e físico-químicas dos frutos. O consumo hídrico total das plantas durante o ciclo variou entre  $43 (6,50 \text{ dS m}^{-1})$  e  $54 (2,5 \text{ dS m}^{-1}) \text{ L planta}^{-1}$  entre os tratamentos, com eficiência do uso de água de  $0,031 \text{ kg L}^{-1}$ . As maiores reduções pela salinidade da solução nutritiva foram observadas para as variáveis espessura da casca e massa dos frutos da ordem de 8,80 e 5,69 %, por incremento unitário em  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. A salinidade não influenciou o teor de sólidos solúveis totais e índice de maturação dos frutos, porém teve efeito negativo sobre pH e acidez total titulável.

Palavras-chaves: *Citrullus lanatus* L., cultivo sem solo, água salobra.

**ABSTRACT** - Irregularity or shortage of rainfall in the semi-arid region forces farmers to use water with high concentrations of salts in irrigation of the crops. The present study was conducted with the perspective of assessing yield, water use efficiency and post-harvest quality of mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown under different electrical conductivities of the nutrient solution (ECsol) in a floating hydroponic system. The experimental design was completely randomized with four replicates. The plants were grown under five levels of ECsol obtained by adding fertilizers and NaCl to the local supply water ( $0.5 \text{ dS m}^{-1}$ ) resulting in different ECsol: 2.5 (control); 3.5; 4.5; 5.5 and  $6.5 \text{ dS m}^{-1}$ . The variables evaluated were: water consumption, production, water use efficiency (WUE), and qualitative and physico-chemical variables of the fruits. The total water consumption of the plants during the crop cycle varied between 43 ( $6.50 \text{ dS m}^{-1}$ ) and 54 ( $2.5 \text{ dS m}^{-1}$ )  $\text{L plant}^{-1}$  with WUE of  $0.031 \text{ kg L}^{-1}$ . The greatest reductions due to nutrient solution salinity were observed for the rind thickness and fruit mass, corresponding to 8.80 and 5.69 % per unit increase in  $\text{dS m}^{-1}$ , respectively. The salinity of the nutrient solution did not influence the content of total soluble solids and fruit maturity index, but it had a negative effect on the pH and total titratable acidity.

**Keywords:** *Citrullus lanatus* L., soilless cultivation, brackish water.

## 5.1 INTRODUCTION

Brazil had a total watermelon production of 2.278.186 tons, in 2019, and the northeast region stood out with 41 % of the planted area, corresponding to 34 % of the national production, with a mean yield of 19.53 t ha<sup>-1</sup> (IBGE 2019). However, these data refer to watermelon from 6 to 15 kg. Based on the European trend and the change in the size of households, Brazilian consumers have changed their behavior, preferring smaller fruits (Campagnol et al. 2016).

Thus, the mini watermelon has gained prominence. In this context, the consumer market is quite demanding, choosing only the fruits of excellent quality. Nowadays, the production of mini watermelon in Brazil mainly targets the export market, destined for Europe (HFBRASIL 2019).

To be able to meet this demand, in the Northeast, due to irregularity of rains, watermelon cultivation is only possible through the use of irrigation (Oliveira et al. 2015). Thus, many producers have used low-quality water from deep wells to meet agricultural production (Silva Júnior et al. 2017). However, this water extracted and used for irrigation often has a high concentration of salts that usually harm crops, due to their osmotic and/or ionic effects on plants (Melo et al. 2018).

Some authors have reported the effect of water salinity on mini watermelon cultivated in soil (or substrate) and observed a reduction in plant growth and development (Silva et al. 2020; Ó et al. 2020). In an Entisol, irrigation water with electrical conductivity of up to 3.2 dS m<sup>-1</sup>, applied at different phenological stages, did not affect fruit fresh mass (Silva et al. 2020). On the other hand, the cultivation of mini watermelon in substrate fertigated with nutrient solution of electrical conductivity of 6.5 dS m<sup>-1</sup> reduced the fruit fresh mass by 19 %, without compromising its commercial quality (Ó et al. 2020). However, little

is known about the cultivation of mini watermelon in hydroponic systems with brackish waters. It is worth pointing out that cultivation in hydroponic systems has been growing due to the high yield, minimization or complete elimination of the matric potential and high water use efficiency compared to the conventional methods of cultivation (Santos Júnior et al. 2013; Sausen et al. 2020).

Therefore, this study aimed to evaluate production, water use efficiency and post-harvest quality of mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown in a floating hydroponic system using brackish water to prepare the nutrient solution.

## 5.2 MATERIAL AND METHODS

The study was conducted between October and December 2018 (spring-summer), in a protected environment (greenhouse), in Cruz das Almas, BA, Brazil, at 12° 40’ 19” S, 39° 06’ 23” W, altitude of 220 m. Along the experiment, the maximum and minimum mean temperatures in the greenhouse were 36.5 and 19.8 °C, respectively, and the mean relative air humidity was 51 %.

The experimental design was completely randomized, with four replicates, resulting in a total of 20 experimental plots. Treatments consisted of five nutrient solutions with different levels of electrical conductivity (EC<sub>sol</sub>): 2.5 (control); 3.5; 4.5; 5.5 and 6.5 dS m<sup>-1</sup>, in a floating hydroponic system. Nutrient solutions were prepared using the formulation of Furlani (1999) for fruits, with the following concentrations of NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, K, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo and Zn (mol per 1000L<sup>-1</sup>), respectively corresponding to 25.1, 152.7, 224.9, 40.3, 153.0, 24.0, 31.2, 0.61, 0.02, 2.16, 0.92, 0.05 and 0.25. The nutrient solution in

control treatment ( $EC_{sol} = 2.5 \text{ dS m}^{-1}$ ) was prepared using water from the local supply system ( $EC_w = 0.5 \text{ dS m}^{-1}$ ). In the other treatments, adequate amount of non-iodized NaCl was added to the solution in order to obtain the desired level of  $EC_{sol}$ .

Sowing was performed in 0.2-L containers containing coconut fiber and one seed per container. 'Sugar Baby' mini watermelon seeds acquired from Top-seeds industry were used. Initially, the seedlings were irrigated with local supply water and after seven days with half-strength nutrient solution of Furlani (1999). The seedlings were transplanted as they reached the first pair of true leaves (15 days after sowing) to plastic containers filled with 10 L of nutrient solution in a floating hydroponic system. The volume of the solution was completed every day with local supply water and renewed every 10 days. The pH values were monitored daily and maintained at  $6.0 \pm 0.5$  using KOH (1.0 M) or HCl (1.0 M) solutions. Nutrient solution was kept under intermittent aeration of 15 minutes every hour, using an air bubble stone coupled to a compressor and a timer. The spacing used was 0.50 m between plants and 1.0 m between rows.

The plants were grown and managed as described by Ó et al. (2020), with two stems, vertically trained, with one fruit per plant, and were fixed between the 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> internode. The pollination of the flowers was artificially done (15 days after transplanting), by taking the male flower to the female flower, at dawn between 6-8 a.m. The fruits were harvested from 65 to 70 days after transplanting. The harvest point was defined when the tendril adjacent to the fruit was dry.

The variables analyzed were: water consumed by plant, fruit fresh mass, water use efficiency, pulp fresh mass (endocarp), rind thickness, pulp yield (pulp mass/fruit mass), pulp diameter (endocarp), transverse and longitudinal circumference of the fruit, fruit shape index (longitudinal circumference/transverse circumference), total soluble solids, hydrogen

potential (pH), total titratable acidity and maturity index (total soluble solids/total titratable acidity).

Total plant water consumption was calculated as the sum of water volumes added each day in the system ( $\text{L plant}^{-1}$ ) along the crop cycle, the values were recorded according to addition of water or renewal of solution. Water use efficiency (WUE) was determined by the ratio between fruit fresh mass and the volume of water consumed per plant ( $\text{kg L}^{-1}$ ).

Post-harvest quality variables (total soluble solids, pH and total titratable acidity) were determined as described by Zenebon et al. (2008). Fruit fresh mass, pulp fresh mass and rind fresh mass were determined with a semi-analytical digital scale (precision of 0.001 g), while pulp (red part of the fruit) diameter was measured with a graduated ruler and the transverse and longitudinal circumferences with a measuring tape. The thickness of the rind was measured with the aid of a measuring tape and the values were expressed in cm.

The data were subjected to analysis of variance (ANOVA). In the case of significant F test ( $p < 0.05$ ), the salinity levels, for being of quantitative nature, were subjected to polynomial regression analysis (linear and quadratic), in order to obtain the model that best fitted to the data. Statistical analysis was performed using the statistical software SISVAR, version 5.6 (Ferreira 2019).

### **5.3 RESULTS AND DISCUSSION**

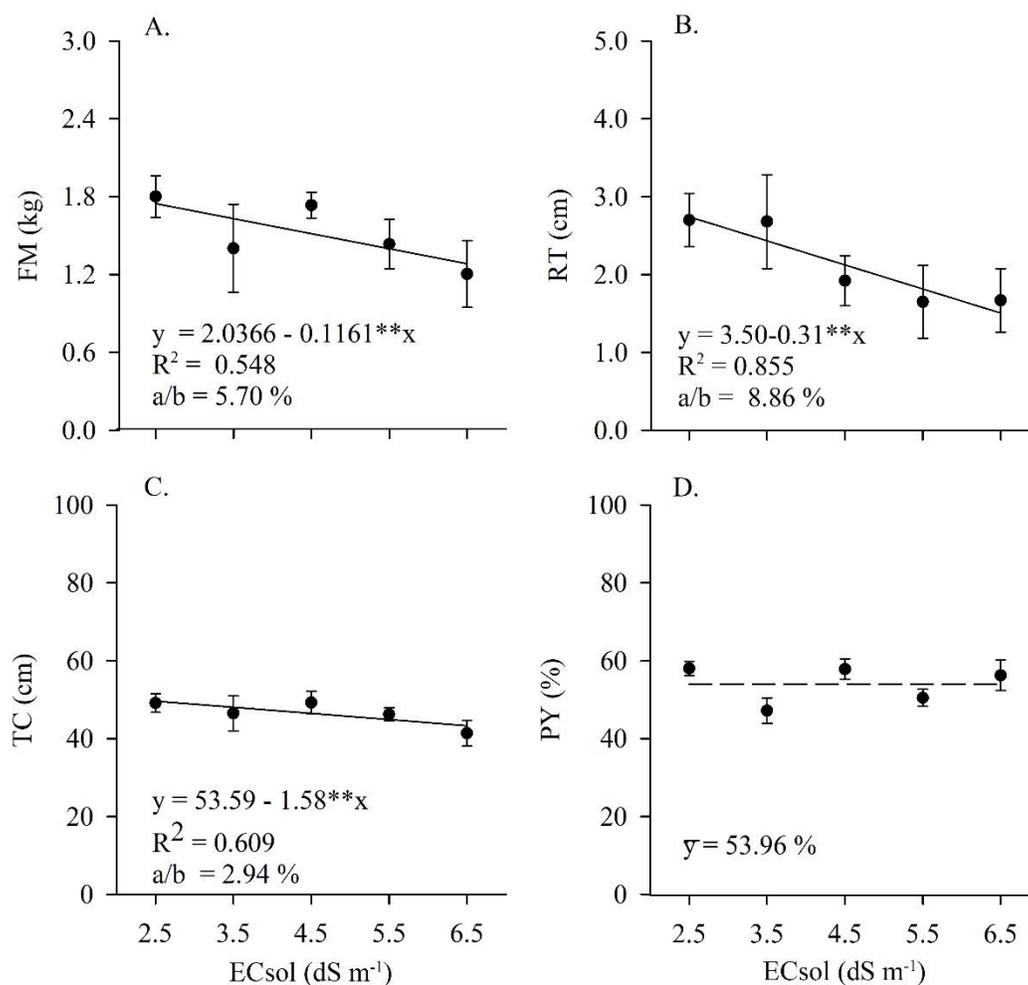
According to the results of the F test (Table 5.1), salinity had a significant effect on fruit mass (FM), rind thickness (RT), pulp yield (PY), transverse circumference (TC), water consumption (WC), water use efficiency (WUE), hydrogen potential (pH) and total titratable acidity (TTA).

Table 5.1 Summary of the Fisher's test (F) for the analyzed variables of fruit.

SV	F Test												
	FM	RT	PY	PD	TC	LC	FSI	WC	WUE	TSS	pH	TTA	MI
Salinity	**	*	*	ns	*	ns	ns	**	**	ns	**	*	ns
Linear	**	**	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	**	**	ns
Quadratic	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mean	1.51	2.1	53.96	13.3	46.5	47.8	1.03	48.5	0.03	10.16	5.71	0.14	74.28
CV %	14.8	20.7	7.7	8.3	6.1	9.1	10.0	12.8	11.1	7.1	2.5	13.5	18.1

SV - sources of variation; CV - coefficient of variation; ns - not significant; \* - significant at  $p \leq 0.05$ ; \*\* - significant at  $p \leq 0.01$ . \* FM – fruit mass (kg), RT - rind thickness (cm), PY - pulp yield (%), PD - pulp diameter (cm), TC - transverse circumference (cm), LC - longitudinal circumference (cm), FSI - fruit shape index, WC - water consumption ( $L \text{ plant}^{-1}$ ), WUE - water use efficiency ( $kg \text{ L}^{-1}$ ), TSS - total soluble salts ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), pH - hydrogen potential, TTA- total titratable acidity (% citric acid), MI - maturity index (TSS/TTA).

The increase in ECsol linearly reduced FM by 5.70 % per unit increase in  $dS \text{ m}^{-1}$  (Figure 5.1A). The reductions observed in fruit mass may be related to the increased salinity of the nutrient solution and reduced water potential, affecting water uptake by plants due to the energy cost to promote osmotic adjustment (Sousa et al. 2016).  $Cl^{-}$  and  $Na^{+}$  ions from the nutrient solution, which are considered toxic to plant development, may have contributed also to the reduction of fruit mass (Nascimento et al. 2015).



**Figure 5.1** Fruit mass – FM (A), rind thickness – RT (B), transverse circumference (TC) and pulp yield (PY) of fruits of mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown in floating hydroponic system under different electrical conductivities of the nutrient solution (ECsol). Vertical bars represent standard deviations (n = 4).

Sousa et al. (2016) observed a more pronounced effect of salinity on the fruit mass of mini watermelon ‘Smile’, with a reduction of 8.34 % per unit increase in ECsol. On the other hand, in mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown under salts stress (ECsol = 6.5 dS m<sup>-1</sup>)

in coconut fiber substrate under fertigation, Ó et al. (2020) verified reduction of 4.2 % per unit increase in ECsol.

Leal et al. (2020) mention that the yields of crops differ when they are under the same level of salinity in different cultivation systems (soil or hydroponics), and that hydroponics technique reduces the impact of brackish water, due to the minimization of matric potential.

It can be observed (Figure 5.1A) that fruit mass was on average 1.74 kg in the treatment of lowest salinity ( $EC_{sol} = 2.5 \text{ dS m}^{-1}$ ) and 1.28 kg in the treatment of highest salinity ( $EC_{sol} = 6.5 \text{ dS m}^{-1}$ ). The FM in the former case ( $2.5 \text{ dS m}^{-1}$  treatment) is similar to that obtained by Marques et al. (2014) with the NFT (nutrient film technique) hydroponic cultivation system of mini watermelon ‘Smile’, and the FM in the  $6.5 \text{ dS m}^{-1}$  treatment corroborates the results of Ó et al. (2020) with mini watermelon ‘Sugar Baby’ subjected to the same level of salinity using coconut fiber substrate. Thus, the results of the present study are considered positive, as the mini watermelon fruits marketed in the domestic market range from 1 to 3 kg (Marques et al. 2014).

With regard to rind thickness (RT), there was influence of ECsol, which caused a linear reduction of 8.86 % per unit increase in salinity (Figure 5.1B). Thus, the increase in salinity reduced RT by 45 % in the  $6.5 \text{ dS m}^{-1}$  treatment (1.5 cm) compared to the control treatment (2.7 cm).

Rind thickness in watermelon fruits is an important feature for packaging. Fruits with very thin rind require greater care in transport to the final destination and have shorter shelf life, an undesirable characteristic for both the trader and the final consumer (Rouphael et al. 2010).

Considering that high salinity can cause disorders such as water deficit and nutritional imbalances (Silva Júnior et al. 2019), the reduction of RT induced by salinity can be explained, at least in part, by these disorders, as reported by Azevedo et al. (2016). These authors evaluated the frequency of fertigation in watermelon ‘Crimson Sweet’ in conventional system of cultivation and observed that a higher frequency increased rind thickness, stating that, in watermelon, this response is related to a greater availability of water and nutrients.

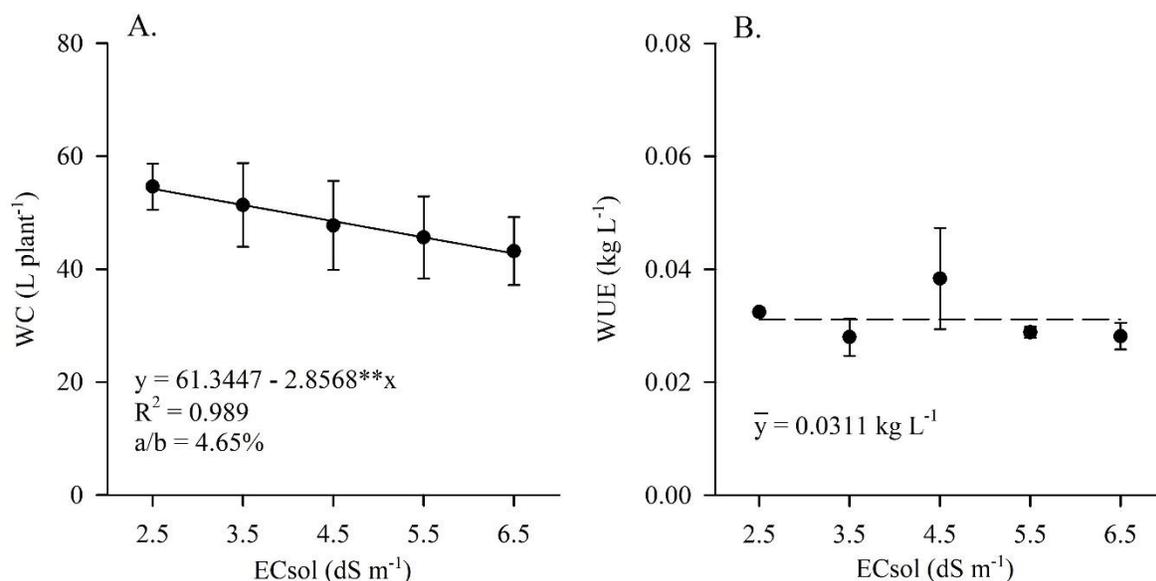
The transverse circumference (TC) of mini watermelon fruits decreased by 2.94 % per unit increase in nutrient solution salinity (ECsol) (Figure 5.1C). Thus, the mean value of TC in the control (49.6 cm) decreased to 43.3 cm in the treatment of ECsol = 6.5 dS m<sup>-1</sup>. TC is an important variable in the commercialization of mini watermelon, since the consumer prefers a product with higher apparent circumference. As the longitudinal circumference (LC) of the fruits was not influenced by nutrient solution salinity and had an average value of 47.8 cm (similar to TC), this result also indicates that the fruits showed almost a round shape.

Although influenced by nutrient solution salinity, the data of pulp yield (PY) were not described satisfactorily by any mathematical model, ranging from 47.18 to 58.01 % with an average of 53.96 % (Figure 5.1D). These results are very close to those found by Lima Neto et al. (2010), who reported mean PY values of 58.27 % in mini watermelon ‘Sugar Baby’.

With regard to pulp diameter (PD), the mean value observed was 13.3 cm. Fruit pulp diameter constitutes an important quality attribute, because higher value indicates greater acceptance due to the increase in the edible mass of the fruit. As PD was not influenced by ECsol, this result indicates the viability of using brackish waters in the cultivation of mini watermelon. A value identical to that found in the present study (13.3 cm) was also reported by Aumonde et al. (2011), who evaluated the production and quality of grafted mini watermelon 'Smile' grown in a greenhouse under conventional irrigation.

Fruit shape index (FSI), which represents the ratio between the transverse and longitudinal circumferences, was not affected by the saline treatments (ECsol). The mean value of FSI (1.03) obtained in this study indicates that the fruits showed a round or spherical shape, which is the most appreciated by the consumer market as well as the most suitable for packaging and transportation (Barros et al. 2012).

The total water consumption per plant was significantly influenced ( $p \leq 0.01$ ) along the cycle of mini watermelon 'Sugar Baby', showing reductions of 4.65 % per unit increase in nutrient solution salinity (Figure 5.2 A). The control treatment had the highest water consumption - WC (54.2 L plant<sup>-1</sup>), while the 6.5 dS m<sup>-1</sup> treatment had WC of 42.7 L plant<sup>-1</sup>. Reduction of WC with increasing nutrient solution salinity was expected and can be explained by the difficulty in absorbing water by the roots due to the lower osmotic potential of the solution and with consequences on the development of shoots and root system (Silva et al. 2021).



**Figure 5.2** Total water consumption – WC (A) and water use efficiency – WUE (B) of mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown hydroponically in a greenhouse under different electrical conductivities of the nutrient solution (ECsol). Vertical bars represent standard deviations ( $n = 4$ ).

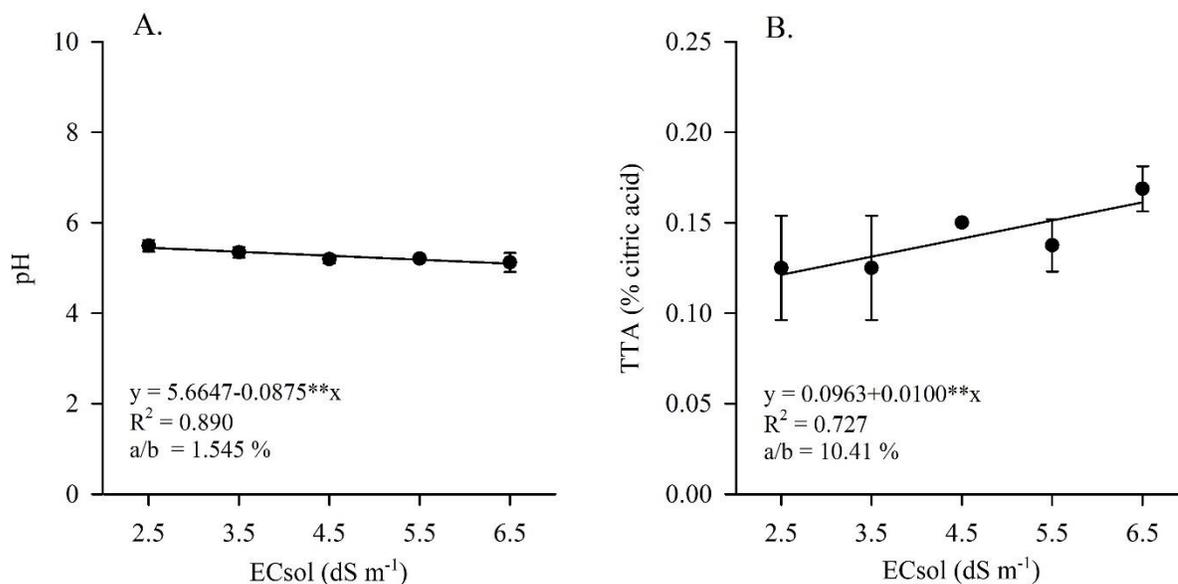
The knowledge and quantification of water consumption by crops during their cycle is extremely relevant, especially in hydroponic system in the semiarid regions, because these data can be used to estimate crop water demand, a key factor for planning and selection of adequate strategy for water use.

The WC values observed in the present study are much lower than that found by Marques et al. (2014) in ‘Rapid Fire’ (74.7 L plant<sup>-1</sup>) and ‘Smile’ (73.1 L plant<sup>-1</sup>) mini watermelons cultivated in NFT hydroponic system under nutrient solution electrical conductivity of 1.9 dS m<sup>-1</sup>. However, it should be noted that climatic conditions, cultivars, environment and water quality were different and the effect of these factors on water consumption is understandable. In addition, hydroponic systems are different; in the present

study the nutrient solution was not exposed in cultivation channels, minimizing losses through direct evaporation resulting from the wind velocity or heating of the nutrient solution, as it normally occurs in the NFT/DFT systems (Ikeura et al. 2018).

The water use efficiency (WUE) values were not satisfactorily described by any mathematical model (Figure 5.2B), ranging from 0.027 to 0.038 kg L<sup>-1</sup> with average value of 0.031 kg L<sup>-1</sup>. Considering that WUE is the ratio between FM and WC and that both variables were affected with EC<sub>sol</sub>, the results indicate that the effects of salinity on FM and WC were proportionally similar. The result of the present study corroborates that reported by Marques et al. (2014) (0.038 kg L<sup>-1</sup>), who observed WUE in hydroponic mini watermelon using 1.9 dS m<sup>-1</sup> water, indicating that the WUE obtained in the present study was satisfactory, even with low-quality water.

The direct effects of nutrient solution salinity on the variables pH and total titratable acidity (TTA) are shown in Figure 5.3. Regarding the pH parameter, there was a linear reduction of 1.54 % per unit increase in nutrient solution salinity. There was a reduction of 6.42 % in pH values between the control (5.45) and the treatment with electrical conductivity of nutrient solution of 6.5 dS m<sup>-1</sup> (5.10) (Figure 5.3A). According to Kyriacou et al. (2018), the pH of pulp ranges from 5.5 to 5.8 in ripe watermelon, values observed only in the control treatment of the present study. Reduction in fruit pH as a function of salinity was also observed in watermelon by Sousa et al. (2016).



**Figure 5.3** pH (A) and total titratable acidity – TTA (B) of mini watermelon ‘Sugar Baby’ grown in a greenhouse under different electrical conductivities of the nutrient solution (ECsol). Vertical bars represent standard deviations (n = 4).

Total titratable acidity (TTA) was influenced by the increase in ECsol (Figure 5.3B), showing a linear increase of 10.41 % per unit increase in salinity of nutrient solution, but the values of TTA obtained in this study (0.12 - 0.16 g of citric acid per 100mL) are similar to those observed by Oliveira et al. (2019) in the watermelons ‘Boston’ and ‘Quetzali’. According to Kyriacou et al. (2018), the presence of acidity in the pulp is an important characteristic to maintain the organoleptic balance, giving the feeling of freshness and improving the post-harvest quality of watermelon.

Increase in pulp acidity in fruits grown under saline conditions has been reported in the literature (Li et al. 2013; Sousa et al. 2016). In general, this phenomenon is explained only as an effect on concentration caused by the reduction of water content in the fruit due to salt stress. However, it has also been demonstrated that this increase may be the result of

activation of carbohydrate metabolic pathways, involving changes in the corresponding gene expression (Li et al. 2013).

There was no significant effect ( $p > 0.05$ ) on the contents of total soluble solids (TSS) in the treatments, with a mean value of 10.2 °Brix (Table 5.1). According to Lima Neto et al. (2010), an acceptable °Brix for watermelon should be equal to or higher than 10. The sugar content in the fruit is directly related to TSS, being an indicator of sweetness. Thus, the use of low-quality water did not alter this variable that is of great commercial interest. Similarly, Ó et al. (2020) found no effect of salinity of the nutrient solution on the TSS levels of ‘Sugar Baby’ mini watermelon under drip irrigation and cultivated in substrate (coconut fiber + manure). However, Costa et al. (2013) observed that the content of soluble solids in watermelon ‘Shadow’ grown in the field increased from 10.09 °Brix at the lowest salinity of irrigation water ( $EC = 0.57 \text{ dS m}^{-1}$ ) to 10.35 °Brix at the highest salinity ( $EC = 4.91 \text{ dS m}^{-1}$ ).

The maturity index (MI) was not significantly ( $p > 0.05$ ) affected by  $EC_{sol}$ , with the mean value for the experiment being 74.3:1 (Table 5.1). MI is obtained by the ratio between TSS content and TTA and is the variable that best expresses the degree of fruit maturity (Lins et al. 2013). In general, MI tends to increase during maturation because of the increase in sugar concentration and reduction of acidity in fruit pulp. The value observed in the present study is higher than the MI of 68.8:1 obtained by Campagnol et al. (2016) in mini watermelon ‘Smile’ cultivated in a greenhouse (in soil). According to the authors, a high MI indicates sweet fruits and is a desirable characteristic for mini watermelon. The maintenance of the TSS/TTA ratio suggests that the organoleptic quality and taste of the mini watermelon ‘Sugar Baby’ were not altered by salinity (Li et al. 2013).

## 5.4 CONCLUSIONS

1. Increase in electrical conductivity of nutrient solution above  $2.5 \text{ dS m}^{-1}$  reduces fruit mass, rind thickness, pulp yield and transverse circumference of fruits of mini watermelon 'Sugar Baby', but does not compromise the other production components such as pulp diameter, longitudinal circumference and fruit shape index.
2. Increase in nutrient solution salinity reduces the water consumed by mini watermelon plants 'Sugar Baby', but does not affect water use efficiency.
3. Salinity of nutrient solution increases the acidity of the fruits of mini watermelon 'Sugar Baby', but does not affect the content of total soluble solids and maturity index.
4. Although the nutrient solution with electrical conductivity of up to  $6.5 \text{ dS m}^{-1}$  reduces fruit mass, it does not compromise pulp yield and its commercial quality, suggesting that the controlled use of brackish water for the production of mini watermelon may be viable in the semiarid region.

## REFERENCES

- AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; PEIL, R. M. N.; MORAES, D. M.; PEDÓ, T.; PRESTES, S. L. C.; NORA, L. Enxertia, produção e qualidade de frutos do híbrido de mini melancia Smile. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 17, n. 1-4, p. 1-5, 2011.
- AZEVEDO, B. M.; FERNANDES, C. N. V.; NASCIMENTO NETO, J. R. DO; VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; FERNANDES, C. N. D. Frequency of fertirrigation with phosphate in watermelon culture productivity. *Irriga*, v. 21, n. 2 p. 257-268, 2016.

BARROS, M. M.; ARAÚJO, W. F., NEVES, L. T. B. C., CAMPOS, A. J.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 16, n. 10, p. 1078-1084, 2012.

CAMPAGNOL, R.; MATSUZAKI, R. T.; MELLO, S. C. Condução vertical e densidade de plantas de minimelancia em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 34, n. 1, p. 137-143, 2016.

COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. P. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 1, p. 529-535, 2019.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção agrícola municipal*. 2019. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Access on: Dec. 2020.

IKEURA, H.; TAKAHASHI, H.; KOBAYASHI, F.; SATO, M.; TAMAKI, M. Effects of microbubble generation methods and dissolved oxygen concentrations on growth of Japanese mustard spinach in hydroponic culture. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v. 93, n. 5, p. 483-490, 2018.

KYRIACOU, M. C.; LESKOVAR, D. I.; COLLA, G.; ROUPHAEL, Y. Watermelon and melon fruit quality: The genotypic and agro-environmental factors implicated. *Scientia Horticulturae*, v. 234, n. 1, p. 393-408, 2018.

ANUÁRIO 2018-19 DA REVISTA HORTIFRUTI BRASIL (HFBRASIL).

*Melancia/CEPEA: Perspectiva*. 2019. Available em:<  
<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>> access  
on: Apr. 2021.

LEAL, L. Y. C.; SOUZA, E. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A. S.; SANTOS, M. A. Comparison of soil and hydroponic cultivation systems for spinach irrigated with brackish water. *Scientia Horticulturae*, v. 274, 109616, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109616>.

LI, X. L.; WANG, C. R.; LI, X. Y.; YAO, Y. X.; HAO, Y. J. Modifications of Kyoho grape berry quality under long-term NaCl treatment. *Food Chemistry*, v. 139, n. 1-4, p. 931-937, 2013.

LIMA NETO, I. DA S.; GUIMARÃES, I. P.; BATISTA, P. F.; AROUCHA, E. M. M.; QUEIROZ, M. A. Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 4, p. 14-20, 2010.

LINS, H. A.; QUEIROGA, R. C. F.; PEREIRA, A. M.; SILVA, G. D.; ALBUQUERQUE, J. R. T. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de alterações na ralação fonte-dreno. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 3, p. 143-149, 2013.

MARQUES, G. N.; PEIL, R. M. N.; LAGO, I.; FERREIRA, L.V.; PERIN, L. Fenologia, consumo hídrico, rendimento e qualidade de minimelancia em hidroponia. *Revista de la Facultad de Agronomia*, v. 113, n. 1, p. 57-65, 2014.

MELO, E. N.; NOBRE, R. G.; PINHEIRO, F. W. A.; SOUZA, L. DE P.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; ELIAS, J. J.; SILVA, W. L. Evaluation of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) rootstock under saline water irrigation and nitrogen fertilization. *Australian Journal of Crop Science*, v. 12, n. 6, p. 1034-1040, 2018.

NASCIMENTO, H. H. C.; SANTOS, C. A.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. *Revista Árvore*, v. 39, n. 4, p. 641-653, 2015.

Ó, L. M. G.; COVA, A. M. W.; GHEYI, H. R.; SILVA, N. D., AZEVEDO NETO, A. D. de. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 3, p. 766-774, 2020.

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S. ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2015.

OLIVEIRA, M. M. T.; ALVES, R. E.; SILVA, L. R.; ARAGÃO, F. A. S. Fruit quality of watermelon hybrids with seeds. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 118, n. 1, p. 77-83, 2019.

ROUPHAEL, Y.; SCHWARZ, D.; KRUMBEIN, A.; COLLA, G. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Science Horticulture*, v. 127, n. 2, p. 172-179, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; SOARES, F. A. L.; DIAS, N. S. Efficiency of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 4, p. 718-729, 2013.

SAUSEN, D.; FERREIRA, C. R. L.; LOPES, S. C. D.; MARQUES, L. P.; SOUZA, A. J. M.; ALVES, E. C. G. A.; PATROCÍNIO, E. S. A.; CORDEIRO, K. A. S. Cultivo fora do solo: Uma alternativa para áreas marginais. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 14888-14903, 2020.

SILVA, J. S.; SÁ, F. V. S.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; JALES, G.; FERNANDES, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and

substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, n. 6, p.402-408, 2021.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Application strategies of saline water and nitrogen doses in mini watermelon cultivation. *Comunicata Scientiae*, v. 11 p. e3233, 2020.

SILVA JÚNIOR, E. G.; SILVA, A. F.; LIMA, J. S.; SILVA, M. F. C.; MAIA, J. M. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 5, n. 12, p. 1149-1157, 2017.

SILVA JÚNIOR, F. J.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, M. M.; SILVA, E. F. F.; SOUZA, E. R. Water relations of chives in function of salinity and circulation frequency of nutrient solutions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 5, p. 359-365, 2019.

SOUSA, A. B. O.; DUARTE, S. N.; SOUZA NETO, O. N.; SOUZA, A. C. M.; SAMPAIO, P. R. F.; DIAS, C. T. S. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n.10, p. 897-902, 2016.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Campinas: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

## **CAPÍTULO 6**

**Aspectos bioquímicos e fluorescência da clorofila a em plantas de  
minimelancia hidropônica sob estresse salino**

**Biochemical aspects and chlorophyll a fluorescence in hydroponic mini  
watermelon plants under salt stress**

(Cópia do trabalho aceito na Revista Irriga obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma)

## RESUMO

A salinidade é um dos principais estresses abióticos que induz distúrbios bioquímicos e fisiológicos em diversas culturas. O objetivo do trabalho foi investigar os efeitos da salinidade da solução nutritiva (CESol) sobre a produção, acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos e fluorescência da clorofila *a* em plantas de minimelancia cv. Sugar Baby. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico com cinco níveis de CESol: 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>. Foram avaliados: massa do fruto, biomassa da parte aérea, teores de clorofilas *a* e *b*, fluorescência da clorofila *a* e teores de solutos orgânicos e inorgânicos. A massa do fruto e a biomassa seca da parte aérea foram influenciadas negativamente pela CESol. Houve redução na concentração de carboidratos solúveis totais, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livre com o aumento da CESol. Os íons sódio, cloreto e razão sódio/potássio aumentaram com a salinidade e os teores de potássio foram reduzidos. O incremento da salinidade aumentou linearmente o teor de clorofila *b* e reduziu linearmente o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII promovendo um ligeiro aumento no rendimento quântico da perda de energia regulada do FSII.

**Palavras-chaves:** biomassa, carboidratos, íons tóxicos, estresse abiótico.

## ABSTRACT

Salinity is one of the main abiotic stresses that induce biochemical and physiological disorders in different crops. The objective of this study was to investigate the effects of the nutrient solution salinity (ECsol) on the production, accumulation of organic and inorganic solutes and chlorophyll *a* fluorescence in mini watermelon plants cv. Sugar Baby. The experimental design was completely randomized with four replications. The plants were grown in a hydroponic system with five levels of ECsol: 2.5; 3.5; 4.5; 5.5 and 6.5 dS m<sup>-1</sup>. The variables evaluated were: mass of the fruit, biomass of the aerial parts, contents of chlorophylls *a* and *b*, fluorescence of chlorophyll *a*, contents of organic and inorganic solutes. The mass of the fruit and the dry biomass of the aerial parts were negatively influenced by ECsol. There was a reduction in the concentration of total soluble carbohydrates, free amino acids, soluble proteins and free proline with the increase in ECsol. The sodium, chloride and sodium/potassium ratio increased with ECsol and potassium levels were reduced. The increase in ECsol linearly increased the chlorophyll *b* content and reduced the quantum yield of the photochemical energy conversion of the PSII promoting a slight increase in the quantum yield of the regulated energy loss of the PSII.

**Keywords:** abiotic stress, biomass, carbohydrates, toxic ions.

## 6.1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma espécie da família Cucurbitaceae de grande importância para a economia nacional, pois o Brasil é o quarto maior produtor de melancia do mundo (FAOSTAT, 2020). No Brasil, a região Nordeste destaca-se ao longo dos anos como a maior produtora de melancia (IBGE, 2020), por apresentar condições climáticas propícias para o cultivo. No entanto, em regiões semiáridas são frequentemente encontradas irregularidade de chuvas, má qualidade de água advinda de poços perfurados ou de mananciais com alta concentração de sais, solos degradados e alta insolação (SILVA JÚNIOR et al., 2017). Esses fatores aceleram o processo de salinização dos solos agrícolas.

A salinidade é considerada o estresse abiótico mais grave para a produtividade dos cultivos podendo resultar em distúrbios bioquímicos e fisiológicos (POMPEIANO et al., 2016; BAI et al., 2019; SHOUKAT et al., 2019) que afetam o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Para aclimação ao estresse salino, as plantas utilizam mecanismos de ajustamento osmótico celular, compartimentalização de íons inorgânicos no vacúolo e acúmulo de solutos orgânicos no citoplasma, no entanto, isto varia dentro de cada espécie e entre as espécies (TAIZ et al., 2017; BAI et al., 2019). Entre os solutos orgânicos (também chamados osmólitos compatíveis ou osmoprotetores) avaliados nas culturas sob condições de estresse destacam-se: a prolina, os carboidratos solúveis, as proteínas solúveis e aminoácidos livres (MASTROGIANNIDOU et al., 2016; COVA et al., 2020).

Quando as plantas são expostas à alta salinidade, ocorrem alterações no estado funcional das membranas tilacóides dos cloroplastos provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência (WANG et al., 2018). Assim é possível observar a degradação de pigmentos fotossintéticos, alterações na fluorescência da clorofila *a* e, conseqüentemente, redução na taxa fotossintética líquida (OLIVEIRA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020).

Para os problemas decorrentes da salinidade do solo e/ou da água, é preciso encontrar medidas que reduzam seus efeitos em culturas socioeconomicamente importantes para regiões semiáridas. Diversas alternativas são capazes de amenizar os efeitos deletérios do sal, como a utilização da irrigação por pulsos (ZAMORA et al., 2019), aplicação foliar de peróxido de nitrogênio (SILVA et al., 2019), uso de cobertura morta (LIMA et al., 2020) e a

técnica de hidroponia, que tem se destacado como uma alternativa para minimizar tais efeitos (Ó et al., 2020).

Neste contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar a produção de frutos, biomassa seca, acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos e fluorescência da clorofila *a* em plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico tipo *Floating* utilizando solução nutritiva de Furlani sob diferentes níveis de salinidade da água.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas - BA, localizada a 12° 40' 19''S, 39° 06' 23''W, altitude de 220 m. O experimento foi conduzido de setembro a dezembro de 2018. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo quente e úmido (Af) (ALVARES et al., 2013). Durante o estudo as temperaturas do ar médias máximas e mínimas na casa de vegetação foram, respectivamente, 36,5 e 19,8 °C e a umidade relativa do ar média de 51%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. As plantas de minimelancia cv. Sugar Baby foram cultivadas em sistema hidropônico do tipo *floating*, submetidas a cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol): 2,5 (controle); 3,5; 4,5; 5,5; 6,5 dS m<sup>-1</sup>. A solução nutritiva (SN) foi baseada na recomendação de Furlani (1999) para frutos (Tabela 6.1).

**Tabela 6.1** Concentrações dos nutrientes na solução nutritiva.

Recomendações de Furlani para fruto												
N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	K	P	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Concentrações em mol 1000 L <sup>-1</sup>												
25,1	152,7	224,9	40,3	153	24	31,2	0,61	0,02	2,16	0,92	0,5	0,25

Para a preparação da SN foi utilizada água de abastecimento municipal, com condutividade elétrica (CEa) de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Nos tratamentos com CEsol superior a 2,5 dS m<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> foi adicionado NaCl em quantidade adequada para o preparo da solução com a CEsol desejada, conforme equação de Richards (1954):

$$Q \text{ NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

em que:

Q é a quantidade de sal a ser dissolvido na água;

CEa é a condutividade elétrica da solução desejada.

Após o preparo das soluções nutritivas a CEsol foi conferida e ajustada utilizando-se um condutivímetro de bancada.

As mudas de minimelancia foram produzidas em copos plásticos de 0,2 L contendo fibra de coco e uma semente inserida no substrato a 0,02 m de profundidade. Inicialmente a irrigação das mudas foi realizada com água de abastecimento local (CE = 0,50 dS m<sup>-1</sup>) e após sete dias, com solução nutritiva de Furlani (1999) à meia força.

O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam o primeiro par de folhas definitivas (15 dias após a semeadura). O sistema hidropônico *floating* foi composto por um recipiente contendo 10 L de solução nutritiva, coberto com folha de isopor (poliestireno) com um orifício no centro para fixação da planta e redução da evaporação. O volume da SN foi completado e computado diariamente com água de abastecimento local e a renovação completa das SN foi realizada a cada 10 dias. O pH foi monitorado e mantido em 6,0 ± 0,5 com o uso de KOH (1,0 M) ou HCl (1,0 M). O sistema teve aeração intermitente de 15 minutos a cada hora, por meio de compressor de ar acoplado a um temporizador. Foi utilizado o espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas.

As ramas foram conduzidas verticalmente com fitilhos plásticos amarrados a arames localizados a 2,0 m de altura do solo. As plantas foram tutoradas com duas hastes e um fruto na haste principal, conforme descrito por Ó et al. (2020).

As variáveis analisadas foram: massa fresca do fruto, biomassa seca da parte aérea, teores de solutos orgânicos (carboidratos solúveis, prolina livre, aminoácidos livres e proteínas solúveis) e inorgânicos (sódio - Na<sup>+</sup>, potássio - K<sup>+</sup>, razão sódio/potássio (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>) e cloreto - Cl<sup>-</sup>) nas folhas, teor de clorofilas *a* e *b* e fluorescência da clorofila *a*.

A determinação da massa fresca do fruto foi realizada ao final do período experimental mediante pesagem em balança semi-analítica (0,001 g). A determinação da biomassa seca da parte aérea foi realizada ao final do período experimental, após secagem

em estufa a 65 °C até massa seca constante. Os solutos orgânicos foram determinados aos 50 dias após transplântio (DAT), em amostra de folha situada entre o 8° e 10° nó a partir da base (folha adjacente ao fruto). O material vegetal coletado foi lavado com água deionizada, imediatamente congelado em nitrogênio líquido, armazenado em ultra freezer (-80 °C), liofilizado e triturado em almofariz. Os solutos inorgânicos também foram determinados em amostras das folhas situadas entre o 8° e 10° nó, as quais foram secas em estufa de 65 °C e trituradas em moinho.

Para o preparo do extrato foi macerado 0,1 g dos tecidos liofilizados de folhas com 5 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M com pH 7,0, contendo EDTA 0,1 mmol L<sup>-1</sup>. Após maceração o homogeneizado foi filtrado em tecido de nylon de malha fina e centrifugado a 12000 × g por 0,25 h. O sobrenadante foi armazenado em ultra freezer (-80 °C) e utilizado para as determinações de carboidratos solúveis, prolina livre, aminoácidos livres e proteínas solúveis. Todas estas determinações foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS, modelo SF200DM (Bel Engineering, Piracicaba, Brasil).

A determinação de carboidratos solúveis foi realizada a (490 nm) em uma alíquota de 0,5 mL do extrato, pelo método do fenol-ácido sulfúrico, utilizando-se a D-(+) -glucose como padrão (DUBOIS et al., 1956). A prolina livre foi determinada a 520 nm, em uma alíquota de 1,0 mL do extrato, utilizando-se a ninhidrina a 2,5% em ácido acético (glacial) e ácido fosfórico 6,0 M e a prolina pura como padrão (BATES; WALDREN; TEARE 1973). Os aminoácidos livres totais foram determinados pelo método da ninhidrina (570 nm), em uma alíquota de 0,5 mL do extrato, utilizando-se a L-leucina pura como padrão (YEMM; COCKING, 1955). As proteínas solúveis foram determinadas a 595 nm pelo método de ligação ao corante, em uma alíquota de 0,1 mL do extrato, utilizando-se a albumina de soro bovino pura como padrão (BRADFORD, 1976).

Para a determinação dos teores de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, os extratos aquosos foram preparados como descrito por Jones Jr. (2001), com pequenas modificações. Os teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> foram determinados em fotômetro de chama, modelo B462 (Micronal S.A., São Paulo, Brasil) e os de Cl<sup>-</sup> por espectrofotometria a 480 nm conforme metodologias propostas por Faithfull (2002) e Gaines, Parker, Gascho (1984), respectivamente.

As avaliações dos teores de clorofilas *a* e *b* e da fluorescência da clorofila *a* foram realizadas nas mesmas folhas utilizadas para análises de solutos, aos 50 DAT. Os teores de

clorofilas foram obtidos utilizando o medidor eletrônico de teor de clorofila modelo ClorofiLOG CFL1030 (Falker Automação Agrícola Ltda, Porto Alegre, RS) e os valores foram expressos em ICF (índice de clorofila Falker).

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* foram medidos utilizando o fluorômetro portátil modulado modelo OS5-FL (ADC Bioscientific Ltd., Hoddesdon, UK). Em folhas adaptadas por 30 minutos ao escuro foram medidas a fluorescência mínima ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ) e o rendimento quântico potencial do fotossistema II - FSII ( $F_v/F_m$ ) de acordo com método de pulso de saturação (SCHREIBER et al., 1995). Em folhas adaptadas ao claro foram avaliados os rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII: o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII ( $Y_{II}$ ) e os rendimentos quânticos de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ) e não regulada ( $Y_{NO}$ ) de energia não fotoquímica no FSII, de acordo com Kramer et al. (2004) e Klughammer e Schreiber (2008). A densidade de fluxo de fótons utilizada nestas avaliações foi de  $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. No caso do efeito significativo os níveis de salinidade foram submetidos à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), para obtenção do modelo mais adequado aos dados. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade afetou significativamente todas as variáveis estudadas, exceto o teor de clorofila *a* ( $Cl_a$ ), fluorescência mínima ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), rendimento quântico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) e rendimentos quânticos de dissipação não regulada de energia não fotoquímica no FSII ( $Y_{NO}$ ) (Tabela 6.2).

**Tabela 6.2** Resumo do teste de Fisher (F) e das médias observadas para as variáveis estudadas

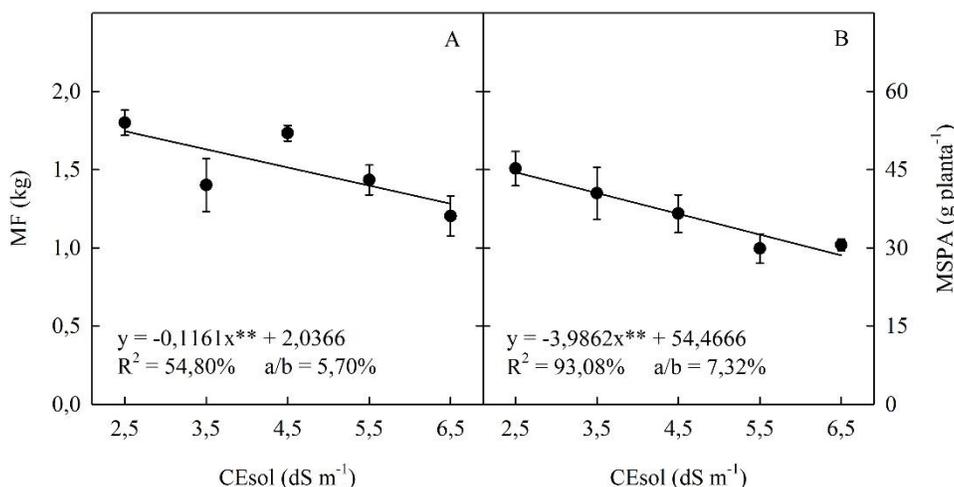
FV	Teste F								
	MF	MSPA	CH	PL	AA	PS	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>
Salinidade	**	**	**	*	*	*	**	**	**
Linear	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	1,51	36,52	575,9	0,62	99,72	33,99	13,36	37,37	0,42
CV %	14,8	18,6	15,5	18,6	12,1	12,8	31,1	17,0	42,7
FV	Cl <sup>-</sup>	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	F <sub>0</sub>	F <sub>m</sub>	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	Y <sub>II</sub>	Y <sub>NPQ</sub>	Y <sub>NO</sub>
Salinidade	*	ns	**	ns	ns	ns	*	**	ns
Linear	**	ns	**	ns	ns	ns	**	**	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Média	58,4	39,7	19,7	261,3	1119,0	0,76	0,27	0,53	0,19
CV %	8,2	3,3	12,5	4,9	3,9	2,0	9,8	5,5	8,4

\*, \*\* - significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo.

MF - massa fresca do fruto (kg), MSPA - massa seca parte aérea (g planta<sup>-1</sup>), CH - carboidratos solúveis (μmol g<sup>-1</sup> MS), PL - prolina livre (μmol g<sup>-1</sup> MS), AA - aminoácidos solúveis (μmol g<sup>-1</sup> MS), PS - proteína solúveis (mg g<sup>-1</sup> MS), Na<sup>+</sup> - teor de sódio na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS), K<sup>+</sup> - teor de potássio na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS), Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> - razão sódio potássio, Cl<sup>-</sup> - teor de cloreto na folha (mmol g<sup>-1</sup> MS), Cl *a* - teor de clorofila *a*, Cl *b* - teor de clorofila *b*, F<sub>0</sub> - fluorescência mínima, F<sub>m</sub> - fluorescência máxima, F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> - rendimento quântico potencial do fotossistema II, Y<sub>II</sub> - rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII, Y<sub>NPQ</sub> - rendimentos quânticos de dissipação regulada e Y<sub>NO</sub> - rendimentos quânticos de dissipação não regulada de energia não fotoquímica no FSII.

O aumento da salinidade na solução nutritiva reduziu linearmente a MF e MSPA das plantas de minimelancia (Figura 6.1A, B), com redução de 5,70 e 7,32%, respectivamente, por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva. Ao comparar as plantas do tratamento de CEsol = 6,5 dS m<sup>-1</sup> com as do tratamento controle (CEsol = 2,5 dS m<sup>-1</sup>) nota-se uma redução de 26,60% na massa fresca do fruto e 35,83% na biomassa seca.

**Figura 6.1** Massa fresca do fruto - MF (A) e massa seca da parte aérea - MSPA (B) de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



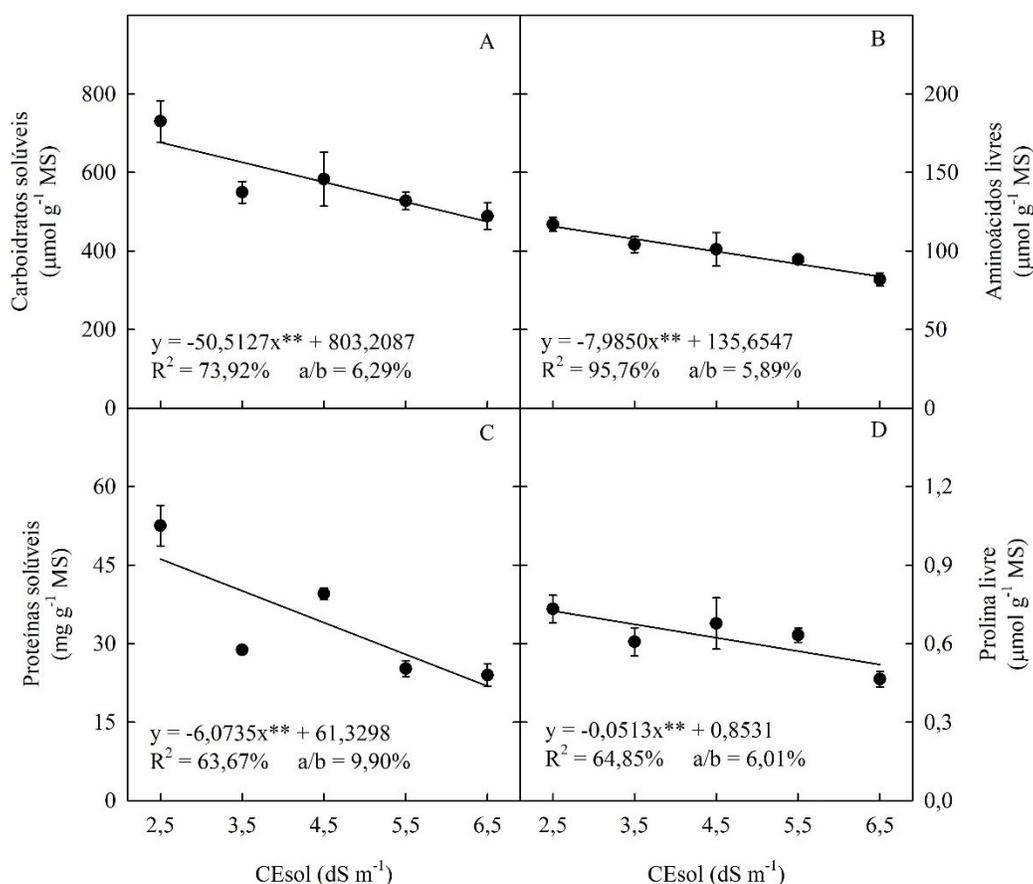
De modo geral, as plantas respondem à salinidade reduzindo o crescimento, ou seja, a produção de biomassa seca, em consequência dos distúrbios osmóticos e iônicos, contudo os danos dependem da concentração e composição do sal, do estágio fisiológico da planta e da espécie vegetal (MASTROGIANNIDOU et al., 2016). A redução da biomassa em resposta à salinidade também pode ser atribuída ao desvio de energia do crescimento para a aclimação, por exemplo, exclusão dos íons tóxicos Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> e síntese de solutos compatíveis (MUNNS; TESTER, 2008).

Em minimelancias cultivadas com fibra de coco em casa de vegetação, Ó et al. (2020) observaram resultado semelhante, com diminuição de 4,28% da MF por aumento unitário da CEsol. Adicionalmente, Oliveira et al. (2015) afirmam que a redução da MSPA em plantas sob estresse salino pode ocorrer devido à diminuição da eficiência fotossintética durante o crescimento vegetal. Esta diminuição da fixação de CO<sub>2</sub> pode ser o resultado do comprometimento enzimático causado pela toxidez iônica, com redução da formação de esqueletos carbônicos para a formação de biomassa (PEREIRA et al., 2020). Esta redução

também foi constatada por Ekbiç et al. (2017) e Silva Júnior et al. (2017) em melancias submetidas à salinidade.

O aumento da CEsol reduziu linearmente os teores de CH, AA, PS e PL, respectivamente em 6,29, 5,89, 9,90 e 6,61% por aumento unitário da CEsol (Figura 6.2A, B, C, D). Dentre os solutos orgânicos avaliados, observa-se então que as PS foram relativamente mais afetadas pelo aumento da salinidade que os demais solutos avaliados.

**Figura 6.2** Teores de carboidratos solúveis - CH (A), aminoácidos livres - AA (B), proteínas solúveis - PS (C) e prolina livre - PL (D) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplante em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



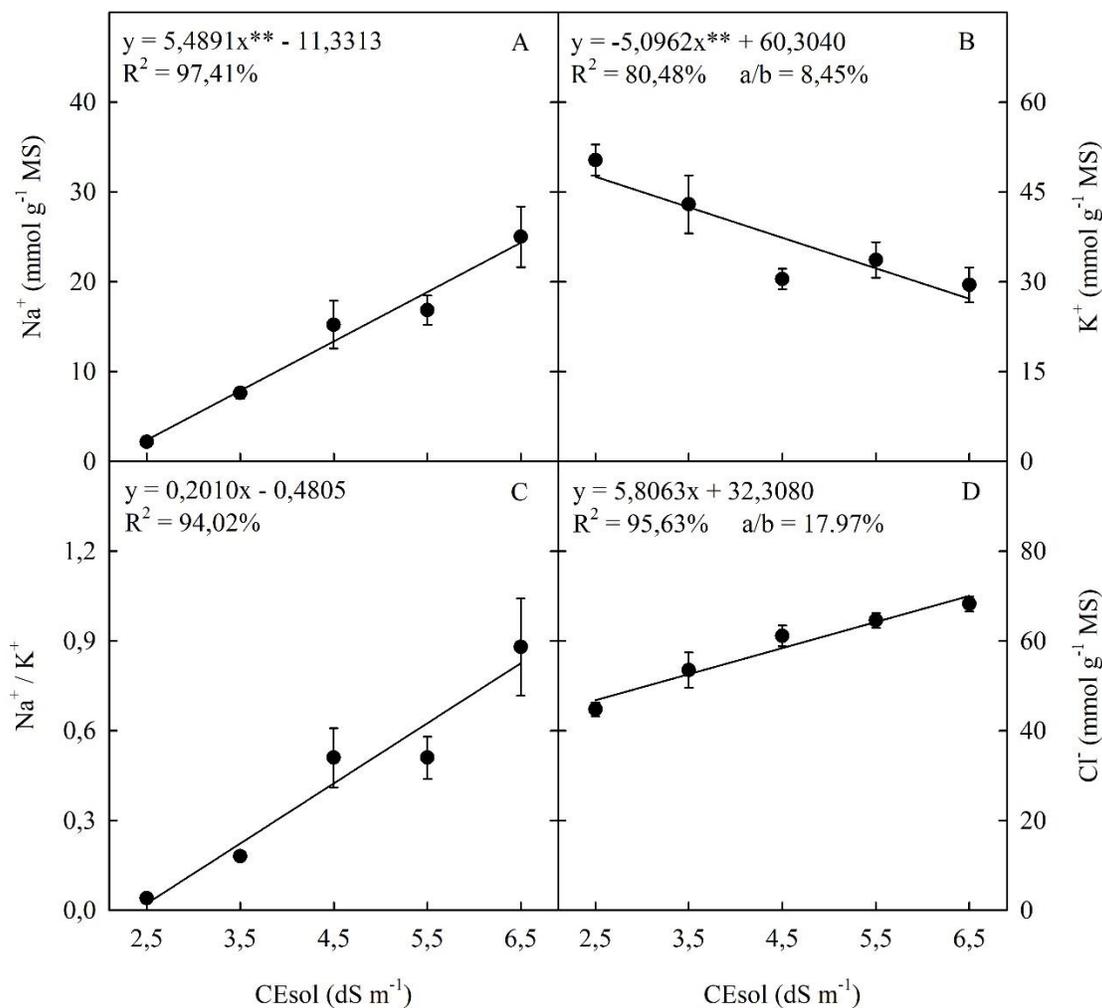
Segundo SILVA et al. (2010) as plantas realizam osmorregulação para tolerar algum estresse abiótico, sendo a acumulação de carboidratos solúveis um importante indicador deste mecanismo. No presente estudo, os resultados sugerem que a minimelancia cv. Sugar Baby não realizou ajustamento osmótico, observado pela redução da acumulação de composto.

Alternativamente, esses decréscimos podem estar relacionados com a posição da folha utilizada para as determinações, uma vez que as amostras foram coletadas em folhas adjacentes aos frutos em formação. O sentido da translocação de solutos é sempre do órgão produtor (fonte - folha) para o órgão consumidor (dreno - fruto), sempre que houver demanda. Assim, é possível que a translocação de solutos orgânicos para o fruto tenha sido priorizada, em detrimento do seu acúmulo na folha (SOUZA et al., 2013). Sobre isso, Lins et al. (2013) mencionam que em melancieiras os frutos após a polinização são considerados drenos principais, o que leva a alterações na relação fonte-dreno durante a fase de desenvolvimento, influenciando na formação de fotoassimilados.

Nesse estudo observa-se que a salinidade reduziu os teores de AA nas folhas (Figura 6.2B), o que pode estar associado à inibição da sua biossíntese ou aumento da degradação (SILVA et al., 2008). É frequentemente reportado que solutos orgânicos de baixo peso molecular são acumuladas em plantas sob estresse salino (COVA et al., 2016; 2020; MENEZES et al., 2017). Em contraste, os dados deste trabalho mostraram que o estresse salino reduziu o conteúdo de PS (Figura 6.2C), fenômeno também observado por Gondim et al. (2011), onde os autores enfatizam que sob alta salinidade algumas plantas diminuem o teor de PS. Diferentes condições de estresse frequentemente alteram as taxas de biossíntese e de degradação dos aminoácidos, aumentando ou diminuindo sua disponibilidade para a síntese de proteínas ou produção de metabólitos secundários (BATISTA-SILVA et al., 2019). Dessa forma, os dados sugerem que a redução induzida pelo sal nas PS foi um resultado da redução da síntese proteica devido à diminuição do conteúdo de aminoácidos (Figura 6.2B).

Assim como os carboidratos solúveis, acredita-se que o acúmulo de prolina facilita a osmorregulação sob estresse salino (PARIDA; DAS, 2005). Entretanto, no presente estudo, o conteúdo de prolina na folha decresceu linearmente com o aumento da salinidade, indicando que este aminoácido não desempenhou papel osmorregulador nas plantas de minimelancia cv. Sugar Baby.

**Figura 6.3** Teores de  $\text{Na}^+$  (A),  $\text{K}^+$  (B), razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (C) e  $\text{Cl}^-$  (D) em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplântio em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



As concentrações de  $\text{Na}^+$  e a relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  aumentaram 10,18 e 37,54 vezes, respectivamente, quando comparados os tratamentos de 2,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6.3A e 6.3C). Similarmente, os valores de  $\text{Cl}^-$  tiveram um aumento de 1,50 vezes ao comparar o tratamento controle (CESol=2,5 dS m<sup>-1</sup>) com o de maior salinidade da solução nutritiva (6,5 dS m<sup>-1</sup>),

representando um aumento de 17,97% por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva (Figura 6.3D).

Em contraste, os teores de  $K^+$  nas folhas das plantas ajustaram-se a um modelo linear decrescente (Figura 6.3B). Os valores de  $K^+$  tiveram reduções de 8,45% por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva, correspondendo a uma redução total de 42,86% ao comparar o teor de  $K^+$  no tratamento de 6,5 dS  $m^{-1}$  com o do controle.

As altas concentrações de  $Na^+$  no meio radicular podem reduzir as concentrações intracelulares de  $K^+$  nas plantas (CHRYSARGYRIS et al., 2019), devido a inibição competitiva de absorção entre estes íons (MEKAWY et al., 2015). Nesse sentido, Tang et al. (2015) enfatizam que a manutenção de uma alta concentração de  $K^+$  e baixa concentração de  $Na^+$  no citosol desempenha um importante papel na tolerância das plantas ao estresse salino.

Em relação aos teores de  $Cl^-$  nas folhas, observa-se que foram consideravelmente maiores que os de  $Na^+$ , independentemente do tratamento considerado. Os elevados valores de  $Cl^-$  podem estar relacionados com maior absorção ou uma maior translocação desse íon para as folhas (BOSCO et al., 2009).

Algumas espécies de plantas tendem a acumular solutos orgânicos nos diferentes órgãos para tolerar os estresses ambientais (SLAMA et al., 2015). Contudo, solutos inorgânicos como o  $Na^+$  e  $Cl^-$  podem ser tóxicos e seu acúmulo nas folhas depende da capacidade de exclusão e/ou compartimentalização desses íons em órgãos como o caule e as raízes (SPERLING et al., 2014), o que pode levar a um aumento do gasto energético e consequente redução do crescimento (BAI et al., 2019). Resultados semelhantes foram observados por Silva Júnior et al. (2017), que reportaram aumento gradual do teor dos íons de  $Na^+$  nas folhas de melancia à medida que elevaram o nível da salinidade da água utilizada na irrigação. Cova et al. (2016) também observaram decréscimo no teor de  $K^+$  em folhas de noni (*Morinda citrifolia*) com elevação da CEsol.

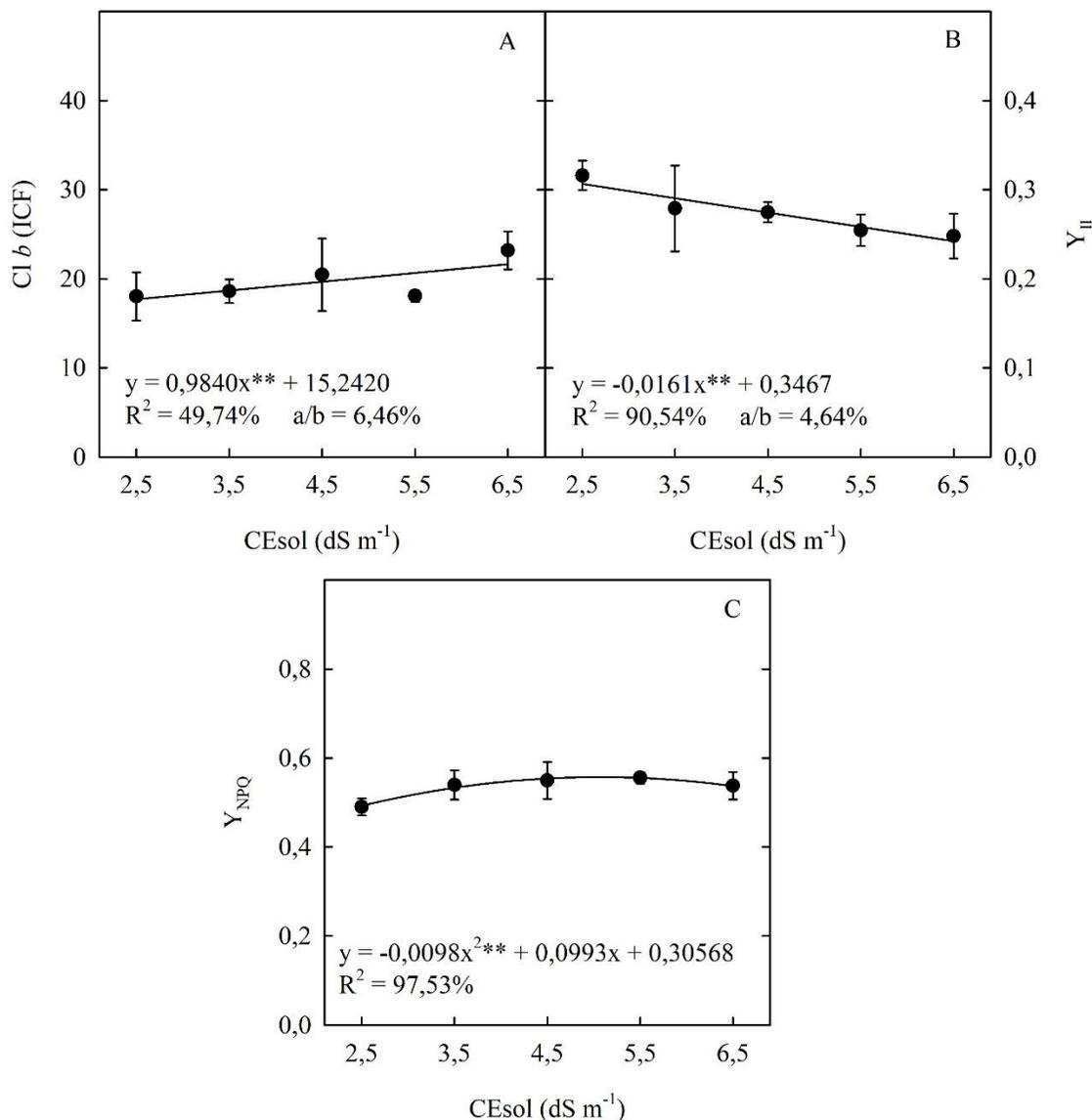
A relação  $Na^+/K^+$  está altamente relacionada com a tolerância das culturas à salinidade, e pode ser utilizada como índice para a toxicidade do sódio, sendo que valores iguais ou menores que 1,0 são necessários para uma ótima eficiência metabólica em não-halófitas (GREENWAY; MUNNS, 1980). No presente estudo observou-se um aumento linear com o incremento da salinidade, o qual foi decorrente do aumento da concentração de sódio e diminuição da concentração de  $K^+$ , sendo verificado um valor de 0,83 no tratamento

de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 6.3C). Esse valor (abaixo de 1,0) sugere que o metabolismo celular não foi afetado até o nível de salinidade estudado e que a redução da MF e/ou da MSPA não pode ser atribuída ao desequilíbrio na relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ . Como sugerido previamente, estas reduções podem ser devidas ao desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a diminuição da MF e da MSPA pode refletir a redução no ganho de carbono associada ao custo metabólico de energia para aclimação ao estresse salino (MUNNS; TESTER, 2008; BAI et al., 2019).

A Figura 6.4 mostra que houve um aumento linear no teor de clorofila *b* com o aumento da salinidade da solução nutritiva, correspondendo a um aumento de 22,23% ao comparar o tratamento controle com o tratamento de maior salinidade ( $\text{CEsol} = 6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Comparando os efeitos da salinidade nos parâmetros da fluorescência, observou-se uma redução no  $Y_{II}$  de 4,61% por incremento unitário da  $\text{CEsol}$  (Figura 6.4B) e um pequeno aumento no  $Y_{NPQ}$  com valor máximo estimado de 0,56 na salinidade de  $5,1 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 6.4C).

**Figura 6.4** Teor de clorofila *b* -  $Cl_b$  (A), rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII -  $Y_{II}$  (B) e rendimento quântico da perda regulada de energia -  $Y_{NPQ}$  (C) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplante em casa de vegetação em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



Acredita-se que a salinidade pode afetar os pigmentos fotossintéticos devido ao aumento no número de cloroplastos, sendo considerado um mecanismo de tolerância ao sal

(COVA et al., 2020). Neste estudo, o incremento da salinidade não alterou o teor de Cl *a* nas folhas de minimelancias, indicando que a salinidade não induziu a sua síntese ou degradação nos níveis de CEsol estudados. Contudo, o acréscimo observado no teor de clorofila *b* com o aumento da salinidade na solução nutritiva pode ter ocorrido pela regulação negativa da atividade da enzima clorofila *b* redutase, responsável pela transformação de clorofila *b* em clorofila *a* (DIRAY-ARCE et al., 2015).

Os resultados não significativos dos conteúdos de fluorescência mínima ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), rendimento quântico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) indicam que as doses de salinidade estudadas nas plantas de minimelancia não foram capazes de prejudicar a transferência de energia da antena para os centros de reação do FSII (BOLHÀR-NORDENKAMPF; ÖQUIST, 1993), fato também observado por Ribeiro et al. (2020), onde os autores reportaram que a eficiência do FSII e o rendimento não foi afetado pelos níveis de sal testados (até  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

O estresse salino diminuiu em 4,64% o  $Y_{II}$  a cada incremento unitário da CEsol, correspondendo a uma redução de 21% no tratamento CEsol  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  quando comparado com o tratamento controle ( $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esta diminuição indica que, sob estresse salino, uma menor quantidade de energia de excitação foi utilizada para a síntese de ATP e NADPH nos cloroplastos (TAIZ et al., 2017). Menores valores de  $Y_{II}$  são frequentemente atribuídos ao desbalanço na taxa de transporte de elétrons e à redução do consumo de ATP e NADPH durante o processo de assimilação de  $\text{CO}_2$  (SILVA et al., 2012; POMPEIANO et al., 2016) e podem, ao menos em parte, explicar a redução da MF e MSPA com o incremento da CEsol.

Diferentemente aos resultados obtidos em  $Y_{II}$ , o rendimento não fotoquímico ( $Y_{NPQ}$ ) aumentou com o estresse salino, indicando que a salinidade favoreceu a dissipação de energia não fotoquímica.  $Y_{NPQ}$  representa a dissipação do excesso de energia na forma de calor através do ciclo das xantofilas (SHOUKAT et al., 2019). Em condições de estresse salino este ciclo atua como mecanismo fotoprotetor, ajudando a manter o alto estado oxidativo dos aceptores primários de elétrons do FSII e reduzindo a probabilidade de fotodano e de estresse foto-oxidativo nos cloroplastos (SILVA et al., 2012).

## 6.4 CONCLUSÕES

A salinidade da solução nutritiva aumenta a dissipação de energia pelo ciclo das xantofilas e reduz a energia de excitação disponível para a fotossíntese o que, ao menos em parte, explica a redução da biomassa da parte aérea e a massa do fruto da minimelancia cv. Sugar Baby.

Os solutos orgânicos não contribuem para o ajuste osmótico das folhas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivada em condições de salinidade.

A razão  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  indica que a CEsol de até  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  não afeta a homeostase iônica nas folhas da minimelancia cv. Sugar Baby.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BAI, X.; DAI, L.; SUN, H.; CHEN, M.; SUN, Y. Effects of moderate soil salinity on osmotic adjustment and energy strategy in soybean under drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 139, n. 1, p. 307-313, 2019.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

BATISTA-SILVA, W.; HEINEMANN, B.; RUGEN, N.; NUNES-NESE, A.; ARAÚJO, W. L.; BRAUN, H. P.; HILDEBRANDT, T. M. The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 42, n. 5, p. 1630-1644, 2019.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; ÖQUIST, G. Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. *In*: HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG S. P. (eds). **Photosynthesis and production in a changing environment**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 193-206.

BOSCO, M. R.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Amsterdam, v. 72, n. 7, p. 246-254, 1976.

CHRYSARGYRIS, A.; PAPAKYRIAKOU, E.; PETROPOULOS, S. A.; TZORTZAKIS, N. The combined and single effect of salinity and copper stress on growth and quality of *Mentha spicata* plants. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 368, n. 1, p. 584-593, 2019.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D. de; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R.; MENEZES, R. V. Effect of salt stress on growth and contents of organic and inorganic compounds in noni (*Morinda citrifolia* L.). **African Journal of Biotechnology**, Abraka, v. 15, n. 1, p. 2401-2410, 2016.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D.; SILVA, P. C. C.; MENEZES, R. V.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R. Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda citrifolia* L.) plants irrigated with brackish water. **Scientia Horticulturae**, Viterbo, v. 260, n. 1, p. 108852, 2020.

DIRAY-ARCE, J.; CLEMENT, M.; KHAN, M. A.; NIELSEN, B. L. Transcriptome assembly, profiling and differential gene expression analysis of the halophyte *Suaeda fruticosa* provides insights into salt tolerance. **BMC Genomics**, Chichester, v. 16, n. 353, p. 1-24, 2015.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EKBIC, E.; CAGIRAN, C.; KORKMAZ, K.; KOSE, M. A.; ARAS, V. Assessment of watermelon accessions for salt tolerance using stress tolerance indices. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 6, p. 616-625, 2017.

FAITHFULL, N. T. **Methods in agricultural chemical analysis: a practical handbook**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. 266p.

FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: < <http://fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em: 28 setembro 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 72p.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 1, p. 371-374, 1984.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 31, n. 1, p.149-190, 1980.

IBGE. **Produção agrícola municipal ano de 2018.** Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2018\\_v45\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2018_v45_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 20 maio. 2020.

JONES JR., B. **Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis.** Boca Raton: CRC Press, 2001. 363p.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence 355 parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, Germany, n. 1, p. 27-35, 2008.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox stat and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 79, p. 209-218, 2004.

LIMA, A. F.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; SILVA JUNIOR, F. B.; GOMES, S. P.; MAGALHÃES, C. L. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. **Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 347-360, 2020.

LINS, H. A.; QUEIROGA, R. C. F.; PEREIRA, A. M.; SILVA, G. D.; ALBUQUERQUE, J. R. T. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de alterações na relação fonte-dreno. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 3, p. 143-149, 2013.

MASTROGIANNIDOU, E.; CHATZISSAVVIDIS, C.; ANTONOPOULOU, C.; TSABARDOUKAS, V.; GIANNAKOULA, A.; THERIOS, I. Response of pomegranate cv. Wonderful plants to salinity. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, La Frontera, v. 16, n. 3, p. 621-636, 2016.

MEKAWY, A. M. M.; ASSAHA, D. V. M.; YAHAGI, H.; TADA, Y.; UEDA, A.; SANEOKA, H. Growth, physiological adaptation, and gene expression analysis of two

Egyptian rice cultivars under salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 87, n.1, p. 17-25, 2015.

MENEZES, R. V.; AZEVEDO NETO, A. D.; RIBEIRO, M. O.; COVA, A. M. W. Growth and contents of organic and inorganic solutes in amaranth under salt stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 1, p. 22-30, 2017.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

Ó, L. M. G. do.; COVA, A. M. W.; GHEYI, H. R.; SILVA, N. D.; AZEVEDO NETO, A. D. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 3, p. 766-774, 2020.

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p.01-06, 2015.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2592-2603, 2018.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PEREIRA, F. H. F.; SILVA, L. J. S.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S. Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e potencial osmótico de plantas de tomate submetidas a condições salinas. **Revista Pesquisagro**, Confresa, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2020.

POMPEIANO, A.; LANDI, M.; MELONI, G.; VITA, F.; GUGLIELMINETTI, L.; GUIDI, L. Allocation pattern, ion partitioning, and chlorophyll *a* fluorescence in *Arundo donax* L. in responses to salinity stress. **Plant Biosystems**, Rome, v. 151, n. 4, p. 613-622, 2016.

RIBEIRO, J. E. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; NOBREGA, J.; FIGUEIREDO, F. R. A. BRUNO, R.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. e6638, 2020.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. Agriculture Handbook 60.

SCHREIBER, V.; BILGER, W.; NEUBAUER, C. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. *In*: SCHULZE, E. D.; CALDWELL, M. M. (ed.). **Ecophysiology of photosynthesis**. Berlin: Springer, 1995. p. 49-70.

SHOUKAT, E.; ABIDEEN, Z.; AHMEDA, M. Z.; GULZARA, S.; NIELSEN, B. L. Changes in growth and photosynthesis linked with intensity and duration of salinity in *Phragmites karka*. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 162, n. 1, p.504-514, 2019.

SILVA JÚNIOR, E. G.; SILVA, A. F.; LIMA, J. S.; SILVA, M. F. C.; MAIA, J. M. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 12, p. 1149-1157, 2017.

SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C. de; CHAGAS, K. L. Photosynthetic pigments and leaf water potential in young plants of the coconut palm under water and salt stress. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 147-157, 2008.

SILVA, E. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 279-285, 2010.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; SILVA-FERREIRA, S. L.; VIEIRA, S. A.; PONTE, L. F. A.; SILVEIRA, A. G. Coordinate changes in photosynthesis, sugar accumulation and anti-oxidative enzymes improve the performance of *Jatropha curcas* plants under drought stress. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 270-279, 2012.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, n. 1, e54822, 2019.

SLAMA, I.; ABDELLY, C.; BOUCHEREAU, A.; FLOWERS, T.; SAVOURÉ, A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. **Annals of Botany**, Oxford, n. 115, v. 3, p. 433-447, 2015.

SOUZA, E. R.; RIBEIRO, V. G.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P. Variação de carboidratos em folhas da videira 'Itália' submetida a diferentes de níveis de desfolhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 4, p. 535-539, 2013.

SPERLING, O.; LAZAROVITCH, N.; SCHWARTZ, A.; SHAPIRA, O. Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p.100-109, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MYLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: ARTMED. 2017. 858p.

TANG, X.; MU, X.; SHAO, H.; WANG, H.; BRESTIC, M. Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology. **Journal Critical Reviews in Biotechnology**, Cardiff, v. 35, n. 4, p. 425-437, 2015.

WANG, P.; LI, X.; TIAN, L.; GU, Z.; YANG, R. Low salinity promotes the growth of broccoli sprouts by regulating hormonal homeostasis and photosynthesis. **Horticulture Environment and Biotechnology**, Jeonbuk, v. 60, n. 1, p. 19-30, 2018.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**, Kansas, v. 80, n. 1, p. 209-213, 1955.

ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; DIMAS MENEZES, D.; MENEZES, S. M. Gotejamento por pulsos e lâminas de fertirrigação nas relações hídricas do coentro. **Horticultura Brasileira**, Vitoria de Conquista, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.

## **CAPÍTULO 7**

**Estresse salino na produção, pós-colheita e teores de solutos de genótipos de minimelancias hidropônicas**

**Salt stress in production, postharvest and solute contents of genotypes of hydroponic mini-watermelons**

(Cópia do trabalho enviado a Agriculture obedecendo às normas deste periódico, excetuando-se a numeração das figuras, formatação das páginas e idioma)

### Highlights

A salinidade comprometeu a produção dos genótipos de minimelancia.

O genótipo Champagne apresentou menor redução na massa dos frutos sob estresse salino.

Sob alta salinidade apenas os genótipos tiveram aumento dos sólidos solúveis totais.

O formato do fruto não foi comprometido pela salinidade da solução nutritiva.

A tolerância da minimelancia ao estresse salino variou entre os genótipos.

**RESUMO:** A cultura da minimelancia é destaque na região semiárida do Brasil, mas seu rendimento e qualidade estão ameaçados devido aos altos níveis de salinidade nas águas de irrigação. Portanto, pesquisa-se estratégias capazes de solucionar esse problema destacando a hidroponia como uma alternativa condizente. Neste estudo, dois genótipos de minimelancias (*Citrullus lanatus* L.) cultivados em sistema hidropônico foram avaliados quanto aos efeitos da salinidade na produção, qualidade de frutos e teores de solutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5×2), com quatro repetições, constituídas por três plantas cada. Os genótipos de minimelancia Champagne (CP) e Fancy (FY) foram cultivados em soluções nutritivas com diferentes condutividades elétricas (2,5; 3,5; 4,5; 5,5; e 6,5 dS m<sup>-1</sup>). Avaliaram-se as variáveis de produção (massa do fruto, massa da polpa, rendimento de polpa, diâmetro da polpa, circunferências longitudinal e transversal e formato do fruto), de pós-colheita dos frutos (teor de sólidos solúveis, pH, acidez total titulável e índice de maturação) e os teores de solutos orgânicos e inorgânicos. A salinidade da CESol reduziu as variáveis de produção, destacando o genótipo CP com menores perdas de produção, sendo considerado tolerante ao estresse salino, quando comparado com o FY. As características físico-químicas dos frutos se mantiveram dentro dos padrões de aceitação comercial. Em relação aos teores de solutos orgânicos e inorgânicos, houve diferenças quanto à aclimação dos genótipos à salinidade.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus* L., cultivo sem solo, estresse abiótico.

## 7.1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma planta herbácea pertencente à família das cucurbitáceas, amplamente cultivada no semiárido do Brasil devido ao clima favorável para seu cultivo, sendo uma das culturas de maior potencial de crescimento para o agronegócio brasileiro (Costa et al., 2013; FAOSTAT, 2020). Dentro desse mercado produtor, um segmento que tem crescido muito nos últimos anos é o cultivo de minimelancia, que foi impulsionado, tanto pela mudança do número de pessoas nas famílias brasileiras como pelas exigências do mercado europeu (Hortifruitbrasil [HFBRASIL] 2019; IBGE, 2021).

A minimelancia, por apresentar massa entre 1 e 3 kg, pode ser cultivada em sistema hidropônico (Campagnol et al., 2016; Marques et al., 2016). Em geral, o cultivo sem solo ou hidropônico tem sido empregado por muitos produtores por apresentar alta produtividade quando comparado aos sistemas de cultivo tradicional (Sausen et al., 2020). No sistema hidropônico, ocorre a eliminação total do potencial matricial, permitindo excelentes resultados em culturas importantes como a minimelancia (Marques et al., 2016).

Atualmente, o sistema hidropônico tem se caracterizado como uma importante estratégia para o uso de águas salobras, frequentemente utilizadas pelos produtores na região semiárida (Ó et al., 2021; Bione et al., 2021). Essas águas de baixa qualidade são procedentes de reservas hídricas superficiais e subterrâneas (poços tubulares) que contêm alta concentração de sais, principalmente  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$ , que podem causar estresse salino (Sá et al., 2019).

Sob condições de salinidade, as plantas podem apresentar redução no crescimento e produtividade devido aos distúrbios resultantes dos efeitos osmóticos e iônicos induzidos pelos sais (Cova et al., 2016; 2020; Bai et al., 2019; Kurunc et al., 2020; Nóbrega et al., 2020). Entre as plantas glicófitas, a melancia é considerada moderadamente tolerante à salinidade, podendo suportar condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de até 2,0 dS

$\text{m}^{-1}$  (Ayers e Westcot, 1999) e, na fase de produção de mudas, até  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  em substrato fibra de coco (Ó et al., 2020).

Geralmente, a tolerância a salinidade varia entre espécies ou genótipos. Sousa et al. (2016) ao avaliarem a produção e qualidade da minimelancia cultivada em substrato de fibra de coco sob salinidade de até  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ , observaram que o genótipo Smile tem características de uma cultura moderadamente sensível ao estresse salino. Os autores ainda relataram que o rendimento da cultura foi afetado devido ao estresse osmótico ocasionado pela salinidade da água de irrigação que comprometeu a absorção de água pelas plantas, com valores médios de massa dos frutos de  $1310 \text{ g}$  no tratamento de  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Ó et al. (2020) ao avaliarem a produção e qualidade da minimelancia Sugar Baby sob o mesmo sistema de cultivo reportaram valores médios de  $1193 \text{ kg}$  na salinidade de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Para suportar ao estresse salino as plantas passam por modificações e aclimações biológicas e bioquímicas. As principais respostas às condições salinas são: exclusão, retenção e compartimentalização de íons tóxicos, seletividade na absorção e transporte de  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  e osmoregulação (Liang et al., 2018; Bai et al., 2019). Ó et al. (2021) observaram acréscimo nos teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e decréscimo no teor de  $\text{K}^+$  em folhas de minimelancia com elevação da CEsol.

Segundo Silva et al. (2010) e Arif et al. (2020), a osmoregulação é um importante indicador de tolerância aos estresses abióticos. Os solutos orgânicos mais avaliados em culturas sob estresse salino são: carboidratos solúveis, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina (Mastrogiannidou et al., 2016; Cova et al., 2020). O acúmulo desses solutos no citosol é uma forma de aclimação ao estresse salino (Lo'ay, e El-ezz, 2021), no entanto, nem todos os genótipos respondem da mesma maneira.

Diante do exposto, é necessária a realização de estudos com a finalidade de avaliar o comportamento de diferentes genótipos frente ao estresse salino, por meio de ensaios de competição, para que os produtores escolham cultivares que apresentem um bom potencial produtivo. Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da salinidade em quatro genótipos de minimelancias cultivados em um sistema hidropônico DFT - Deep Film Technique, no que diz respeito à produção, qualidade pós-colheita e teores de solutos.

## 7.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.2.1 *Material vegetal e condições de cultivo*

O estudo foi realizado no período de outubro a dezembro de 2019, em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada em Cruz das Almas, Bahia, Brasil, situada a 12° 40' 1'' de latitude Sul, 39° 06' 2'' de longitude Oeste, com altitude média de 220 m. O clima do local segundo a classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido (Af) (Alvares et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial ( $5 \times 2$ ), com quatro repetições, constituídas por três plantas cada. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEsol (2,5; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ ). Os genótipos utilizados foram Champagne (CP) e Fancy (FY) cujas sementes foram fornecidas pela Takii do Brasil Ltda.

A semeadura foi realizada em recipientes de 300 mL preenchidos com fibra de coco (uma semente por recipiente). Foram realizadas aberturas na base dos recipientes para passagem do sistema radicular. Inicialmente a irrigação das mudas foi realizada com água de abastecimento local e, após sete dias, com solução nutritiva (SN) de Sasaki (1992) à meia força. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentaram duas folhas definitivas, o recipiente contendo a mudas foi transferido para o perfil hidropônico, contendo SN de Sasaki completa. Após um período de aclimação de 2 dias, foram adicionados os tratamentos salinos.

Os fertilizantes utilizados para preparo de 100 L de SN foram: nitrato de cálcio (83 g), nitrato de potássio (50 g), fosfato monoamônio - MAP (15 g), sulfato de magnésio (36 g), cloreto de potássio (6,7 g) sulfato de cobre (0,01 g), sulfato de zinco (0,09 g), sulfato de manganês (0,01 g), ácido bórico (0,12 g), molibdato de sódio (0,015 g) e Ferrilene (1,6 g). A água utilizada para o preparo da SN foi advinda da água de abastecimento local com CEa de 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ . Para o preparo dos tratamentos salinos foi adicionado NaCl nas soluções com CEsol superior a 2,5  $\text{dS m}^{-1}$ .

Dentro dos perfis hidropônicos as plantas foram conduzidas como descrito por Ó et al. (2020a), com duas hastes e um fruto. Os tratos culturais foram realizados conforme as recomendações de Campagnol et al. (2016), com remoção dos brotos inferiores logo após

seu aparecimento e realização da poda apical quando as plantas atingiram 2,0 m de altura. O ponto de colheita foi definido quando a gavinha adjacente ao fruto estava seca, aproximadamente 65 a 70 dias após o transplântio (DAT).

### *7.2.2 Sistema hidropônico*

O sistema hidropônico utilizado foi o DFT, onde as raízes ficaram submersas em uma lâmina de 0,03 m de SN. Os perfis hidropônicos foram constituídos por tubos de PVC ( $\emptyset = 100$  mm), com orifícios circulares (0,60 m) espaçados a cada 0,50 m. Cada tubo continha um reservatório de plástico, com 100 L de SN e uma eletrobomba para recalcar a solução para o perfil hidropônico.

Durante o dia (entre 6 e 18 h) a SN foi recirculada a cada 0,25 h, por 0,25 h. À noite (entre 18 e 6 h) a SN foi recirculada a cada 2 h por 0,25 h. O pH e a CE da SN foram monitorados a cada dois dias durante todo o ciclo de cultivo. Quando necessário, o pH foi ajustado para a faixa ideal (5,0 a 6,5) adicionando-se KOH ou HNO<sub>3</sub>. O volume das soluções nos reservatórios foi completado diariamente com água de abastecimento e a renovação da SN foi realizada a cada 10 dias.

### *7.2.3 Variáveis analisadas*

#### *7.2.3.1 Produção e pós-colheita*

Na ocasião da colheita (80 a 90 DAS), foram analisadas as variáveis de produção: massa fresca do fruto (MF) e massa fresca da polpa (MP); diâmetro da polpa (DP) e circunferências transversal (CT) e longitudinal (CL) dos frutos. A partir destes dados, foi calculado o rendimento da polpa (RP) pela razão da MF/MP e o índice de formato do fruto (IFF) pela razão CL/CT. A determinação da qualidade pós-colheita dos frutos foi realizada medindo-se o potencial hidrogeniônico (pH) com pHmetro digital; os sólidos solúveis totais (SST) com refratômetro e a acidez total titulável (ATT) dos frutos conforme metodologia de Zenebon et al. (2008). O índice de maturação (IM) foi calculado pela razão SST/ATT.

#### *7.2.3.2 Teores de solutos*

As amostras de folhas para a análise de solutos orgânicos (carboidratos solúveis CH, aminoácidos solúveis - AA, prolina livre - PL e proteínas solúveis - PS) e inorgânicos (sódio

- Na<sup>+</sup>, cloreto - Cl<sup>-</sup> e potássio - K<sup>+</sup>) foram coletadas aos 65 DAS. Foi coletada a folha adjacente ao fruto de minimelancia, situada entre o 8º e 10º nó a partir da base e dividida em duas (uma parte para solutos orgânicos e outra para inorgânicos). Antes da coleta as folhas foram lavadas com água destilada e secas com papel toalha.

Para os solutos inorgânicos as amostras foram secas em estufa a 65° C e em seguida, trituradas em moinho. Os extratos foram preparados como descrito por Jones Júnior (2001), com pequenas modificações. As determinações dos teores de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> foram realizadas como descrito em Ó et al. (2021).

Para solutos orgânicos as amostras foram acondicionadas em papel alumínio, congeladas, e em seguida liofilizadas. Para a preparação dos extratos brutos dos solutos orgânicos foram triturados em almofariz 0,1 g dos tecidos liofilizados de folhas. Após maceração, as amostras foram homogeneizadas em solução tampão fosfato de potássio 0,1 M gelado, distribuídas em tubos eppendorf e centrifugadas a 12000 × g durante 0,25 h a 4 °C. Os sobrenadantes foram armazenados em freezer e os teores de solutos orgânicos quantificados conforme metodologias descritas por Ó et al. (2021).

#### 7.2.3.3 *Análise estatística*

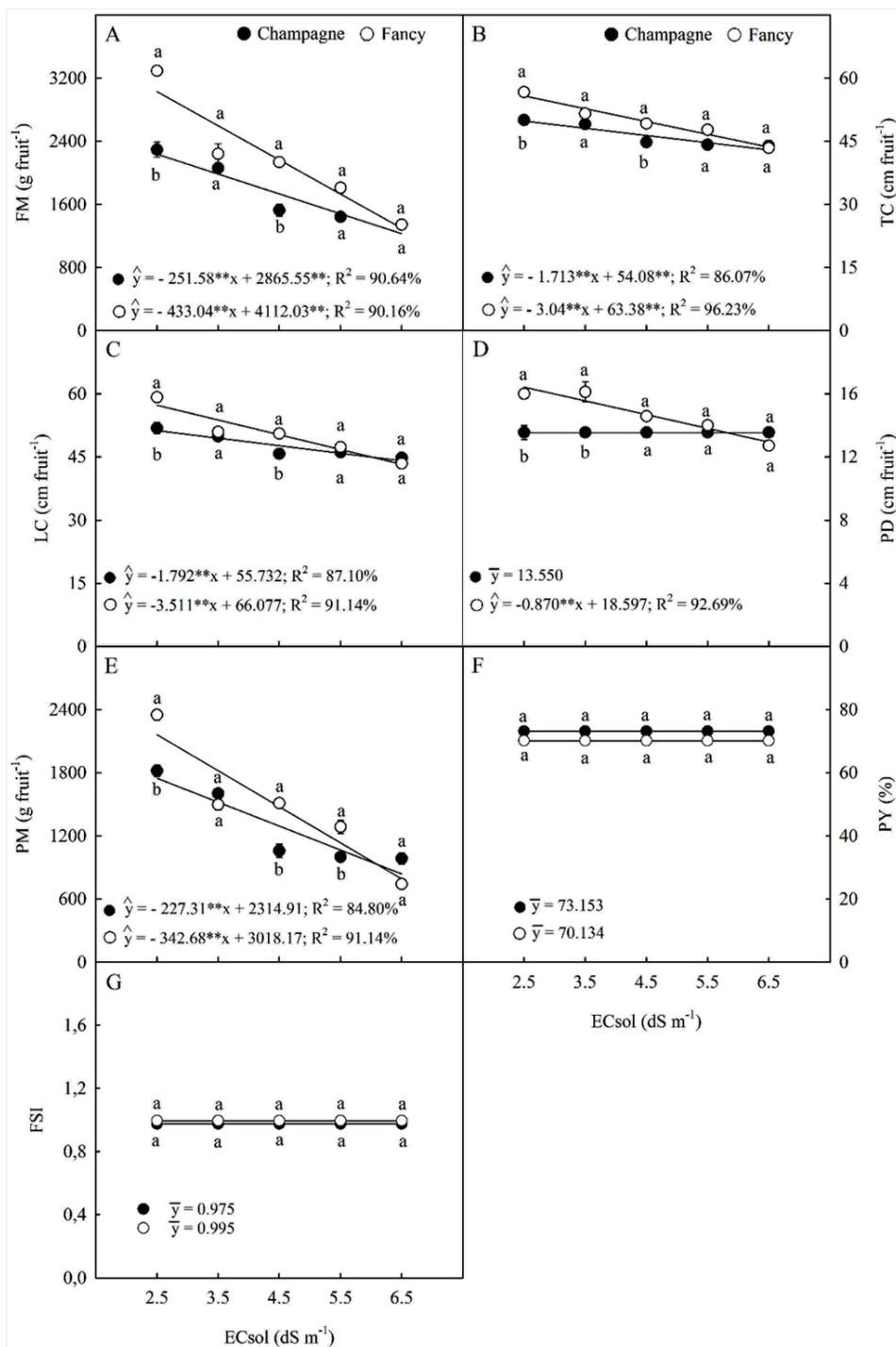
Os dados de cada genótipo foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para os níveis de salinidade, de natureza quantitativa, foi realizada a análise de regressão. Os genótipos, de natureza qualitativa, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

### **7.3 RESULTADOS**

A salinidade reduziu linearmente as variáveis MF, CT, CL e MP, mas estas reduções foram menos pronunciadas no genótipo Champagne - CP que no Fancy - FY (Figuras 7.1A, 7.1B, 7.1C e 7.1E). Dessa forma, comparando-se os valores estimados no tratamento de 6,5 dS m<sup>-1</sup> com o controle (CEsol = 2,5 dS m<sup>-1</sup>), as reduções observadas nessas variáveis foram de, respectivamente, 45, 14, 14 e 52% no genótipo CP e 57, 22, 24 e 63% no FY.

Comparando os genótipos quanto às variáveis MF, CT, CL e MP, pode-se observar que as diferenças foram observadas nos tratamentos de menor salinidade (até 4,5 dS m<sup>-1</sup>), com vantagem para o FY. Também é importante notar que, embora o genótipo FY seja o que apresentou as maiores reduções nas características de produção, os valores estimados de MF (1297 g) e MP (791 g) na CEsol 6,5 dS m<sup>-1</sup> foram semelhantes aos do genótipo CH (1230 g e 837 g, respectivamente).

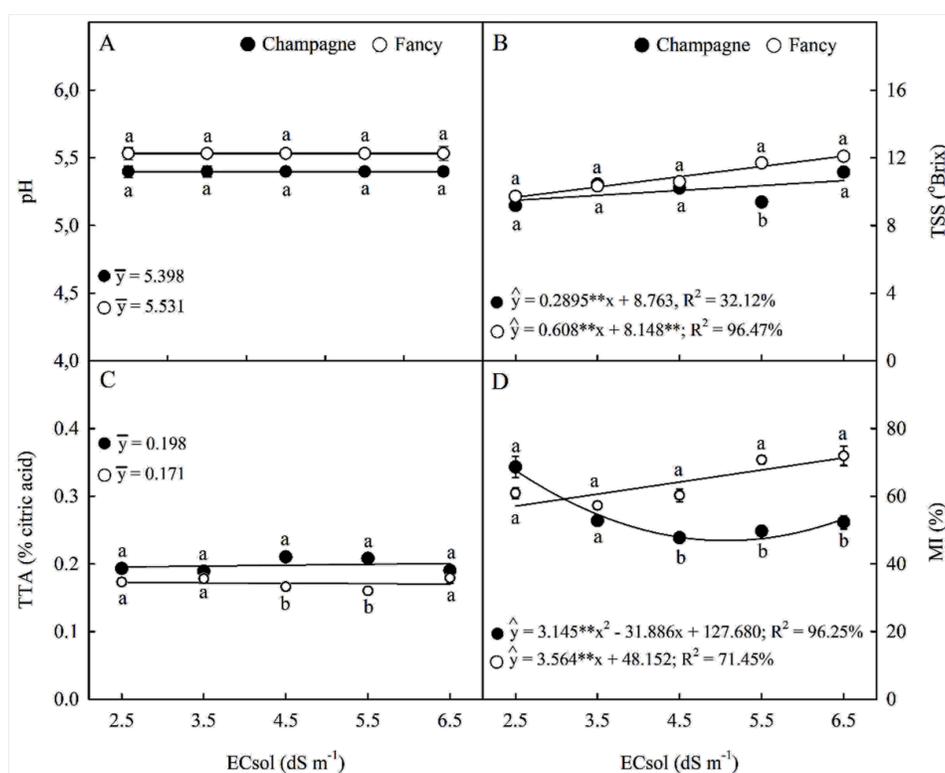
As diminuições das circunferências transversal e longitudinal reduziram o DP dos frutos do genótipo FY em 21,2% na CEsol de 6,5 dS m<sup>-1</sup>, diferentemente do genótipo CP, cujos diâmetros (média de 13,55 cm) não foram afetados pelos níveis de salinidade estudados (Figura 7.1D). Entretanto, nas CEsol de 2,5 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>, os valores de DP observados nos frutos de FY foram 21 e 15%, respectivamente, maiores que os de CP.



**Figura 7.1** Efeito do estresse salino sobre a massa do fruto - MF (A), circunferência transversal - CT (B), circunferência longitudinal - CL (C), diâmetro da polpa - DP (D), massa da polpa - MP (E), rendimento da polpa - RP (F) e índice de formato do fruto - IFF (G) de dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol).

Em relação ao rendimento de polpa (RP) e índice de formato do fruto (IFF), não foi observado efeito significativo da CEsol nem diferença entre os genótipos (Figura 7.1F e 7.1G). Dessa forma, para os genótipos CP para o FY os valores de IFF foram 0,97 e 0,99 e os de RP foram 73,15 e 70,13%, respectivamente.

Não foram verificadas diferenças significativas nas variáveis pH e (Figura 7.2A) e ATT (Figura 7.2C) em função da CEsol. Também não houve diferença entre os valores de pH de ambos os genótipos. Em relação à ATT, observa-se que os valores observados no genótipo FY nos tratamentos de 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup> foram, em média, 28% maiores que os do CP.



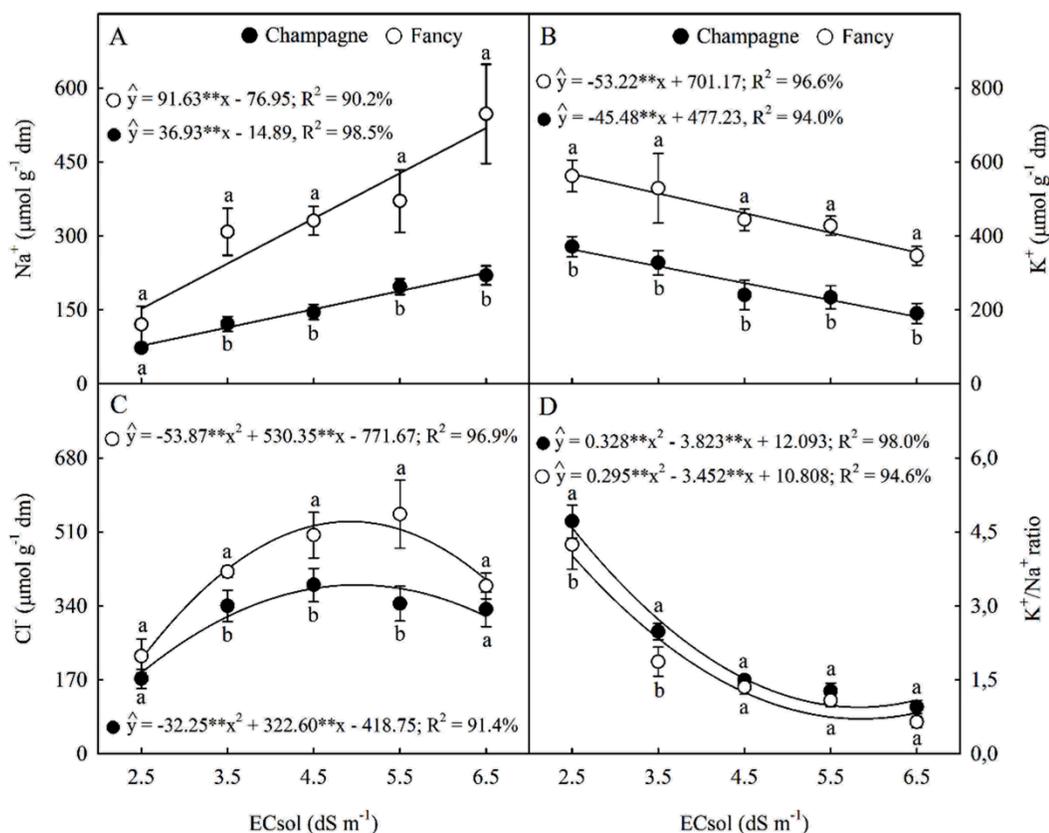
**Figura 7.2** Efeito do estresse salino sobre o potencial hidrogeniônico - pH (A), sólidos solúveis totais - SST (B), acidez titulável total - ATT (C) e índice de maturação - IM (D) de dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).

A salinidade da solução nutritiva aumentou os teores de sólidos solúveis totais (SST) em ambos os genótipos. Os valores estimados nas CEsol 2,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup> indicam que os SST no genótipo CP aumentaram de 9,5 para 10,6° Brix e no FY de 9,7 para 12,1° Brix,

respectivamente (Figura 7.2B). Diferenças substanciais entre os genótipos não foram observadas.

Para o índice de maturação (IM) foi observada uma resposta diferenciada entre os genótipos em função dos tratamentos salinos (Figura 7.2D). No genótipo FY, o IM aumentou 7,4% por incremento unitário da salinidade. No Champagne observou-se um ajuste quadrático, diminuindo de 67,62% no tratamento controle (2,5 dS m<sup>-1</sup>) até 46,87% na CEsol de 5,07 dS m<sup>-1</sup>. Comparando-se os genótipos nos tratamentos de 4,5 a 6,5 dS m<sup>-1</sup>, observa-se que o IM do FY foi, em média, 37% mais elevado que o do CP.

Em relação aos teores de solutos inorgânicos observou-se que o incremento CEsol aumentou linearmente os teores Na<sup>+</sup> de ambos os genótipos, entretanto este aumento foi mais pronunciado no FY (241%) que no CP (191%), quando comparados os valores estimados no tratamento de 6,5 dS m<sup>-1</sup> com os de 2,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 7.3A). Também pode ser visto nessa figura que, com exceção do controle (2,5 dS m<sup>-1</sup>), o teor de Na<sup>+</sup> nas folhas do genótipo FY foi, em média, 123% maior que o do CP nos demais tratamentos salinos.



**Figura 7.3** Teores de sódio - Na<sup>+</sup> (A), potássio - K<sup>+</sup> (B) e cloreto - Cl<sup>-</sup> (C) e razão K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> (D) em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) em dois genótipos

de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).

Em contraste com o  $\text{Na}^+$ , os teores de  $\text{K}^+$  diminuíram linearmente com o incremento CEsol nos genótipos CP e FY em 50,0 e 37,5%, respectivamente, quando comparados os tratamentos de 6,5  $\text{dS m}^{-1}$  com 2,5  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 7.3B). Comparando-se os genótipos, observa-se que os teores de  $\text{K}^+$  nas folhas do CP foram menores que os do FY, independentemente do tratamento salino considerado.

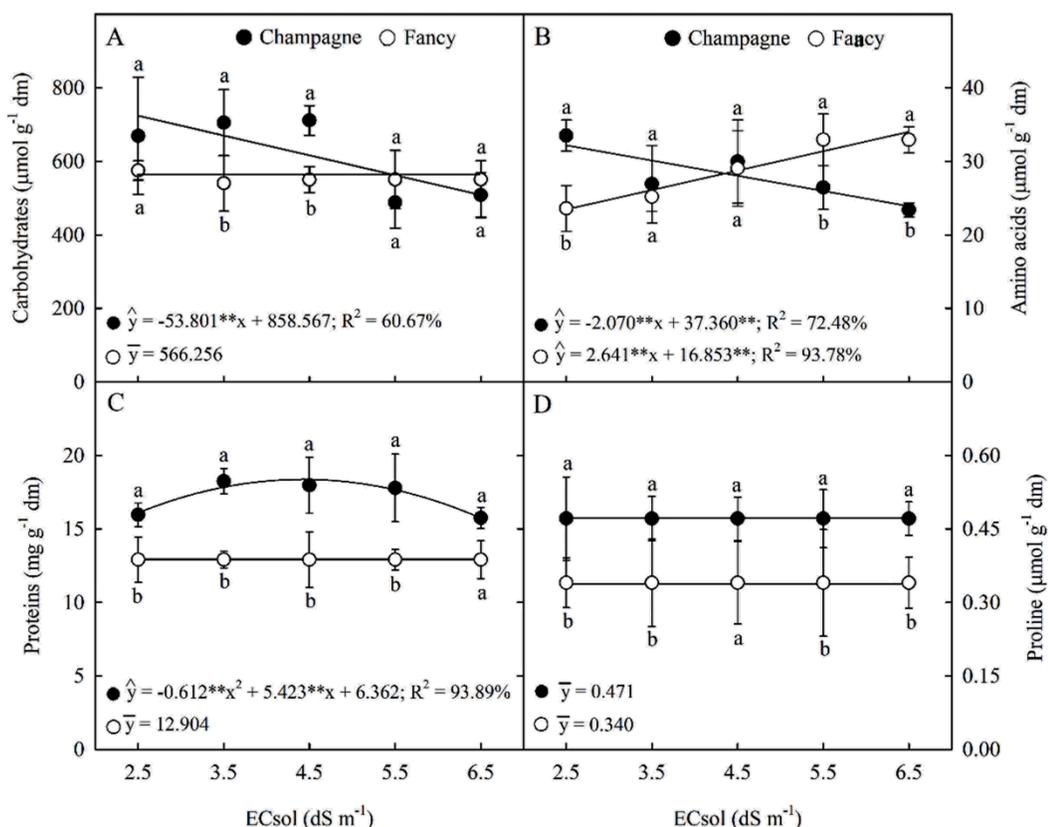
A razão  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  foi ajustada para um modelo quadrático em ambos os genótipos, diminuindo até a salinidade de 5,8  $\text{dS m}^{-1}$ . Os valores da razão  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  no genótipo CP foram maiores que os do FY nas CEsol de 2,5 e 3,5  $\text{dS m}^{-1}$ . Também é importante notar que o genótipo CP apresentou valores maiores que 1,0 em todos os tratamentos salinos. Por outro lado, no genótipo FY os valores estimados nas CEsol 5,5 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$  foram 0,75 e 0,83, respectivamente (Figura 7.3D).

Os teores de  $\text{Cl}^-$  também foram ajustados para um modelo quadrático, com um máximo estimado de 388,0  $\mu\text{mol g}^{-1}$  MS na salinidade de 5,0  $\text{dS m}^{-1}$  para o genótipo CP e 533,7  $\text{mmol g}^{-1}$  de MS na salinidade de 4,9  $\text{dS m}^{-1}$  para o genótipo FY (Figura 7.3C). Nos tratamentos de 3,5 a 5,5  $\text{dS m}^{-1}$ , os teores de  $\text{Cl}^-$  no genótipo FY foram, em média, 36% maiores que aqueles observados no CP.

Em relação aos teores de solutos orgânicos observou-se que no genótipo CP houve redução no teor de CH (29,7%) e de AA (25,7%), comparando-se os valores estimados na CEsol 6,5  $\text{dS m}^{-1}$  com os do controle (CEsol = 2,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) (Figura 7.4A, 7.4B). Para o genótipo FY, os teores de CH não foram influenciados pela CEsol, com valor médio de 566,25  $\mu\text{mol g}^{-1}$  MS. Entretanto, o teor de AA aumentou 45,0% quando comparados os mesmos tratamentos salinos.

Os teores de PS no genótipo FY foram ajustados a um modelo quadrático com um máximo estimado de 18,37  $\text{mg g}^{-1}$  MS na CEsol de 4,42  $\text{dS m}^{-1}$ . No genótipo CP, as PS não foram afetadas pela CEsol, sendo observado valores médios de 17,13  $\text{mg}^{-1}$  MS.

Em relação à PL observa-se os tratamentos salinos não alteraram os teores deste soluto orgânico (Figura 7.3D), entretanto os valores observados nas folhas do genótipo CP foram, em média, 29,78% maiores que os do FY.



**Figura 7.4** Teores de carboidratos solúveis - CH (A), aminoácidos livres - AA (B), prolina livre - PL (C) e proteínas solúveis - PS (D) em dois genótipos de minimelancias cultivados em casa de vegetação por 65 dias, sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol).

## 7.4 DISCUSSÃO

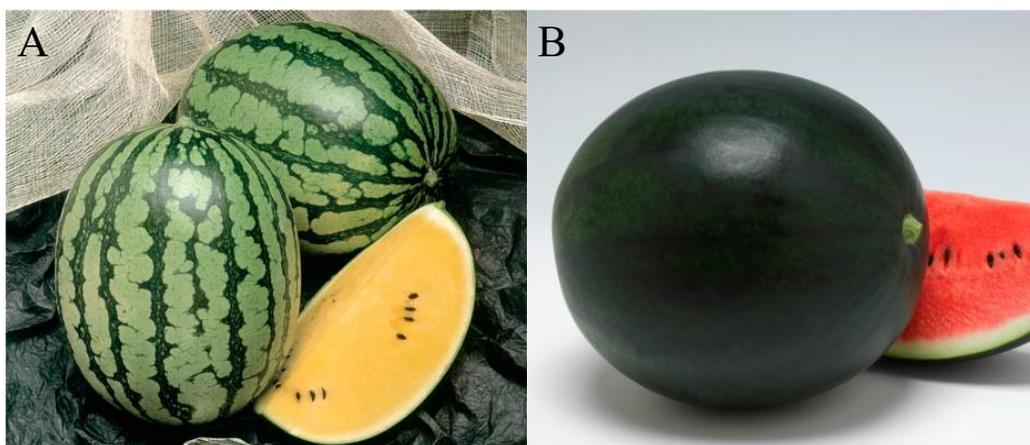
A salinidade da água de irrigação, bem comum em regiões semiáridas, é um dos estresses abióticos que mais causa redução dos rendimentos agrícolas e qualidade de frutos, inclusive das minimelancias (Ó et al., 2020; Ó et al., 2021). A massa dos frutos de minimelancia, é uma característica de grande importância ao consumidor, especialmente aqueles que têm preferência por frutos menores (mini) em relação ao original. Além disso, frutos menores são mais fáceis de armazenar.

A melancia é considerada moderadamente sensível a salinidade (Ayers e Westcot, 1999) e nesse estudo, observamos que a CEsol reduziu as variáveis de produção em ambos

os genótipos. O genótipo Champagne (CP) foi o menos afetado pela salinidade, enquanto as maiores reduções foram observadas no Fancy (FY), sugerindo que o primeiro é o mais tolerante ao sal e o último o mais sensível.

Tem sido largamente aceito que a redução do crescimento e produção das culturas sob estresse salino está associada aos efeitos osmóticos e iônicos induzidos pelo sal (Shtereva; Vassilevska-Ivanova; Karceva, 2015). A redução do potencial osmótico causa estresse hídrico e o acúmulo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  leva à toxidez e desequilíbrio do estado nutricional. A redução da produção ocasionada pelo excesso de sais também foi observada por outros autores em melancia (Silva et al., 2019; Ó et al., 2021) e outras cucurbitáceas, como melão (Akrami et al., 2020) e pepino (Nóbrega et al., 2020).

Do ponto de vista da comercialização dos frutos, é importante notar que, embora o FY seja mais sensível, os resultados de produção nas maiores salinidades (entre 4,5 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) foram semelhantes aos do CP. Assim, como o produtor comercializa o fruto em relação ao peso (kg), em cultivos hidropônicos com salinidade de até 4,5  $\text{dS m}^{-1}$  o genótipo FY é mais o produtivo e, de 4,5 a 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ , ambos os genótipos podem ser utilizados. O genótipo CP, além de ser mais tolerante ao sal, possui coloração da polpa amarela, diferente da comum (vermelha), conferindo um aspecto diferencial na sua comercialização (Figura 7.5).



**Figura 7.5** Cor da polpa dos dois genótipos de minimelancia estudados: A - genótipo Champagne (coloração amarela) e B – genótipo Fancy (coloração vermelha).

Resultados semelhantes de massa de fruto em salinidade de 6,5  $\text{dS m}^{-1}$  foram reportados por Ó et al. (2020) e Ó et al. (2021), cultivando o genótipo de minimelancia Sugar Baby em sistema de fertigação por gotejamento (1,21 g) e em sistema hidropônico (1,28 g),

respectivamente. Sousa et al. (2016) trabalharam com o genótipo Smile fertigado com solução nutritiva de  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  e relataram valores de massa de fruto de 0,80 g.

Outra característica de bastante interesse pelo consumidor é o diâmetro da polpa (DP), pois ela define o tamanho da parte comestível. Frutos com maiores DP são mais atraentes, além do que um maior diâmetro tende a tornar a casca do fruto mais fina. Contudo, a espessura da casca de frutos de melancia deve ser adequada, pois a resistência da casca é uma característica importante para o acondicionamento em embalagem (Rouphael et al., 2010). Nesse estudo, a salinidade não alterou o DP no genótipo CP, sugerindo menor espessura da casca nos tratamentos de maior salinidade, o que pode proporcionar frutos mais atraentes, mas menos resistentes ao transporte.

Os resultados de RP (73,15 e 70,13%) e IFF (0,97 e 0,99) para os genótipos CP e FY, respectivamente, indicam que dentro dos níveis de salinidade estudados, os frutos de ambos os genótipos de minimelancia foram adequados para a comercialização. Valores de RP maiores que 60% (Lima Neto et al., 2010) e de IFF próximos de 1,0 (Barros et al., 2012) são considerados desejáveis para maior aceitação do fruto pelo consumidor.

Os parâmetros de qualidade do fruto também têm um papel chave, visto que são as características organolépticas que dão a sensação de frescor e palatabilidade ao consumidor (Seymen et al., 2021). A principal característica de qualidade da melancia é a doçura e o conteúdo de açúcar do fruto está diretamente relacionado ao teor de sólidos solúveis. Nossos resultados mostram que a salinidade aumentou os SST, produzindo frutos mais doces. É provável que este aumento seja o resultado de um efeito de concentração devido à redução no tamanho dos frutos. Correlações negativas entre tamanho do fruto e SST também foram encontradas por Saraiva et al. (2017) em melancia e por Akrami et al. (2020) em melão.

De acordo com os padrões do United States Department of Agriculture (USDA) para melancias (USDA, 2021) os teores de SST devem ser  $\geq 8^\circ \text{ Brix}$  e  $\geq 10^\circ \text{ Brix}$  para que o sabor esteja em conformidade com os padrões de "boa qualidade interna" e "muito boa qualidade interna", respectivamente. Dessa forma os frutos de todos os tratamentos apresentaram um excelente grau de doçura para fins de comercialização.

As respostas acerca das variações do pH e acidez titulável (ATT) da polpa também são críticas para a qualidade, pois os frutos de melancia são caracterizados por uma baixa acidez, o pH e ATT. Neste trabalho, a salinidade não alterou estas variáveis e os genótipos

não diferiram entre si. Em concordância com nossos resultados de pH (CP = 5,4 e FY = 5,5) e ATT (CP = 0,198% e FY = 0,171%), Oliveira et al. (2015) avaliaram três cultivares de melancia em três diferentes épocas de plantio e reportaram valores médios de pH e ATT de 5,12 e 0,198, respectivamente. A acidez na melancia é importante para o equilíbrio organoléptico da doçura, para apoiar a sensação de frescor e para predispor a fruta para um melhor desempenho pós-colheita (Kyriacou et al., 2018).

O índice de maturação (IM), que é a relação entre SST e ATT, se constitui uma das melhores formas de avaliação do sabor das frutas. Contudo, valores elevados de IM podem levar a interpretações errôneas quanto ao sabor do fruto. Neste trabalho, os valores de IM nos dois genótipos variaram de 47 a 71% e estão dentro da faixa preditora de maturidade interna do fruto (Vinson III et al., 2010).

Tomados em conjunto, os resultados das variáveis de produção e pós-colheita de ambos os genótipos, nos tratamentos salinos estudados, estão dentro dos parâmetros considerados adequados para comercialização dos frutos de minimelancia (Campagnol et al., 2016).

Além dos distúrbios que a salinidade pode provocar na produção e nas características físico-químicas dos frutos, a salinidade também pode provocar desequilíbrio iônico e/ou efeitos tóxicos para o metabolismo das plantas (Parihar et al., 2015).

Quando são submetidas a condições estressantes, nesse caso, a salinidade, as plantas utilizam mecanismos de aclimação, como o ajustamento osmótico. Nestas condições, existem duas maneiras que as plantas utilizam para ajustar-se osmoticamente, a primeira pelo aumento da concentração de íons (principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) no vacúolo, e a segunda pelo acúmulo de solutos orgânicos no citosol (Taiz et al., 2017).

O aumento da concentração de íons tóxicos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) pode alterar o equilíbrio iônico e conseqüentemente, reduzir a absorção mineral (Arif et al., 2020). Além disso, em plantas sensíveis, as altas concentrações de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no meio radicular podem causar desequilíbrio de nutrientes e redução de  $\text{K}^+$  (Chrysargyris et al., 2019; Arif et al., 2020).

O potássio é um importante nutriente responsável pela regulação do potencial osmótico das células vegetais, ativando algumas enzimas envolvidos na respiração e fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2017). Assim, sua redução pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos, como abertura estomática, respiração e síntese de proteínas, conseqüentemente

modificar a capacidade fotossintética, o crescimento e os rendimento das culturas (Tavakkoli et al., 2010).

A razão  $K^+/Na^+$  é considerada como um importante indicador de tolerância por verificar o estado nutricional das plantas sobre o estresse salino, devido ao antagonismo desses elementos. Para manutenção da homeostase iônica e da eficiência metabólica, a razão  $K^+/Na^+$  deve ser superior a 1 (Greenway e Munns, 1989). Assim, nesse estudo, com base na equação matemática, para manter uma boa eficiência metabólica e a homeostase iônica, a salinidade da solução não deve ser superior a 5,45 dS  $m^{-1}$  para o genótipo CP e 4,85 dS  $m^{-1}$  para o genótipo FY. Estes resultados reforçam a afirmação descrita anteriormente na avaliação da produção de massa fresca do fruto (MF), indicando que o genótipo CP é mais tolerante à salinidade que o genótipo FY.

Quando ocorre aumento da concentração de iônica no vacúolo ocorre acúmulo de solutos orgânicos no citosol, como forma de manter o equilíbrio do potencial hídrico (Taiz et al., 2017). Os principais solutos orgânicos (também chamados osmólitos compatíveis ou osmoprotetores) avaliados nesse estudo foram: carboidratos solúveis, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina.

O acúmulo de carboidratos solúveis e aminoácidos livre totais nas folhas das plantas é considerado como um mecanismo de defesa ao estresse salino e ocorre em maior intensidade em plantas sensíveis (Parida et al., 2004; Pattanagul e Thitisaksakul, 2008; Silva et al., 2010; Slama et al., 2015). Assim, nossos resultados sugerem que a redução observada no teor de carboidratos e aminoácidos associado ao aumento no teor de proteínas solúveis, no genótipo CP, indicam um mecanismo de priorização do crescimento, através da degradação dos aminoácidos para geração de ATP via respiração oxidativa (Silva et al., 2008) ou para síntese de proteínas solúveis. Em contraste, ao aumento no teor de aminoácidos livres observado no genótipo FY, o que sugere a necessidade da realização do ajustamento osmótico.

Assim como no genótipo CP, Ó et al. (2021b) em estudo com minimelancia cultivada em sistema hidropônico com água salobra, observaram que o genótipo Sugar Baby não houve acúmulo desses compostos (carboidratos e aminoácidos), sugerindo também que estas plantas não realizaram o mecanismo de ajustamento osmótico. Na ocasião, os autores atribuíram tais respostas a posição da folha utilizada nas determinações, que foram coletadas

na posição adjacentes aos frutos em formação e, desse modo, acredita-se que houve translocação de solutos para o fruto e não para a folha (Souza et al., 2013).

O ajuste osmótico devido ao acúmulo de PL nas folhas das plantas assegura a turgência e conteúdo de água nas células em condições de estresse hídrico (Santos Júnior et al., 2020). Entretanto, a manutenção do teor de PL com o aumento da salinidade, em ambos genótipos, sugere que para esta cultura a PL não tem papel chave no mecanismo de ajustamento osmótico. Como reportado por Cova et al. (2016), onde os autores afirmam que a prolina livre quantitativamente não contribuiu para o ajustamento osmótico em plantas de noni sob condições de salinidade.

Analisando conjuntamente os resultados dos solutos orgânicos e inorgânicos, acredita-se que as diferenças observadas entre os genótipos nas variáveis estudadas indicam uma possível adaptação genética que confere ao genótipo CP uma maior tolerância quando comparado com o genótipo FY.

## **7.5 CONCLUSÕES**

O aumento da salinidade reduziu as variáveis de produção. Entretanto, o genótipo CP se destacou por apresentar menores perdas de produção e foi considerado tolerante ao estresse salino, quando comparado com o FY.

Mesmo com o aumento da salinidade, as características físico-químicas dos frutos se mantiveram dentro dos padrões de aceitação comercial.

Os resultados dos solutos orgânicos e inorgânicos nas folhas mostraram possíveis diferenças quanto à aclimação dos genótipos à salinidade. Desse modo, o estudo da tolerância de diferentes genótipos é importante para minimizar as perdas de produção durante o cultivo com águas salobras.

## **REFERÊNCIAS**

Akrami, M., Arzani, A. 2019. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. *Nature* 9, 7249.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P.C., de Moraes Gonçalves, J. L., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711 - 728.

Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., Hayat, S. 2020. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry* 156, 64 - 77.

Ayers, R. S., Westcot, D. W. *Qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.

Bai, X., Dai, L., Sun, H., Chen, M., Sun, Y., 2019. Effects of moderate soil salinity on osmotic adjustment and energy strategy in soybean under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 139, p. 307-313.

Barros, M. M., Araújo, W. F., Neves, L. T. B. C., Campos, A. J., Tosin, J. M. 2012. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental* 16, 1078-1084.

Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39, 205-207.

Batista-Silva, W., Heinemann, B., Rugen, N., Nunes-Nesi, A., Araújo, W. L., Braun, H. P., Hildebrandt, T. M. 2019. The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. *Plant, Cell e Environment* 42, 1630-1644.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72, 246-254.

Campagnol, R., Matsuzaki, R. T., Mello, S. C. 2016. Condução vertical e densidade de plantas de minimelancia em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 34, 137-143.

Chrysargyris, A., Papakyriakou, E., Petropoulos, S. A., Tzortzakis, N. 2019. The combined and single effect of salinity and copper stress on growth and quality of *Mentha spicata* plants. *Journal of Hazardous Materials* 368, 584-593.

Costa, A. R. F. C., Medeiros, J. F., Porto Filho, F. Q., Silva, J. S., Costa, F. G. B., Freitas, D. C. 2013. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17, 947-954.

Cova, A. M. W., Azevedo Neto, A. D. de, Ribas, R. F., Gheyi, H. R., Menezes, R. V. 2016. Effect of salt stress on growth and contents of organic and inorganic compounds in noni (*Morinda citrifolia* L.). *African Journal of Biotechnology* 15, 2401-2410.

Cova, A. M. W., Azevedo Neto, A. D., Silva, P. C. C., Menezes, R. V., Ribas, R. F., Gheyi, H. R. 2020. Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda citrifolia* L.) plants irrigated with brackish water. *Scientia Horticulturae* 260, 108852.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28, 350-356.

Faithfull, N. T. *Methods in agricultural chemical analysis: a practical handbook*. Wallingford: CABI Publishing, 2002. 537p.

FAOSTAT. Crops. Disponível em: < <http://fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em: 28 setembro 2020.

Ferreira, D. F., 2019. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria* 37, 529-535.

Gaines, T. P., Parker, M. B., Gascho, G. J. 1984. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. *Agronomy Journal* 76, 371-374.

Greenway, H.; Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31, 149-190.

Hasanuzzaman, M., Oku, H., Nahar, K, Bhuyan, M. B., Al Mahmud, J., Baluska, F., Fujita, M., 2018. Nitric oxide-induced salt stress tolerance in plants: ROS metabolism, signaling, and molecular interactions. *Plant Biotechnology Reports* 12, 77-92.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Características das famílias 2001 a 2009. Disponível em: <<https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=6eop=0evcodigo=FED304et=tipos-familia>>. Acessado em 25 de setembro de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal ano de 2018. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2018\\_v45\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2018_v45_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 20 maio. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457> <Acesso em: 16 abr. 2021>.

Ismail, A. M., Horie, T. 2017. Genomics, physiology, and molecular breeding approaches for improving salt tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 68, 405-434.

Jones Júnior, B. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton: CRC Press. 2001. 363p.

Kurunca, B. A., Aslana, G. E., Karacaa, C., Tezcana, A., Turgutb, K., Karhanc, M., Kapla, B., 2020. Effects of salt source and irrigation water salinity on growth, yield and quality parameters of *Stevia rebaudiana*. *Scientia Horticulturae* 270, 109458.

Kyriacou, M. C., Leskovar, D. I., Colla, G., Rouphael, Y. 2018. Watermelon and melon fruit quality: The genotypic and agro-environmental factors implicated. *Scientia Horticulturae* 234, 393-408.

Liang, W., Ma, X., Wan, P., Liu, L., 2018. Plant salt-tolerance mechanism: a review. *Biochemical Biophysical Research Communications* 495, 286–291.

Lima Neto, I. S., Guimarães, I. P., Batista, P. F., Aroucha, E. M. M., Queiroz.; M. A. 2010. Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró-RN. *Revista Caatinga* 23, 14-20.

Lo'ay, A. A., EL-Ezz, S. F. A. 2021. Performance of 'Flame seedless' grapevines grown on different rootstocks in response to soil salinity stress. *Scientia Horticulturae* 275, 109704.

Marques, G. N., Peil, R. M. N., Carini, F., Rosa, D. S. B., Lago, I., 2016. Análise do crescimento de genótipos de minimelancia em hidroponia. *Interciência* 41, 67-74.

Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A., Therios, I. 2016. Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 16, 621-636.

Medeiros, J. F., Lisboa, R. A., Oliveira, M., Silva, M. J., Jr., Alves, L. P. 2003. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 7, 469-472.

Melo, E. N. de, Nobre, R. G., Pinheiro, F. W. A., Souza, L. de P., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Elias, J. J., Silva, W. L. da., 2018. Evaluation of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*)

rootstock under saline water irrigation and nitrogen fertilization. *Australian Journal of Crop Science* 12, 1034-1040.

Nascimento, H. H. C., Santos, C. A., Freire, C. S., Silva, M. A., Nogueira, R. J. M. C. 2015. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. *Revista Árvore* 39, 641-653.

Negrão, S. Schmöckel, S. M., Tester, M. 2017. Avaliando respostas fisiológicas das plantas ao estresse da salinidade. *Annals of Botany* 119, 1-11.

Nobre, R. G., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Lourenço, G. S., Soares, L. A. A., 2013. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica* 44, 76-85.

Nóbrega, J. S., Figueiredo, F. R. A., Nascimento, R. G. S., Bruno, R. L. A., Alves, E. U., Cavalcante, L. F., 2018. Qualidade fisiológica de sementes de melão pepino sob salinidade crescente da água de irrigação. *Revista de Ciências Agrárias* 41, 1011-1018.

Nóbrega, J. S., Silva, T. I. da, Silva Ribeiro, J. E da, Vieira, L. de S., Andrade Figueiredo, F. R., Fátima, R. T. de, Alcântara Bruno, R. de L., Dias, T. J., 2020. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins* 7, 162-171.

Ó, L. M. G. do., Cova, A. M. W., Silva, P. C. C. da, Gheyi, H. R., Azevedo Neto, A. D. de, Ribas, R. F. 2021. Aspectos bioquímicos e fluorescência da clorofila a em plantas de minimelancia hidropônica sob estresse salino. *Irriga* 26, 221–239.

Ó, L. M. G. do., Cova, A. M. W., Azevedo Neto, A. D. de., Ganda, M. S., Santos, A. L., Gheyi, H. R., 2021. Produção, eficiência de uso da água e qualidade pós-colheita de minimelancia hidropônica sob estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 51, e67054.

Ó, L. M. G. do., Cova, A. M. W., Gheyi, H. R., Silva, N. D. da., Azevedo Neto, A. D. de., 2020. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. *Revista Caatinga* 33, 766-774.

Ó, L. M. G. do., Cova, A. M. W., Gheyi, H. R., Silva, N. D. da., Silva, P. C. C., Azevedo Neto, A. D. de., 2020. Crescimento inicial de minimelancia cv. Sugar Baby irrigada com águas salobras. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 14, 4086-4096.

Oliveira, F. A., Pinto, K. S. de O., Bezerra, F. M. S., Lima, L. A. de, Cavalcante, A. L. G., Oliveira, M. K. T. de., 2014. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. *Revista Ceres* 61, 147-154.

Oliveira, M. M. M., Alves, R. E., Silva, L. R., Aragão, F. A. S. 2019. Qualidade de frutos de híbridos de melancia com sementes. *Revista de la Facultad de Agronomía* 118, 77-83.

Parida, A. K., Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60, 324-349.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., Prasad, S. M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 4056-4075.

Pattanagul, W., Thitisaksakul, M. 2008. Effect of salinity stress on growth and carbohydrate metabolism in three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity tolerance. *Indian Journal of Experimental Biology*, v. 46, p. 736-742

Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., Colla, G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Science Horticulture* 127, 172-179.

Sá, F. V. S., Brito, M. E. B., Melo, A. S., Neto, P. A., Fernandes, P. D., Ferreira, I. B. 2013. Production of papaya seedlings irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17, 1047-1054.

Sacramento, B. L., Cruz, T. S., Silva, L. L., Mota, N. A. B., Azevedo Neto, A. D., 2014. Pigments and levels of organic solutes in water hyacinth plants under salt stress. *Enciclopédia Biosfera* 10, 33-44.

Santos Júnior, J. L., Oliveira, M. F. C., Silva, E. C. 2020. Organic compounds accumulation in *Ceiba glaziovii* (Kutze) Kum. seedlings in response to intermittent drought. *Scientia Plena* 16, 011201.

Sasaki, J. L. S. Hidroponia. In: *Semana da Agronomia*, 11. Ilha Solteira: UNESP, 1992. 9p.

Saraiva, K. R., Araujo, T.V., Bezerra, F. M. L., Costa, S.C., Gondim, R.S. 2017. Regulated deficit irrigation and different mulch types on fruit quality and yield of watermelon. *Revista Caatinga* 30, 437–446.

Sausen, D., Ferreira, C. R. L., Lopes, S. C. D., Marques, L. P., Souza, A. J. M. de, Alves, E. C. G. A., Patrocínio, E. S. A., Cordeiro, K. A. S. 2020. Cultivo fora do solo: Uma alternativa para áreas marginais. *Brazilian Journal of Development* 6, 14888-14903.

Seymen, M., Yavuz, D., Ercan, M., Akbulut, M., Çoklar, H., Kurtar, E. S., Yavuz, N., Suheri, S., Türkmen, Ö. 2021. Effect of wild watermelon rootstocks and water stress on chemical properties of watermelon fruit. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 62, 411-422.

Shtereva, L.; Vassilevska-Ivanova, R.; Karceva, T. 2015. Effect of salt stress on some sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) genotypes. *Archives of Biological Sciences* 67, 993-1000.

Silva, E. C., Nogueira, R. J. M. C., Araújo, F. P., Melo, N. F., Azevedo Neto, A. D. 2008. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany* 63,147-157.

Silva, E. N., Ferreira-Silva, S. L., Viégas, R. A., Silveira, J. A. G. 2010. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. *Environmental and Experimental Botany* 69, 279-285.

Silva, S. S., Lima, G. S., Lima, V. L. A., Gheyi, H. R, Soares, L. A. A., Lucena, R. C. M. 2019. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 49, e54822.

Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T., Savouré, A. 2015. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Annals of Botany* 115, 433-447.

Soares, T. M., Duarte, S. N., Silva, E. F. F., Melo, R. F., Jorge, C. A., Oliveira, A. S., 2009. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. *Irriga* 14, 102-114.

Sousa, A. B. O., Duarte, S. N., Sousa Neto, O. N. D., Souza, A., Sampaio, P. R., Dias, C. T. D. S. 2016. Production and quality of mini watermelon cv. 'Smile' irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 20, 897-902.

Souza, E. R., Ribeiro, V. G., Dantas, B. F., Lima Filho, J. M. P. 2013. Variação de carboidratos em folhas da videira 'Itália' submetida a diferentes níveis de desfolhas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 8, 535-539.

Taiz, L., Zeiger, E., Myller, I. M., Murphy, A. 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: ARTMED. 889p.

Tavakkoli, E., Rengasamy, P., McDonald, G. K. 2010. High concentrations of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress. *Journal of Experimental Botany* 61, 4449-4459.

USDA - United States Department of Agriculture. United States Standards for Grades of Watermelons. U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C., 2021. 13p.

Vinson, E. L., III; Woods; F. M.; Kemble, J. M.; Perkins-Veazie, P.; Davis, A.; Kessler, J. R. 2010. Use of External Indicators to Predict Maturity of Mini-watermelon Fruit. HortScience, 45, 1034-1037.

Yemm, E. W., Cocking, E. C. 1955. The determination of amino acids with ninhydrin. Analyst 80, 209-213.

Yuri, J.; Resende, G. M.; Costa, N. D. 2020. Características produtivas de genótipos de melão amarelo e pele de sapo em duas épocas de plantio no submédio do vale do São Francisco. Revista brasileira de agricultura irrigada 14, 3897-3905.

Zenebon, O.; Pascuet, N. S.; Tiglea, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, 2008. 1020p.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A salinidade da água de irrigação é um dos principais problemas ambientais que afeta o desenvolvimento de culturas importantes ao agronegócio, em especial, as minimelancias. Nessas condições adversas, além do desequilíbrio iônico e osmótico, as plantas aclimatam-se afetando os processos fisiológicos e bioquímicos.

Dentre os processos, de modo geral, podemos destacar a diminuição da germinação de sementes, diminuição da massa dos frutos e biomassa, acúmulo de solutos inorgânicos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) e em alguns genótipos, acúmulo de solutos orgânicos.

Para amenizar esses efeitos da salinidade, diversas estratégias podem ser adotadas com respostas positivas dentre elas a irrigação por pulsos (irrigação intermitente) e a hidroponia.

Nesse estudo em discussão, a salinidade mesmo em condições hidropônicas reduziu a massa dos frutos, as características físicas e a biomassa seca e afetou a qualidade dos frutos de alguns genótipos. Entretanto, a irrigação por pulsos não minimizou os efeitos da salinidade, pelo contrário, aumentou a absorção de sais, sendo benéfica apenas em água com baixa salinidade.

No entanto, as respostas da tolerância da minimelancia a salinidade pode variar em relação ao tipo de genótipo, tipo de sistema hidropônico e nível salino. Dentre os tipos de hidroponia que se utilizaram nesse estudo (DFT e floating), pode-se perceber que o sistema DFT foi o que apresentou os melhores resultados em termos de produção, tanto em baixa quanto em alta salinidade, contudo, por serem genótipos diferentes, essa afirmação não pode ter caráter conclusivo.

Desse modo, é importante a realização de estudos que avaliem o comportamento de diferentes genótipos frente ao estresse salino e em diferentes sistemas de cultivos, para que dessa forma, os produtores possam tomar conhecimento de cultivares com alto potencial produtivo, que se adequem as suas necessidades locais.