



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
DOUTORADO EM FITOTECNIA

DIEGO RANGEL DA SILVA GAMA

**INDICADORES MORFOFISIOLÓGICOS DE ACESSOS DE MELÃO CULTIVADOS  
SOB NÍVEIS SALINOS**

MOSSORÓ

2018

DIEGO RANGEL DA SILVA GAMA

**INDICADORES MORFOFISIOLÓGICOS DE ACESSOS DE MELÃO CULTIVADOS  
SOB NÍVEIS SALINOS**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski

Coorientador: Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes.

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

d184i da Silva Gama, Diego Rangel.  
INDICADORES MORFOFISIOLÓGICOS DE ACESSOS DE  
MELÃO CULTIVADOS SOB NÍVEIS SALINOS / Diego  
Rangel da Silva Gama. - 2018.  
92 f. : il.

Orientador: Jeferson Luiz Dallabona Dombroski.  
Coorientador: Glauber Henrique de Souza Nunes.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural  
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. meloeiro. 2. estresse salino. 3.  
características morfológicas. 4. características  
fisiológicas. I. Dallabona Dombroski, Jeferson  
Luiz, orient. II. de Souza Nunes, Glauber  
Henrique, co-orient. III. Título.

DIEGO RANGEL DA SILVA GAMA

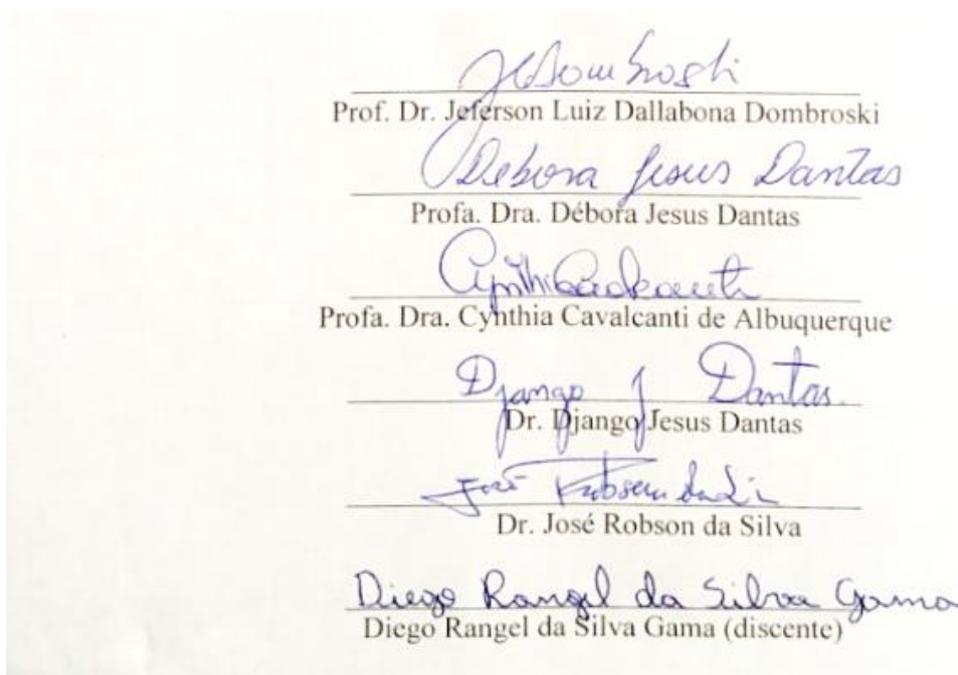
**INDICADORES MORFOFISIOLÓGICOS DE ACESSOS DE MELÃO CULTIVADOS  
SOB NÍVEIS SALINOS**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 02/ 05/ 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski

Profa. Dra. Débora Jesus Dantas

Profa. Dra. Cyntia Cavalcanti de Albuquerque

Dr. Django Jesus Dantas

Dr. José Robson da Silva

Diego Rangel da Silva Gama  
Diego Rangel da Silva Gama (discente)

*Aos meus avôs que sempre apontaram os estudos como um caminho para o futuro.*

Aos meus pais.  
Por terem me dado à vida.  
Por terem sempre me incentivado.  
Por terem me prestigiado com a liberdade de escolha.  
Por me amarem assim como eu os amo e sempre amarei.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus por todas as bênçãos em minha vida.

Ao meu pai, Elizio, pelo exemplo de dignidade e determinação. Por sempre me apoiar e investir na minha formação profissional e de minhas irmãs.

À minha mãe, minha vida, Sueli, por todo carinho e amor, nunca me deixando baixar a cabeça diante das dificuldades.

À minhas irmãs, Lorena e Brenda, por estarem do meu lado e pela confiança de sempre.

Ao meu sobrinho Pedro Henrique, pelo seu sorriso e brilho que me renova a cada dia!

A toda minha família por torcer e estar me apoiando sempre.

Ao meu orientador, professor Jeferson Dombroski, pela amizade, orientação e apoio na condução dos experimentos e conhecimentos compartilhados.

Ao meu coorientador Glauber Henrique pelo apoio e parceria durante o doutorado.

Aos meus colegas Fernando Sarmiento, Jackson, Moisés, Milena, Alaíde pela amizade e parceria! Vocês foram essenciais para realização deste trabalho! Muito obrigado!

A toda a equipe do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por tornarem a realização desse trabalho possível.

À Universidade Federal Rural do Semiárido pela estrutura e suporte para execução das atividades.

A CAPES pela concessão da bolsa.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho!

Muito obrigado,

Diego Rangel da Silva Gama

Se seu sonho for maior que você, alargue suas asas. Esqueça seus medos. Faça como a águia, decole bem alto. Porque o sonho mais ousado que você tiver, ainda será pequeno comparado ao que Deus tem para você.

Autor desconhecido

## RESUMO

O meloeiro é uma cultura econômica importante que tem o crescimento inibido em condições salinas, causando alterações estruturais, morfológicas e fisiológicas e prejudicando a produtividade. Encontrar características em plantas que sejam tolerantes a salinidade é fundamental para que os melhoristas possam selecionar materiais genéticos promissores. A salinidade é um problema que afeta o crescimento de plantas em todos os estádios de crescimento e de forma diferenciada, sendo a maioria das cultivares mais sensíveis durante a emergência de plântulas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi correlacionar indicadores de tolerância à salinidade durante a emergência de plântulas de meloeiro e identificar indicadores morfológicos e fisiológicos em plantas de melão submetidos a diferentes concentrações salinas. Foram realizados dois experimentos sendo um realizado em laboratório e outro em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, em Mossoró-RN, Brasil. O experimento em laboratório foi conduzido em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) do LAEV - Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do CPVSA (Centro de Pesquisa Vegetal do Semiárido), no período de março à maio de 2016. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de 10 sementes, em esquema fatorial 10 x 5 constituído pela combinação de dez acessos de melão (A07, A33, A32, A36, A08, A13, 2I4, 27I, 30II, 39II), e cinco níveis de salinidade (0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento da raiz (CR), matéria seca do caule (MSCA), matéria seca dos cotilédones (MSCO), matéria seca das raízes (MSR). O experimento em casa de vegetação foi conduzido em ambiente protegido com 30% de sombreamento, no período de agosto à outubro de 2016. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4 x 5, com o primeiro fator constituído dos acessos de melão (A07; A33; 2I4 e 39II), e o segundo, das concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram feitas observações do experimento aos 90 DAS para identificar indicadores morfológicos nas plantas dos diferentes tratamentos, avaliando diversas características da planta como: comprimento do caule, diâmetro do caule, número e comprimento dos entrenós, número de folhas, área foliar, comprimento e largura da folha, número total de flores, número de flores masculinas e hermafroditas, comprimento e volume da raiz, e matéria seca do caule, raiz, folha e total. Foi avaliado o efeito dos níveis salinos nas plantas em três fases fenológicas da cultura, fase vegetativa (35 DAS), fase de florescimento (55 DAS) e fase de frutificação e senescência (75 DAS); monitorando a taxa fotossintética ( $A$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração das plantas ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), com o auxílio de um medidor de fotossíntese LI-6400 (LI-COR Biosciences) sendo as leituras realizadas entre as 08h00min e 10h00min da manhã. E também foram determinadas as características anatômicas dos estômatos, avaliadas em folhas dos acessos (A07, A33, 2I4, 39II), em que foi coletada uma folha por planta com quatro repetições em cada tratamento salino. A contagem dos estômatos por área foi feita na face adaxial e abaxial das folhas. Para medições de diâmetro longitudinal e transversal, tomaram-se de cada amostra dois estômatos da face adaxial e abaxial. Os

resultados do experimento em laboratório mostraram que a salinidade afetou negativamente os caracteres E%, IVE, TME, AP, CR, MSCA, MSR, exceto DC e MSCO. Não houve um padrão dos coeficientes de correlação genotípica entre os níveis salinos. O maior número de correlações genotípicas foi encontrado no nível salino com 12 dS m<sup>-1</sup>. As correlações que melhor indicam à tolerância dos acessos de meloeiro a salinidade foram E% e IVE, E% e MSR, E% e MSCO, IVE e MSR, IVE e MSCO, TME e MSCO, AP e CR, AP e MSR, DC e MSCA, MSR e MSCO. Os caracteres que melhor indicam à tolerância a salinidade são: E%, IVE, MSCO, MSR. Os resultados do experimento em casa de vegetação apresentaram que a salinidade afetou negativamente todas as variáveis de crescimento dos acessos de melão. As variáveis comprimento do caule, comprimento do entrenó, número de folhas, área foliar, volume da raiz, matéria seca do caule, folha, raiz e total mostraram ser bons indicadores de tolerância à salinidade. O acesso 2I4 mostrou-se o mais tolerante a salinidade em todas as variáveis, exceto no comprimento do caule, comprimento x largura da folha, número total de flores e número de flores masculinas. As avaliações fisiológicas mostraram que a salinidade afetou negativamente a condutância estomática, transpiração e taxa fotossintética líquida apenas aos 35 DAS, não influenciando na concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha. A fase vegetativa aos 35 DAS, apresentou ser a fase mais sensível à salinidade. Quanto às avaliações estomáticas observou-se que o número de estômatos da face adaxial e abaxial da folha reduziu com o aumento da salinidade, e os diâmetros longitudinal e transversal dos estômatos aumentaram com a salinidade.

**Palavras-chave:** meloeiro, estresse salino, características morfológicas, características fisiológicas.

## ABSTRACT

Melon is an important economic crop that has inhibited growth in saline conditions, causing structural, morphological and physiological changes and damaging productivity. Finding characteristics in plants that are tolerant to salinity is fundamental so that breeders can select promising genetic materials. Salinity is a problem that affects the growth of plants at all stages of growth and in a differentiated way, with the majority of cultivars being more sensitive during the emergence of seedlings. Thus, the objective of this work was to correlate salinity tolerance indicators during emergence of melon seedlings and to identify morphological and physiological indicators in melon plants submitted to different saline concentrations. Two experiments were carried out, one in the laboratory and the other in a greenhouse, of Federal University Rural Semi-Arid - UFERSA, Mossoró-RN, Brazil. The laboratory experiment was conducted in B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) from the Laboratory of Plant Ecophysiology of the CPVSA (Plant Research Center of the Semi-Arid), from March to May 2016. The design was completely randomized (DIC) (A07, A33, A32, A36, A08, A13, 2I4, 27I, 30II, 39II), and five levels of salinity (five replicates of 10 seeds), in a 10 x 5 factorial scheme. (0.0, 3.0, 6.0, 9.0, 12.0 dS m<sup>-1</sup>). The following evaluations were performed: emergency percentage (E%), emergency speed index (IVE), mean time of emergence (TME), seedling height (AP), neck diameter (DC), root length), dry matter of the stem (MSCA), dry matter of cotyledons (MSCO), dry matter of the roots (MSR). The greenhouse experiment was conducted in a protected environment with 30% shading, from August to October 2016. The experimental design was blocks with seven replicates. The treatments were arranged in a 4 x 5 factorial scheme, with the first factor consisting of the melon accessions (A07, A33, 2I4 and 39II), and the second one of the saline concentrations (0.5, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS m<sup>-1</sup>). The experiment was carried out at 90 DAS to identify morphological indicators in the plants of the different treatments, evaluating several plant characteristics such as: stem length, stem diameter, number and length of internodes, leaf number, leaf area, leaf length and width leaf, total number of flowers, number of male and hermaphrodite flowers, root length and volume, dry matter of stem, root, leaf and total. The effect of saline levels on plants in three phenological phases of the crop, vegetative phase (35 DAS), flowering stage (55 DAS) and fruiting and senescence phase (75 DAS) were evaluated; ( $A$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), plant transpiration ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), and internal concentration  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), stomatal conductance of ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), with the aid of a LI-64 Biosciences photosynthesis meter (LI-COR Biosciences) being read between 08:00 and 10:00 AM. The anatomical characteristics of the stomata, evaluated in leaves of the accessions (A07, A33, 2I4, 39II), were also determined, in which one leaf per plant was collected with four replicates in each saline treatment. The count of the stomata by area was done on the adaxial and abaxial side of the leaves. For measurements of longitudinal and transverse diameter, two stomata of the adaxial and abaxial surfaces were taken from each sample. The results of the laboratory experiment showed that the salinity negatively affected the E%, IVE, TME, AP, CR, MSCA, MSR, except DC and MSCO characters. There was no pattern of genotype correlation coefficients between saline levels. The highest number of genotype correlations was found at the saline level with 12 dS m<sup>-1</sup>. The correlations that best indicate the tolerance of melon accessions to salinity were E% and IVE, E% and MSR, E% and

MSCO, IVE and MSR, IVE and MSCO, TME and MSCO, AP and CR, AP and MSR, DC and MSCA, MSR and MSCO. The characters that best indicate the salinity tolerance are: E%, IVE, MSCO, MSR. The results of the greenhouse experiment showed that the salinity negatively affected all the growth variables of the melon accessions. The variables stem length, training length, number of leaves, leaf area, root volume, stem dry matter, leaf, root and total variables were good indicators of salinity tolerance. Access 2I4 was the most tolerant to salinity in all variables except stem length, leaf length x width, total number of flowers and number of male flowers. Physiological evaluations showed that salinity negatively affected stomatal conductance, transpiration and net photosynthetic rate only at 35 DAS, without influencing the internal CO<sub>2</sub> concentration in the leaf. The vegetative phase at 35 DAS was the most sensitive phase to salinity. As for the stomatal evaluations, the stoma number of the adaxial and abaxial side of the leaf was reduced with increasing salinity, and the longitudinal and transverse diameters of the stomata increased with salinity.

**Keywords:** melon, saline stress, morphological characteristics, physiological characteristics.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- Figura 1 – Resposta dos acessos de melão à diferentes níveis de salinidade, (a) porcentagem de emergência (E%); (b) índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME); (c) altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC) e comprimento da raiz (CR); (d) matéria seca do caule (MSCA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca do cotilédone (MSCO). Mossoró – RN, 2016.....38

### CAPÍTULO 3

- Figura 1 – Acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) aos 40 DAS submetidos a diferentes concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8 dS m<sup>-1</sup>). Mossoró – RN, 2016.....50
- Figura 2 – Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) comprimento do caule; (b) número de entrenós; (c) comprimento do entrenó; (d) diâmetro do caule. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016..... 54
- Figura 3 – Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) número de folhas; (b) área foliar total; (c) largura da folha; (d) comprimento da folha; (e) comprimento x largura da folha. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.....56
- Figura 4 – Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) comprimento da raiz; (b) volume da raiz. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró. – RN, 2016..... 58
- Figura 5 – Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) matéria seca do caule; (b) matéria seca da folha; (c) matéria seca da raiz; (d) matéria seca total. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.....60
- Figura 6 – Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) número total de flores; (b) número de flores masculinas; (c) número de flores hermafroditas. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.....61

## CAPÍTULO 4

- Figura 1 – Condutância estomática ( $g_s$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.....74
- Figura 2 – Transpiração ( $E$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.....76
- Figura 3 – Taxa fotossintética líquida ( $A$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.....78
- Figura 4 – Concentração interna de  $CO_2$  na folha ( $C_i$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.....80
- Figura 5 – Número de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face adaxial da folha; (b) face abaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.....82
- Figura 6 – Diâmetro longitudinal e transversal de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face adaxial da folha; (b) face abaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.....83
- Figura 7 – Diâmetro longitudinal e transversal de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face abaxial da folha; (b) face abaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.....85

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 2

- Tabela 1 – Coeficientes de correlação genotípica entre nove caracteres avaliados em acessos de melão cultivados em substrato com diferentes níveis de salinidade. Mossoró – RN, 2016..... 37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Prof	Professor
Dr	Doutor
B.O.D	Biochemical Oxygen Demand
LAEV	Laboratório de Ecofisiologia Vegetal
CPVSA	Centro de Pesquisa Vegetal do Semiárido
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
RN	Rio Grande do Norte
dS m <sup>-1</sup>	Decisiemens
E%	Porcentagem de emergência
IVE	Índice de velocidade de emergência
TME	Tempo médio de emergência
DC	Diâmetro do colo
CR	Comprimento da raiz
MSCA	Matéria seca do caule
MSR	Matéria seca da raiz
MSCO	Matéria seca do cotilédone
NaCl	Cloreto de sódio
Mm	Milímetro
°C	Temperatura em graus Celsius
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
Q	Quantidade de Nacl
mg L <sup>-1</sup>	Miligrama por litro
CEa	Condutividade elétrica da água
G	Gramas
Ns	Não significativo
L	Litro
Cm	Centímetro
Ph	Potencial hidrogeniônico
dag kg <sup>-1</sup>	Decagrama por quilograma
mg dm <sup>-3</sup>	Miligrama por decímetro cúbico
CTC	Capacidade de troca catiônica

cmol dm <sup>3</sup>	Centimol por decímetro cúbico
Kg	Quilograma
g L <sup>-1</sup>	Gramas por litro
MSF	Matéria seca total das folhas
MSD	Matéria seca dos discos
H	Hora
Y <sub>r</sub>	Rendimento relativo
C	Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo
C <sub>50</sub>	Nível salino produzindo 50% do rendimento não-salino
S	Constante de inclinação da curva de resposta
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico
A	Taxa fotossintética líquida
E	Transpiração
g <sub>s</sub>	Condutância estomática
C <sub>i</sub>	Concentração interna de CO <sub>2</sub> na folha
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
cv	Cultivar
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
min	Minuto
μmol	Micromol
mmol	Milimol
mol	Mol

## LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 O meloeiro .....</b>	<b>18</b>
2.1.1 O melão e sua importância econômica.....	18
2.1.2 Taxonomia, morfologia e fisiologia do melão.....	19
<b>2.2 Salinidade e uso de águas salinas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Alterações nas plantas causadas pela salinidade.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÕES GENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES DE PLÂNTULAS DE MELÃO CULTIVADAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS.....</b>	<b>30</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>30</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>31</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 3 – INDICADORES MORFOLÓGICOS DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM MELOEIRO.....</b>	<b>46</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>46</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>47</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E ESTOMÁTICA DE ACESSOS DE MELÃO SOB ESTRESSE SALINO.....</b>	<b>67</b>

<b>RESUMO</b> .....	67
<b>ABSTRACT</b> .....	68
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	69
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	71
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	73
<b>3.1 Características fisiológicas das plantas sob estresse salino</b> .....	73
3.1.1 Condutância estomática.....	73
3.1.2 Transpiração.....	75
3.1.3 Fotossíntese.....	77
3.1.4 Concentração interna de CO <sub>2</sub> na folha.....	79
<b>3.2 Características anatômicas dos estômatos das folhas sob estresse salino</b> .....	81
3.2.1 Número de estômatos da face adaxial e abaxial.....	81
3.2.2 Diâmetro longitudinal e transversal dos estômatos.....	82
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	86
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	87

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1. INTRODUÇÃO GERAL**

O Rio Grande do Norte destaca-se como o principal produtor de melão, tanto em área cultivada como em produtividade, porém muitos produtores utilizam águas de irrigação com elevada salinidade o que pode afetar o desenvolvimento da cultura e a produção (MEDEIROS et al., 2003).

Nas áreas produtoras de melão do Rio Grande do Norte, a água de irrigação é obtida de poços artesianos profundos que, embora de boa qualidade, apresenta alto custo de obtenção, o que impossibilita o seu uso por grande parte dos produtores e os fazem buscar fontes alternativas de água, como poços abertos no calcário Jandaíra, reduzindo consideravelmente seu custo; entretanto, esta fonte de água tem o inconveniente de apresentar teores elevados de sais podendo trazer, como consequência, a salinização dos solos e decréscimo no rendimento das culturas mais sensíveis; além disso, devido à elevada concentração de bicarbonato de cálcio na água, pode ocorrer elevação da alcalinidade do solo (OLIVEIRA; MAIA, 1998; MEDEIROS et al., 2003).

A sensibilidade ou a tolerância a salinidade podem diferir de acordo com o meio de cultura, o tipo de salinidade e o estágio de crescimento da planta (MANGAL et al., 1988; NUKAYA et al., 1980). O meloeiro apresenta grande variação no nível de tolerância à salinidade, variando tanto entre cultivares quanto com as condições ambientais, de manejo e fases fenológicas (PIZARRO, 1990). O estudo da tolerância à salinidade em plantas é de especial importância, pois o sal se constitui em fator relevante para a produção agrícola, e pode causar o estresse osmótico e estresse por fitotoxicidade iônica específica, o que consequentemente diminui a absorção de nutrientes e o crescimento, provocando alterações nos traços morfológicos, fisiológicos e nas atividades metabólicas (SEVENGOR et al., 2011; KUSVURAN et al., 2013, HARTER et al., 2014).

Algumas práticas têm sido utilizadas na avaliação da tolerância à salinidade como o estudo das trocas gasosas da planta com o ambiente, considerado ferramenta importante na verificação dos efeitos da salinidade nos vegetais, visto ser os mecanismos estomáticos os primeiros a serem afetados, devido à redução na disponibilidade de água (MUNNS, 2005; NEVES et al., 2009). Também a seleção de plantas para a tolerância à salinidade pode ser realizada a partir do início do desenvolvimento vegetativo da cultura, pois a redução na área

foliar e na matéria seca das plantas jovens se equipara às reduções na produção promovidas pela salinidade. No melão, quando se aumenta o nível de salinidade da água de irrigação, diminui uma série de características da planta, como altura, matéria fresca de folhas, ramos e raízes, matéria seca, comprimento e diâmetro de entrenós e área foliar (ANASTASIO et al., 1987; NERSON; PARIS, 1984; PORTO FILHO et al., 2001).

No entanto, pouco se sabe sobre como as plantas de melão se comportam sob estresse salino, quanto aos indicadores morfológicos que permitam identificar se a planta é tolerante a salinidade, como as trocas gasosas são afetadas, e quais características fisiológicas são alteradas. Entender o funcionamento desses mecanismos morfofisiológicos em acessos de melão submetidos à salinidade podem ajudar os melhoristas a identificar acessos promissores quanto à tolerância a altos níveis de sais. Assim, o objetivo desse trabalho é identificar indicadores morfológicos e fisiológicos em acessos de melão (*Cucumis melo L.momordica*) submetidos a diferentes concentrações salinas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O meloeiro**

#### **2.1.1 O melão e sua importância econômica**

O melão é uma planta anual, herbácea com grande expressão econômica e social para o Brasil. É a hortaliça de maior importância nos últimos anos no nordeste brasileiro devido ao aumento das exportações, ao maior consumo no mercado interno e a ocupação de grande quantidade de mão-de-obra (MEDEIROS, 2001).

Os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia destacam-se como maiores produtores da cultura do melão, com mais de 95% da produção nacional. Os principais centros produtores brasileiro compreendem os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, com destaque para os pólos agrícolas da Chapada do Apodi e Mossoró-Açu (IBGE, 2014; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008). O sucesso da cultura na região semiárida se deve às condições ótimas de clima para o seu desenvolvimento (intensidade e duração de luminosidade, temperatura alta e precipitação pluviométrica baixa) (DIAS, 2014; SILVA et al., 2002).

Em 2014, o estado do Rio Grande do Norte produziu mais de 232.575 mil toneladas (42% da produção nacional), em uma área plantada de 8.260 hectares (43% da área cultivada no país), atingindo um valor da produção equivalente a R\$ 189.432,00, sendo o rendimento médio de 28.157 kg.ha<sup>-1</sup>. No mesmo período, o estado do Ceará produziu mais de 222.391 mil toneladas (40% da produção nacional), em uma área plantada de 7.349 hectares (38% da área cultivada no país), com valor da produção equivalente a R\$ 170.406,00, com rendimento médio de 30.261 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014). Em 2014, a área produzida no Brasil foi de 22.810 ha, com produção de 575.386 toneladas de frutos, com rendimento nacional médio de 25.225 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014; DIAS, 2014).

Atualmente, o melão é a oitavo fruto mais produzido e ocupa a terceira colocação entre as principais frutas frescas exportadas pelo Brasil (AGRIANUAL, 2013). O montante de melão exportado na safra 2015/16, representa uma significativa fração da exportação de frutos *in natura* (FAO, 2016), e segundo Costa e Julião (2016) o transporte de melão do Brasil para exportação entre agosto de 2015 e fevereiro de 2016, somaram mais de 200 mil toneladas, somando uma receita de mais de US\$ 140 milhões aos exportadores.

### 2.1.2 Taxonomia, morfologia e fisiologia do melão

O melão é originário da África e da Ásia, pertence à família botânica das cucurbitáceas, é de porte herbáceo e pode ser cultivada de forma tutorada ou rasteira (MELO et al., 2008). Existem nove variedades botânicas de melão, divididos em duas classes: o *Cucumis melo* var. *Inodorus* Naud. e *Cucumis melo* var. *Cantalupensis* Naud, classificados como não climatéricos e climatéricos, respectivamente. Entretanto, no Brasil cultivam-se apenas híbridos e variedades comerciais, resultado não só da hibridação entre espécies, mas também de programas intensivos de melhoramento genético, em que se incorporam em uma variedade botânica genes desejáveis de outra variedade (Crisóstomo et al., 2008).

Os tipos mais comercializados no país são: Amarelo, Pele de sapo, Honey Dew, Cantaloupe, Charentais e Gália. Os dois primeiros tipos de melão pertencem ao grupo botânico *Inodorus* e se caracterizam por serem frutos sem aroma, não climatéricos, resistentes ao transporte e de elevada vida pós-colheita. Os melões do tipo Honey Dew, Cantaloupe (americano), Charentais (europeu) e Gália (israelense) são aromáticos, climatéricos, têm elevado teor de sólidos solúveis e baixa conservação pós-colheita (MADALENA, 2009). Existem também as variedades da subespécie *agrestis*, as quais apresentam frutos consumidos em salada. Os frutos da variedade *acidulus*, apresentam um considerável potencial de armazenamento, pois, apesar de um exocarpo de baixa resistência, demonstram firmeza elevada devido à coesão da polpa. Possuem sabor azedo, e, como o nome da variedade indica, apresentam elevada acidez e baixa concentração de açúcares (TORRES et al., 2009). Outra variedade com características organolépticas semelhantes é a *momordica*, que tem como peculiaridade o rápido amaciamento da polpa durante a maturação, seguido do rompimento dos tecidos, provocando abertura do fruto e exposição das sementes, o que reduz consideravelmente sua resistência pós-colheita (MANOHAR; MURTHY, 2012; ARAGÃO et al., 2013). As rachaduras dos melões *momordica* são consideradas desordens fisiológicas, pois não dependem de uma desordem hídrica na planta para que ocorra. O fenômeno da rachadura acontece mesmo após o fruto ser destacado da planta (FERNANDEZ-TRUJILLO et al., 2013).

As folhas do meloeiro são de tamanho e forma variados com caules rasteiros que se fixam por meio de gavinhas. No que diz respeito às raízes, as mesmas se desenvolvem até a extensão das ramas e podem atingir até 1,2 m de profundidade, embora em cultivo irrigado elas se concentrem nos primeiros 40 cm do solo (MONTEIRO, 2007). A cultura do meloeiro se

adapta melhor aos climas quentes e secos, requerendo irrigação para suprir sua demanda hídrica, de acordo com o estágio de desenvolvimento, principalmente na floração e na frutificação. Os frutos podem ser encontrados nos formatos redondo, oval ou alongados, com casca lisa, enrugada ou rendilhada, e são constituídos de 90% de água e ricos em vitaminas A, C e E, além de alguns minerais como cálcio, fósforo e ferro e propriedades antioxidantes (MELO et al., 2008). A polpa dos frutos varia conforme o tipo de melão, sendo observada a coloração branca, amarelada, esverdeada, laranja e salmão (PIVETTA, 2010).

## **2.2 Salinidade e o uso de águas salinas**

O estresse salino representa uma ameaça real para a agricultura sustentável, especialmente em áreas onde o uso de água salina, o excesso de fertilização, a ausência de manejo de irrigação e drenagem adequados, são fatores que resultam em situações desfavoráveis causando a degradação de solos e salinização.

O problema da salinidade em áreas irrigadas se agrava quando o balanço de sais revela maior entrada que saída, promovendo acréscimo da concentração salina na área considerada, condições em que a água de irrigação, além de contribuir para o aumento da concentração salina pode, também, provocar a elevação do lençol freático que, através de ascensão capilar, passa a fornecer água e sais à zona radicular (SILVA et al., 2008).

As regiões de clima semiárido caracterizam-se pelas baixas e irregulares precipitações pluviométricas que em associação com as elevadas taxas de evapotranspiração fazem da irrigação a única maneira de possibilitar a segurança da produção agrícola. Contudo, a falta de água com boa qualidade e passível de ser utilizada para irrigação é um problema historicamente conhecido pelos agricultores do semiárido nordestino (SANTOS et al., 2015).

Nas condições dos pólos agrícolas da Chapada do Apodi e Mossoró-Açu, em que é comum o uso de águas provenientes de poços, e na qual predominam altos níveis de sais na água de irrigação e no solo, necessita-se conhecer os níveis de tolerância à salinidade da cultura, de forma a obter altas produtividades com frutos de boa qualidade e com mínimos riscos de salinização dos solos (MEDEIROS, 2001). As águas calcárias encontradas em poços são de qualidade inferior e seu uso na agricultura irrigada requer a adoção de um manejo mais criterioso aplicando lâminas de irrigação e níveis de umidade do solo adequados (SILVA, 2002).

O estresse da salinidade é um dos mais graves estresses abióticos que causam redução no crescimento, desenvolvimento e produção de plantas em muitas partes do mundo (KAYA et al., 2007). Distúrbios no metabolismo das plantas são causados pela salinidade, o que tem como consequência diminuição de crescimento e perda de produtividade das culturas o que segundo Silveira et al. (2009) pode está relacionado a causas biofísicas a exemplo do efeito osmótico que restringe o transporte de água, como também pela interferência dos sais nos processos fisiológicos, ou mesmo por toxidez, similares àquelas de adubações excessivas (LIMA, 1997).

Os sais da água de irrigação ou aqueles já existentes no solo podem exercer efeitos prejudiciais às plantas nas suas distintas fases. Há espécies que são mais sensíveis durante o processo de germinação e, após este período, vão se ajustando paulatinamente ao estresse salino. Há aquelas que toleram maior nível de salinidade até a emergência das plântulas e são menos tolerantes na fase de crescimento. Há também as que são mais fortemente afetadas durante a floração e frutificação (AYERS; WESTCOT, 1991).

A redução no crescimento e no desenvolvimento ocasionada pelo uso de águas salinas já pôde ser observada por pesquisadores em algumas fruteiras, tais como; para a aceroleira (GURGEL et al., 2007); maracujazeiro (SOUSA et al., 2008); cajueiro (SOUSA et al., 2011), e mamoeiro (SÁ et al., 2013); todavia, conforme Ayers & Westcot (1999) afirmaram que o efeito da salinidade da água é variável entre espécies, entre genótipos e mesmo em uma espécie, entre fases de desenvolvimento da mesma, o que permite dizer que a identificação de materiais tolerantes pode ser uma alternativa ao uso de águas salinas aumentando a disponibilidade hídrica na região semiárida.

Segundo Meiri et al. (1981) e Kusvuran et al. (2007) o melão apresenta uma grande variação no nível de tolerância à salinidade, tanto entre cultivares, quanto nas condições ambientais e de manejo. O melão é classificado como moderadamente sensível à salinidade, apresentando baixos rendimentos em determinadas épocas do ano, momento onde ocorre maior acúmulo de sais nos lençóis freáticos e nos açudes (Ayers; Westcot, 1991).

### **2.3 Alterações causadas pela salinidade**

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico e proporciona a ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais a torna cada vez menos

disponível para as plantas (RIBEIRO et al., 2001). Assim, com o aumento da salinidade ocorre diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes.

Elevadas concentrações de sais no solo e na água ocasionam modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plântulas de melão, inibem o seu crescimento e desenvolvimento, reduzindo a porcentagem de massa seca nas plantas, no tamanho dos frutos e rendimento (SIVRITEPE et al. 2003), e também, afeta a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes (OLIVEIRA et al., 1998).

Diversos estudos estão sendo realizados para elucidar os mecanismos de adaptação à salinidade de algumas culturas importantes, sendo um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino (SILVA et al., 1992), porém existe uma escassez de trabalhos quanto à observação de indicadores de tolerância do melão à salinidade durante o ciclo de desenvolvimento.

A salinidade causa efeitos prejudiciais na vida da planta, com a redução do crescimento devido à várias respostas fisiológicas, incluindo modificações do equilíbrio iônico, afeta a absorção de água e nutrientes, a germinação da semente, o fechamento e abertura dos estômatos, a atividade fotossintética, a transpiração, a alocação e utilização de carbono e vários outros processos fisiológicos e metabólicos (BOTÍA et al., 2005; SIVRITEPE et al., 2005; QUEIROGA et al., 2006; KUSVURAN et al., 2007; SOLMAZ et al., 2011; TEDESCHI et al., 2011; YARSI, et al., 2017).

Uma das estratégias das plantas de tolerância à salinidade, está no ajustamento osmótico, mecanismo definido geralmente como uma diminuição no potencial osmótico do fluido celular resultante de um aumento líquido no conteúdo de osmólitos no meio intracelular, impedindo a perda da água pelas células (NAVARRO, 2007), mantendo os processos fisiológicos como a abertura estomática, a fotossíntese, mantendo o turgor da célula, garantindo a expansão celular durante o crescimento da planta (SERRAJ & SINCLAIR, 2002). As mudanças fisiológicas (condutância estomática, potencial de água, potencial osmótico) em plantas que crescem sob condições de salinidade ou de déficit de água foram desenvolvidas como índices efetivos para triagem de tolerância em programas de melhoramento de plantas (ASHRAF, HARRIS 2004; ASHRAF, FOOLAD 2007; CHA-UM, KIRDMANEE 2009).

O estresse salino pode causar a morte da planta, inibe o crescimento dependendo da tolerância, e causa a formação de clorose, manchas necróticas e ainda resulta em produtividade e qualidade reduzidas dos frutos (HASEGAWA et al., 1986). As plantas que crescem sob

condições salinas têm taxas de crescimento mais baixas, com uma estrutura anã e suas folhas são principalmente pequenas, com uma cor verde escuro (MER et al., 2000). Em geral observa-se nas plantas sob estresse salino redução nos comprimentos de raiz, caule e ramos, nas biomassas frescas e secas, na área e número das folhas, níveis de clorofila, diminuição na produtividade, sabor e cores das frutas são listadas entre as diferenças geralmente encontradas em plantas expostas ao estresse salino.

Diversas são as estratégias das plantas para minimizar os efeitos da salinidade, como acúmulo de íons, exclusão de íons, controle na absorção dos íons e seu transporte para as folhas, compartimentalização dos íons na célula, alteração na estrutura das membranas, indução de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais, aumento no crescimento da raiz, folhas menores em tamanho e quantidade, dentre outros (MELO, 2012; LEI et al., 2006).

A identificação de indicadores morfológicos e fisiológicos em plantas de melão provenientes de BAG (Banco ativo de germoplasma) submetidas a condições salinas podem dar informações importantes do comportamento das plantas quanto à tolerância aos sais, como também orientar os programas de melhoramento genético no desenvolvimento de cultivares com elevada tolerância à salinidade e a recomendação de materiais (OLIVEIRA et al. 1998).

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2013. p. 313-360.
- ANASTASIO G; PALOMARES G; NUEZ F; CATALA MS; COSTA J. 1987. Salt tolerance among Spanish cultivars of Cucumis melo. Cucurbit Genetics Cooperative. p. 41-42. (Report, 10).
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2008. Santa Cruz: **Editora Gazeta Santa Cruz**. 136 p. 2008.
- ARAGAO, F. A. S. et al. Genetic divergence among accessions of melon from traditional agriculture of the Brazilian Northeast. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p.6356-6371, 2013.
- ASHRAF, M., HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Sci.**, n.166 p.3-16, 2004.
- ASHRAF, M., FOOLAD, M. R. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environ. Exp. Bot.**, n.59, p.206- 216, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 218p. 1999.
- AYERS, A. D.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 218 p. 1991.
- BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline. **Europ. J. Agronomy**. v.23, p.243-253, 2005.
- CHA-UM, S., KIRDMANEE, C. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. **Agric. Sci. China**, v.8, n.1, p.51-58, 2009.
- COSTA, I.; JULIÃO, L. **Exportação de melão** - HF Brasil. 2016. Disponível em: < <http://www.hfbrasil.org.br/exportacao-de-melao.aspx> >.
- CRISÓSTOMO, J. R.; MIRANDA, F. R.; MEDEIROS, J. F., FREITAS, J. G. A cadeia produtiva do melão no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (org.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 579-591.
- DIAS, V. G. **Crescimento, fisiologia e produção do meloeiro “pele de sapo” cultivado sob diferentes lâminas de irrigação**. 2014. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba.

FAO. **Trade / Crops and livestock products**. 2016. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E> >. Acesso em: 17/08/2016.

FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P. et al. Pre- and Postharvest Muskmelon Fruit Cracking: Causes and Potential Remedies. **Horttechnology**, v.23, n.3, p.266-275, 2013.

GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. DE S.; BEZERRA, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. **Caatinga**, v.20, p.16-23, 2007.

HARTER, L. S. H.; HARTER, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E; VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, n.32, p.80-85, 2014.

HASEGAWA, P. M., BRESSAN, R. A., HANDA, A. V. Cellular Mechanisms of Salinity Tolerance. **HortSci.**, n.21, p.1317-1324, 1986.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola. 2014. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/> >. Acesso em: 10 jan. 2018.

KAYA, C., TUNA, A.L., ASRAF, M., ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environ. Exp. Bot.**, n.60, p.397–40, 2007.

KUSVURAN, S., ELLIALTIOĞLU, S., ABAK, K., YASAR, F. Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). **J. Food Agric. Environ.**, n.15, p.351–354, 2007.

KUSVURAN, S.; YASAR, F.; ELLIALTIOĞLU, S. AND ABAK, K. Utilizing some of screening methods in order to determine of tolerance of salt stress in the melon (*Cucumis melo* L.) **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.3, n.1, p.40-45, 2007.

KUSVURAN, S., ELLIALTIOĞLU, S. AND POLAT, Z. Applications of salt and drought stress on the antioxidative enzyme activities and malondialdehyde content in callus tissues of pumpkin genotypes. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, n.2, p.496-500, 2013.

LEI, Y.; YIN, C.; LI, C. Differences in some morphological, physiological and biochemical responses to drought stress in two contrasting populations of *Populus przewalskii*. **Physiologia Plantarum**, v.127, n.2, p.182-191, 2006.

LIMA, L. A. **Efeitos dos sais no solo e na planta.** In: GHIYI, H. R.; QUEROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (eds): **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande-PB: UFPB. p.113-136. 1997.

MADALENA, J. A. S. **Caracterização morfo-agronômica, sensorial e pós-colheita em famílias de meios-irmãos de melão.** 2009, 89p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2009.

MANGAL, J. L., HOODA, P. S., LAL, S., Salt tolerance of five muskmelon cultivars, **J. Agric. Sci.** n.110 p.641-643, 1988.

MANOHAR, S. H.; MURTHY, H. N. Estimation of phenotypic divergence in a collection of Cucumis melo, including shelf-life of fruit. **Scientia Horticulturae**, v.148, p.74-82, 2012.

MEDEIROS PH. **Pontos Críticos no Manuseio de Frutos Exportados Via Porto de Natal.** Mossoró: ESAM. 42p (Monografia), 2001.

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.

MEIRI, A.; PLAUT, Z.; PINCAS, L. Salt tolerance of glasshouse grown muskmelon. **Soil Science**, v.31, p.189- 193, 1981.

MELO, Y. L. Desempenho agrônômico e caracterização de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) quanto a marcadores fenológicos, fisiológicos e bioquímicos em duas microrregiões edafoclimáticas do Rio Grande do Norte. 97p. **Dissertação.** Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

MELO, E. A. M., MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G., NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n.2, p.193-201, 2008.

MER, R. K., PRAJITH, P. K., PANDYA, D. H., PANDEY, A. N. Effect of Salt on Germination of Seeds and Growth Young Plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. **J. Agr. Crop. Sci.**, n.185, p.209-217, 2000.

MONTEIRO, R. O. C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 178f. 2007.

- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytol.** v.167, p.645–663, 2005.
- NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. **Plant Science**, v.172, n.3, p.473-480, 2007.
- NERSON H; PARIS HS. 1984. Effects of salinity on germination, seedling growth, and yield of melons. **Irrigation Science** 5: 265-273.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.758-765, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000014>
- NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A., Salt tolerance of muskmelons grown in different salinity soils, **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** n.48, p.468-474, 1980.
- OLIVEIRA, P. M.; BLANBK, A. F.; PEREIRA, A. J.; LIMA, L. A. Efeito da salinidade da água sobre a germinação de cultivares de melão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.2, p.235-238. 1998.
- OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.17-21, 1998.
- PIVETTA, C. R. **Posição dos gotejadores e cobertura do solo com plástico, crescimento radicular, produtividade e qualidade do melão.** Tese (doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, 94f. 2010.
- PORTO FILHO FQ; ALENCAR RD; MEDEIROS JF; HOLANDA JS; FERREIRA NETO M; ROCHA DGF; PORTO VCN. 2001. Avaliação de duas cultivares de melão amarelo (Golde Mine e AF646) submetidos a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30. *Anais...* Foz do Iguassu: SBEA (CD ROM).
- QUEIROGA, R. C. F.; ANDRADE NETO, R. C.; NUNES, G. H. S.; MEDEIROS, J. F.; ARAÚJO, W. B. M. Germinação e crescimento inicial de híbridos de meloeiro em função da salinidade. **Horticultura Brasileira**, n.24, p.315-319, 2006.
- RIBEIRO, F. S. R.; NETO, F. S.; SANTOS, J. A. B. Plantio direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 100-108, 2001.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; NETO, P. A.; FENANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e ambiental**, v. 17, p. 1047-1054, 2013.

SANTOS, D. B.; COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos do mamoeiro. **Magistra**, v. 27, p. 44-53, 2015.

SERRAJ, R; SINCLAIR, T. R. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? **Plant Cell & Environment**. v.25, n.2, p.333-341, 2002.

SEVENGOR, S.; YASAR, F.; KUSVURAN, S. AND ELLIALTIOGLU, S. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.21, p.4920-4924, 2011.

SILVA, M. J.; SOUZA, J. G.; BARREIRO-NETO, M.; SILVA, J. V. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância a germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.655-659, 1992.

SILVA, M. C. C. **Crescimento, produtividade e qualidade de frutos de meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e cobertura do solo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agronomia de Mossoró, Mossoró. 65f. 2002.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. E. S.; GÓES, G. B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.6, p593-605, 2008.

SILVEIRA, J. A. G.; ARAÚJO, S. A. M.; LIMA, J. P. M. S.; VIÊGAS, R. A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex numularia*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 66, p. 1-8, 2009.

SIVRITEPE, N.; SIVRITEPE, H.O.; ERIS, A. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. **Scientae Horticulturae**, n.97, p.229-237, 2003.

SIVRITEPE, H. O., SIVRITEPE, N., ERIS, A. AND TURHAN, E. The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. **Scientia Horticulturae** v.106, n.4, p.568-581, 2005.

SOLMAZ, I.; SARI, N.; DASGAN, Y.; AKTAS, H.; YETISIR, H.; UNLU, H. The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. vol.9, n.3&4, p.172-176. 2011.

SOUSA, A.B.O.; BEZERRA, M.A.; FARIAS, F.C. Germinação e crescimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 390-394, 2011.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Caatinga**, v. 21, p. 172-180, 2008.

TEDESCHI, A.; RICCARDI, M.; MENENTI, M. Melon crops (*Cucumis melo* L., cv. Tendral) grown in a mediterranean environment under saline–sodic conditions: Part II. Growth analysis. **Agricultural Water Management**. v.98, p.1339–1348, 2011.

TORRES, J. et al. MORPHOLOGIC CHARACTERIZATION OF MELON ACESSIONS COLLECTED IN THE BRAZILIAN NORTHEAST. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 174-181, 2009.

YARSI, G.; SIVACI, A.; DASGAN, H. Y.; ALTUNTAS, O.; BINZET, R. AND AKHOUNDNEJAD, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted Galia C8 melon cultivar. **Pak. J. Bot.**, v.49, n.2, p.421-426, 2017.

## CAPÍTULO 2 - CORRELAÇÕES GENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES DE PLÂNTULAS DE MELÃO CULTIVADAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS

### RESUMO

A salinidade é um problema que afeta o crescimento de plantas em todos os estádios de crescimento e de forma diferenciada, sendo a maioria das cultivares mais sensíveis durante a emergência de plântulas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar e correlacionar indicadores de tolerância à salinidade durante a emergência de plântulas de melão. O ensaio foi conduzido em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) do LAEV - Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do CPVSA (Centro de Pesquisa Vegetal do Semiárido) da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, em Mossoró-RN, Brasil, no período de março a maio de 2016. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de 10 sementes, em esquema fatorial 10 x 5 constituído pela combinação de dez acessos de melão (A07, A33, A32, A36, A08, A13, 2I4, 27I, 30II, 39II), e cinco níveis de salinidade (0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento da raiz (CR), matéria seca do caule (MSCA), matéria seca dos cotilédones (MSCO), matéria seca das raízes (MSR). A salinidade afetou negativamente os caracteres E%, IVE, TME, AP, CR, MSCA, MSR, exceto DC e MSCO. Não houve um padrão dos coeficientes de correlação genotípica entre os níveis salinos. O maior número de correlações genotípicas foram encontradas no nível salino com 12 dS m<sup>-1</sup>. As correlações que melhor indicam à tolerância dos acessos de melão a salinidade foram E% e IVE, E% e MSR, E% e MSCO, IVE e MSR, IVE e MSCO, TME e MSCO, AP e CR, AP e MSR, DC e MSCA, MSR e MSCO. Os caracteres que melhor indicam à tolerância a salinidade são: E%, IVE, MSCO, MSR.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. *momordica*, emergência, salinidade.

## GENOTYPE CORRELATION AMONG MELON SEEDLING UNDER DIFFERENT SALINE CONCENTRATIONS

### ABSTRACT

Salinity is a problem that affects the growth of plants at all stages of growth and in a differentiated way, with the majority of cultivars being more sensitive during the emergence of seedlings. Thus, the objective of this work is to identify and correlate indicators of tolerance to salinity during emergence of melon seedlings. The assay was conducted in B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) from the Laboratory of Plant Ecophysiology of CPVSA (Plant Research Center of the Semi-Arid) of Federal University Rural Semi-Arid - UFRSA, Mossoró-RN, Brazil, from March to May 2016. The design was completely randomized (DIC), with (A07, A33, A32, A36, A08, A13, 2I4, 27I, 30II, 39II) and five levels of salinity (0.0, 3.0, 6.0, 9.0, 12.0 dS m<sup>-1</sup>). The following evaluations were performed: emergency percentage (E%), emergency speed index (IVE), mean time of emergence (TME), seedling height (AP), neck diameter (DC), root length), dry matter of the stem (MSCA), dry matter of cotyledons (MSCO), dry matter of the roots (MSR). Salinity negatively affected the E%, IVE, TME, AP, CR, MSCA, MSR, except DC and MSCO characters. There was no pattern of genotype correlation coefficients between saline levels. The highest number of genotype correlations was found at the saline level with 12 dS m<sup>-1</sup>. The correlations that best indicate the tolerance of melon accessions to salinity were E% and IVE, E% and MSR, E% and MSCO, IVE and MSR, IVE and MSCO, TME and MSCO, AP and CR, AP and MSR, DC and MSCA, MSR and MSCO. The characters that best indicate the salinity tolerance are: E%, IVE, MSCO, MSR.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. *momordica*, emergency, salinity.

## 1.INTRODUÇÃO

A salinização de áreas agrícolas em regiões semiáridas e áridas vem aumentando devido ao manejo de irrigação e drenagem inadequados, ao uso excessivo de fertilizantes aliado a elevada evaporação, fazendo com que ocorra uma redução na produtividade das culturas. A tolerância à salinidade em plantas é de especial importância, pois o sal se constitui em fator limitante para a produção agrícola, causando dois tipos distintos de estresse: estresse osmótico e estresse por fitotoxicidade iônica específica, o que conseqüentemente diminui a absorção de nutrientes e o crescimento, provocando distúrbios nas atividades metabólicas (TOBE et al., 2000; HARTER et al., 2014).

A salinidade do solo afeta o crescimento de plantas em todos os estádios de crescimento e de forma diferenciada, sendo a maioria das cultivares mais sensíveis durante a emergência de plântulas. As sementes também sofrem influência significativa da condição de salinidade dos solos. O alto teor de sais, especialmente de cloreto de sódio (NaCl), pode atrasar ou inibir a germinação devido à diminuição do potencial osmótico, onde a água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais a torna cada vez menos disponível, ocasionando prejuízos às demais fases do processo, além de reduzir o crescimento das plântulas (AYERS; HAYWARD, 1994; RIBEIRO et al., 2001; LIMA et al., 2005; RAHMAN et al., 2000).

Isto se deve possivelmente às interações entre sais e as membranas celulares, interferindo em diversas funções da membrana, tais como permeabilidade e transporte de solutos podendo causar alterações estruturais (ARAGÃO et al., 2009), uma vez que, para as sementes germinarem é necessário que existam condições favoráveis de oxigênio, temperatura e disponibilidade de água (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Portanto, verifica-se que, em geral, a salinização afeta negativamente a germinação, o estado de plantas, o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves, causa morte das plântulas (SILVA; PRUSKI, 1997).

Estudos têm sido dirigidos à elucidação dos mecanismos de adaptação à salinidade, sendo um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino (SILVA et al., 1992; LIMA; TORRES, 2009, SECCO et al., 2010). A redução do poder germinativo, comparada ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade (GÓIS et al., 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A tolerância relativa à salinidade durante a germinação das sementes, o surgimento das plântulas e os estágios posteriores da planta podem ser diferentes. Segundo Mendlinger e Pasternak (1992) foi relatado que o melão é mais tolerante à salinidade durante a germinação e emergência do que durante o crescimento vegetativo. Para Sivritepe et al. (2003), as elevadas concentrações de sais no solo e na água ocasionam modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plântulas de melão, inibem o seu crescimento e desenvolvimento, reduzindo a porcentagem de matéria seca nas plantas.

Por outro lado, trabalhos realizados por François (1985) e Nukaya et al. (1980) demonstraram que, em geral, não há relação entre a tolerância durante a germinação e o período de crescimento do melão. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é identificar e correlacionar indicadores de tolerância à salinidade durante a emergência de plântulas de meloeiro.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) do LAEV - Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do CPVSA (Centro de Pesquisa Vegetal do Semiárido) da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, no período de março a maio de 2016, na cidade de Mossoró-RN, tem as seguintes coordenadas geográficas 5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr., com 18 m de altitude, com uma temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (CARMO FILHO et al., 1991).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de 10 sementes, em esquema fatorial 10 x 5 constituído pela combinação de dez acessos de melão (A07, A33, A32, A36, A08, A13, 2I4, 27I, 30II, 39II), e cinco níveis de salinidade (0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>), sendo uma plântula como unidade experimental.

As sementes de dez acessos de melão (*Cucumis melo* L. *momordica*) utilizadas foram provenientes de coleção ativa de germoplasma da UFERSA. Para o preparo das soluções salinas, foi utilizada água destilada e cloreto de sódio (NaCl), cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação  $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ , em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água (RICHARD, 1980), e posteriormente as soluções de NaCl foram calibradas, em condutivímetro digital, para as condutividades elétricas (C.E) 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>.

Inicialmente, as bandejas de polipropileno com o substrato areia lavada e esterilizada em autoclave foi saturado até atingir 100% da capacidade de retenção, com cada solução salina preparada, e após a salinização de todo o substrato, as bandejas permaneceram em câmaras de germinação do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) por 48 horas até atingirem uma capacidade de retenção em torno de 70%, posteriormente as sementes foram semeadas e cultivadas em B.O.D., com fotoperíodo artificial de 12 horas e temperatura ambiente variando de 27 à 30°C.

Durante a condução do experimento foram feitas irrigações diárias, com base no peso inicial das bandejas irrigadas na proporção de 70% da capacidade de retenção, onde diariamente as bandejas eram pesadas e irrigadas com água destilada até voltar ao peso inicial, mantendo assim a condutividade elétrica de cada bandeja com os respectivos tratamentos.

As bandejas foram mantidas nesse ambiente por quatorze dias, onde após esse período foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento da raiz (CR), matéria seca do caule (MSCA), matéria seca dos cotilédones (MSCO), matéria seca das raízes (MSR). Foi determinado conforme metodologia de Maguire (1962) a porcentagem de emergência (E%) e o índice de velocidade de emergência (IVE), e metodologia de Labouriau; Valadares (1976) para o tempo médio de emergência (TME), utilizando-se cinco repetições de 10 sementes para cada tratamento.

As avaliações foram realizadas mediante contagem diária do número de plântulas emergidas um dia após a semeadura até a estabilização do número das plântulas no décimo quarto dia. No décimo quarto dia, foram realizadas as medidas de altura da plântula, diâmetro do colo e comprimento da raiz com auxílio de um paquímetro digital, com as medidas das plântulas que tinham a mesma data de emergência, evitando assim que fossem comparadas plântulas emergidas em dias diferentes. A medição da altura da plântula foi da base do colo ao início da inserção dos cotilédones. As plântulas mensuradas de cada repetição foram cortadas na região do colo e cotilédones, separadas em caule, raiz e cotilédone e colocadas em sacos de papel, sendo postas para secar em estufa regulada a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  até peso constante. Posteriormente foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g resultando na matéria seca das raízes, do caule, dos cotilédones, e os resultados expressos em g / plântula.

Os dados foram submetidos à análise de correlação Pearson, onde as estimativas dos coeficientes de correlação genotípica foram obtidas mediante análises de covariâncias, combinando os dados dos nove caracteres em todas as formas possíveis. Foi empregado o teste *t* para examinar a significância estatística das estimativas ao nível de 1% e 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES.

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que nas 36 combinações possíveis entre os nove caracteres, em 20 combinações os coeficientes de correlação genotípica do nível com maior concentração salina ( $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) foram superiores ao nível testemunha ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), das quais apenas dez foram estatisticamente significativas (Tabela 1). Em relação aos coeficientes de correlação genotípica, foi verificada similaridade entre todos os níveis salinos apenas para a correlação entre E% (porcentagem de emergência) e IVE (índice de velocidade de emergência), em relação aos sinais e ao nível de significância (Tabela 1), mostrando que à medida que a salinidade aumentava a E% (Figura 1.a) diminuía e conseqüentemente o IVE (Figura 1.b). De acordo com Torres et al. (1999), potenciais hídricos bastante negativos impedem a absorção de água, inviabilizando a seqüência de eventos do processo germinativo.

Em trabalho realizado por Botía et al. (1998) com oito cultivares de melão cultivados em diferentes níveis salinos foi observado que houve uma grande variação na dinâmica de emergência das sementes das diferentes cultivares, porém, o aumento da salinidade reduziu a E% das plântulas. Aragão et al. (2009) e Costa et al. (2008) em experimentos com cultivares de melão cultivados em diferentes níveis salinos observaram redução da E% e IVE conforme se elevava o nível salino. Resultados semelhantes de E% e IVE também foram encontrados por Carvalho et al. (2015) em variedades crioulas de meloeiro cultivadas em diferentes concentrações salinas ( $0,0$ ;  $1,5$ ;  $3,0$ ;  $4,5$ ; e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), semelhante ao que ocorreu neste experimento.

Foram observadas correlações genotípicas negativas significativas ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ) entre a E% e o tempo médio de emergência (TME) apenas nos níveis salinos  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $-0,80^{**}$ ) e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $-0,78^{**}$ ), mostrando que a salinidade influenciou nestas correlações apenas nos níveis salinos intermediários, indicando que com a elevação da salinidade a E% diminuiu (Figura 1.a), ocorrendo um aumento do TME (Figura 1.b).

Houve correlações genotípicas significativas a ( $p < 0,01$ ) ou ( $p < 0,05$ ) entre a E% e a matéria seca da raiz (MSR) apenas para o nível testemunha ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) com coeficiente de correlação negativo ( $-0,67^*$ ), e para o nível salino  $12,0 \text{ dS m}^{-1}$  com coeficiente de correlação positivo ( $0,86^{**}$ ). Esses resultados apresentam que no nível testemunha ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), se a porcentagem de emergência aumenta, a matéria seca da raiz diminui, porém, no nível com maior salinidade, quando ocorreu uma redução na E% (Figura 1.a) à MSR também reduziu (Figura 1.d).

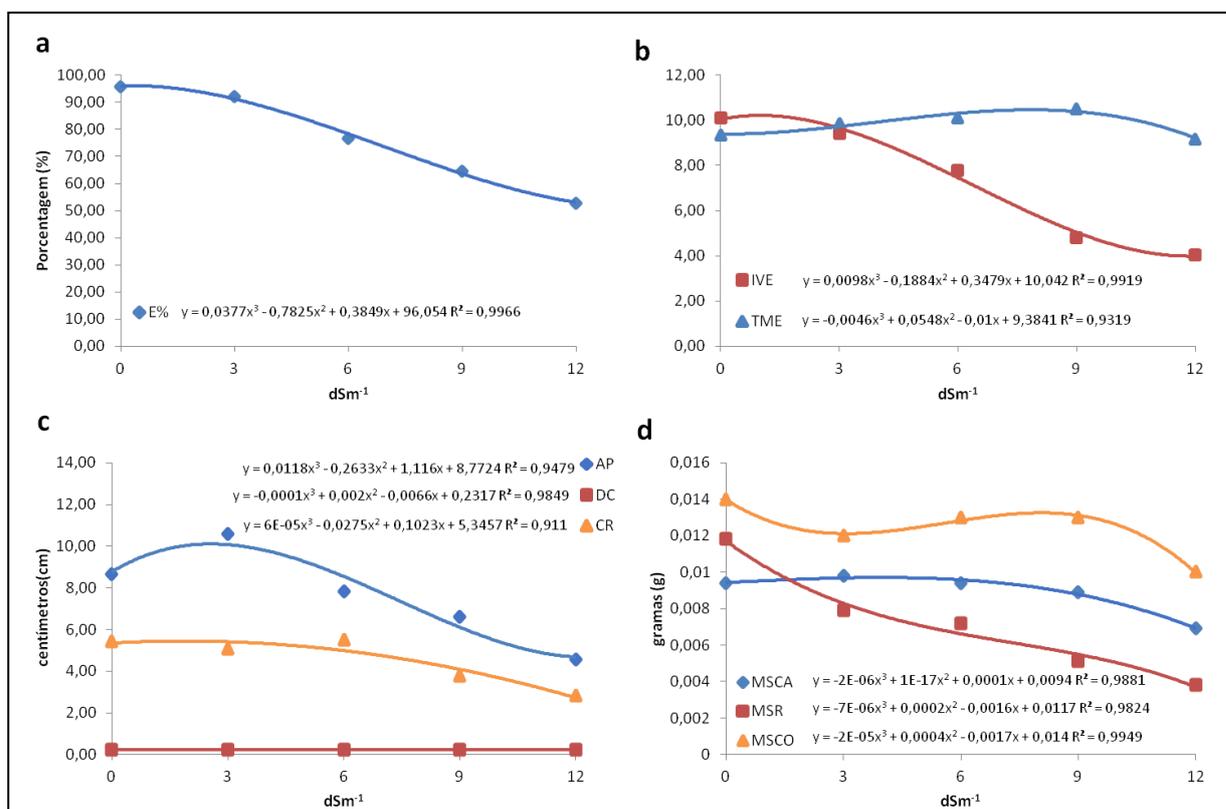
**Tabela 1.** Coeficientes de correlação genotípica entre nove caracteres avaliados em acessos de melão cultivados em substrato com diferentes níveis de salinidade. Mossoró - RN, 2016.

Caracteres		dSm <sup>-1</sup>	E%	IVE	TME	AP	DC	CR	MSCA	MSR	MSCO
E%	0	-	0,66 *	-0,60 ns	-0,54 ns	0,15 ns	-0,11 ns	-0,19 ns	-0,67 *	0,08 ns	
	3	-	0,86 **	-0,80 **	-0,14 ns	0,15 ns	0,43 ns	0,50 ns	0,32 ns	0,38 ns	
	6	-	0,93 **	-0,78 **	0,37 ns	0,11 ns	0,33 ns	0,01 ns	0,47 ns	0,47 ns	
	9	-	0,90 **	-0,29 ns	0,36 ns	0,54 ns	0,18 ns	-0,10 ns	-0,16 ns	-0,05 ns	
	12	-	0,96 **	-0,40 ns	0,57 ns	0,48 ns	0,43 ns	0,08 ns	0,86 **	0,70 **	
IVE	0	-	-0,96 **	-0,84 **	-0,19 ns	-0,14 ns	0,32 ns	-0,44 ns	-0,04 ns		
	3	-	-0,98 **	-0,26 ns	-0,01 ns	0,18 ns	0,45 ns	0,29 ns	0,08 ns		
	6	-	-0,93 **	0,17 ns	-0,15 ns	0,21 ns	0,13 ns	0,57 ns	0,32 ns		
	9	-	-0,67 *	0,23 ns	0,26 ns	-0,08 ns	0,21 ns	-0,50 ns	-0,30 ns		
	12	-	-0,63 ns	0,38 ns	0,42 ns	0,20 ns	0,14 ns	0,80 **	0,78 **		
TME	0	-	0,73 **	0,11 ns	-0,10 ns	-0,44 ns	0,57 ns	-0,15 ns			
	3	-	0,35 ns	0,10 ns	-0,10 ns	-0,48 ns	-0,31 ns	0,02 ns			
	6	-	-0,07 ns	0,40 ns	-0,12 ns	-0,35 ns	-0,68 *	-0,21 ns			
	9	-	-0,06 ns	0,32 ns	0,45 ns	-0,62 *	0,97 **	0,59 ns			
	12	-	0,23 ns	0,09 ns	0,49 ns	-0,45 ns	-0,28 ns	-0,69 *			
AP	0	-	0,24 ns	0,48 ns	-0,08 ns	0,21 ns	0,37 ns				
	3	-	0,60 ns	0,52 ns	-0,34 ns	-0,60 ns	0,57 ns				
	6	-	0,16 ns	0,74 **	0,35 ns	-0,11 ns	0,69 **				
	9	-	-0,12 ns	0,62 *	0,29 ns	-0,09 ns	-0,04 ns				
	12	-	-0,03 ns	0,94 **	0,23 ns	0,71 *	0,28 ns				
DC	0	-	0,24 ns	-0,59 ns	-0,44 ns	0,79 **					
	3	-	0,45 ns	-0,50 ns	-0,70 *	0,62 *					
	6	-	0,39 ns	-0,80 **	0,03 ns	0,54 ns					
	9	-	0,03 ns	-0,80 **	0,35 ns	0,18 ns					
	12	-	0,09 ns	-0,78 **	0,37 ns	0,25 ns					
CR	0	-	0,47 ns	-0,45 ns	0,73 **						
	3	-	0,42 ns	0,13 ns	0,92 **						
	6	-	0,003 ns	0,23 ns	0,95 **						
	9	-	0,14 ns	0,53 ns	0,19 ns						
	12	-	-0,02 ns	0,59 ns	0,06 ns						
MSCA	0	-	0,04 ns	-0,06 ns							
	3	-	0,88 **	0,25 ns							
	6	-	-0,07 ns	-0,13 ns							
	9	-	-0,56 ns	-0,37 ns							
	12	-	-0,01 ns	0,08 ns							
MSR	0	-	-0,60 ns								
	3	-	0,01 ns								
	6	-	0,42 ns								
	9	-	0,58 ns								
	12	-	0,82 **								
MSCO	0	-									
	3	-									
	6	-									
	9	-									
	12	-									

Significativo ao nível de 1% de probabilidade (\*\*), 5% de probabilidade (\*) e não significativo ao nível de 5% de probabilidade (ns), pelo teste t.

E% = porcentagem de emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; TME = tempo médio de emergência; AP = altura da plântula; DC = diâmetro do colo; CR = comprimento da raiz; MSCA = matéria seca do caule; MSR = matéria seca da raiz; MSCO = matéria seca do cotilédono.

Ocorreu correlação genotípica positiva ( $0,70^{**}$ ) entre E% e a matéria seca do cotilédone (MSCO) somente no nível  $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ , com significância de ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ), portanto, esse nível salino afetou negativamente a E% e consequentemente diminuiu a MSCO (Figura 1.d).



**Figura 1.** Resposta dos acessos de melão à diferentes níveis de salinidade, (a) porcentagem de emergência (E%); (b) índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME); (c) altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC) e comprimento da raiz (CR); (d) matéria seca do caule (MSCA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca do cotilédone (MSCO). Mossoró – RN, 2016.

A correlação genotípica entre o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) apresentou similaridade de sinais e nível de significância, nos coeficientes de correlação em todos os níveis salinos, exceto a  $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Essa correlação mostrou que o aumento do nível de salinidade provocou uma diminuição no IVE, implicando no aumento do TME (Figura 1.b). Os caracteres IVE e altura da plântula (AP) apresentaram correlação genotípica negativa ( $-0,84^{**}$ ) com nível de significância de ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ) apenas para o nível testemunha ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Tabela 1).

Associações foram observadas do IVE com MSR e MSCO apenas para o nível  $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ , com correlações genotípicas positivas ( $0,80^{**}$  e  $0,78^{**}$ ), mostrando que com a redução do IVE (Figura 1.b), a MSR e a MSCO diminuíram (Figura 1.d). Os resultados das correlações do

IVE com a MSR e MSCO, corroboram com os resultados das correlações da E% com a MSR e MSCO, isso se deve ao fato da E% e IVE serem diretamente proporcionais.

Em trabalhos realizados por Pinheiro (2015), Secco et al. (2010) e Ferreira et al. (2007) com estresse salino em sementes de meloeiro observou-se que o IVE reduziu com o aumento da salinidade, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho. De acordo com Salomão et al. (2015) o IVE das sementes de melancia e de pepino foram reduzidos à medida que aumentava o nível de salinidade. A redução da E% e IVE pode estar relacionada com a diminuição do potencial osmótico da solução do solo que restringe a disponibilidade de água e, ou, pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais que pode ocasionar toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional ou ambos (BOURSIER; LAUCHLI, 1990).

O caráter TME correlacionou-se positivamente ( $0,73^{**}$ ) com a AP com significância de ( $p<0,01$ ) e ( $p<0,05$ ) apenas no nível testemunha ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Tabela 1). Essa correlação teve o sinal inverso à correlação entre o IVE e a AP, isso se deve ao IVE ser inversamente proporcional ao TME. Houve correlação genotípica negativa ( $-0,62^*$ ) entre TME e a matéria seca do caule (MSCA), com nível de significância de ( $p<0,05$ ), somente no nível salino  $9,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 1), essa correlação indica que com o aumento do TME (Figura 1.b) a MSCA (Figura 1.d) reduz. Foram apresentados coeficientes de correlações genotípicas entre TME e a MSR estatisticamente significativos nos níveis salinos com  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  e  $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ , sendo o primeiro uma correlação negativa ( $-0,68^*$ ), e o segundo uma correlação positiva ( $0,97^{**}$ ). O coeficiente de correlação genotípica entre TME e MSCO foi negativo ( $-0,69^*$ ) e significativo a ( $p<0,05$ ), apenas para o nível com maior concentração salina ( $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Tabela 1).

Queiroga et al. (2006) em experimento com três híbridos (Hy Mark, Honey Dew Red Flesh e Daimiel) de melão germinando em função da salinidade observaram que com o aumento da salinidade o TME também aumentou, ou seja, apresentaram um número de dias maior para a emergência das plântulas. Os autores Araújo et al. (2016); Pinheiro (2015) e Secco et al. (2010) trabalhando com meloeiro cultivados sob níveis salinos observaram que o TME aumentou com o incremento do nível salino e a E% diminuiu, o que também foi verificado neste trabalho. Segundo Porto Filho et al. (2006) o aumento da concentração de sais na água de irrigação ocasiona redução no potencial osmótico, diminuindo a disponibilidade de água para embebição das sementes e, portanto, um atraso na emergência.

Os coeficientes de correlação genotípica entre a AP e comprimento da raiz (CR) foram positivos e significativos para os níveis salinos com  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $0,74^{**}$ ),  $9,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $0,62^*$ ) e  $12,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $0,94^{**}$ ) (Tabela 1), isso quer dizer que os maiores níveis salinos influenciaram na

correlação, onde com redução da AP o CR também foi reduzido (Figura 1.c). Em trabalhos realizados por Queiroga et al. (2006), Ferreira et al. (2007), Secco et al. (2010) e Araújo et al. (2016) com efeito dos níveis de salinidade da água em meloeiro, observaram que seu aumento reduziram a AP, resultados coerentes aos constatados neste trabalho. Harter et al. (2014) em experimento com sementes de *Curcubita pepo* em salinidade observaram que a AP e CR foram reduzidos com o aumento da salinidade.

A AP se correlacionou positivamente com a MSR (0,71<sup>\*</sup>) e a MSCO (0,69<sup>\*\*</sup>) com significância de (p<0,01) ou (p<0,05), em que o primeiro foi observado no nível salino 12,0 dS m<sup>-1</sup> e o segundo no nível 6,0 dS m<sup>-1</sup>. O aumento da salinidade influenciou na redução da AP e MSR, no entanto, embora tenha apresentado correlação positiva entre AP e MSCO, foi observado que com a diminuição da AP a MSCO não apresentou um padrão conforme o nível salino aumentava (Figura 1.d). A menor absorção de água pelas sementes atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, com isso, as plântulas resultantes, apresentam menor desenvolvimento, caracterizado por menor altura da plântula e menor acúmulo de matéria seca (SÁ, 2000). Costa et al. (2008) observaram que no experimento com emergência de plântulas de meloeiro em diferentes níveis de salinidade (0,45; 1,30; 2,15; 3,00; 3,85; 4,70 dS m<sup>-1</sup>) houve redução na AP, MSCO e MSCA à medida que o nível de salinidade aumentava. O efeito do aumento dos níveis de salinidade em *Curcubita pepo* influenciou na redução da MSR e MSCO (HARTER et al., 2014). Foi relatado por Carvalho et al. (2015) trabalhando com variedades crioulas de meloeiro cultivados em diferentes concentrações salinas (0,0; 1,5; 3,0; 4,5; e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) que o aumento da salinidade afetou negativamente a AP e MSR.

Foram observadas correlações genotípicas entre o diâmetro do colo (DC) e a matéria seca do caule (MSCA) com coeficientes negativos com nível de significância de (p<0,01) e (p<0,05) para os níveis salinos com 6,0 dS m<sup>-1</sup> (-0,80<sup>\*\*</sup>), 9,0 dS m<sup>-1</sup> (-0,80<sup>\*\*</sup>) e 12,0 dS m<sup>-1</sup> (-0,78<sup>\*\*</sup>) (Tabela 1), em que os maiores níveis de salinidade influenciaram na correlação entre DC e MSCA, e que embora o aumento do DC (Figura 1.c) tenha sido mínimo ocorreu diminuição na MSCA (Figura 1.d). Houve significância a (p<0,05) apenas no nível salino 3,0 dS m<sup>-1</sup> com correlação negativa (-0,70<sup>\*</sup>) entre DC e MSR, no qual conforme DC aumentou a MSR diminuiu (figura 1.d). O caráter DC e MSCO apresentaram correlação genotípica positiva com significância (p<0,01) ou (p<0,05) no nível testemunha (0,79<sup>\*\*</sup>) e no nível salino com 3,0 dS m<sup>-1</sup> (0,62<sup>\*</sup>) (Tabela 1). Essas correlações indicam que com o aumento do DC, a MSCO consequentemente aumenta (Figura 1.d).

Araújo et al. (2016) em experimento com cultivares de meloeiro sob diferentes níveis de salinidade (0,6; 1,2; 1,8, 2,4 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) observaram uma leve redução no DC da plântula, no entanto, neste trabalho a salinidade estimulou um pequeno aumento no DC. Os caracteres DC e CR reduziram à medida que as concentrações salinas aumentaram no trabalho realizado por Carvalho et al. (2015) com variedades crioulas de meloeiro, porém neste trabalho o DC aumentou levemente e o CR reduziu com a elevação do nível de salinidade (Figura 1.c).

O caráter comprimento da raiz (CR) correlacionou-se positivamente com a MSCO no nível testemunha (0,73\*\*), e com salinidade de 3,0 dS m<sup>-1</sup> (0,92\*\*) e 6,0 dS m<sup>-1</sup> (0,95\*\*), com nível de significância de (p<0,01) e (p<0,05) (Tabela 1), mostrando que não apresentou um comportamento padrão e que quando o CR diminuiu, a MSCO reduziu (Figura 1.d). O desempenho fisiológico de plântulas de *Cucurbita pepo* em resposta a salinidade apresentou redução no CR quando houve aumento nos níveis de salinidade (HARTER et al. 2014), resultado semelhante ao deste experimento. Salomão et al. (2015) trabalhando com germinação de melancia e pepino em diferentes concentrações salinas observaram que com o aumento da salinidade o CR foi reduzido.

Houve correlação genotípica positiva com nível de significância a (p<0,01) e (p<0,05), entre a MSCA e a MSR com coeficiente de 0,88, apenas para o nível salino com 3,0 d Sm<sup>-1</sup>. Também houve correlação genotípica positiva (0,82\*\*) entre MSR e a MSCO, com significância de (p<0,01) e (p<0,05) somente no nível salino com 12,0 dS m<sup>-1</sup>. Verificou-se que com o aumento da salinidade, houve decréscimo na absorção de água pelas sementes, acarretando redução gradual na matéria seca das plântulas, quando comparadas a testemunha. Experimentos realizados por Botía et al. (1998), Araújo et al. (2016) e Carvalho et al. (2015) com sementes de meloeiro cultivados sob diferentes concentrações salinas obtiveram resultados semelhantes ao deste trabalho, mostrando que com o aumento das concentrações salinas houveram reduções da MSR e da matéria seca da parte aérea.

#### 4. CONCLUSÃO

A salinidade afetou negativamente os caracteres E%, IVE, TME, AP, CR, MSCA, MSR, exceto DC e MSCO.

Não houve um padrão dos coeficientes de correlação genotípica entre os níveis salinos.

O maior número de correlações genotípicas foram encontradas no nível salino com 12 dS m<sup>-1</sup>.

As correlações que melhor indicam à tolerância dos acessos de meloeiro a salinidade foram E% e IVE, E% e MSR, E% e MSCO, IVE e MSR, IVE e MSCO, TME e MSCO, AP e CR, AP e MSR, DC e MSCA, MSR e MSCO.

Os caracteres que melhor indicam à tolerância a salinidade são: E%, IVE, MSCO, MSR, por apresentarem maior número de correlações genotípicas.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**. v.22, n.2, p.161-169, 2009.
- ARAUJO, 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 de água. **Rev. Ambient. Água**. v.11, n. 2, 2016.
- AYERS, A. D.; HAYWARD, H. E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observation on several crop plants. **Soil Science Society**, v.13, p.224-226, 1994.
- BOTÍA, P.; CARVAJAL, M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Response of eight Cucumis melo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie**, EDP Sciences, v.18, n.8-9, p.503-513, 1998.
- BOURSIER, P.; LAUCHLI, A. A Growth responses and mineral nutrient relations of salt-stressed sorghum. **Crop Science**, v.30, p.1226-1233, 1990.
- CARMO FILHO, F. et al. **Dados meteorológicos de Mossoró** (jan. de 1988 a dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121 p. (Coleção Mossoroense, série C).
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. 588p. 2000.
- CARVALHO, B. S.; ARAÚJO, B. A.; MOREIRA, F. J. C.; LOPES, F. G. N.; TAVARES, M. K. N.; SILVA, E. S. **Influência da salinidade e da embebição na germinação de sementes de melão de massa (*Cucumis melo – landraces*)**. III INOVAGRI International Meeting, 2015. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a224>
- COSTA, A. R. F. C.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; FERREIRA, G. S. Emergência de plântulas de melão em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga** v.21, n.3, p.89-93, 2008.
- FERREIRA, G. S.; TORRES, S. B.; COSTA, A. R. F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de meloeiro em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **RevistaCaatinga**, v.20, n.3, p181-185, 2007.
- FRANÇOIS, L. E. Salinity effect on germination, growth and yield of two squash cultivars, **Hortscience**. v.20, p.1102-1104, 1985.
- GÓIS, V. A.; TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. **Revista Caatinga**. v.21, p.64-67, 2008.

HARTER, L. S. H.; HARTE, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E; VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, n.32, p.80-85, 2014.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae). **Revista Caatinga** v.22, p.93-99, 2009.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**. v.27, p.54-61, 2005.

LABOURIAU, L. G. & VALADARES, M. B. **On the germination of seeds of *Calotropis procera***. Anais da Academia Brasileira de Ciências 48: 174-186, 1976.

MAGUIRE, J. A. Speed of germination: aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Scienc**, v.2, p.176-177, 1962.

MENDLINGER, S., PASTERNAK, D., Effect of time of salinization on flowering, yield and fruit quality factors in melon, *Cucumis melo* L. **J. Hortsci**. v.67, p.529-534, 1992.

NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A. Salt tolerance of muskmelons grown in different salinity soils. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci**. v.48, p.468-474, 1980.

PINHEIRO, D. T. **Estresse salino no potencial fisiológico de sementes e no desenvolvimento vegetativo de melão (*Cucumis melo* L.)** 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2015.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; MATOS, J. A.; SOUZA, E. R.; SOUSA NETO, E. R. 2006. Crescimento do meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.334-34, 2006.

QUEIROGA, R. C. F.; ANDRADE, NETO, R. C.; NUNES, G. H. S.; MEDEIROS, J. F.; ARAÚJO, W. B. M. Germinação e crescimento inicial de híbridos de meloeiro em função da salinidade. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.315-319, 2006.

RAHMAN, S., MATSUMURO, T., MIYAKE, H. AND TAKEOKA, Y. Salinity-Induced Ultrastructural Alternations in Leaf Cells of Rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Production Science**, v.3, p.422-429, 2000. <http://dx.doi.org/10.1626/pp.3.422>

RIBEIRO, M. C.C.; MARQUES, B. M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, p.281-284, 2001.

RICHARDS, L. A. Suelos salinos y sodicos. **Instituto nacional de investigaciones agricolas**. Mexico. 1980. 171P.

SA, M.E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1987. 174f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 2000.

SALOMÃO, W. P.; SILVA, K. E. F.; GOMES, M. D. A.; CONCEIÇÃO, S. S. **Germinação e desenvolvimento radicular de melancia e pepino em diferentes níveis de salinidade**. III INOVAGRI International Meeting, Fortaleza, 2015. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a331>

SECCO, L. B.; QUEIROZ, S. O.; DANTAS, B. F.; SOUZA, Y. A.; SILVA, P. P. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde**, v.4, n.4, p.129-135, 2010.

SILVA, M. J.; SOUZA, J. G.; BARREIRO NETO, M.; SILVA, J. V. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância a germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.655-659, 1992.

SILVA, D.; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA/SBH/ABEAS, 1997. 252 p.

SIVRITEPE, N.; SIVITREPE, H. O.; ERIS, A. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. **Scientae Horticulturae**, v.97, p.229-237, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (*Chenopodiaceae*). **Annals of Botany**, v.85, p.391-396. 2000.

TORRES, S. B.; VIEIRA, E. L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.59-63, 1999.

## CAPÍTULO 3 - INDICADORES MORFOLÓGICOS DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM MELOEIRO

### RESUMO

O meloeiro é uma cultura econômica importante que tem o crescimento inibido em condições salinas, prejudicando a produtividade. Encontrar características em plantas que sejam tolerantes a salinidade é fundamental para que os melhoristas possam selecionar materiais genéticos promissores. Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar indicadores morfológicos em acessos de melão (*Cucumis melo* L. *momordica*) submetidos a diferentes concentrações salinas. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com 30% de sombreamento na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, situada no município de Mossoró-RN, Brasil, no período de agosto à outubro de 2016. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4 x 5, com o primeiro fator constituído dos acessos de melão (A07; A33; 2I4 e 39II), e o segundo, das concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram feitas observações do experimento aos 90 DAS para identificar indicadores morfológicos nas plantas dos diferentes tratamentos, avaliando diversas características da planta como: comprimento do caule, diâmetro do caule, número e comprimento dos entrenós, número de folhas, comprimento e largura da folha, número total de flores, número de flores masculinas e hermafroditas, área foliar, comprimento e volume da raiz, e matéria seca do caule, raiz, folha e total. A salinidade afetou negativamente todas as variáveis de crescimento dos acessos de melão. As variáveis comprimento do caule, comprimento do entrenó, número de folhas, área foliar, volume da raiz, matéria seca do caule, folha, raiz e total mostraram ser bons indicadores de tolerância à salinidade. O acesso 2I4 mostrou-se o mais tolerante a salinidade em todas as variáveis, exceto no comprimento do caule, comprimento x largura da folha, número total de flores e número de flores masculinas.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. *momordica*, concentrações salinas, crescimento.

## MORPHOLOGICAL INDICATORS OF TOLERANCE TO SALINITY IN MELON

### ABSTRACT

Melon is an important economic crop that has inhibited growth under saline conditions, harming productivity. Finding characteristics in plants that are tolerant to salinity is key so that breeders can select promising genetic materials. Thus, the objective of this work is to identify morphological indicators in accessions of melon (*Cucumis melo* L. *momordica*) submitted to different saline concentrations. The experiment was conducted in a protected environment with 30% shading at the Federal Rural Semi-arid University - UFRSA, located in the municipality of Mossoró-RN, Brazil, from August to October 2016. The experimental design was a randomized complete block design with seven replicates. The treatments were arranged in a 4 x 5 factorial scheme, with the first factor consisting of the melon accessions (A07, A33, 2I4 and 39II), and the second one of the saline concentrations (0.5, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS m<sup>-1</sup>). Experimental observations were made at 90 DAS to identify morphological indicators in the plants of the different treatments, evaluating various plant characteristics such as: stem length, stem diameter, number and length of internodes, number of leaves, leaf length and width, number total flowers, number of male and hermaphrodite flowers, leaf area, root length and volume, dry matter of stem, root, leaf and total. Salinity negatively affected all growth variables of melon accessions. The variables stem length, training length, number of leaves, leaf area, root volume, stem dry matter, leaf, root and total variables were good indicators of salinity tolerance. Access 2I4 was the most tolerant to salinity in all variables except stem length, leaf length x width, total number of flowers and number of male flowers.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. *momordica*, saline concentrations, growth.

## 1. INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortícola economicamente importante, cultivada principalmente em regiões áridas e semi-áridas do mundo, onde geralmente a salinidade é um problema que reduz sua produção. Apesar de o melão ser moderadamente tolerante à salinidade, tem sido relatado que a tolerância ao sal varia nos melões, com cultivares sensíveis e cultivares tolerantes (KUSVURAN et al., 2007).

Devido à maior produtividade das culturas em terras irrigadas, as áreas salinizadas vem aumentando como resultado de um manejo inadequado da água de irrigação. A salinização é um dos principais fatores de estresse abiótico que reduzem o crescimento da planta, desenvolvimento e rendimento. As espécies de plantas podem diferir acentuadamente em suas respostas à tolerância a salinidade (DASGAN; KOC 2009; ZHENG et al., 2009; KUSVURAN et al., 2011). E os mecanismos que afetam a planta dependem de muitos fatores, incluindo espécies, genótipos, fase fenológica, composição e potencial da solução salina (LÄUCHLI; GRATTAN, 2007).

A salinidade é um fator que altera a morfologia e a anatomia da planta, e afeta seu metabolismo inteiro (LEVITT, 1980). Quando a concentração de sal aumenta na solução do solo e o potencial da água diminui, o potencial osmótico das células da planta é reduzido, com desaceleração súbita no alongamento e divisão celular (ASHRAF, 1994). O crescimento das plantas pode ser inibido em condições salinas, por causa do baixo potencial de água no solo, toxicidade iônica e desequilíbrio de íons (GREENWAY & MUNNS, 1980).

O estresse salino reduz os atributos de crescimento, incluindo o comprimento do caule, o comprimento da raiz, a área foliar e o peso fresco e seco das plantas e há muitas evidências que mostraram que a pressão turgor é reduzida devido ao estresse salino (ASHRAF & HARRIS, 2004). Para Maas & Hoffman (1977), a tolerância das plantas à salinidade deve ser avaliada mediante a redução relativa nos componentes de produção da cultura, para um dado nível de sais na zona radicular, quando comparada à produção sob condições não salinas.

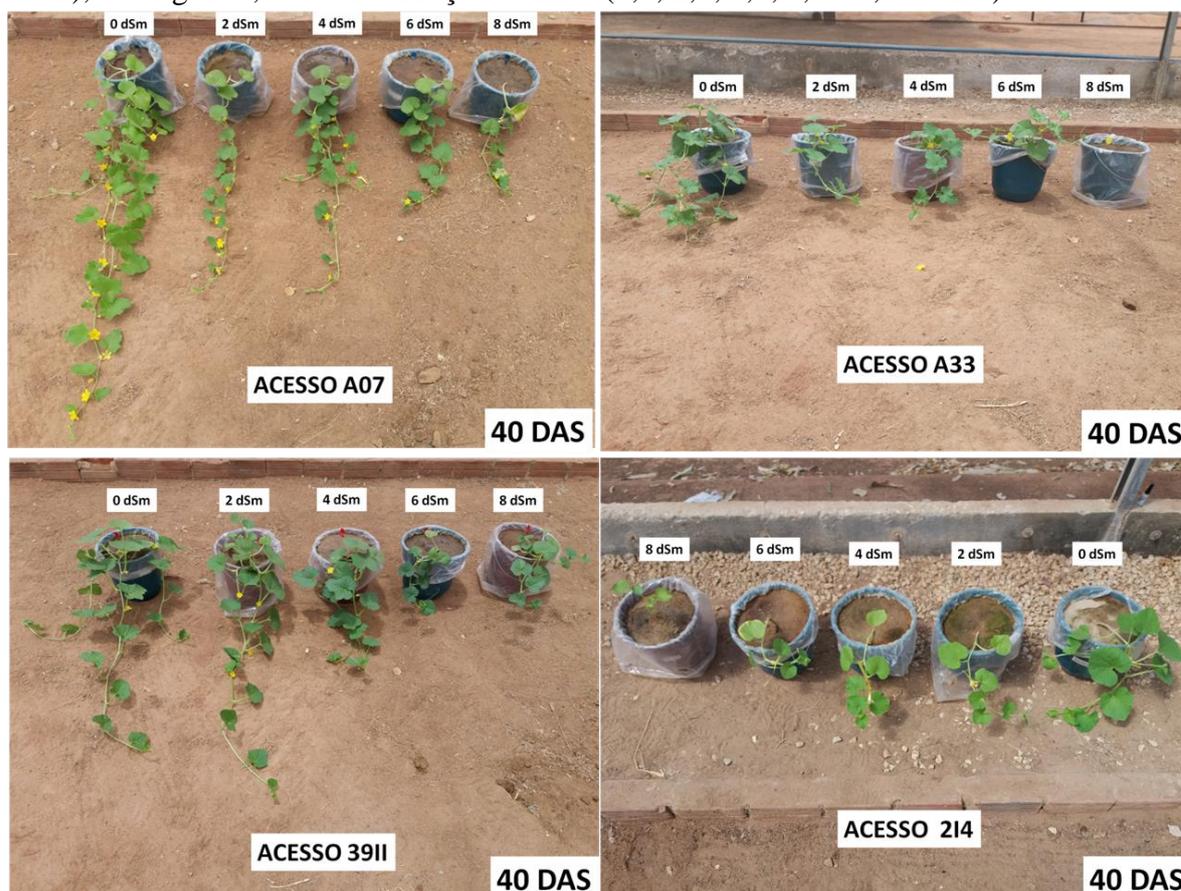
Trabalhos anteriores demonstraram que o meloeiro é tolerante a salinidade entre o desenvolvimento do fruto e a colheita, e sensível durante a germinação e os estádios de crescimento das plântulas (NUKAYA et al., 1984; FRANCO et al., 1993). Segundo Carvajal et al. (1998) e Del Amor et al. (1999) o efeito inibitório da salinidade é diminuído progressivamente quando o estresse salino é imposto no início da frutificação (54 ou 56 dias após transplante) e estágios de crescimento do melão (69 ou 71 dias após o transplante).

Entender o comportamento das plantas de melão cultivadas em meio salino, encontrando indicadores que identifiquem se são tolerantes é de grande importância para os melhoristas selecionarem materiais tolerantes. Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar indicadores morfológicos em acessos de melão (*Cucumis melo* L. *momordica*) submetidos a diferentes concentrações salinas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Mossoró, que está situada nas coordenadas geográficas 5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr., com 18 m de altitude, com temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (CARMO FILHO et al., 1991). Foi conduzido em ambiente protegido com 30% de sombreamento na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, situada no município de Mossoró-RN, Brasil, no período de agosto à outubro de 2016.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete repetições, sendo a unidade experimental uma planta por vaso. Os tratamentos (Figura 1) foram arranjados em esquema fatorial 4 x 5, com o primeiro fator constituído dos acessos de melão (A07; A33; 2I4 e 39II), e o segundo, das concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>).



**Figura 1.** Acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) aos 40 DAS submetidos a diferentes concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8 dS m<sup>-1</sup>). Mossoró – RN, 2016.

A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno, com número de 160 células, e as sementes foram colocadas em substrato comercial. O transplântio foi realizado aos 15 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentavam o primeiro par de folhas totalmente formado, e foi mantida uma planta por recipiente.

Os recipientes plásticos utilizados tinham capacidade para 12 L (vasos), os quais foram preenchidos com solo e adubados quimicamente conforme resultados da análise química e física do solo realizada previamente ao experimento. O solo utilizado foi um Planossolo Háptico Eutrófico (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 0-20 cm, com as seguintes características: pH (água)= 6,5; matéria orgânica= 1,0 dag kg<sup>-1</sup>; P, K e Na= 7,2, 64,4 e 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg, Al, H+Al, e CTC efetiva= 2,5, 1,8, 0,0, 0,0 e 4,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; respectivamente, e areia, silte e argila= 0,82, 0,12, e 0,05 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, com textura areia franca. O solo foi adubado conforme as recomendações do IPA (2008), com a aplicação no plantio de 900 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A adubação de cobertura foi feita com 450 e 675 mg dm<sup>-3</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Os vasos foram identificados com seus respectivos tratamentos e posteriormente salinizados. Para o processo de salinização do solo, inicialmente foi obtido o volume necessário para que o recipiente com solo ficasse com 100% da capacidade de retenção de água no solo. Posteriormente os recipientes foram saturados com suas respectivas concentrações salinas, e após 48h foi realizado o transplântio das mudas, momento esse em que o solo mantinha umidade adequada. As irrigações foram diárias com água proveniente do sistema de abastecimento local (0,5 dS m<sup>-1</sup>), sempre no início da manhã e final da tarde, aplicando um volume de água necessário para o desenvolvimento da planta.

As águas com diferentes concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) foram obtidas pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local, cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação  $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa}$  (dS m<sup>-1</sup>), em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água (RICHARD, 1980), e posteriormente foi realizada a medição com condutivímetro digital para confirmar as condutividades dos tratamentos. Durante a condução do experimento, foram realizados os seguintes tratos culturais: eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação, além de uma pulverização ao longo da condução do experimento, com produtos indicados para controle preventivo de insetos (DECIS® e CONNECT® – 0,5 g L<sup>-1</sup>).

As observações foram realizadas aos 90 DAS para identificar indicadores morfológicos nas plantas dos diferentes tratamentos, avaliando diversas características da planta como: comprimento do caule principal, diâmetro do caule, número e comprimento dos entrenós do caule principal, número de folhas, comprimento e largura da folha, número total de flores, número de flores masculinas e hermafroditas, área foliar e comprimento e volume da raiz.

O comprimento do caule foi mensurado com fita métrica conforme distância entre o colo da planta até o ápice, enquanto o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital a 5 cm do colo da planta. Foi contabilizado o número de entrenós e mensurados o comprimento do 5º entrenó com auxílio de paquímetro digital. O número de folhas presentes nas plantas de cada tratamento, foi contabilizado, bem como as medidas de comprimento e a largura da folha totalmente expandida com auxílio de uma régua. Foram realizadas contagens diárias de cada tipo floral, no momento que se iniciou o florescimento. A área foliar foi determinada pelo método do disco, utilizando-se um perfurador de 11,07 mm de diâmetro para retirada de dez discos foliares, sendo determinada pelo produto entre a área total dos discos e a matéria seca total das folhas (MSF), dividido pela matéria seca média dos discos (MSD) conforme equação 1 (SOUZA et al., 2012).

$$AF = (MSF AD) / MSD \quad \text{Equação (1)}$$

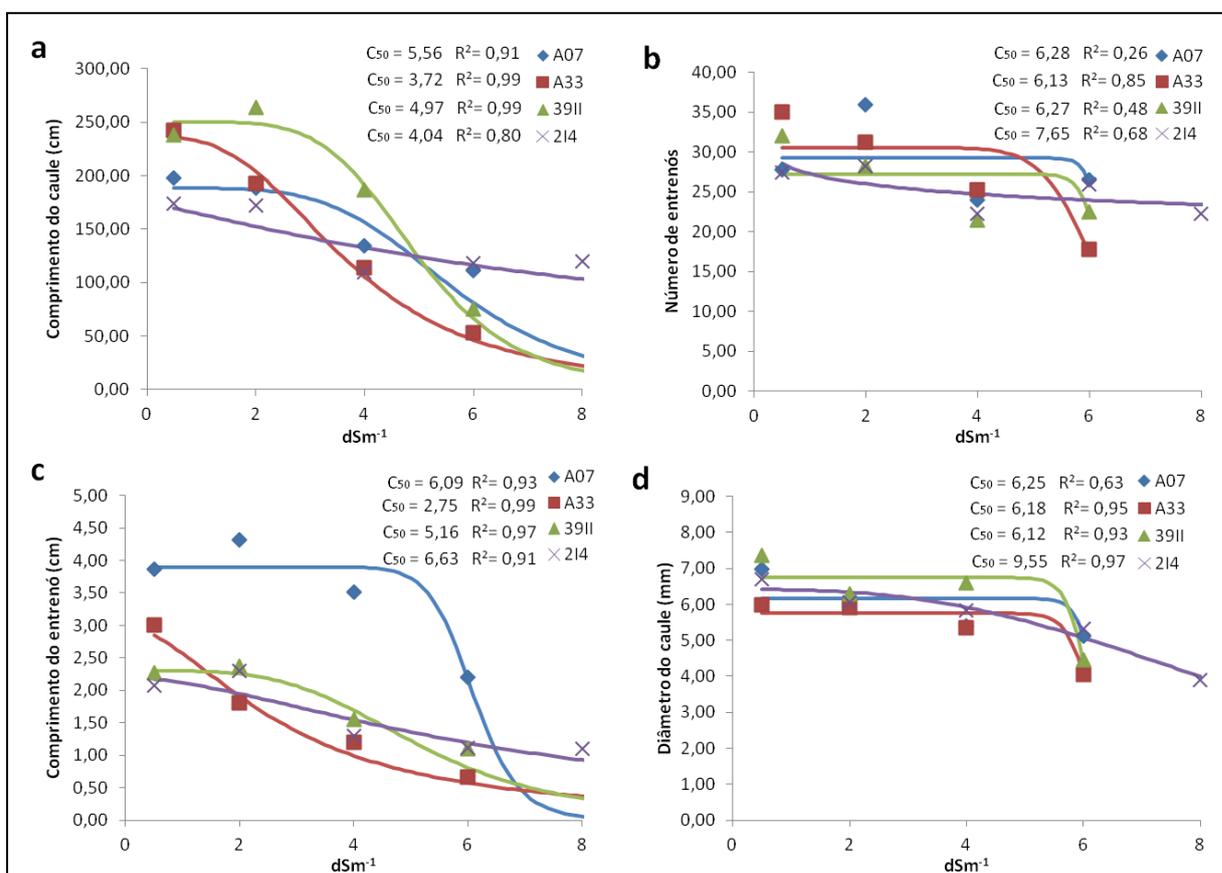
Ao final do experimento as plantas foram colhidas, medido o comprimento da raiz com fita métrica e para determinação do volume das raízes foi utilizado proveta graduada em milímetros. Posteriormente foram realizadas as análises destrutivas, particionando as plantas em raiz, caule e folhas, e colocadas em sacos de papel devidamente identificados, levados a estufa de circulação de ar forçada, mantida na temperatura de  $65^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 72h para obtenção da biomassa seca, que foram posteriormente pesadas em balança analítica (precisão de 0,0001 g).

Para interpretação dos resultados, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e, nos casos de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o primeiro fator (acesso), e comparadas por análise de Regressão para o segundo fator (salinidade), utilizando o software SISVAR. E com base nas médias obtidas e utilizando a equação de Steppuhn et al. (2005) como ferramentas para distinguir os níveis de tolerância a salinidade das raízes na cultura do melão. Essa distinção baseia-se na resposta do rendimento do produto de uma cultura após o declínio, em forma sigmoidal da função de redução composta modificada  $\{Y_r = 1/[1+(C/C_{50})^{\exp(sC_{50})}]\}$  para plantas cultivadas, como culturas expostas ao aumento da salinidade na zona radicular. Esta função

não-linear relaciona o rendimento relativo ( $Y_r$ ) com a salinidade da zona de raiz ( $C$ ) equivalentes a medida em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo com dois parâmetros não-lineares, o nível de salinidade produzindo 50% do rendimento não salino ( $C_{50}$ ) e uma constante de inclinação da curva de resposta ( $s$ ) igual ao valor absoluto da média  $dY_r / dC$  de  $Y_r = 0,3$  a  $0,7$ . Esses parâmetros de redução sugerem a existência de um índice de tolerância à salinidade de valor único (ST-Index) igual à redução de 50% no rendimento da safra do rendimento não salino mais uma tendência para manter o rendimento de um produto, já que a cultura é submetida a níveis de salinidade aproximando  $C_{50}$ , ou seja,  $ST-Index = C_{50} + s(C_{50})$ . O programa Data Mater (versão 2003) foi utilizado para ajuste da curva de Steppuhn et al. (2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na equação de Steppuhn et al. (2005) uma estimativa objetiva da tolerância a salinidade de cada acesso estudado foi obtido. Para os acessos de melão, o ajuste da equação é representado na Figura 2 pelo comprimento do caule, número de entrenós, comprimento do entrenó e diâmetro do caule. Em todos os acessos, houve alto grau de significância para os dados de comprimento do caule e comprimento do entrenó com os coeficientes de determinação entre 0,80-0,99 e 0,91-0,99, respectivamente, enquanto que o diâmetro do caule (0,63-0,97) e número de entrenós (0,26-0,85) tiveram uma variação maior.



**Figura 2.** Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) comprimento do caule; (b) número de entrenós; (c) comprimento do entrenó; (d) diâmetro do caule. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppuhn et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.

Quando os acessos foram analisados individualmente, observou-se pouca variação entre eles nos C<sub>50</sub> do número de entrenós e diâmetro do caule foram observados, onde os acessos com o mais alto e o mais baixo C<sub>50</sub> no número de entrenós (Figura 2.b) foi 2I4 (7,65 dS m<sup>-1</sup>) e A33 (6,13 dS m<sup>-1</sup>) e no diâmetro do caule (Figura 2.d) foi 2I4 (9,55 dS m<sup>-1</sup>) e 39II (6,12 dS m<sup>-1</sup>),

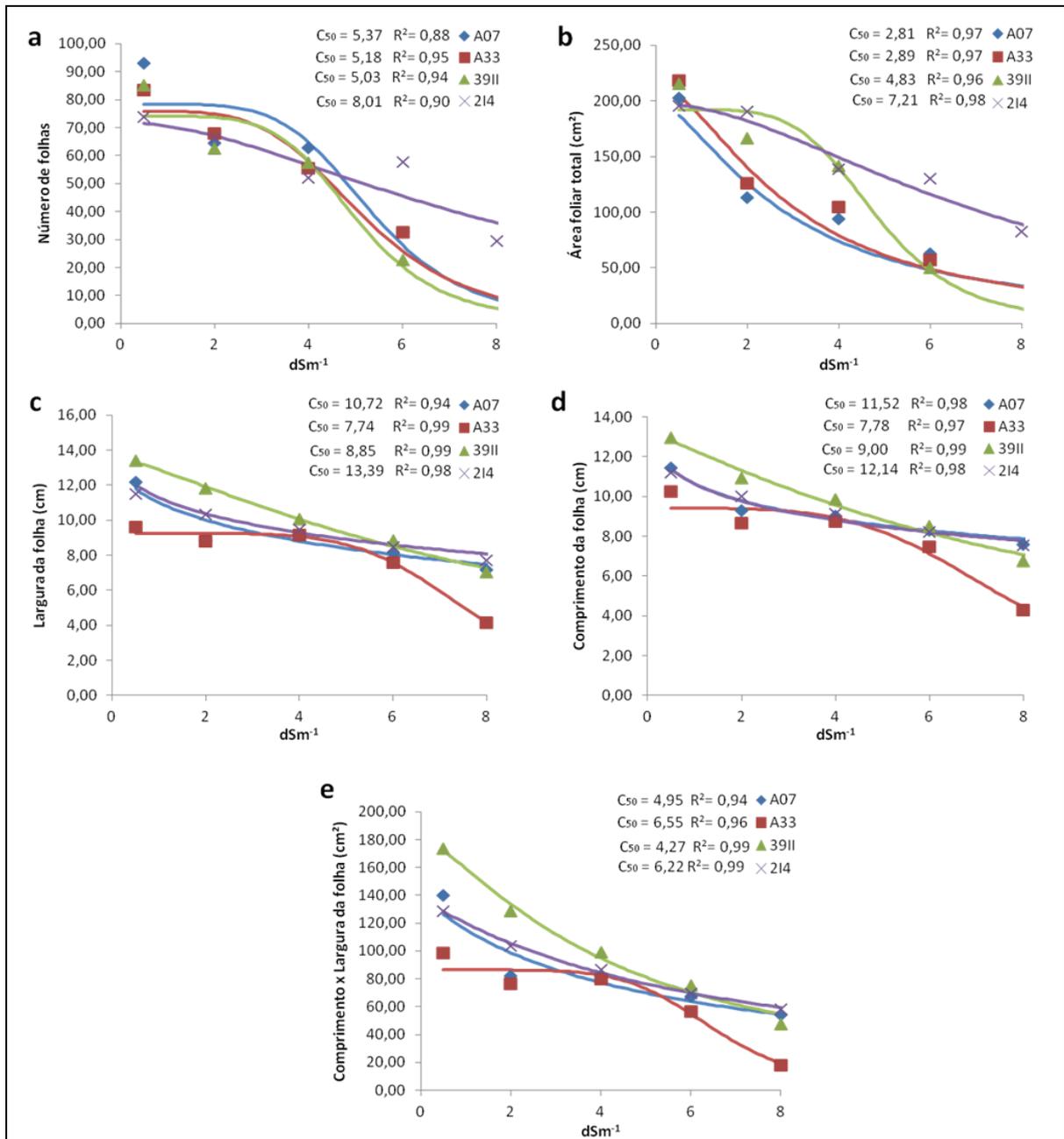
respectivamente. No comprimento de caule (Figura 2.a) e comprimento do entrenó (Figura 2.c) o  $C_{50}$  obteve maior variação com os mais altos valores para os acessos A07 (5,56 dS m<sup>-1</sup>) e 2I4 (6,63 dS m<sup>-1</sup>), e os mais baixos valores para o acesso A33 (3,72 dS m<sup>-1</sup>) e A33 (2,75 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente. O intervalo de variação de  $C_{50}$  no comprimento do entrenó foi maior do que no comprimento do caule, número de entrenós e diâmetro do caule (Figura 2).

Para comprimento do caule, o maior valor foi observado para o acesso 39II (238,50 cm) e o menor valor para o acesso A33 (53,25 cm). Quanto ao comprimento do entrenó, o maior valor foi observado no acesso A07 (4,32 cm) e o menor valor para o acesso A33 (0,67 cm). E no diâmetro do caule o maior valor foi encontrado no acesso 39II (7,37 mm) e o menor valor no acesso A33 (4,05 mm).

A medida que o nível de salinidade aumentou observou-se (Figura 2) que o comprimento do caule e comprimento do entrenó dos acessos reduziram acentuadamente e de forma sigmoideal, exceto para o acesso 2I4 mostrando comportamento linear, porém o número de entrenós e o diâmetro do caule não tiveram comportamento padrão da curva, mostrando menor redução, com exceção do acesso 2I4 que mostrou-se diminuindo linearmente. Com isso, os resultados mostram que o comprimento do caule reduziu devido a diminuição no comprimento do entrenó, uma vez que a redução no número de entrenós foi menor. O número de entrenós do melão foi reduzido apenas na maior concentração salina (8 dS m<sup>-1</sup>), e os efeitos na redução do comprimento do entrenó foi evidente à medida que a salinidade aumentava, resultados semelhantes ao encontrado por Del Amor et al. (1999).

Em trabalho realizado por Sivritepe et al. (2005) com plantas de melão cvs. "Hasanbey" e "Kirkagac" os autores observaram que as maiores salinidades reduziram significativamente o comprimento do caule. No final do experimento Balkaya et al. (2016), observaram que os valores mais baixos de comprimento e diâmetro do caule dos genótipos de cucurbita foram encontrados no nível de 16 dS m<sup>-1</sup> de NaCl em relação ao tratamento controle. Del Amor et al. (1999), observaram redução significativa no comprimento e diâmetro do caule do melão submetido a salinidade, porém no diâmetro do caule essa redução foi menor.

Houve alta significância para as variáveis número de folhas, área foliar total, largura da folha, comprimento da folha e comprimento x largura da folha com os coeficientes de determinação entre 0,88-0,95; 0,96-0,98; 0,94-0,99; 0,97-0,99 e 0,94-0,99, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) número de folhas; (b) área foliar total; (c) largura da folha; (d) comprimento da folha; (e) comprimento x largura da folha. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.

Os acessos com o mais alto e o mais baixo  $C_{50}$  no número de folhas (Figura 3.a) foi 214 ( $8,01 dS m^{-1}$ ) e 39II ( $5,03 dS m^{-1}$ ) e no comprimento x largura da folha (Figura 3.e) foi A33

(6,55 dS m<sup>-1</sup>) e 39II (4,27 dS m<sup>-1</sup>), apresentando pequena variação no C<sub>50</sub> entre os acessos. Uma maior diferença no C<sub>50</sub> foi observada nos acessos para área foliar total (Figura 3.b), largura da folha (Figura 3.c) e comprimento da folha (Figura 3.d) com os mais altos valores para o acesso 2I4 (7,21 dS m<sup>-1</sup>; 13,39 dS m<sup>-1</sup> e 12,14 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente e os mais baixos valores para os acessos A07 (2,81 dS m<sup>-1</sup>), A33 (7,74 e 7,78 dS m<sup>-1</sup>). A variação no C<sub>50</sub> foi maior na largura da folha do que no número de folhas, área foliar total, comprimento da folha e comprimento x largura da folha.

Para área foliar observou-se que o maior valor foi encontrado no acesso A33 (218,82 cm<sup>2</sup>) e o menor valor para o acesso 39II (50,15 cm<sup>2</sup>). Na largura da folha, comprimento da folha e comprimento x largura da folha os maiores valores foram encontrado no acesso 39II (13,41 cm; 12,96 cm e 173,73 cm<sup>2</sup>) e os menores para o acesso A33 (4,18 cm; 4,30 cm e 17,93 cm<sup>2</sup>), respectivamente.

Observou-se que a medida que a salinidade aumentou houve redução acentuada no número de folhas e área foliar total, tendo a curva comportamento sigmoideal, com exceção do acesso 2I4 que manteve comportamento linear. A largura da folha e comprimento da folha tiveram comportamento linear com redução lenta e gradual, enquanto que o comprimento x largura da folha a redução foi mais acelerada e linear (Figura 3).

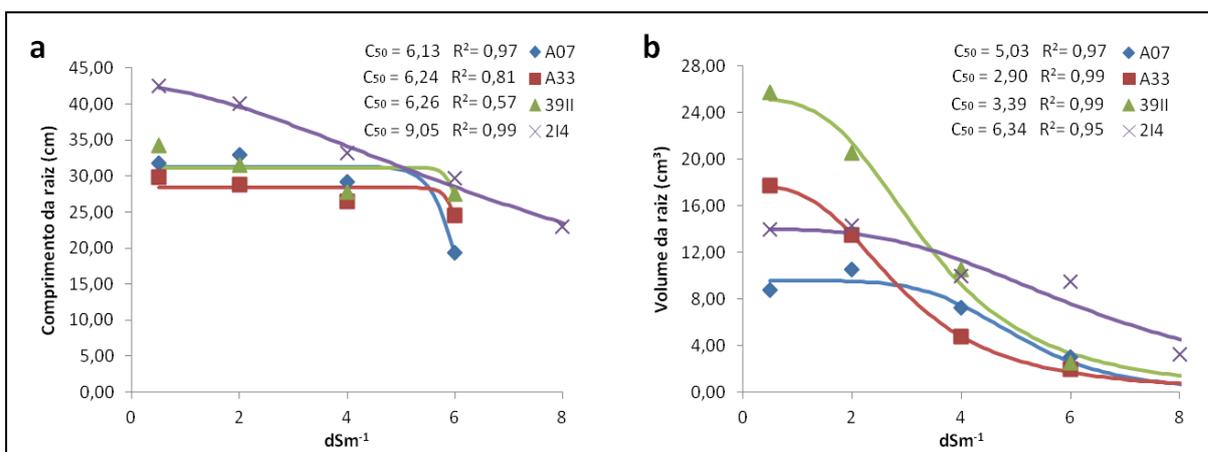
Esses resultados indicam que a área foliar total foi reduzida principalmente devido a diminuição no número de folhas produzidas pela planta, uma vez que a largura e o comprimento da folha não foram muito afetadas pela salinidade, e segundo Alsadon et al. (2006) em seu trabalho com pepino, a redução em área foliar foi devida à redução no número de folhas por planta, o que também ocorreu neste trabalho. Balkaya et al. (2016), observaram redução na área foliar e no número de folhas de genótipos de curcubita em estresse salino. Em outro trabalho, realizado por Ali et al. (2015) com genótipos de melancia sob regime de alta salinidade, os autores observaram diminuição no número de folhas. Franco et al. (1997), apresentaram que com o aumento da salinidade houve redução na área foliar do melão, e afirmaram que resultados indicam que a redução da área foliar da planta pode ser um bom critério de seleção para facilitar o rastreio rápido da tolerância a salinidade.

Visto que o crescimento foliar tem implicações sobre a capacidade produtiva das plantas, a redução da área foliar é um bom indicador do grau de estresse vegetal. Por um lado, ela representa redução da área disponível para o processo de assimilação de carbono, por outro, reduz a perda de água por transpiração, devido às folhas serem os principais órgãos responsáveis pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (TAIZ; ZEIGER, 2013), além de

que a menor área foliar das plantas do meloeiro, para os teores de salinidade mais elevados, reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta (TESTER; DAVENPORT, 2003).

A salinização com NaCl reduziu significativamente a área foliar do melão (TEDESCHI et al., 2011; DEL AMOR et al., 2000; AN et al., 2002), e segundo Sivritepe et al. (2005) além da área foliar, houve redução também no número de folhas. Solmaz et al. (2011) em trabalho com melão observaram redução na área foliar, largura e comprimento da folha do melão, o que também foi visto neste experimento.

A variável comprimento da raiz teve grande variação no coeficiente de determinação dos acessos de 0,57-0,99, assim como para o volume da raiz, em que esse coeficiente foi alto, entre 0,95-0,99 e com pequena variação entre os acessos (Figura 4). O  $C_{50}$  dos acessos na variável comprimento da raiz apresentaram pequena variação, exceto para o acesso 2I4, onde o mais alto valor foi para o acesso 2I4 ( $9,05 \text{ dS m}^{-1}$ ) e o mais baixo valor para o acesso A07 ( $6,13 \text{ dS m}^{-1}$ ). Para o volume da raiz houve variação maior no  $C_{50}$  entre os acessos, com o maior no acesso 2I4 ( $6,34 \text{ dS m}^{-1}$ ) e o menor no acesso A33 ( $2,90 \text{ dS m}^{-1}$ ).



**Figura 4.** Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) comprimento da raiz; (b) volume da raiz. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró. – RN, 2016.

O comprimento da raiz obteve o maior valor no acesso 2I4 (42,50 cm) e o menor valor no acesso A07 (19,37 cm). O volume da raiz apresentou maior valor para o acesso 39II (25,75 cm<sup>3</sup>) e o menor para o acesso A33 (2,00 cm<sup>3</sup>).

O comprimento da raiz (Figura 4.a) não apresentou comportamento padrão, com menor redução do que o volume da raiz, e apenas o acesso 2I4 apresentou comportamento linear, com maior redução. O volume da raiz (Figura 4.b) apresentou-se de forma sigmoidal, com maior redução nos acessos A33 e 39II, enquanto que nos acessos A07 e 2I4 a redução foi menor a

medida que aumentava a salinidade. Ali et al. (2015) obtiveram o comprimento da raiz mais alto no tratamento 3,0 dS m<sup>-1</sup> NaCl seguido pelo controle, e o menor foi registrado em 6 dS m<sup>-1</sup> NaCl em genótipos de melancia.

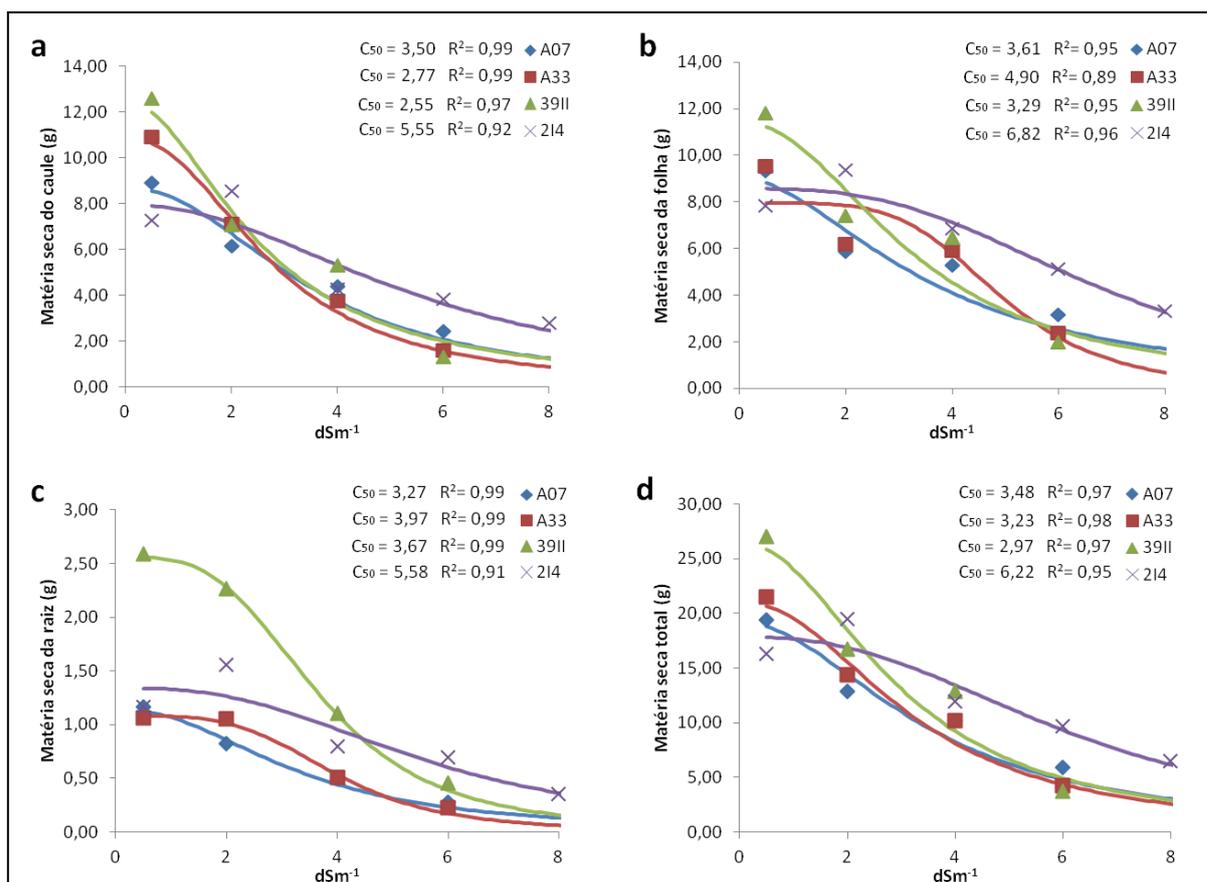
Os coeficientes de determinação dos acessos (Figura 5) nas variáveis matéria seca do caule, matéria seca da folha, matéria seca da raiz e matéria seca total apresentaram alta significância, obtendo valores entre 0,92-0,99; 0,89-0,96; 0,91-0,99 e 0,95-0,98, respectivamente.

Houve grande variação no C<sub>50</sub> entre os acessos na variáveis apresentadas na Figura 5, onde os maiores valores de C<sub>50</sub> foram obtidos no acesso 2I4 (5,55 dS m<sup>-1</sup>; 6,82 dS m<sup>-1</sup>; 5,58 dS m<sup>-1</sup> e 6,22 dS m<sup>-1</sup>), e os menores valores encontrados no acesso 39II (2,55 dS m<sup>-1</sup>; 3,29 dS m<sup>-1</sup> e 2,97 dS m<sup>-1</sup>) apresentados na Figura 5.a, 5.b e 5.d, respectivamente, e na Figura 5.c o acesso A07 (3,27 dS m<sup>-1</sup>). A maior variação no C<sub>50</sub> entre os acessos ocorreu na matéria seca da folha, seguida sucessivamente pela matéria seca total, matéria seca do caule e matéria seca da raiz.

Na matéria seca do caule e matéria seca total os maiores valores foram observados no acesso 39II (12,61 g e 27,01 g) e os menores valores para o acesso 39II (1,30 g e 3,76 g), respectivamente. Para a matéria seca da raiz o maior valor foi encontrado no acesso 39II (2,59 g) e o menor valor para o acesso A33 (0,22 g). As variáveis matéria seca do caule, folha e total encontradas na Figura 5 apresentaram comportamento sigmoidal com maior redução, exceto para a matéria seca da raiz. A matéria seca da raiz de forma sigmoidal obteve menor redução e apenas o acesso 39II a redução foi maior, diferente dos demais acessos.

Os resultados de matéria seca do caule, folha e raiz corroboram com os resultados obtidos na Figura 2; 3 e 4. A matéria seca do caule (Figura 5.a) reduziu devido a diminuição no comprimento do caule (Figura 2.a) e comprimento do entrenó (Figura 2.c). A matéria seca da folha (Figura 5.b) também foi reduzida por causa da redução no número de folhas (Figura 3.a) e na área foliar total (Figura 3.b), e a matéria seca da raiz diminuiu de forma similar à redução do volume da raiz (Figura 4.b).

Em experimento com melão cultivado em diferentes níveis de salinidade Sivritepe et al. (2005) e Barros (2015) observaram que com o aumento da salinidade houve redução na matéria seca do caule e das folhas, o que também foi verificado neste experimento. Tedeschi et al. (2011), observou redução da matéria seca do caule de melão irrigado com diferentes concentrações salinas.



**Figura 5.** Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) matéria seca do caule; (b) matéria seca da folha; (c) matéria seca da raiz; (d) matéria seca total. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.

Ali et al. (2015), em trabalho com genótipos de melancia mostraram que houve redução na matéria seca total à medida que aumentava o nível de salinidade. Botía et al. (1998) trabalhando com cultivares de melão e Balkaya et al. (2016) com genótipos de curcubita, observaram que houve redução na matéria seca do caule e da raiz com o aumento da salinidade, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

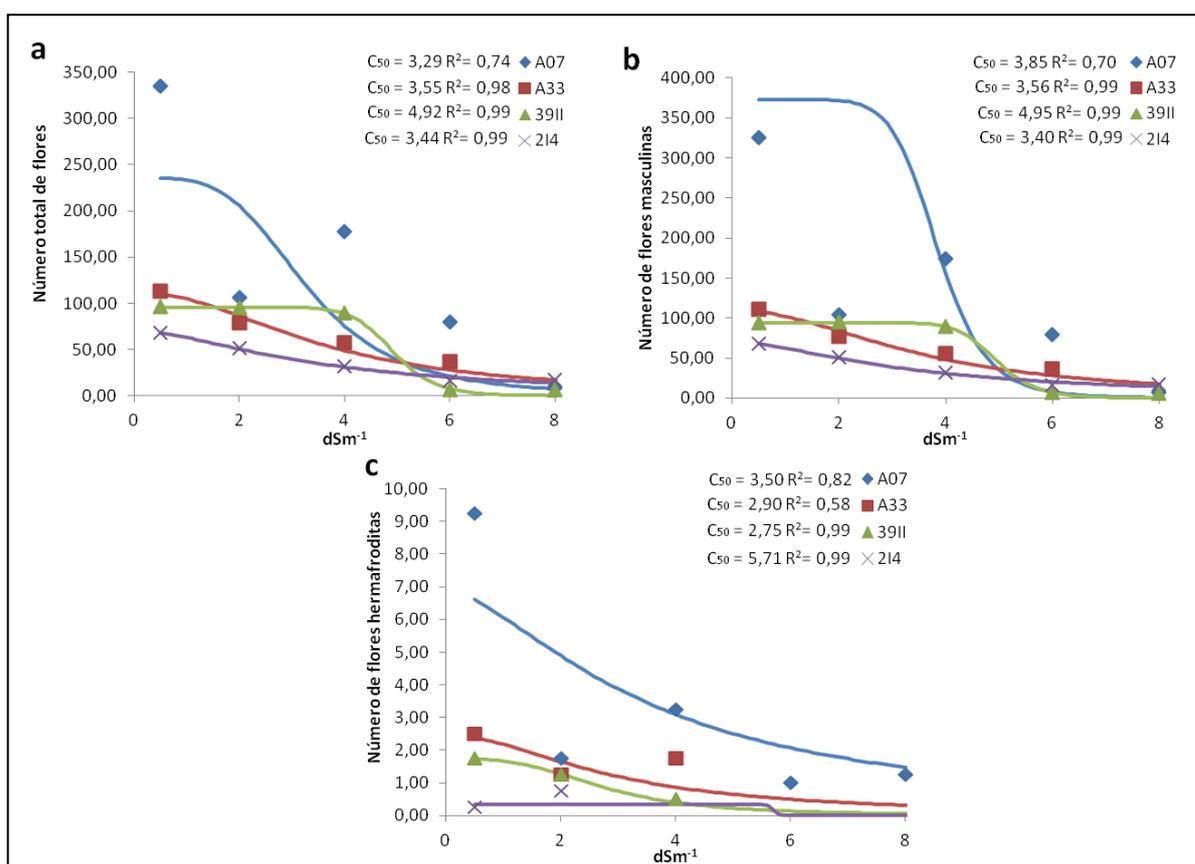
Os valores dos coeficientes de determinação dos acessos nas variáveis número de flores total (Figura 6.a), número de flores masculinas (Figura 6.b) foram elevados mostrando serem significativos e variando entre 0,74-0,99 para número de flores total, 0,70-0,99 para número de flores masculinas, enquanto que para o número de flores hermafroditas (Figura 6.c) esses valores foram menores (0,58-0,99).

O  $C_{50}$  dos acessos relacionados ao número de flores total e número de flores masculinas tiveram menor variação e apresentaram os maiores valores de  $C_{50}$  para o acesso 39II (4,92 dS  $m^{-1}$  e 4,95 dS  $m^{-1}$ ) e os menores valores para o acesso A07 (3,29 dS  $m^{-1}$ ) e 214 (3,40 dS  $m^{-1}$ ), respectivamente, porém o número de flores hermafroditas teve maior variação, com o maior

valor de  $C_{50}$  para o acesso 2I4 ( $5,71 \text{ dS m}^{-1}$ ) e o menor valor para o acesso 39II ( $2,75 \text{ dS m}^{-1}$ ). O maior intervalo de variação do  $C_{50}$  foi para o número de flores hermafroditas, seguido pelo número de flores total e número de flores masculinas.

Nas variáveis número total de flores, número de flores masculinas e número de flores hermafroditas, foram observados que os maiores valores foram apresentados no acesso A07 ( $334,75 \text{ flores planta}^{-1}$ ;  $325,50 \text{ flores planta}^{-1}$  e  $9,25 \text{ flores planta}^{-1}$ ) e os menores valores observados no acesso 39II ( $6,25 \text{ flores planta}^{-1}$ ;  $6,25 \text{ flores planta}^{-1}$  e  $0,50 \text{ flores planta}^{-1}$ ).

O número total de flores e o número de flores masculinas tiveram comportamento sigmoidal, onde o acesso A07 teve maior redução e o acesso 39II teve redução menor, no entanto os acessos A33 e 2I4 tiveram menor redução e comportamento linear. Enquanto o número de flores hermafroditas o comportamento foi linear, com maior redução no acesso A07 e com menor diminuição para os demais acessos.



**Figura 6.** Resposta de acessos de melão a diferentes níveis de salinidade, (a) número total de flores; (b) número de flores masculinas; (c) número de flores hermafroditas. A linha sólida representa o melhor ajuste obtido pela equação de Steppunh et al. (2005). Mossoró – RN, 2016.

Segundo Botía et al. (2005) o número total de flores no melão Gália foi maior do que no Amarelo Ouro, e a irrigação com água salina diminuiu o número de flores na cultivar

Amarelo Ouro em 28% em relação ao controle. No entanto, para o Gália, a salinidade levou a atraso na floração, mas não diminuiu significativamente o número de flores, mostrando que a tolerância a salinidade em um estágio de crescimento não é um indicador confiável de tolerância em outro. Aragão et al. (2009) observaram que o número de flores por planta em cultivares de melão, de maneira geral, foi severamente afetado pela concentração salina de  $6,10 \text{ dS m}^{-1}$ , sendo que houve redução do número de flores na ordem 86, 79 e 80%, para as cultivares Gaúcho, Sancho e AF 682, respectivamente, quando comparado ao tratamento controle.

#### **4. CONCLUSÃO**

A salinidade afetou negativamente todas as variáveis de crescimento dos acessos de melão.

As variáveis comprimento do caule, comprimento do entrenó, número de folhas, área foliar, volume da raiz, matéria seca do caule, folha, raiz e total mostraram ser bons indicadores de tolerância à salinidade.

O acesso 2I4 mostrou-se o mais tolerante a salinidade em todas as variáveis, exceto no comprimento do caule, comprimento x largura da folha, número total de flores e número de flores masculinas.

## REFERÊNCIAS

- ALI, M., AYYUB, C. M., SHAHEEN, M. R., QADRI, R. W. K., KHAN, I., AZAM, M. AND AKHTAR, N. Characterization of Water Melon (*Citrullus lanatus*) Genotypes under High Salinity Regime. **American Journal of Plant Sciences**. v.6, p.3260-3266, 2015.
- ALSADON, A. A., WAHB-ALLAH, M. A., KHALIL, S. O. Growth, yield and quality of three greenhouse cucumber cultivars in relation two types of water applied at different growth stage. *J. King Sand Univ.*, v.18. **Agric. Sci.** n.2, p.89–102, Riyadh, 2006.
- AN, P., INANAGA, S., LUX, A., LI, X. Y., ALI, M. E. K., MATSUI, T. AND SUGIMOTO, Y. Effects of salinity and relative humidity on two melon cultivars differing in salt tolerance. **Biol. Plant**. v.45, p.409-415, 2002.
- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**. v.22, n.2, p.161-169, 2009.
- ASHRAF, M. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.13, n.1, p.17-42, 1994.
- ASHRAF, M. P. J. C. AND HARRIS, P. J. C. () Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. **Plant Science**, n.166, p.3-16, 2004.
- BALKAYA A., YILDIZ S., HORUZ A., DOĞRU S. M. Effects of salt stress on vegetative growth parameters and ion accumulations in cucurbit rootstock genotypes. **Ekin J.**v.2, n.2, p.11-24, 2016.
- BARROS, J. R. **Irrigação de plantas de meloeiro amarelo com água salina enriquecida com CO<sub>2</sub>**. 2015. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- BOTÍA, P.; CARVAJAL, M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Response of eight Cucumis melo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie**, EDP Sciences, v.18, n.8-9, p.503-513, 1998.
- BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline. **Europ. J. Agronomy**. v.23, p.243-253, 2005.
- CARMO FILHO, F. et al. **Dados meteorológicos de Mossoró** (jan. de 1988 a dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121 p. (Coleção Mossoroense, série C).
- CARVAJAL, M., DEL AMOR, F. M., FERNADEZ-BALLESTER, G., MARTINEZ, V., CERDA, A. Time course of solute accumulation and water relation in muskmelon plants exposed to salt during different growth stages. **Plant Sci.** n.138, p.103–112, 1998.
- DASGAN, H.Y. AND KOC, S. Evulation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v.7, p.363-372, 2009.

DEL AMOR, F. M., MARTINEZ, V., CERDA, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon grown in perlite. **HortScience**, v.34, p.1234–1237, 1999.

DEL AMOR, F. M. V., RUIZ-SÁNCHEZ, M. C., MARTÍNEZ, V. and Cerda, A. Gas exchange, water relations and ion concentrations of salt stressed tomato and melon plants. **J. Plant Nutr.** v.23, p.1315-1325, 2000.

EMBRAPA. 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. Embrapa, Brasília, Brasil.

FRANCO, J. A., ESTEBAN, C., RODRIGUEZ, C. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. **J. Hort. Sci.**v.68, p.899–904, 1993.

FRANCO, J. A.; FERNÁNDEZ, J. A.; BAÑÓN, S; GONZÁLEZ, A. Relationship between the Effects of Salinity on Seedling Leaf Area and Fruit Yield of Six Muskmelon Cultivars **HortScience**. v.32, n.4, p.642-644, 1997.

GREENWAY, H., MUNNS, R. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* v.31, p.149–190, 1980.

IPA. 2008. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. 2 ed. IPA, Recife, Brasil.

KUŞVURAN, S.; ELLIALTIOĞLU, S.; ABAK, K. AND YASAR, F. Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). **J. Food Agric. Environ.**, n.15, p.351–354, 2007.

KUSVURAN, S.; DASGAN, H. Y. AND ABAK, K. Responses of different melon genotypes to drought stress. **YuzuncuYil University Journal of Agricultural Sciences** v.21, n.3, p.209-219, 2011.

LÄUCHLI, A., GRATTAN, S. R. Plant growth and development under salinity stress. In: JENKS, M. A., HASEGAWA, P. M., **Mohan SJ (eds)**, Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops, p.1-3, 2007.

LEVITT, J. Responses of Plants to Environmental Stresses. **Academic Press**, New York, v.2, 2nd Ed, 607p., 1980.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop Selt Tolerance: current Assessment. **Irrig. Prain. Div**, New York, v.103, n.2, p.113-134, 1977.

NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A. Salt tolerance of muskmelon as affected by diluted sea water applied at different growth stages in nutrient solution culture. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** v.53, p.168–175, 1984.

RICHARDS, L. A. Suelos salinos y sodicos. **Instituto nacional de investigaciones agricolas.** Mexico. 171p. 1980.

SIVRITEPE, H. O.; SIVRITEPE, N.; ERIS, A. AND TURHAN, E. The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. **Scientia Horticulturae** v.106, n.4, p.568-581, 2005.

SOLMAZ, I.; SARI, N.; DASGAN, Y.; AKTAS, H.; YETISIR, H.; UNLU, H. The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. **Journal of Food, Agriculture & Environment.** vol.9, n.3&4, p.172-176. 2011.

SOUZA, M. S. et al. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 241-245, 2012.

STEPPUHN, H., VAN GENUCHTEN, M. TH.; AND GRIEVE, C. M. Root-zone salinity: II. Indices for tolerance in agricultural crops. **Crop Sci.** v.45, p.221–232, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TEDESCHI, A.; RICCARDI, M.; MENENTI, M. Melon crops (*Cucumis melo* L., cv. Tendral) grown in a mediterranean environment under saline–sodic conditions: Part II. Growth analysis. **Agricultural Water Management.** v.98, p.1339–1348, 2011.

TESTER, M.; DAVENPORT. R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

ZHENG, C.; JIANG, D.; LIU, F.; DAÍ, T.; JING, Q.; CAO, W. Effects of salt and waterlogging stresses and their combination on leaf photosynthesis, chloroplast ATP synthesis, and antioxidant capacity in wheat. **Plant Sci.**, n.176, p.575-582, 2009.

## CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E ESTOMÁTICA DE ACESSOS DE MELÃO SOB ESTRESSE SALINO

### RESUMO

O estresse salino causa efeitos danosos nas plantas de ordem fisiológica como também alterações anatômicas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar alterações nas características fisiológicas e caracterizar os estômatos em acessos de meloeiro sob estresse salino. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com 30% de sombreamento na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, situada no município de Mossoró-RN, Brasil, no período de agosto à outubro de 2016. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4x5, com o primeiro fator constituído dos acessos de melão (A07; A33; 2I4 e 39II), e o segundo, das concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>). Para avaliar o efeito dos tratamentos as plantas foram monitoradas em três fases fenológicas da cultura, fase vegetativa (35 DAS), fase de florescimento (55 DAS) e fase de frutificação e senescência (75 DAS); monitorando a taxa fotossintética ( $A$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração das plantas ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ), com o auxílio de um medidor de fotossíntese LI-6400 (LI-COR Biosciences) sendo as leituras realizadas entre as 08h00min e 10h00min da manhã. Para a determinação das características anatômicas dos estômatos, foram avaliadas folhas dos acessos (A07, A33, 2I4, 39II), em que foi coletada uma folha por planta com quatro repetições em cada tratamento salino, as quais foram posteriormente encaminhadas ao laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido – CPVSA. A contagem dos estômatos por área foi feita na face adaxial e abaxial das folhas. Para medições de diâmetro longitudinal e transversal, tomaram-se de cada amostra dois estômatos da face adaxial e abaxial. A salinidade afetou negativamente a condutância estomática, transpiração e taxa fotossintética líquida apenas aos 35 DAS, não influenciando na concentração interna de  $\text{CO}_2$  na folha. A fase vegetativa aos 35 DAS, apresentou ser a fase mais sensível à salinidade. O número de estômato da face adaxial e abaxial da folha reduziu com o aumento da salinidade. Os diâmetros longitudinal e transversal dos estômatos aumentaram com a salinidade.

**Palavras-chave:** Trocas gasosas, meloeiro, salinidade, estômatos.

# PHYSIOLOGICAL AND STOMATIC CHARACTERIZATION OF MELON STRAINS UNDER SALT STRESS

## ABSTRACT

Saline stress causes effects on plants of physiological order as well as anatomical changes. Thus, the objective of this work was to identify changes in the physiological characteristics and to characterize the stomata in accessions of melon under saline stress. The experiment was conducted in a protected environment with 30% shading at the Federal Rural Semiarid University - UFERSA, located in the municipality of Mossoró-RN, Brazil, from August to October 2016. The experimental design was in randomized blocks with seven repetitions. The treatments were arranged in a 4x5 factorial scheme, with the first factor consisting of the melon accessions (A07, A33, 2I4 and 39II), and the second one of the saline concentrations (0.5, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS m<sup>-1</sup>). To evaluate the effect of the treatments the plants were monitored in three phenological stages of the crop, vegetative phase (35 DAS), flowering phase (55 DAS) and fruiting and senescence phase (75 DAS); ( $A$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), plant transpiration ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) and internal  $\text{CO}_2$  concentration ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ), with the aid of a LI-64 Biosciences photosynthesis meter (LI-COR Biosciences) being read between 08:00 and 10:00 AM. To determine the anatomical characteristics of the stomata, leaves of the accessions (A07, A33, 2I4, 39II) were evaluated, in which one leaf per plant was collected with four replicates in each saline treatment, which were then sent to the laboratory of Electron Microscopy (MEV) of the Center for Semi-Arid Vegetable Research - CPVSA. The count of the stomata by area was done on the adaxial and abaxial side of the leaves. For measurements of longitudinal and transverse diameter, two stomata of the adaxial and abaxial surfaces were taken from each sample. Salinity negatively affected stomatal conductance, transpiration and net photosynthetic rate only at 35 DAS, without influencing the internal concentration of  $\text{CO}_2$  in the leaf. The vegetative phase at 35 DAS was the most sensitive phase to salinity. The number of stomata on the adaxial and abaxial side of the leaf reduced with increasing salinity. The longitudinal and transverse diameters of stomata increased with salinity.

**Keywords:** Gas exchanges, melon, salinity, stomata.

## 1.INTRODUÇÃO

A salinidade é um fator que causa nas plantas modificações morfológicas, estruturais, e fisiológicas afetando o crescimento e desenvolvimento. A produtividade das plantas em condições salinas é limitada geralmente pela redução nas taxas de trocas gasosas imposta pelo NaCl que é um componente de estresse à seca, onde qualquer redução adicional na condutância estomática e taxa fotossintética inibe o crescimento da planta e reduz a produtividade (TESTER; DAVENPORT, 2003).

A regulação do fechamento e abertura estomática é um evento fisiológico importante sob o estresse salino, em que a falta de capacidade para fechar estômatos em condições salinas pode indicar sensibilidade em algumas plantas a solos salinos, pois a salinidade causa o fechamento estomático, taxa de transpiração reduzida e conseqüentemente temperatura elevada da folhagem no dossel (HALIM et al., 1990; RAZZAGHI et al., 2011). A taxa de assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub> é geralmente reduzida pela salinidade, em parte devido a uma menor condutância estomática e conseqüente restrição da disponibilidade de CO<sub>2</sub> para carboxilação afetando o desenvolvimento das plantas .

A salinidade altera os parâmetros fotossintéticos, incluindo potencial osmótico, potencial de água, taxa de transpiração, temperatura da folha e conteúdo relativo de água foliar como também afetam componentes fotosintéticos como enzimas, clorofila e carotenóides (DUBEY, 1999, BALAL et al., 2012).

Botti et al. (1998) relataram que foram encontradas diferenças significativas entre os clones de jojoba em cada local experimental, em vários parâmetros morfológicos e anatômicos estudados, incluindo o número e o tamanho dos estômatos, e o tamanho da folha em condições salinas. Também foi relatado que o número e tamanho dos estômatos de plantas são afetados por fatores de estresse, como seca, salinidade e metais pesados (ÖZYIGIT; AKINCI, 2009; JAFRI AHMAD, 1995; ÇAVUŞOĞLU et al., 2007), e em plantas de melão os estômatos são de tamanho menor e em maior quantidade sob o estresse salino (Solmaz et al., 2011).

Diferentes técnicas de medição fisiológica podem ser usadas para avaliar a tolerância das plantas à salinidade, essas técnicas rápidas e eficazes têm sido utilizadas no estudo das trocas gasosas da planta com o ambiente, sendo consideradas ferramentas importantes na verificação dos efeitos da salinidade nos vegetais, como o potencial de água, o potencial osmótico da folha e a condutância estomática, visto serem os mecanismos estomáticos os primeiros a serem afetados, devido à redução na disponibilidade de água (MUNNS, 2005; NEVES et al., 2009). Esses parâmetros servem como índices efetivos para triagem de plantas

tolerantes em programas de melhoramento (ASHRAF; HARRIS, 2004; PARIDA; DAS, 2005; ASHRAF; FOOLAD, 2007; CHA-UM; KIRDMANEE, 2009). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar alterações nas características fisiológicas e caracterizar os estômatos em acessos de meloeiro sob estresse salino.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com 30% de sombreamento na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, situada no município de Mossoró-RN, Brasil, no período de agosto à outubro de 2016. A cidade de Mossoró apresenta coordenadas geográficas 5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr., com 18 m de altitude, com uma temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (CARMO FILHO et al., 1991).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4x5, com o primeiro fator constituído dos acessos de melão (A07; A33; 2I4 e 39II), e o segundo, das concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>), sendo a unidade experimental constituída de uma planta por vaso.

Foram utilizados recipientes plásticos de 12 L (vasos), os quais foram preenchidos com solo e adubação química conforme resultados da análise química e física do solo feita previamente à realização do experimento. O solo utilizado foi um Planossolo Háptico Eutrófico (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 0-20 cm, com as seguintes características: pH (água)= 6,5; matéria orgânica= 1,0 dag kg<sup>-1</sup>; P, K e Na= 7,2, 64,4 e 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg, Al, H+Al, e CTC efetiva= 2,5, 1,8, 0,0, 0,0 e 4,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; areia, silte e argila= 0,82, 0,12, e 0,05 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, com textura areia franca. O solo foi adubado conforme as recomendações do IPA (2008), com a aplicação no plantio de 900 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A adubação de cobertura foi feita com 450 e 675 mg dm<sup>-3</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno, com número de 160 células, e as sementes foram colocadas em substrato comercial. O transplantio foi realizado aos 15 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentavam o primeiro par de folhas totalmente formado, e foi mantida uma planta por recipiente. Os vasos foram identificados com seus respectivos tratamentos e posteriormente salinizados. Para o processo de salinização do solo, inicialmente foi obtido o volume necessário para que o recipiente com 100% da capacidade de retenção de água no solo. Posteriormente os recipientes foram saturados com suas respectivas concentrações salinas, e após 48h foi realizado o transplantio das mudas, momento esse em que o solo mantinha uma umidade adequada para o transplantio.

As irrigações foram diárias, sempre no início da manhã e final da tarde, aplicando um volume de água necessário para retornar o solo à capacidade de campo. As soluções com diferentes concentrações salinas (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) foram obtidas pela dissolução

de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), cuja quantidade ( $Q$ ) foi determinada pela equação  $Q (\text{mg L}^{-1}) = 640 \times \text{CEa} (\text{dS m}^{-1})$ , em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água (RICHARD, 1980), e posteriormente foi realizada a medição com condutivímetro digital para confirmar as condutividades dos tratamentos.

Durante a condução do experimento, foram realizados os seguintes tratamentos culturais: eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação, além de uma pulverização ao longo da condução do experimento, com produtos indicados para controle preventivo de insetos (DECIS® e CONNECT® –  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ).

Para avaliar o efeito dos tratamentos as plantas foram monitoradas em três fases fenológicas da cultura, fase vegetativa (35 DAS), fase de florescimento (55 DAS) e fase de frutificação e senescência (75 DAS); monitorando a taxa fotossintética ( $A$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração das plantas ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), com o auxílio de um medidor de fotossíntese LI-6400 (LI-COR Biosciences) sendo as leituras realizadas entre as 08h00min e 10h00min da manhã. Os teores de  $\text{CO}_2$  foram fixados em  $400 \mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e a intensidade luminosa em  $1500 \mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Foram avaliadas folhas jovens, expandidas, não danificadas e bem iluminadas (quando a intensidade luminosa foi superior a  $1000 \mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), sendo monitorada uma folha por planta.

Para a determinação das características anatômicas dos estômatos, foram avaliadas folhas dos acessos (A07, A33, 2I4, 39II), em que foi coletada uma folha por planta, com quatro repetições (plantas) em cada tratamento salino, as quais foram posteriormente encaminhadas ao laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido – CPVSA, na Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró-RN. Para o processamento das amostras retirou-se quatro discos foliares de cada folha com auxílio de um furador de rolhas com diâmetro de 8 mm. A contagem dos estômatos por área foi feita na face adaxial e abaxial das folhas. Para medições de diâmetro longitudinal e transversal, tomaram-se de cada amostra dois estômatos da face adaxial e abaxial (os mais representativos). Quanto à interpretação dos resultados, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e, nos casos de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o primeiro fator (acessos), e comparadas por análise de Regressão para o segundo fator (níveis de salinidade), utilizando o *software* SISVAR.

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características fisiológicas das plantas sob estresse salino

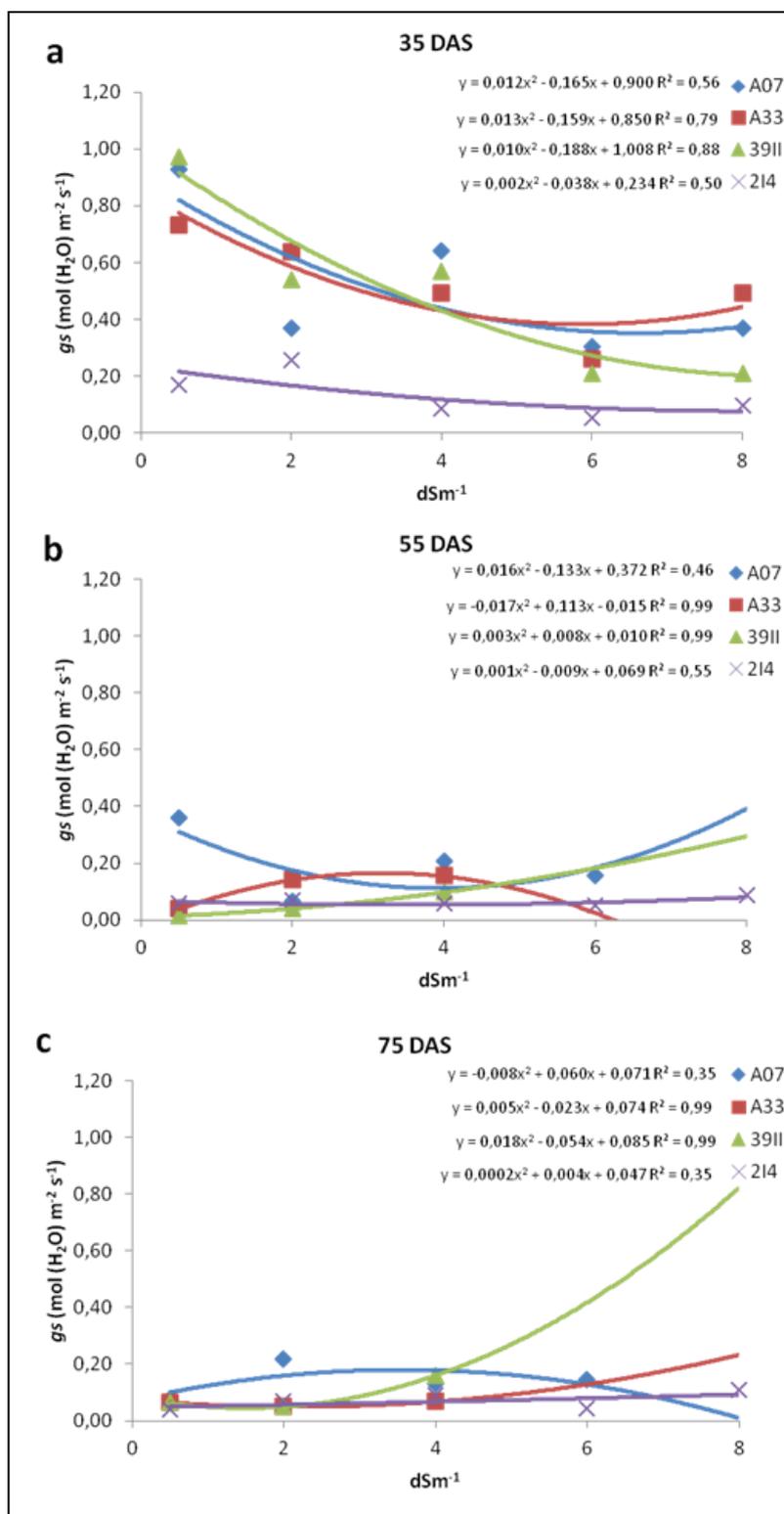
##### 3.1.1. Condutância estomática

Os resultados de condutância estomática ( $g_s$ ) dos acessos de meloeiro em função dos níveis salinos são mostrados na Figura 1. Foi observado aos 35 dias após a semeadura (DAS) que à medida que aumentou a salinidade, houve redução na  $g_s$  para os acessos, embora tenha ocorrido oscilação nos valores, as curvas não tiveram comportamento padrão, ou seja, não apresentaram redução linear (Figura 1.a).

As reduções na  $g_s$  para o maior nível de salinidade ( $8 \text{ dS m}^{-1}$ ) foram de 60,19% ( $0,36 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); 32,51% ( $0,49 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); 78,26% ( $0,21 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e 42,01% ( $0,09 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4, respectivamente. Isto sugere que houve redução do fluxo de água da planta no sistema, devido provavelmente à concentração de sais na zona radicular, diminuindo o metabolismo vegetal. Barros (2015) trabalhando com híbrido de meloeiro Goldex sob efeito salino observou que a  $g_s$  aos 38 DAS teve uma redução significativa de aproximadamente 50%, comparando o maior nível de salinidade ( $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), com valor de  $0,57 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Del Amor et al. (2000) em experimento com efeito salino em melão do tipo Gália observaram redução de 47,35% na  $g_s$  com valor de  $0,15 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para o nível salino com  $8 \text{ dS m}^{-1}$ .

Não foi verificada redução na  $g_s$  aos 55 e 75 DAS (Figura 1.b e Figura 1.c), porém, observou-se valores inferiores aos valores observados aos 35 DAS. Isso mostra que os acessos de meloeiro são mais sensíveis a salinidade apenas aos 35 DAS, ou seja, na fase vegetativa, e que embora os valores de  $g_s$  tenham sido menores aos 55 e 75 DAS, isso está mais relacionado à fase fenológica do que ao aumento da salinidade (Figura 1).

Sivretepe et al. (2005) trabalhando com meloeiro sob efeito salino observaram redução da condutância estomática induzida pela salinidade mais pronunciada na cv. “Hasanbey” do que na cv. “Kirkagac”. Os efeitos inibitórios da salinidade na condutância estomática foram evidentes a partir de concentrações de NaCl de  $9,0$  e  $13,5 \text{ dS m}^{-1}$  para cvs. “Hasanbey” e “Kirkagac”, respectivamente, enquanto que neste trabalho a redução se iniciou com o menor nível salino ( $2 \text{ dS m}^{-1}$ ). Isso se deve à condutância estomática variar entre espécies e genótipos, e dentro dos mesmos genótipos (KUSVURAN, 2012).



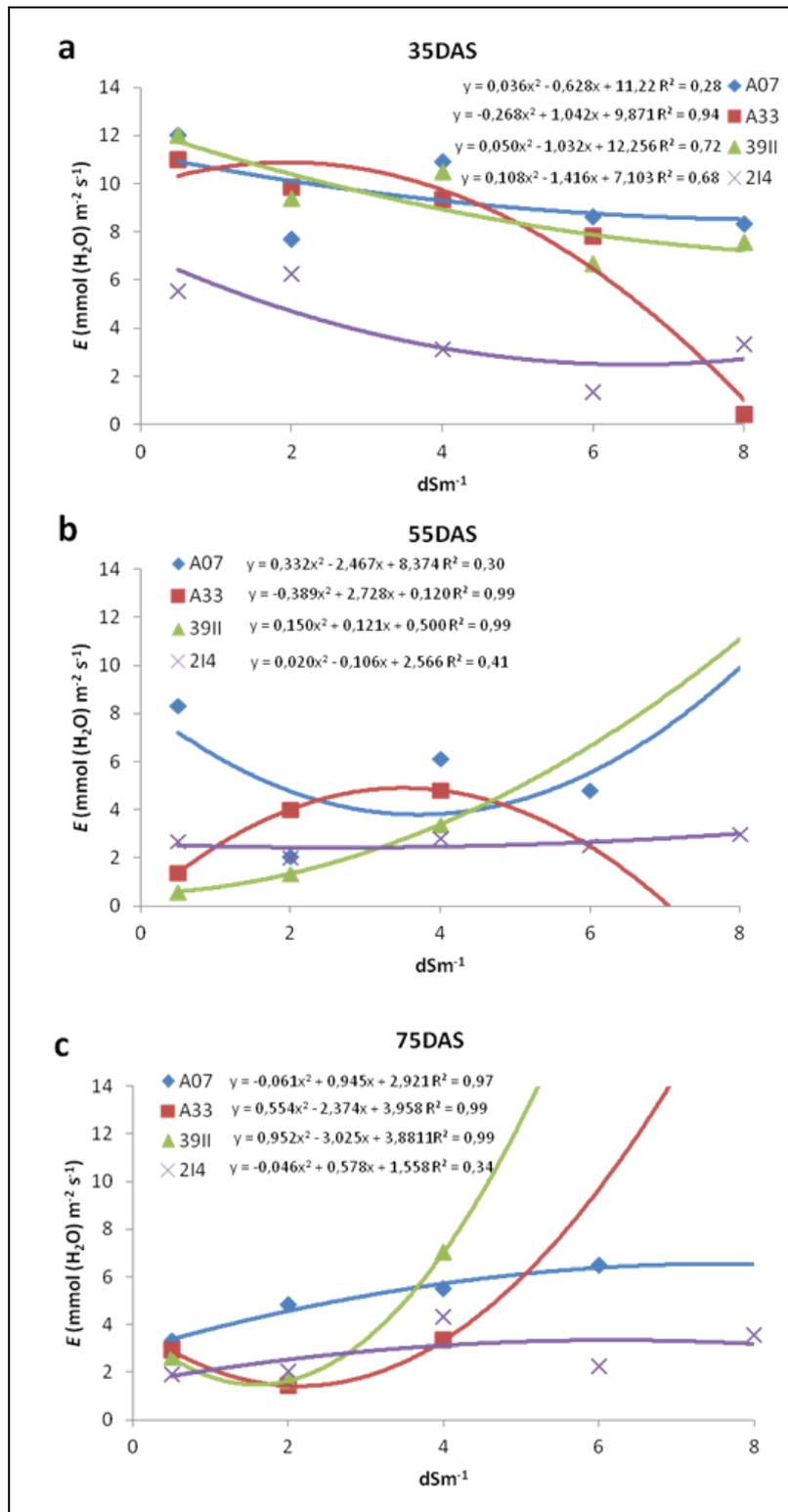
**Figura 1.** Condutância estomática ( $g_s$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 214) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.

Os efeitos de salinidade sobre a redução da condutância estomática em plantas de melão, foram observados por Carvajal et al. (1998), Mavrogianopoulos et al. (1999) e del Amor et al. (2000), Sivretepe et al. (2005), Lima et al. (2011), Kusvuran (2012), e foram compatíveis com os resultados deste trabalho. Comparado ao controle, Kusvuran (2012) observou que a diminuição da condutância estomática foi em média de 59% sob nível salino de 12 dS m<sup>-1</sup>, enquanto a condutância estomática nos genótipos CU196 e CU159 (resistentes) reduziu 40 e 58% após 12 dias, respectivamente, mas foi 66 e 81% nos genótipos CU40 e CU252 (sensíveis) sob salinidade, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

### 3.1.2. Transpiração

O comportamento dos acessos de melão em função da transpiração (*E*) e os níveis de salinidade estão apresentados na Figura 2. Aos 35 DAS foi observado que *E* não apresentou um comportamento padrão da curva, ou seja, houve variação nos valores de *E*, porém não houve redução linear (Figura 2.a), mostrando que não houve redução evidente da *E* à medida que aumentaram os níveis salinos, exceto o acesso A33, que apresentou maior redução no nível salino com 8 dSm<sup>-1</sup>. Isso aconteceu devido às plantas já estarem em processo de senescência e morte por causa da salinidade. As reduções da *E* para o maior nível de salinidade (8 dS m<sup>-1</sup>) foram 30,66% (8,32 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), 96,27% (0,41 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), 37,15% (7,56 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 40,14% (3,31 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4, respectivamente.

Em trabalho realizado por Barros (2015) com híbrido de meloeiro Goldex sob efeito salino, observou-se que para a *E* aos 46 DAS, o maior valor foi observado no tratamento de 3,0 dS m<sup>-1</sup> (9,61 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e o menor, de 8,49 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, na salinidade controle. Costa et al. (2014), trabalhando com a mesma espécie de meloeiro, observaram que a transpiração apresentou menores valores nos maiores níveis de salinidade, provavelmente em função da redução do potencial hídrico do solo, resultando em maior acúmulo de sais e fechamento parcial dos estômatos, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.



**Figura 2.** Transpiração ( $E$ ) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.

Sousa et al. (2015), trabalhando com mamoeiro sob efeito salino, observaram que a redução de  $g_s$  também causou decréscimo na transpiração ( $E$ ), na condição de maior salinidade.

Com isso pode-se considerar que o fechamento parcial dos estômatos causou decréscimo da  $E$  (37%), motivado pela redução de água como uma estratégia bem sucedida do mamoeiro para evitar maior perda de vapor de água através da transpiração, o que também foi verificado neste trabalho.

Aos 55 DAS foi observado que o acesso A07 não manteve um comportamento padrão da curva, os acessos A33 e 39II aumentaram a  $E$  com o aumento da salinidade, e o acesso 2I4 manteve comportamento da curva linear (Figura 2.b). Aos 75 DAS os acessos A33 e 39II não apresentaram comportamento padrão da curva, porém os acessos A07 e 2I4 mostraram aumento na  $E$  com tendência a se estabilizar (Figura 2.c). Observou-se que houve redução na  $E$  entre as fases fenológicas, onde aos 35 DAS os valores de  $E$  eram mais que o dobro dos valores aos 55 e 75 DAS. Essa redução de  $E$  aos 55 e 75 DAS também foi observada em  $g_s$ , indicando que à medida que a planta se desenvolve e muda de fase fenológica tende a reduzir e estabilizar seus processos fisiológicos.

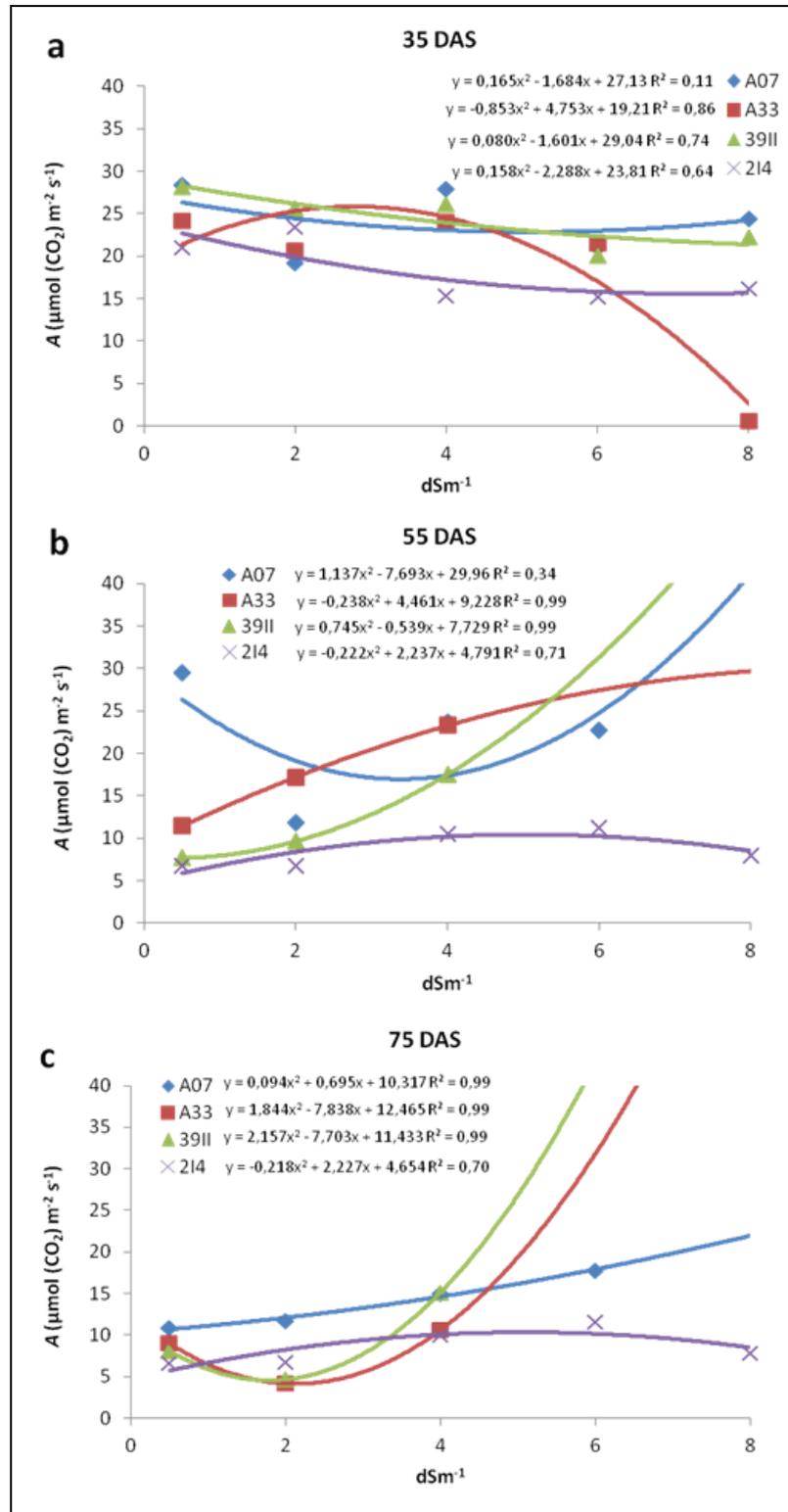
A salinidade causa o fechamento dos estômatos que está diretamente relacionado à redução da condutância estomática, mecanismo usado pela planta para manter seu status hídrico, e como consequência redução nas taxas de transpiração das folhas (HALIM et al., 1990; TAIZ & ZEIGER, 2009), o que foi verificado neste trabalho aos 35 DAS.

### 3.1.3. Fotossíntese

A taxa fotossintética líquida ( $A$ ) não apresentou um comportamento padrão aos 35 DAS, e isso quer dizer que não apresentou redução linear com o aumento da salinidade, exceto o acesso A33 que reduziu na maior concentração salina ( $8 \text{ dS m}^{-1}$ ), e isso foi devido às plantas estarem morrendo (Figura 3.a). As reduções de  $A$  em relação ao tratamento controle para o maior nível de salinidade ( $8 \text{ dS m}^{-1}$ ) foram de 14,17% ( $24,40 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); 97,80% ( $0,53 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); 21,18% ( $22,17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e 22,85% ( $16,20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4, respectivamente.

Barros (2015) observou que a  $A$  do híbrido de meloeiro Goldex apresentou variação dos dados para os diferentes níveis de salinidade aos 46 DAS, em que o maior valor foi verificado no tratamento  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  ( $22,53 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e o menor na salinidade  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  ( $15,87 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Del Amor et al. (2000) em experimento com estresse salino com melão do tipo Gália observaram redução de 33,19% em  $A$  com valor de  $16,3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para o nível salino com  $8 \text{ dS m}^{-1}$ . A redução na taxa fotossintética é geralmente devida à baixa

condutância estomática, que também reduz a taxa de transpiração (RAZZAGHI et al., 2011), o que também foi observado neste experimento.



**Figura 3.** Taxa fotossintética líquida (A) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.

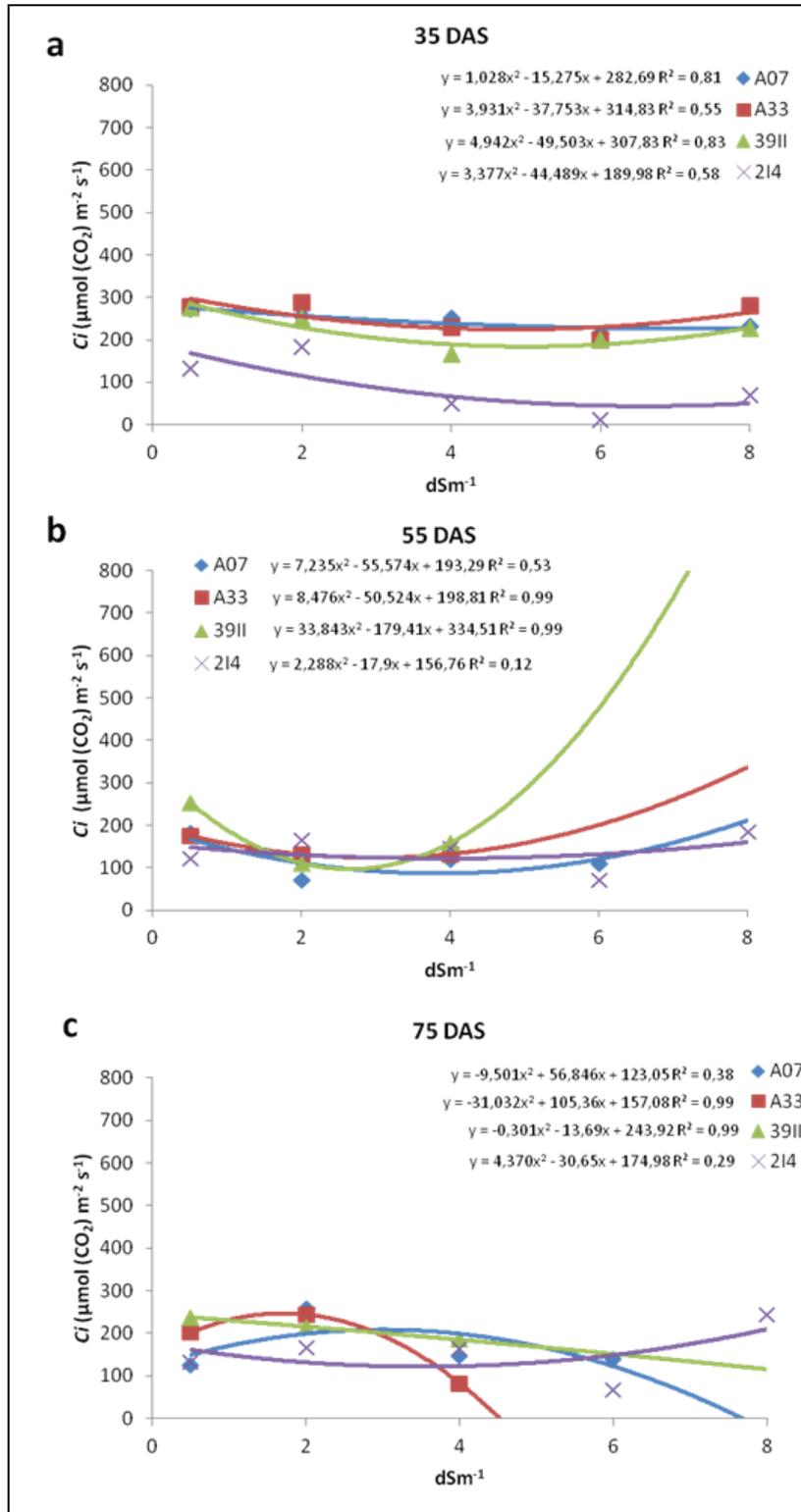
Aos 55 DAS os acessos apresentaram aumento da  $A$ , exceto o acesso A07 que não apresentou comportamento padrão da curva, oscilando com o aumento da salinidade (Figura 3.b), esse aumento pode ser um estímulo da planta em resposta à salinidade. Na avaliação aos 75 DAS os acessos A33 e 39II não apresentaram comportamento padrão da curva mostrando variação nos valores, porém o acesso A07 mostrou tendência a aumentar  $A$  com o incremento da salinidade e o acesso 2I4 mostrou valores semelhantes à medida que aumentou a salinidade (Figura 3.c). Foi observado que houve redução em  $A$  entre as fases fenológicas, onde aos 35 DAS os valores de  $A$  eram maiores do que aos 55 e 75 DAS. Essa redução de  $A$  aos 55 e 75 DAS também foi observada na  $g_s$  e  $E$ , indicando que está relacionada às fases fenológicas.

Sousa et al. (2015) em experimento com mamoeiro sob estresse salino observaram que os valores médios de  $A$  reduziram 53% do menor para o maior nível de salinidade, afirmando que o comportamento de  $A$  observado seguiu as mesmas tendências de  $g_s$ , deduzindo que a diminuição na  $g_s$  implica menores fluxos de  $\text{CO}_2$  no mesófilo, possibilitando baixas taxas de assimilação de dióxido de carbono, ou seja, os valores das trocas gasosas estão relacionados diretamente nos valores de  $g_s$ , tal como observado por Magalhães Filho et al. (2008), Brito et al. (2012) e Barros (2015).

#### **3.1.4. Concentração interna de $\text{CO}_2$ na folha**

A concentração interna de  $\text{CO}_2$  na folha ( $C_i$ ) apresentou comportamento linear aos 35 DAS com valores semelhantes à medida que aumentou a salinidade, exceto o acesso 2I4 que reduziu na concentração salina com  $6 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 4.a). Foi observado que aos 55 e 75 DAS os acessos apresentaram uma tendência da curva linear com o incremento da salinidade (Figura 4.b e Figura 4.c), porém os valores de  $C_i$  foram inferiores aos valores aos 35 DAS. Essa diminuição de  $C_i$  aos 55 e 75 DAS também foi observada em  $g_s$  e  $E$ , e isso está relacionado às fases fenológicas, afetando os mecanismos de trocas gasosas, reduzindo  $A$ .

No trabalho realizado por Sousa et al. (2015) com mamoeiro sob estresse salino foi observado que a concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) tendeu a aumentar com o incremento da salinidade, possivelmente este resultado seja reflexo de baixa assimilação de  $\text{CO}_2$ , em relação ao  $\text{CO}_2$  encontrado na câmara subestomática nas plantas sob estresse salino, pois, se  $C_i$  aumenta e há diminuição no consumo de  $\text{CO}_2$  nos cloroplastos, é devido à redução na atividade fotossintética (MACHADO et al., 2010; SUASSUNA, 2013), e neste trabalho não houve aumento porém a  $C_i$  manteve-se com valores semelhantes com o aumento da salinidade.



**Figura 4.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha (*C<sub>i</sub>*) de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) fase vegetativa – 35 DAS; (b) fase de florescimento – 55 DAS e (c) fase de frutificação e senescência – 75 DAS. Mossoró-RN, 2016.

Sob estresse salino ocorre redução da condutância estomática e com isso a eficiência no uso da água tende a aumentar, ou seja, a planta absorve mais CO<sub>2</sub> por unidade de água transpirada, pois, o fechamento estomático limita mais a transpiração do que a concentração interna de CO<sub>2</sub> (TAIZ; ZEIGER, 2009), isso explica a *E* ter reduzido e a *C<sub>i</sub>* permanecer constante neste trabalho.

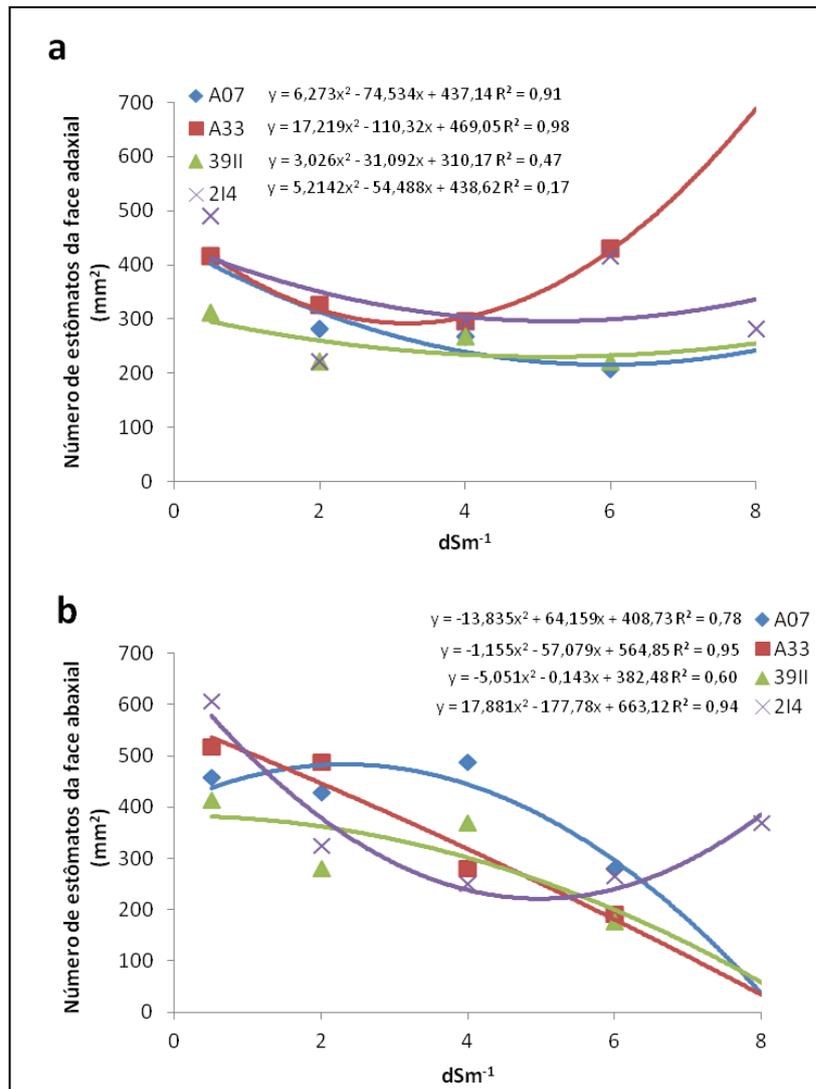
## **3.2. Características anatômicas dos estômatos das folhas sob estresse salino**

### **3.2.1. Número de estômatos da face adaxial e abaxial**

O número de estômatos da face adaxial e abaxial das folhas dos acessos de melão sob estresse salino estão apresentados na Figura 5. Verificou-se que o número de estômatos da face adaxial das folhas dos acessos apresentou uma tendência a reduzir, exceto o acesso A33 que mostrou variação reduzindo e posteriormente aumentando com o incremento da salinidade (Figura 5.a). Foi observado no número de estômatos da face adaxial das folhas redução de 50,06% (207 estômatos mm<sup>-2</sup>), 28,57% (222 estômatos mm<sup>-2</sup>) e 15,17% (414 estômatos mm<sup>-2</sup>) em relação ao tratamento controle para o nível salino com 6 dS m<sup>-1</sup> para os acessos A07, 39II e 2I4, respectivamente, e aumento de 3,52% (429 estômatos mm<sup>-2</sup>) para o acesso A33.

A Figura 5.b mostrou que o número de estômatos da face abaxial das folhas dos acessos A07 e 39II apresentou redução no nível salino com 6 dS m<sup>-1</sup>. O acesso A33 reduziu o número de estômatos da face abaxial à medida que aumentou as concentrações salinas, e o acesso 2I4 apresentou redução até o nível salino com 4 dS m<sup>-1</sup>, mantendo-se constante nos demais níveis salinos (Figura 5.b). Foi observada redução do número de estômatos da face abaxial das folhas de 38,72% (281 estômatos mm<sup>-2</sup>), 62,87% (192 estômatos mm<sup>-2</sup>), 57,12% (177 estômatos mm<sup>-2</sup>) e 56,06% (266 estômatos mm<sup>-2</sup>) em relação ao tratamento controle para o nível salino com 6 dS m<sup>-1</sup> para os acessos A07, A33, 39II e 2I4, respectivamente.

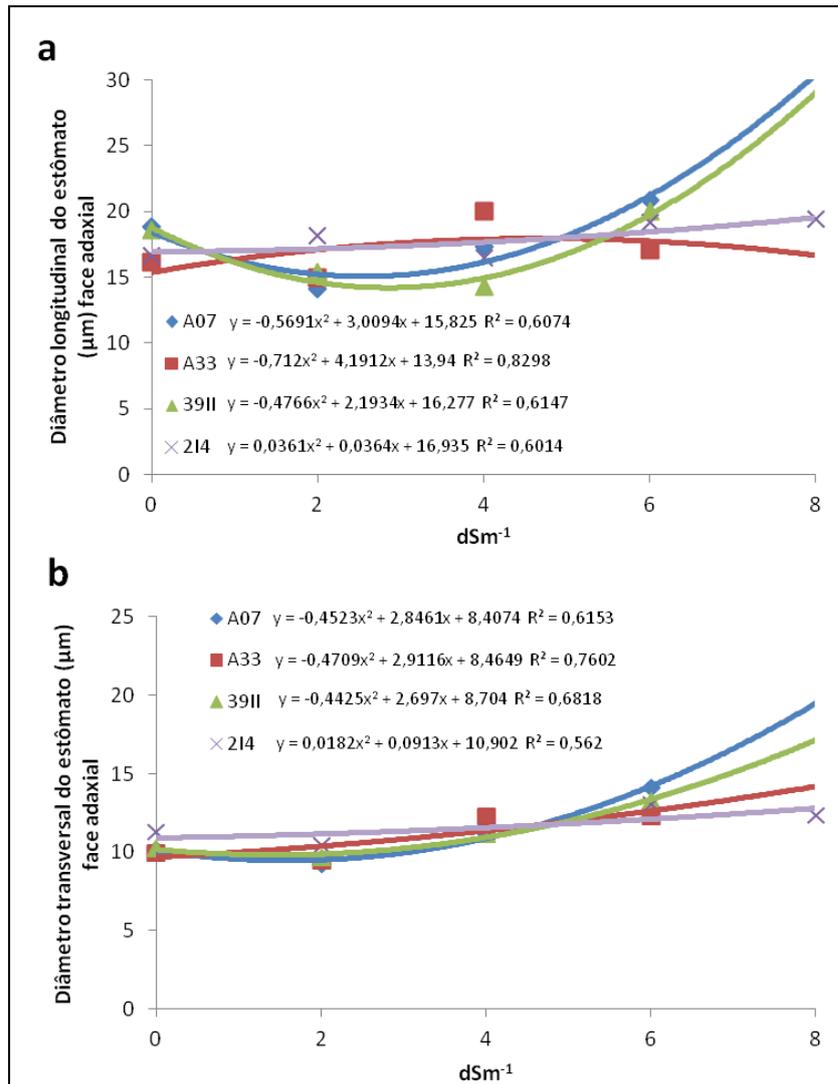
Segundo Solmaz et al. (2011) em experimento com meloeiro em condições salinas, as plantas apresentaram maior número de estômatos por unidade de área em relação às plantas controle. O acréscimo no número de estômatos foi de 58% (448 estômatos mm<sup>-2</sup>) em híbridos F1, 44% (439 estômatos mm<sup>-2</sup>) em linhagens dihaplóides e 55% (454 estômatos mm<sup>-2</sup>) em linha diplóide original, resultados contrários ao deste trabalho que com o incremento da salinidade foi observada diminuição do número de estômatos.



**Figura 5.** Número de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face adaxial da folha; (b) face abaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.

### 3.2.2. Diâmetro longitudinal e transversal dos estômatos

Os diâmetros longitudinal e transversal dos estômatos da face adaxial e abaxial das folhas dos acessos de melão estão representados na Figura 6 e Figura 7. Foi observado que o diâmetro longitudinal dos estômatos da face adaxial da folha dos acessos A07 e 39II diminuíram no nível salino com 2 dS m<sup>-1</sup> e em seguida tendeu a aumentar com o incremento da salinidade, enquanto os acessos A33 e 2I4 apresentaram comportamentos semelhantes com o aumento da salinidade (Figura 6.a).



**Figura 6.** Diâmetro longitudinal e transversal de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face adaxial da folha; (b) face adaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.

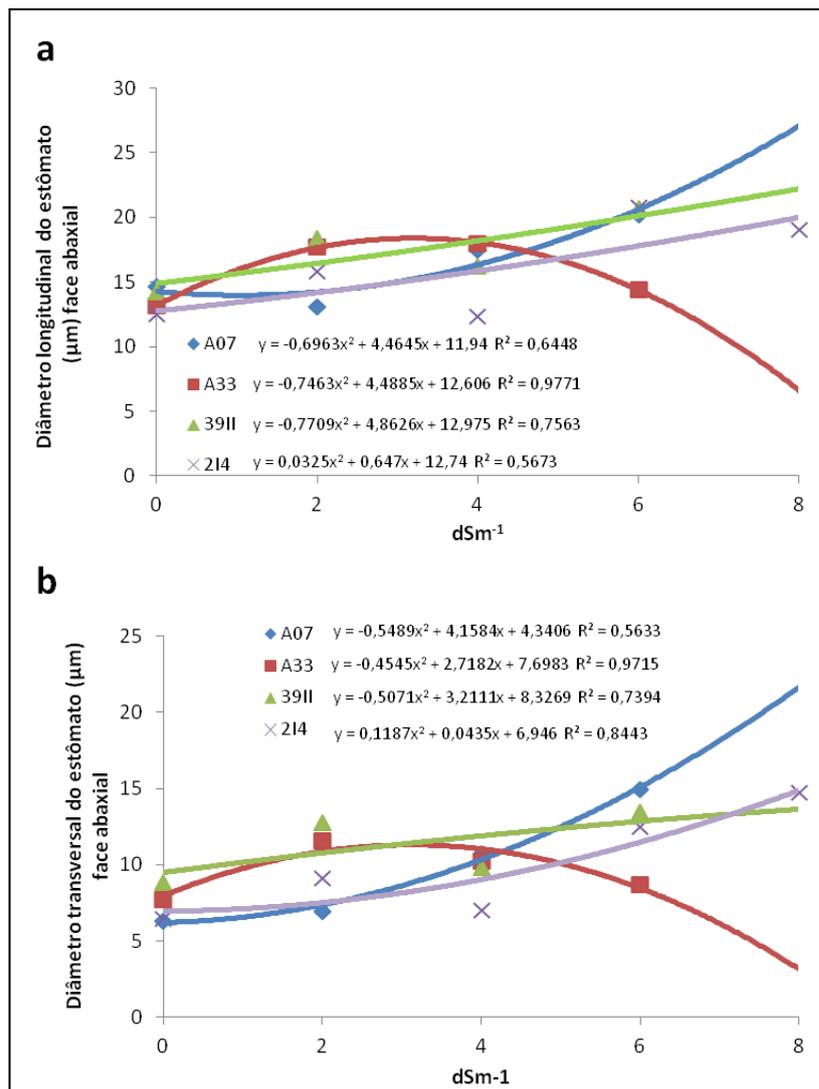
Houve aumento do diâmetro longitudinal da face adaxial das folhas de 10,90% (20,85 µm), 5,90% (17,03 µm), 7,87% (19,99 µm) e 14,77% (19,11 µm) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4 em relação ao tratamento controle para o nível salino com 6 dSm<sup>-1</sup> (Figura 6.a). Quanto à Figura 6.b foi observado que com o aumento da salinidade houve aumento do diâmetro transversal dos estômatos da face adaxial das folhas de 38,83% (14,12 µm), 23,32% (12,32 µm), 29,65% (13,29 µm) e 15,67% (13,06 µm) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4 em relação ao tratamento controle para o nível salino com 6 dSm<sup>-1</sup>.

Solmaz et al. (2011) observaram que o diâmetro longitudinal e transversal dos estômatos foram diminuídos sob condições salinas; no entanto, essas diminuições não foram significativas, enquanto o número de estômatos em área unitária aumentou em comparação ao controle. O aumento do número de estômatos sob condições salinas pode ser um mecanismo de adaptação ao estresse da planta de melão, a fim de aumentar a transpiração e, portanto, aumentar a absorção de água. Resultados diferentes foram encontrados neste trabalho, no qual ocorreu diminuição no número de estômatos e aumento no diâmetro longitudinal e transversal. Uma explicação para isso é para a planta evitar uma maior perda de água por transpiração evitando que entre em estado de murcha permanente, como também diminuição no tamanho das células.

Os diâmetros longitudinal (Figura 7.a) e transversal (Figura 7.b) dos estômatos da face abaxial da folha dos acessos A07, 39II e 2I4 apresentaram aumento com o incremento da salinidade, porém o acesso A33 aumentou até o nível salino de 2 dS m<sup>-1</sup> e em seguida tendeu a reduzir. Ocorreu aumento do diâmetro longitudinal da face abaxial das folhas de 38,31% (20,25 µm), 9,42% (14,39 µm), 45,88% (20,76 µm) e 66,66% (20,80 µm) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4 no nível salino com 6 dSm<sup>-1</sup>. Foi observado que com o aumento da salinidade houve aumento no diâmetro transversal dos estômatos da face abaxial das folhas de 136,49% (14,97 µm), 12,69% (8,70 µm), 53,28% (13,52 µm) e 93,34% (12,49 µm) para os acessos A07, A33, 39II e 2I4 no nível salino com 6 dSm<sup>-1</sup>.

Os resultados encontrados por Solmaz et al. (2011) mostram redução para o diâmetro transversal e longitudinal dos estômatos, nos híbridos F1 para 14,8 µm e 22,5 µm sob condições salinas, respectivamente. Nas linhagens dihaplóides, sob condições salinas, o diâmetro transversal e longitudinal dos estômatos reduziram para 15,0 µm e 21,8 µm, respectivamente. Nas linhas diplóides originais, também houve redução para o diâmetro transversal dos estômatos com valores de 14,0 µm e o diâmetro longitudinal dos estômatos com 21,2 µm sob condições salinas.

Yarsi et al. (2017) trabalhando com meloeiro do tipo Gália sob estresse salino observaram que o diâmetro longitudinal e transversal dos estômatos da face abaxial foram reduzidos em proporções variáveis sob estresse salino, em 0,67% (19,22 µm) e 17,06% (12,44 µm), também foram observados os dados de diâmetro longitudinal e transversal dos estômatos da face adaxial sob estresse salino com redução de 3,15% (15,08 µm) e aumento de 7,05% (21,57 µm), respectivamente.



**Figura 7.** Diâmetro longitudinal e transversal de estômatos das folhas de acessos de melão (A07, A33, 39II e 2I4) submetidos a diferentes concentrações salinas, (a) face abaxial da folha; (b) face abaxial da folha. Mossoró-RN, 2016.

#### **4. CONCLUSÃO**

A salinidade afetou negativamente a condutância estomática, transpiração e taxa fotossintética líquida apenas aos 35 DAS, não influenciando na concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha.

A fase vegetativa aos 35 DAS, apresentou ser a fase mais sensível à salinidade.

O número de estômato da face adaxial e abaxial da folha reduziu com o aumento da salinidade.

Os diâmetros longitudinal e transversal dos estômatos aumentaram com a salinidade.

## REFERÊNCIAS

- ASHRAF, M., FOOLAD, M. R. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environ. Exp. Bot.**, n.59, p.206- 216, 2007.
- ASHRAF, M., HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Sci.**, n.166 p.3-16, 2004.
- BALAL, R. M., KHAN, M. M., SHAHID, M. A., MATTSON, N. S., ABBAS, T., ASHFAQ, M. AND IQBAL, Z. Comparative Studies on the Physio-Biochemical, Enzymatic and Ionic Modifications in Salt Tolerant and Salt Sensitive Citrus rootstocks under NaCl Stress. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, v.137, p.1-10, 2012.
- BARROS, J. R. **Irrigação de plantas de meloeiro amarelo com água salina enriquecida com CO<sub>2</sub>**. 2015. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- BOTTI, C., PALZKILL, D., MUÑOZ, D. AND PRAT, L. Morphological and anatomical characterization of six jojoba clones at saline and non-saline sites. **Industrial Crops and Products**. v.9, p.53-62, 1998.
- CARMO FILHO, F. et al. **Dados meteorológicos de Mossoró** (jan. de 1988 a dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121 p. (Coleção Mossoroense, série C).
- BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. da S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, suppl., p.857-865, 2012. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1941>
- CARVAJAL, M., DEL AMOR, F.M., FERNADEZ-BALLESTER, G., MARTINEZ, V., CERDA, A. Time course of solute accumulation and water relation in muskmelon plants exposed to salt during different growth stages. **Plant Sci**. v.138, p.103–112, 1998.
- CAVUSOGLU, K., S. KILIC AND K. KABAR. Effects of pretreatments of some growth regulators on the stomata movements of barley seedlings grown under saline (NaCl) conditions. **Plant Soil Environ**. v.53, n.12, p.524-528, 2007.
- CHA-UM, S., KIRDMANEE, C. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. **Agric. Sci**. China, v.8, n.1, p.51-58, 2009.
- COSTA, L. de O. da; BEZERRA, M.A.; GONDIM, G.M.C.; ARAÚJO, L.F. Desenvolvimento de plantas de meloeiro submetidas ao estresse salino sob diferentes níveis de potássio, fósforo

e nitrogênio. In: **II Inovagri International Meeting**, 2014, Fortaleza. INOVAGRI International Meeting, 2014.

DEL AMOR, F. M., RUIZ-SANCHEZ, M. C., MARTINEZ, V., CERDA, A. Gas exchange, water relations, and ion concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **J. Plant Nutr.** v.23, p.1315–1325, 2000.

DUBEY, R. S. Protein Synthesis by Plants under Stressful Conditions. In: Pessarakli, M., Ed., **Handbook of Plant and Crop Stress**, Marcel Dekker Press Inc., New York, p.365-397, 1999. <http://dx.doi.org/10.1201/9780824746728.ch16>

EMBRAPA. 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. Embrapa, Brasília, Brasil.

HALIM, R. A., BUXTON, D. R., HATTENDORF, M. J., CARLSON, R. E. Crop water stress index and forage quality relationships in alfalfa. **Agric. J.**, v.82, p.906-909, 1990.

IPA. 2008. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. 2 ed. IPA, Recife, Brasil.

JAFRI, A. Z. AND AHMAD, R. Effect of soil salinity on leaf development, stomatal size and its distribution in cotton (*Gossypium hirsutum*L.). **Pak. J. Bot.**, v.27, n.2, p.297-303, 1995.

KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **African Journal of Agricultural Research**. v.7, n.5, p.775-781, 2012.

LIMA, B. L. C.; NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; DOMBROSKI, J. L. D. Condutância estomática e área foliar do meloeiro cultivado em diferentes tipos de solos e submetido ao estresse salino. **Revista Verde**. v.6, n.2, p.01-06, 2011. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v6i2.598>

MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R. S; RIBEIRO, R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de la ranjeira ‘valência’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000064>

MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja ‘valência’ sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000100009>

MAVROGIANOPOULOS, G. N., SPANAKIS, J., TSIKALAS, P. Effect of carbon dioxide enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. **Sci. Hort.** v.79, p.51–63, 1999.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytol.** v.167, p.645–663, 2005.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.758-765, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000014>

ÖZYIGIT, İ. İ. AND AKINCI, S. Effects of some stress factors (Aluminum, Cadmium and Drought) on stomata of roman nettle (*Urtica pilulifera*L.). **Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj**,v.37, n.1, p.108-115, 2009.

PARIDA, A. K., DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicol. Environ. Saf.**, v.60, p.324-349, 2005.

RAZZAGHI, F., AHMADI, S. H., ADOLF, V. I., JESEN, C. R., JACOBSEN, S. E., ANDERSEN, M. N. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. **J. Agron. Crop Sci.**, v.197, n.5, p.348-360, 2011.

RICHARDS, L. A. Suelos salinos y sodicos. **Instituto nacional de investigaciones agricolas.** Mexico. 171p. 1980.

SIVRITEPE, H. O., SIVRITEPE, N., ERIS, A. AND TURHAN, E. The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. **Scientia Horticulturae** v.106, n.4, p.568-581, 2005.

SOLMAZ, I.; SARI, N.; DASGAN, Y.; AKTAS, H.; YETISIR, H.; UNLU, H. The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. **Journal of Food, Agriculture & Environment.** vol.9, n.3&4, p.172-176. 2011.

SOUSA, M. S. S.; SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; FRADE, L. J. G.; OLIVEIRA, C. J. A.; LIMA, V. L. A. Trocas gasosas do mamoeiro cultivado sob irrigação com águas salinizadas e adubação orgânica. **III Inovagri International Meeting.** Fortaleza, Brasil, 2015. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a349>

SUASSUNA, J. F. **Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino.** 2013. 137f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TESTER, M. AND DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

YARSI, G.; SIVACI, A.; DASGAN, H. Y.; ALTUNTAS, O.; BINZET, R.; AKHOUNDNEJAD, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and

stomata size of grafted and ungrafted Gália c8 melon cultivar. **Pak. J. Bot.**, v.49, n.2, p.421-426, 2017.