



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TESE**

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA  
SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**JEFERSON DUTRA BEZERRA**

**2017**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA  
SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**JEFERSON DUTRA BEZERRA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Walter Esfrain Pereira**

Tese submetida como  
requisito para obtenção do  
grau de **Doutor em**  
**Agronomia**, no Programa de  
Pós-Graduação em  
Agronomia.

Areia, PB  
2017

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

*B574c Bezerra, Jeferson Dutra.*

*Crescimento, fisiologia e produção da melancia sob irrigação com águas salinas e adubação orgânica / Jeferson Dutra Bezerra. - Areia: UFPB/CCA, 2017.  
xvii, 104 f.: il.*

*Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.*

*Bibliografia.*

*Orientador: Walter Esfrain Pereira.*

*1. Fertilidade do solo – Adubação orgânica 2. Melancia – Água salina 3. Citrullus lanatus – Qualidade de frutos 4. Melancia – Produção I. Pereira, Walter Esfrain (Orientador) II. Título.*

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

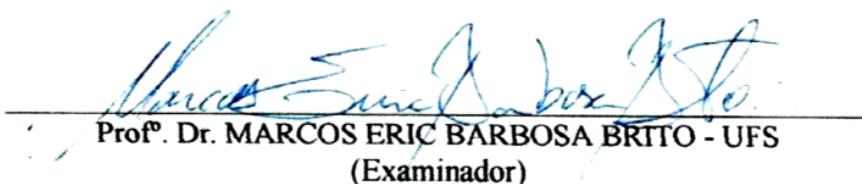
**TÍTULO:** CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA  
SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

**AUTOR:** JEFERSON DUTRA BEZERRA

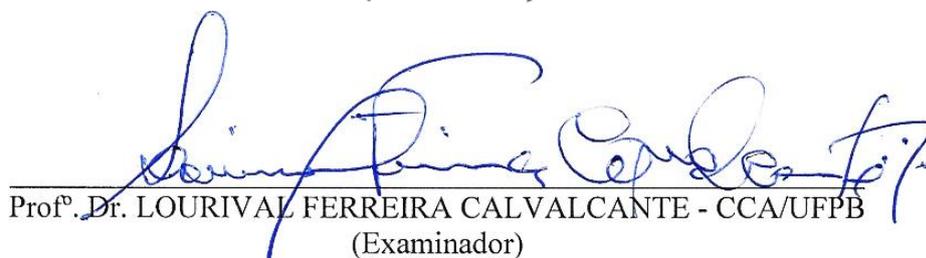
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR  
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



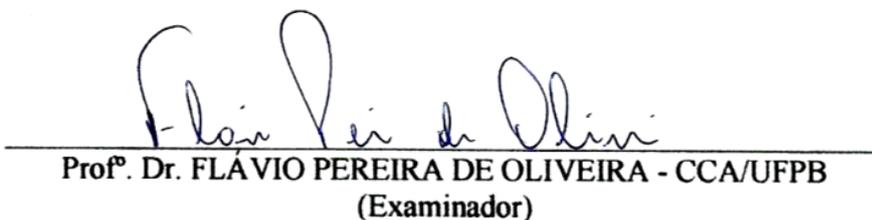
Prof<sup>o</sup>. Dr. WALTER ESFRAIN PEREIRA - CCA/UFPB  
(Orientador)



Prof<sup>o</sup>. Dr. MARCOS ERIC BARBOSA BRITO - UFS  
(Examinador)



Prof<sup>o</sup>. Dr. LOURIVAL FERREIRA CALVALCANTE - CCA/UFPB  
(Examinador)



Prof<sup>o</sup>. Dr. FLÁVIO PEREIRA DE OLIVEIRA - CCA/UFPB  
(Examinador)

Data da realização: 20 de Julho de 2017.

Presidente da Comissão Examinadora  
Dr. Walter Esfrain Pereira  
Orientador

*Pois em parte conhecemos e em parte profetizamos; quando, porém, vier o que é perfeito, o que é imperfeito desaparecerá.*

*Quando eu era menino, falava como menino, pensava como menino e raciocinava como menino. Quando me tornei homem, deixei para trás as coisas de menino.*

*Agora, pois, vemos apenas um reflexo obscuro, como em espelho; mas, então, veremos face a face.*

*Agora conheço em parte; então, conhecerei plenamente, da mesma forma como sou plenamente conhecido.*

*Assim, permanecem agora estes três: a fé, a esperança e o amor. O maior deles, porém, é o Amor.*

***1 Coríntios 13:9-13***

## **DEDICO...**

A **DEUS**, o grande arquiteto do universo, autor e consumidor de todas as bênçãos concedidas, dando-me a oportunidade e me capacitando em mais uma conquista.

Aos meus pais, **FRANCISCO BEZERRA DE OLIVEIRA** e **JACINTA DUTRA BEZERRA**, meu irmão, **ERIK JAFRAN DUTRA BEZERRA**, pelo apoio, atenção e pelos os estímulos a sempre me dedicar.

À minha amada esposa, **LEILANE VIEIRA DANTAS DUTRA**, pelo afago, companheirismo, amor, dedicação, e por ser fonte inspiradora, dando-me exemplo de garra e perseverança.

## **OFEREÇO...**

A todos os meus familiares, pela contribuição moral e incentivo durante toda minha jornada acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por ser o arquiteto do universo e permitir o dom da vida.

A meus Pais, Francisco Bezerra, Jacinta Dutra e todos os meus familiares, por todos os conselhos e ensinamentos, pela contribuição moral e de incentivo durante toda minha jornada acadêmica.

A minha esposa (Leilane), meu irmão (Erik), meu sobrinho (Francisco Eden) e meus cunhados (Lenark, Lamark, Leidson, Laedna, Vilma, Jacimary, Jair), pelo apoio, carinho, amizade e por sempre estarem me incentivando.

Aos meus sogros, Manoel Bezerra (Seu Mané) e Laura (Galega), pelo respeito e carinho, e por toda hospitalidade.

Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, (UFPB) pela oportunidade casual na realização deste curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Walter Esfrain Pereira, pelo apoio, orientação, paciência, exemplo de humildade e ensinamentos acadêmicos ao decorrer desta pesquisa. Muito obrigado!

Ao Professor Dr. Marcos Eric de Brito Barbosa, pela co-orientação, por todo apoio, ensinamentos, pela amizade firmada, parceria, e principalmente pelo grande exemplo de pessoa e profissional, eis uma fonte inspiradora.

À Universidade Federal da Paraíba por toda infraestrutura e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, Campus de Pombal, pelo apoio da estrutura laboratorial e por ceder a área experimental para desenvolvimento da pesquisa.

A todo o corpo docente do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, em especial do PPGA, muito obrigado pela participação na minha formação acadêmica.

Aos colegas, Izidro, Rômulo, Saulo, Luderlândio, Juliane, Giuliane, Kaline, Erlan, Alberto Calado, Flaubert, José George, Luciano, Bruno Brito e Leandro Firmino pela grande amizade firmada e, em especial, a José Madson e Rennan Fernandes, por terem sido grandes irmãos e compartilharem dos momentos mais difíceis que me deparei durante a jornada acadêmica.

Agradeço também aos amigos de longa data, Renner Ferraz, Ivomberg, Sebastião, Rosinaldo, Flaviana, Flávio e Janivan, por serem grandes irmãos e fazer parte da minha história acadêmica.

A toda equipe do IRRIGANDO O SEMIÀRIDO e a todos os funcionários do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, Campus de Pombal, que contribuíram de alguma forma na realização deste trabalho.

À banca examinadora, Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, Prof. Dr. Marcos Eric de Brito Barbosa, Prof. Dr. Flávio Pereira de Oliveira e Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, pela participação e apreciação para o aprimoramento desse trabalho de pesquisa.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, visando à realização desta pesquisa.

BEZERRA, J. D. **Crescimento, fisiologia e produção da melancia sob irrigação com águas salinas e adubação orgânica.** Areia, Paraíba, Brasil. 2017. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

## RESUMO GERAL

A melancia exerce uma função de destaque no Brasil, em especial na região Nordeste, que apresenta condições edafoclimáticas favoráveis, podendo assim ser cultivada o ano inteiro sob condições irrigadas. Nesse sentido, um experimento foi realizado no período de outubro a dezembro de 2015, no município de Pombal, PB, para avaliar os efeitos da irrigação com águas salinas e da adubação com esterco bovino sobre o crescimento, a fisiologia, a produção e os atributos qualitativos dos frutos da melancia. O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com tratamentos arranjados em fatorial, 5 x 2, relativos a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) e duas doses de esterco bovino, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por fileiras de canteiros de 2,5m de comprimento, com esterco ou sem esterco, espaçadas a cada 2,0 m, totalizando uma área experimental de 200 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela correspondeu a cinco plantas da fileira, desprezando-se as duas plantas das extremidades, totalizando três plantas úteis por parcela. Foram avaliados o comprimento do ramo principal, diâmetro do caule e número de folhas, taxa de crescimento absoluto ramo principal, do diâmetro do caule, do número de folhas, taxa de crescimento relativo das respectivas variáveis e a partição de fitomassa. Para a fisiologia foi avaliado as trocas gasosas, pigmentos cloroplastídeos e extravasamento de eletrólitos. Ao final do experimento foram avaliadas a massa média de frutos por planta, produção por planta, produtividade, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, espessura de casca, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável. O esterco bovino não influenciou no crescimento da melancia irrigada com águas de salinidade crescente. O crescimento da melancia e a produção de massa de matéria seca são comprometidos pelo aumento da concentração salina da água de irrigação. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação não influenciou o crescimento relativo do ramo principal e do diâmetro do caule da melancia. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação diminuiu a produção de pigmentos fotossintéticos e aumentou o extravasamento de eletrólitos celular, diminuindo a eficiência fotossintética na melancia. O esterco bovino atenuou o efeito do estresse salino apenas para clorofila *b* e carotenóides. A salinidade da água inibiu as trocas gasosas, com maior intensidade na condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração. Exceto o número de frutos por planta, os demais componentes de produção da melancia foram inibidos com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. O esterco bovino no solo não interferiu nos componentes da produção da melancia irrigada com águas salinizadas. Os valores dos atributos físico-químicos dos frutos, exceto a acidez titulável dos frutos da melancia diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

**Palavras chave:** *Citrullus lanatus*, salinidade, insumo orgânico

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPTULO I</b> .....	14
<b>Tabela 1.</b> Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental.	20
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm. ....	21
<b>Tabela 3.</b> Atributos químicos do esterco aplicado ao solo .....	23
<b>Tabela 4 .</b> Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (Kcl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melanciaira.....	24
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para o comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro do caule (DC), número de folha (NF), taxa absoluta de crescimento do ramo principal (TACRP), taxa absoluta de crescimento do diâmetro do caule (TACDC), taxa absoluta decrescimento do número de folhas (TACNF) da melanciaira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.....	27
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para a taxa relativa de crescimento do ramo principal (TRCRP), taxa relativa de crescimento do diâmetro do caule (TRCDC), taxa relativa de crescimento do número de folhas (TRCNF) massa seca da folha (MSF). Massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) da melanciaira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.....	32
<b>Tabela7.</b> Autovalores e autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) das variáveis de crescimento da melanciaira. ....	36
<b>CAPÍTULO II</b> .....	47
<b>Tabela 1.</b> Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental.	53
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm. ....	54
<b>Tabela 3.</b> Atributos químicos do esterco aplicado ao solo .....	56
<b>Tabela 4 .</b> Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (Kcl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melanciaira.....	57
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis de clorofila 'a' (Clor. a), clorofila 'b' (Clor. b), clorofila total (Clor. t), carotenóides (Car), clorofila (a+b), razão de clorofila (a/b) e extrusão celular (Ext) em folhas da melanciaira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017. ....	60
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para a condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC)	

[( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) <sup>-1</sup> ], em folhas da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017. ....	65
<b>Tabela 7.</b> Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) das viáveis de crescimento da melancia. ....	68
<b>CAPÍTULO III</b> .....	77
<b>Tabela 1.</b> Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental. 82	
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm. ....	83
<b>Tabela 3.</b> Atributos químicos do esterco aplicado ao solo .....	85
<b>Tabela 4.</b> Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (Kcl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melancia.....	86
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis número médio de frutos por planta (NMF planta <sup>-1</sup> ), massa média de frutos por planta (MMF g fruto <sup>-1</sup> ), produção por planta (PP kg planta <sup>-1</sup> ) e produtividade (produç. kg ha <sup>-1</sup> ) da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.....	89
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), espessura de casca (EPC), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (AT) e relação (SS/AT), em frutos da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017. ....	91
<b>Tabela 7.</b> Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) dos componentes de produção e qualidade físico-químicas dos frutos da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017. ....	95

## LISTA DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	15
<b>Figura 1.</b> Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017.....	21
<b>Figura 2.</b> Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental.....	22
<b>Figura 3.</b> Comprimento do ramo principal (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas(C) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. ....	29
<b>Figura 4.</b> Taxa absoluta de crescimento do ramo principal (A), taxa absoluta de crescimento do diâmetro do caule (B) e taxa absoluta de crescimento do número de folhas (C) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. ....	31
<b>Figura 5.</b> Taxa relativa de crescimento do ramo principal (A), taxa relativa de crescimento do diâmetro do caule (B) e taxa relativa de crescimento do número de folhas (C) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. ....	33
<b>Figura 6.</b> Massa da matéria seca foliar (A), massa da matéria seca do caule (B) massa da matéria seca da parte aérea (C) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. ....	35
<b>Figura 7.</b> Área foliar (A) e área foliar específica (B) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.....	36
<b>Figura 8.</b> Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2. 38	
<b>CAPÍTULO II</b> .....	48
<b>Figura 1.</b> Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017.....	54
<b>Figura 2.</b> Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental.....	55
<b>Figura 3.</b> Teores de clorofila a (A), clorofila b (B), clorofila a + b (C) e clorofila total (D) em folhas da melanciaira irrigada com água salina,Pombal, PB, 2017. ....	62
<b>Figura 4.</b> Razão de clorofila a/b (A), teor de carotenóides sem esterco (B) e carotenóides com esterco (C) em folhas da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. ....	63
<b>Figura 5.</b> Teor de clorofila b (A), e carotenóides (B) em folhas da melanciaira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino,Pombal, PB, 2017. ....	64
<b>Figura 6.</b> Extravasamento de eletrólitos em folhas da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.....	65

**Figura 7.** Condutância estomática (gs) (A), transpiração (E) (B), fotossíntese líquida (A) (C), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (D), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (E) e eficiência instantânea na carboxilação (EiC) (F), em folhas da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017..... 68

**Figura 8.** Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2. 69

### **CAPÍTULO III** ..... 77

**Figura 1.** Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017..... 83

**Figura 2.** Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental..... 84

**Figura 3.** Recepção dos frutos da melanciaira para avaliação da qualidade físico-química. .... 88

**Figura 4.** Número médio de frutos por planta (A), massa média de frutos por planta (B), produção por planta (C) e produtividade (D) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017..... 91

**Figura 5.** Diâmetro transversal (A), diâmetro longitudinal (B), e espessura de casca (C) em frutos da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017..... 93

**Figura 6.** Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), e relação SS/AT (C) em frutos da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. .... 95

**Figura 7.** Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2. Água: (0,3 dSm<sup>-1</sup>); (1,3 dSm<sup>-1</sup>); (2,3 dSm<sup>-1</sup>); (3,3 dSm<sup>-1</sup>); (4,3 dSm<sup>-1</sup>); Esterco: A (Sem esterco); B (Com esterco). .... 96

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1 Geral.....	3
2.2 Específicos .....	3
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
3.1 Descrição e classificação botânica da melancieira .....	4
3.2 Estresse salino nas plantas, em geral, e na melancieira .....	5
3.3 Adubação orgânica como atenuante do efeito da salinidade às plantas.....	7
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>CRESCIMENTO DA MELANCIEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA .....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>17</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 Características da área experimental.....	20
2.2 Delineamento experimental .....	22
2.3 Preparo das mudas para plantio .....	22
2.4 Preparo da área.....	23
2.5 Preparo das águas salinas.....	23
2.6 Adubação e manejo de irrigação.....	23
2.7 Tratos culturais e fitossanitários .....	25
2.8 Variáveis analisadas.....	25
a.1) Taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA).....	25
a.2) Área foliar .....	26
a.3) Área foliar específica .....	26
2.9 Análises estatísticas .....	26
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
3.1 Crescimento e massa de matéria seca .....	27
3.2 Análises de Componentes Principais (CP) .....	36
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>39</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>48</b>
<b>TROCAS GASOSAS E PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM FOLHAS DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA.....</b>	<b>48</b>

<b>E MATÉRIA ORGÂNICA .....</b>	<b>48</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>49</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>50</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
2.1 Características da área experimental.....	53
2.2 Delineamento experimental .....	55
2.3 Preparo das mudas para plantio .....	55
2.4 Preparo da área.....	56
2.5 Preparo das águas salinas.....	56
2.6 Adubação e manejo de irrigação.....	56
2.7 Tratos culturais e fitossanitários .....	58
2.8 Variáveis analisadas.....	58
2.9 Avaliação Estatística.....	59
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
3.1 Parâmetros fisiológicos.....	60
3.2 Análises de Componentes Principais (CP) .....	68
<b>4.CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>77</b>
<b>PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E MATÉRIA ORGÂNICA .....</b>	<b>77</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>78</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>79</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>82</b>
2.1 Características da área experimental.....	82
2.2 Delineamento experimental .....	84
2.3 Preparo das mudas para plantio .....	84
2.4 Preparo da área.....	85
2.5 Preparo das águas salinas.....	85
2.6 Adubação e manejo de irrigação.....	85
2.7Tratos culturais e fitossanitários .....	87
2.8 Variáveis analisadas.....	87
2.8.1 Componentes de produção .....	87
2.9 Análises estatísticas .....	88
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>89</b>

3.1 Componentes da produção.....	89
3.2 Qualidade físico-química de frutos.....	91
3.3 Análises de Componentes Principais (CP) .....	95
<b>4.CONCLUSÕES.....</b>	<b>97</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>102</b>
<b>6. APÊNDICES .....</b>	<b>103</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A melanciaira [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. e Nakai] é cultivada em quase todos os Estados brasileiros e sua produção representa, aproximadamente, 10% do volume total de hortaliças produzidas no país, sendo também a segunda hortaliça mais exportada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2016). A melancia exerce uma função de destaque no Brasil, em especial na região Nordeste, que apesar das irregularidades pluviométricas, essa região oferece condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo, podendo assim ser cultivada o ano inteiro sob condições irrigadas. A produção total foi de 2.119.559 toneladas no ano de 2015 e rendimento médio de 22.087 t ha<sup>-1</sup>, sendo as regiões Nordeste (538.320 toneladas) e Sul (528.627 toneladas) as que concentram a maior produção, com destaque para os estados da Bahia e Rio Grande do Norte, respectivamente (IBGE, 2015).

Apesar do destaque da região Nordeste, no Estado da Paraíba e mais especificamente a mesorregião do sertão, a produção de melancia é pouco expressiva, notando-se uma produção de 4.292 toneladas em uma área de 214 ha, com rendimento médio de 20.056 kg ha<sup>-1</sup>, sendo os principais municípios produtores, São José do Espinharas, Emas, Sumé, Santa Teresinha, São José do Bonfim, Patos, Olho d'água e Catingueira (IBGE, 2015). Tal produção, porém, tem decrescido no estado Paraíba, além de se verificar uma baixa produtividade em comparação com materiais biológicos disponíveis que atingem uma produção em torno de 50 a 65 t ha<sup>-1</sup>.

No entanto, o semiárido brasileiro é caracterizado por elevados níveis de evaporação de corpos de água, reduzido índice pluviométrico, e presença de água e solo com conteúdo elevados de sais, que apresentam condutividade elétrica superior a 1,5 dS m<sup>-1</sup>, e pelo uso inadequado da drenagem, em ocasiões é necessário a utilização de água com restrição salina para a irrigação, permitindo continuidade da atividade agrícola (SILVA et al., 2009). A salinidade, em muitas regiões de áreas áridas e semiáridas, constitui-se num dos mais sérios obstáculos ao sistema de produção, tanto pelas alterações dos atributos físicos e químicos do solo como pela ação degenerativa de alguns íons específicos como sódio, cloreto, nitrato, e outros, na germinação das sementes, emergências das plântulas, crescimento, produção e nutrição de plantas (CAVALCANTE et al., 2010). Assim, a utilização dessas águas salinas fica condicionada à tolerância da espécie, do cultivar e ao manejo da irrigação com vistas ao controle de salinização dessas áreas (COSTA, et al., 2013).

Os efeitos mais marcantes da salinidade sobre as plantas são devidos a redução do potencial osmótico do solo, a toxicidade iônica e o desequilíbrio para a absorção dos nutrientes, tais situações reduzem o crescimento e podem provocar alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas, afetando o desenvolvimento da cultura, qualidade dos frutos e reduzem a produtividade (HOLANDA et al., 2010; TAIZ et al., 2017).

Diante de tais afirmações, atualmente, é significativa a busca por tecnologias que diminuam as consequências da salinidade, como estratégia de exploração de áreas irrigadas com restrições à salinidade e/ou o uso de água salina na produção agrícola, com o objetivo de produzir com eficiência e de forma viável, embora seja em áreas com elevada salinidade (DIAS et al., 2011; SÁ et al., 2015).

Nascimento et al., (2015) relatam que, entre os fatores que contribuem para a pouca exploração e os baixos rendimentos de melanciaira, está a falta de informações seguras e atualizadas sobre o manejo da adubação orgânica e mineral, consequentemente sobre o estado nutricional da cultura na região semiárida. No entanto, a adição de adubos orgânicos, frequentemente promovem alterações do solo, podendo mitigar os impactos do estresse salino da água de irrigação na produção agrícola. O esterco de animal melhora as condições do solo, tais como o aumento do pH em solos ácidos, aumentando a capacidade de retenção de água no solo, condutividade hidráulica, taxa de infiltração e reduz a densidade do solo (MAHMOODABADI et al., 2010).

Neste mesmo sentido, Ahmed e Moritani (2010) afirmam que a adição de resíduos orgânicos no solo auxilia na redução da evaporação, modera a temperatura do solo, reduz o estresse sobre as raízes das plantas e aumenta a produtividade pelo fornecimento de nutrientes. Em geral, quando adubos orgânicos são incorporados em solos, melhoram as propriedades física, química e biológicas dos solos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar os efeitos da irrigação com águas salinas e da adubação com esterco bovino sobre o crescimento, a fisiologia, a produção e os atributos qualitativos dos frutos da melanciaira.

### **2.2 Específicos**

- a) Avaliar o crescimento da melanciaira sob irrigação com águas salinizadas e adubação com esterco bovino;
- b) Avaliar os aspectos fisiológicos referentes as trocas gasosas da melanciaira sob irrigação com águas salinizadas e adubação com esterco bovino;
- c) Averiguar os efeitos da irrigação com águas salinizadas e adubação com esterco bovino sobre os pigmentos cloroplastídeos e os danos celulares em folhas de melanciaira;
- d) Analisar o comportamento produtivo e aspectos qualitativos dos frutos da melanciaira sob salinidade da água de irrigação e adubação com esterco bovino.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Descrição e classificação botânica da melancieira

A melancieira é originária das regiões secas da África tropical, tendo um centro de diversificação secundário no sul da Ásia. Sua domesticação ocorreu na África central, onde é cultivada há mais de cinco mil anos. A melancia cultivada no Brasil (*Citrullus. Lanatus* var. *Lanatus*), deriva provavelmente da variedade *Citrullus lanatus* var. *citroides* da Europa (VIANA; MOURA; GUIMARÃES, 2013)

A planta de melancia é uma planta herbácea, de ciclo vegetativo anual. Produz ramos, que podem alcançar 3 m, e folhas com limbo profundamente recortado. Apresenta gavinhas, que auxiliam na fixação da planta ao solo. O sistema radicular é extenso, mais desenvolvido no sentido horizontal, concentrando-se na camada de solo até 30 cm, embora algumas raízes alcancem maiores profundidades (FILGUEIRA, 2013).

Os caules são rastejantes, angulosos, estriados, com gavinhas ramificadas. A espécie é monóica. As flores são solitárias, pequenas, de corola amarela. Tanto as flores femininas quanto as masculinas localizam-se nas ramos principais, nas axilas das folhas. As flores femininas, menos numerosas, localizam-se a partir do meio até as extremidades das ramos. Permanecem abertas durante menos de um dia e são polinizadas por insetos (ALMEIDA, 2003).

Quanto à polinização, a melancieira é auto compatível e a percentagem de polinização cruzada é muito variável. O fruto é um pepônio cuja massa varia entre 1 a 25 kg. A forma pode ser redonda, oblonga ou alongada, podendo atingir 60 cm de comprimento. A casca é espessa (1 a 4 cm). O exocarpo é verde, claro ou escuro, de tonalidade única, listrado ou manchado. A polpa é, normalmente, vermelha, podendo ser amarela, laranja, branca ou verde. Ao contrário dos frutos de melão e de abóbora, o da melancia não possui cavidade. As sementes encontram-se incluídas no tecido da placenta que constitui a parte comestível (FILGUEIRA, 2013).

É uma frutífera tipicamente tropical, desenvolvendo-se sob temperaturas de 23 a 28 °C. Com relação ao fotoperíodo, a cultura exige dias longos e com boa luminosidade (SOUZA et al., 2008). As condições de umidade relativa do ar não devem ser altas, pois predisõem as plantas e os frutos às doenças (ANDRADE JR. et al., 1998). Quanto à necessidade hídrica média por planta, observam-se variações de 10 a 21 litros por dia, destacando-se que, o consumo mais intenso ocorre durante as fases de alongamento das

ramas, floração e enchimento dos frutos (SOUZA et al., 2008). Os solos para cultivo da melancia devem ser de textura leve e com boa drenagem (ANDRADE JR. et al., 1998).

### **3.2 Estresse salino nas plantas, em geral, e na melancieira**

A salinidade é um dos desafios ambientais mais significativos que limitam a produtividade das plantas, particularmente em climas áridos e semiáridos (HUSSAIN et al., 2009). A salinidade da água de irrigação e dos solos, são uma das maiores restrições abióticas para a agricultura em todo o mundo, e a situação piorou nos últimos vinte anos devido ao aumento das exigências no uso da irrigação em regiões áridas e semiáridas (COLLA et al., 2010; CIRILLO et al., 2016).

A grande maioria das culturas cultivadas no mundo são glicófitas, ou não halófitas. Estas plantas são afetadas negativamente em condições salinas, ao contrário das halófitas, que prosperam sob estes ambientes agressivos. Como consequência, as culturas têm de suportar o estresse salino, uma condição em que a planta é impossibilitada de expressar o seu potencial genético para o crescimento, desenvolvimento e reprodução, quando a salinidade no solo excede os níveis críticos (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990; GRIEVE et al., 2012)

Um solo é considerado salino quando a condutividade elétrica da solução do solo atinge  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , gerando uma pressão osmótica de cerca de 0,2 MPa e reduzindo significativamente os rendimentos da maioria das culturas (MUNNS e TESTER, 2008). Como consequência, a toxicidade iônica, conduz a clorose e a necrose, principalmente devido à acumulação de  $\text{Na}^+$  que interfere em muitos processos fisiológicos nas plantas (MUNNS, 2002). No semiárido do Nordeste brasileiro, o fornecimento hídrico do solo, que acontece por precipitações pluviométricas insuficientes e irregulares e/ou irrigações suplementares, associada à uma forte demanda evaporativa, sujeita o uso de recursos hídricos de qualidade restritiva à produção agrícola. Além da instabilidade espaço-temporal das chuvas, a qualidade das águas, na maioria das vezes, afeta a capacidade produtiva das plantas glicófitas, sobretudo quando os solos não têm condições físicas para lixiviação de sais e aeração suficiente à expansão radicular (CAVALCANTE et al., 2006).

A evapotranspiração e a má drenagem são os principais processos envolvidos na salinização de áreas irrigadas, que são agravadas por más práticas de gestão. Em regiões áridas e semiáridas, devido às altas condições de evaporação, a concentração de sais é gradualmente aumentada nas fontes de água e no perfil do solo (MICHAEL, 2009). Na estação chuvosa, quando o lençol freático sob e se aproxima da superfície, o solo está

temporariamente alagado e a salinidade é reduzida. Mas, depois da chuva e com o início da estiagem, a água é perdida por evaporação e os seus sais são acumulados sobre a superfície (BENNETT et al., 2009).

A salinidade afeta plantas de diferentes maneiras, tais como efeitos osmóticos específicos, de íons de toxicidade e desordens nutricionais (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990). Os mecanismos fisiológicos primários das plantas que promovem redução no crescimento das plantas submetidas ao estresse salino se manifestam, inicialmente, em escala de horas ou dias, resultantes dos efeitos osmóticos dos sais presentes no solo, que ocasionam estresse hídrico. Posteriormente, após semanas ou meses de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular decorrem quando os sais absorvidos se acumulam nos diferentes tecidos vegetais, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica e consequentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas (MUNNS e TESTER, 2008).

Nas regiões de clima árido e semiárido, é frequente a água conter sais solúveis em excesso, sendo que, a sua utilização, sem uma fração de lixiviação adequada, pode provocar a salinização dos solos, reduzindo o crescimento, o desenvolvimento e os teores de macronutrientes catiônicos no tecido foliar das plantas (GARCIA et al., 2007; BAAGHALIAN et al., 2008).

Segundo Munns e Sharp, (1993), a salinidade do solo, como a escassez de água diminui o potencial da água do solo e das plantas a capacidade para absorver água, o que reduz rapidamente a taxa de expansão de células em tecidos em crescimento. Essa redução de área foliar fotossintética reduz o fluxo de assimilados para os tecidos meristemáticos das plantas em crescimento, ambas as folhas e raízes, embora as folhas sejam muitas vezes mais afetadas do que raízes. Ao mesmo tempo, tanto a água como o estresse salino reduzem a condutância estomática nas folhas mais velhas, o que limita a sua taxa fotossintética.

Com o tempo, o sal pode exercer um efeito adicional sobre o crescimento. Se quantidades excessivas de  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$  entram na planta, estes podem atingir a níveis tóxicos nas folhas mais velhas em transpiração (MUNNS, 2011). Ainda este autor denota que este efeito acumulativo desses íons específicos, acumulada a uma área da folha já reduzida, irá então limitar ainda mais o fluxo de compostos de carbono a meristemas e zonas de crescimento nas folhas.

Outros eventos secundários inibem a fisiologia das plantas. Esses se manifestam pela ruptura da integridade de membranas e do metabolismo celular, produção de

moléculas tóxicas como espécies reativas de oxigênio, e morte de células. Não é conhecido como esses efeitos do estresse pelo o sal prejudicam a divisão e a expansão celular, mas, esses processos são modulados em concentrações salinas não letais as plantas (TAIZ et al., 2017).

A grande maioria das culturas cultivadas no mundo são glicófitas, a melancia é uma delas. Vários estudos têm demonstrado que a melancia é uma cultura sensível a altas salinidades. Segundo Ayers e Westcot, (1999) e Hoffman e Shalhevet, (2007), o nível crítico de tolerância da melancia a salinidade é de  $2,2 \text{ ds m}^{-1}$ , reduzindo efetivamente sua produtividade com valores acima do valor crítico. Diante disto, vários autores têm verificado estes prejuízos da salinidade na melancia, no qual, Costa et al., (2013) observaram uma redução na produção das cultivares de melancia Shadow e Leopard em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação e em consequência da diminuição do número de frutos.

Martins et al., (2013) estudando o desenvolvimento inicial de cultivares de melancia sob estresse salino, constataram que a salinidade de  $3,5 \text{ (dS m}^{-1}\text{)}$  afetou todas as cultivares estudadas, sendo o efeito variável de acordo com a cultivar e o parâmetro avaliado. A cultivar Crimson Sweet foi mais tolerante para comprimento do ramo principal e diâmetro do colo, e mais sensível para número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea. Semelhantemente, Sousa et al., (2016) estudando a produção e qualidade da minimelancia cv. Smile irrigada com água salina, verificaram que a salinidade afetou negativamente os parâmetros de crescimento e para as variáveis físico-químicas dos frutos a salinidade reduziu a massa fresca, o diâmetro e o pH do fruto e elevou o teor de vitamina C.

### **3.3 Adubação orgânica como atenuante do efeito da salinidade às plantas**

Na literatura, vários autores têm demonstrado os efeitos indiretos da matéria orgânica que melhoram as propriedades de solos salinos. A matéria orgânica é um componente importante na melhoria das propriedades físicas e química do solo, (MONTEMURRO et al, 2007; DIACONO e MONTEMURRO, 2010). Neste sentido, devido às suas características estruturais, as substâncias húmicas controlam várias propriedades físicas e químicas do solo. Em particular, elas influenciam a estabilidade dos agregados, a capacidade de tamponamento, adsorção de compostos orgânicos hidrofóbicos e transporte, a biodisponibilidade e a complexação dos metais presentes no ambiente (ROSA et al., 2005).

O fornecimento de compostos orgânicos nas suas diferentes formas proporciona, ao longo da distribuição de matéria orgânica, a energia para os organismos benéficos no solo, influenciando a capacidade de exploração da água no solo, a estrutura do solo, a liberação de nutrientes para as plantas de minerais do solo, o aumento da disponibilidade de minerais, melhorando assim fertilidade dos solos afetados por sais (OUNI, et al., 2014). Mais especificamente, o termo genérico "matéria orgânica" refere-se à soma de todas as substâncias orgânicas presentes no solo.

Neste sentido, a adição de adubos orgânicos, frequentemente promovem alterações do solo, podendo mitigar os impactos do estresse salino da água de irrigação na produção agrícola. O esterco de animal melhora as condições do solo, tais como o aumento do pH em solos ácidos, aumentando a capacidade de retenção de água no solo, condutividade hidráulica e da taxa de infiltração, e reduz a densidade do solo (MAHMOODABADI et al., 2010; FREIRE et. al., 2015). Ahmed e Moritani (2010), afirmam também que a adição de resíduos orgânicos no solo, auxilia na redução da evaporação, modera a temperatura do solo, reduz o estresse sobre as raízes das plantas e aumenta a produtividade pelo fornecimento de nutrientes. Em geral, quando adubos orgânicos são incorporados em solos, melhoram as propriedades física, químicas e biológicas dos solos.

Miller e Miller (2000) destacou que a aplicação material orgânico em lavouras pode afetar as propriedades do solo, mas os efeitos em geral podem não ser aparentes durante um período de tempo curto. Mais especificamente, Tittarelli et al. (2007) apontou que a liberação lenta dos nutrientes é responsável pelo aumento no rendimento das colheitas nos anos seguintes, determinando assim a dificuldade de avaliar rapidamente o verdadeiro valor agrônômico desses materiais orgânicos.

As substâncias húmicas advindas da decomposição da matéria orgânica, exercem ações nas plantas que podem estar relacionada a um fitormônio liberado de sua estrutura na rizosfera durante a interação com as plantas, que podem liberar ácidos orgânicos e microorganismos ou moléculas de fitormônios semelhantes, a partir da estrutura húmica (ZANDONADI et al., 2013).

A bioatividade das substâncias húmicas ou da matéria orgânica natural isolada dos solos pode ser definida como a capacidade de interagir positiva ou negativamente com plantas e/ou microorganismos, resultando em estímulo ou inibição de desenvolvimento vegetal (ZANDONADI et al., 2014).

Portanto, não é estranho que outros sinais prováveis, várias frações da matéria orgânica podem afetar o gradiente eletroquímico de prótons nas membranas celulares através da modulação das bombas de prótons. Neste sentido, as substâncias húmicas afetam a atividade enzimática, a expressão de proteína, extrusão de prótons (FAÇANHA et al., 2002) e os níveis de mRNA (ELENA et al. 2009) da ATPase de membrana e de prótons no plasma (PM H<sup>+</sup>-ATPase), de uma maneira semelhante aos efeitos da auxina em (PM H<sup>+</sup>-ATPase) (FRÍAS et al., 1996). Esta enzima desempenha um papel crucial na absorção de nutrientes e crescimento da raiz, como foi confirmado por sua abundância em tecidos de raiz (PALMGREN, 2001).

Neste sentido, em situações de estresses abióticos tal como a alta salinidade, as substâncias húmicas da matéria orgânica podem afetar a fisiologia das plantas, regulando atividade de bombas de prótons, expressão e transcrição, e, possivelmente, uma infinidade de fitormônios e substâncias semelhantes a hormônios que podem desencadear a produção de óxido nítrico. IAA: ácidos indolilacéticos; ABA: ácido abscísico; AG: ácido giberélico; CC: citocinina; ALC: Alcamidas; PA: poliaminas; X: outras moléculas desconhecidas (ZANDONADI et al., 2013).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, B. A. O.; INOUE, M.; MORITANI, S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, v 97, p. 165–170, 2010.
- ALMEIDA, D. P. F. **Cultura da melancia**. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. Disponível em: < <http://www.dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>>. Acesso em: 29 de maio. 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. de B; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. 2. ed. rev. ampl. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1998. 86 p. (Coleção Plantar, 34).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29 revisado 1).
- BAAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M. R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline Irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*matricaria Recutital.*). **Scientia horticulturae**, v. 116, p.437–441, 2008.
- BENNETT, S. BARRETT-LENNARD, E. G.; COLMER, T. D. Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 129, n. 4, p. 349-360, 2009.
- CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; COSTA, J. R. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; LIMA, E. M.; e SANTOS, C. J. O. **Maracujá-amarelo e salinidade**. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Eds.). Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 91-114.
- CIRILLO, C.; ROUPHAEL, Y.; CAPUTO, R.; RAIMONDI, G.; SIFOLA, M. I. e DE PASCALE, S. Effects of high salinity and the exogenous application of an osmolyte on growth, photosynthesis, and mineral composition in two ornamental shrubs. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 91, n. 1, p. 14-22, 2016.
- COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; LEONARDI, C. e BIE, Z. Papel do enxerto em culturas vegetais cultivadas em condições salinas. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 147-155, 2010.

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

DE OLIVEIRA FREIRE, J. L., CAVALCANTE, L. F., DIAS, T. J., DANTAS, M. M. M., MACEDO, L. P. M., e DE AZEVEDO, T. A. O. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

DIACONO, M.; MONTEMURRO, F. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 30, n. 2, p. 401-422, 2010.

ELENA, A.; DIANE, L.; EVA, B., MARTA, F.; ROBERTO, B.; ZAMARREÑO, A. M.; GARCÍA-MINA, J. M. The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in Fe-sufficient cucumber plants. **Plant physiology and biochemistry**, v. 47, n. 3, p. 215-223, 2009.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. D. A.; VELLOSO, A. C. X. e OLIVEIRA, M. D. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Vicososa, UFV, 2013. p. 342-348.

FRÍAS, I.; CALDEIRA, M. T.; PÉREZ-CASTIÑEIRA, J. R.; NAVARRO-AVIÑÓ, J. P.; CULIAÑEZ-MACIÁ, F. A.; KUPPINGER, O. and SERRANO, R. A major isoform of the maize plasma membrane H (+)-ATPase: characterization and induction by auxin in coleoptiles. **The Plant Cell**, v. 8, n. 9, p. 1533-1544, 1996.

GARCIA, G. O.; FERREIRA P. A.; MIRANDA, G. V.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, , v. 25, n. 3, p. 93–106, 2007

GRIEVE, C. M.; GRATTAN, S. R.; MAAS, E. V. Plant salt tolerance. Agricultural salinity assessment and management. 2nd edition. **ASCE Manual and Reports on Engineering Practice**, v. 71, p. 405-459, 2012.

HOFFMAN, G. J.; SHALHEVET, J. Controlling Salinity. In: Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd Edition. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2007. p. 160-207.

HUSSAIN, K.; MAJEED, A.; NAWAZ, K.; and NISAR, M. F. Effect of different levels of salinity on growth and ion contents of black seeds (*Nigella sativa* L.). **Current Research Journal of Biological Sciences**, v. 1, n. 3, p. 135-138, 2009.

LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. **Agricultural salinity assessment and management**, v. 71, p. 113-137, 1990.

MAHMOODABADI, M.; AMINI, R. S.; KHAZAEPOUR, K. Using animal manure for improving soil chemical properties under different leaching conditions. **Research Journal of Soil and Water Management**, v. 1, n. 2, p. 34-37, 2010.

MARTINS, D. C.; SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; GOMES, L. P.; GUEDES, R. A. A. and OLIVEIRA, F. D. A. Desenvolvimento inicial de cultivares de melancia sob estresse salino. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 3, p. 62-68, 2013.

MICHAEL, A.M. Irrigation: Theory and Practice, second ed. **Vikas PublishingHouse Pvt. Ltd**, New Delhi, India, 2009.

MILLER, D. M.; MILLER, W. P. Land application of wastes. **Handbook of soil science**, 2000.

MONTEMURRO, F.; MAIORANA, M.; CONVERTINI, G.; FERRI, D. Alternative sugar beet production using shallow tillage and municipal solid waste fertiliser. **Agronomy for sustainable development**, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2007.

MUNNS, R. and SHARP, R. E. Involvement of abscisic acid in controlling plant growth in soils of low water potential. **Australian Journal of Plant Physiology**, 20, 425-437, 1993.

MUNNS, R. Plant Adaptations to Salt and Water Stress: Differences and Commonalities. In: TURKAN, I (Org.). 1. ed. **Advances in Botanical Research**, Vol. 57. Elsevier. Cap. 1, p.4, 2011.

- MUNNS, Rana. Salinity, growth and phytohormones. Salinity: environment-plants--molecules. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, p. 271-290, 2002.
- MUNNS, Rana; TESTER, Mark. Mechanisms of tolerance to salinity. **Annual Review of Plant Biology**. v. 59, p. 651-681, 2008.
- OUNI, Y.; GHNAYA, T.; MONTEMURRO, F.; ABDELLY, C. & LAKHDAR, A. The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. **International Journal of Plant Production**, v. 8, n. 3, p. 353-374, 2014.
- PALMGREN, M. G. Plant plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPases: powerhouses for nutrient uptake. **Annual review of plant biology**, v. 52, n. 1, p. 817-845, 2001.
- ROSA, A. H.; SIMÕES, M. L.; DE OLIVEIRA, L. C.; ROCHA, J. C.; NETO, L. M. & MILORI, D. M. Multimethod study of the degree of humification of humic substances extracted from different tropical soil profiles in Brazil's Amazonian region. **Geoderma**, v. 127, n. 1, p. 1-10, 2005.
- SOUSA, A. B.; DUARTE, S. N.; SOUSA NETO, O. N. D.; SOUZA, A.; SAMPAIO, P. R. & DIAS, C. T. D. S. Production and quality of mini watermelon cv. Smile irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 10, p. 897-902, 2016.
- SOUZA, F.F. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 102 p.
- TAIZ, L; ZEIGER, E; MØLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017, 888 p.
- TITTARELLI, F.; PETRUZZELLI, G.; PEZZAROSSA, B.; CIVILINI, M.; BENEDETTI, A. & SEQUI, P. Quality and agronomic use of compost. **Waste Management Series**, v. 8, p. 119-157, 2007.
- VIANA, C. SANTOS; MOURA, T. N & GUIMARÃES, M. A. **Descrição e classificação botânica**. In. GUIMARÃES, M. A. (Ed.). Produção de melancia. Viçosa: UFV, 2013. 144p.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; BUSATO, J. G.; PERES, L. E. P. & FAÇANHA, A. R. Plant physiology as affected by humified organic matter. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 25, n. 1, p. 13-25, 2013.

ZANDONADI, Daniel B. et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014

## **CAPÍTULO I**

### **CRESCIMENTO DA MELANCIEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

# CRESCIMENTO DA MELANCIEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

## RESUMO

A adição de adubos orgânicos frequentemente promove alterações do solo e podem mitigar os impactos negativos do estresse salino da água de irrigação na produção agrícola. Face ao exposto, objetivou-se avaliar o crescimento da melancieira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino. Nesse sentido, um experimento foi realizado em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 2, referente a cinco condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) no solo sem e com esterco bovino, com quatro repetições e três plantas úteis por parcela. Foram avaliados o comprimento do ramo principal, diâmetro do caule e número de folhas, em função da idade das plantas para obtenção da taxa de crescimento absoluto ramo principal, do diâmetro do caule, do número de folhas e a taxa de crescimento relativo das respectivas variáveis. Foram avaliados também aos cinquenta e quatro (DAT), a fitomassa da folha, do caule, fitomassa da parte aérea (caule e folhas), área foliar e área foliar específica. Os dados foram submetidos a análise de variância. As médias da adubação com esterco foram comparadas pelo teste F. Para a condutividade elétrica realizou-se análise de regressão polinomial. Realizou-se também análises de componentes principais. A aplicação do esterco bovino no solo não influenciou no crescimento da melancieira irrigada com águas salinizadas; O crescimento da melancieira e a produção de massa de matéria seca são comprometidos com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. O aumento da condutividade elétrica da água não influenciou as taxas de crescimento relativo do ramo principal e do diâmetro do caule.

**Palavras chaves:** *Citrullus lanatus*, salinidade, insumo orgânico

## **GROWTH OF WATERMELON UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER AND ORGANIC FERTILIZATION**

### **ABSTRACT**

The addition of organic fertilizers often promotes soil changes and may mitigate the negative impacts of saline stress from irrigation water on agricultural production. In view of the above, the aim of this study was to evaluate the growth of watermelon irrigated with saline water and fertilized with bovine manure. In this sense, an experiment was carried out in randomized blocks in the 5 x 2 factorial scheme, referring to five electrical conductivity of irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, and 4.3 dS m<sup>-1</sup>) in the soil without and with bovine manure, with four replicates and three useful plants per plot. The main branch length, stem diameter and number of leaves were evaluated as a function of the age of the plants to obtain the absolute main growth rate, stem diameter, number of leaves and the relative growth rate of the respective variables . Fifty - four (DAT), leaf, stem, phytomass of shoots (stem and leaves), leaf area and specific leaf area were also evaluated. Data were submitted to analysis of variance. The manure averages were compared by the F test. For the electrical conductivity, a polynomial regression analysis was performed. Analyzes of major components were also performed. The application of bovine manure to the soil did not influence the growth of watermelon irrigated with salinized waters; The growth of the watermelon and the mass production of dry matter are compromised with the increase of the electrical conductivity of the irrigation water. The increase in the electrical conductivity of the water did not influence the relative growth rates of the main branch and stem diameter.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, salinity, organic input

## 1. INTRODUÇÃO

A melancieira (*Citrillus lanatus* (Thunb.) Matsum. e Nakai) é uma das espécies da família Cucurbitaceae mais produzidas no Brasil, permanecendo além disso como uma das mais consumidas, podendo ser cultivada tanto em agricultura de sequeiro como sob irrigação. O Nordeste brasileiro sobressai-se como a região de mais expressiva produção, uma vez que apresenta um clima favorável, permitindo a melancia um melhor desenvolvimento, diferente de outras regiões onde o clima é frio (MOREIRA, et. al., 2015).

No semiárido brasileiro, caracterizado por elevados níveis de evaporação de corpos de água, reduzido índice pluviométrico e presença de água e solo com conteúdo elevados de sais (SILVA et al., 2009), em ocasiões é necessário a utilização de água com restrição salina para a irrigação, para prosseguimento da atividade agrícola. Em regiões áridas e semiáridas, a taxa de evaporação pode ser dez vezes maior que a taxa de precipitação, tornando a evaporação a partir da superfície do solo um processo dominante, e, portanto, grandes áreas de solos são afetadas por sais (CI & YANG, 2010). Os efeitos mais marcantes da salinidade sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção dos nutrientes, gerando a redução generalizada do seu crescimento, com sérios prejuízos à atividade agrícola (AHMED e MORITANI, 2010).

Os mecanismos fisiológicos primários das plantas que promovem redução no crescimento das plantas submetidas ao estresse salino se manifestam, inicialmente, em escala de horas ou dias, resultantes dos efeitos osmóticos dos sais presentes no solo, que ocasionam estresse hídrico. Posteriormente, após semanas ou meses de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular decorrem quando os sais absorvidos se acumulam nos diferentes tecidos vegetais, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica e consequentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas (MUNNS; TESTER, 2008).

Em resposta a isso, a produção agrícola ao longo das últimas décadas tem abordado sistemas de excelente custo-benefício, sustentável ambientalmente para fornecer altos rendimentos e qualidade de alimentos derivados de plantas (VERNIERI et al., 2006). Assim, o uso de adubos orgânicos, tais como o esterco bovino para promover o crescimento da planta, tem ganhado atenção crescente em todo o mundo (NARDI et al, 2002; ERTANI et al, 2013). Neste sentido, a adição de adubos orgânicos, frequentemente promovem alterações do solo, podendo mitigar os impactos do estresse

salino da água de irrigação na produção agrícola. O esterco de animal melhora as condições do solo, tais como o aumento do pH em solos ácidos, aumentando a capacidade de retenção de água no solo, condutividade hidráulica e da taxa de infiltração, e reduz a densidade do solo (MAHMOODABADI et al., 2010).

Uma das formas mais difundidas para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais em diferentes fases é a análise de crescimento, portanto, essa técnica baseia-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética, o restante, da absorção de nutrientes e minerais do solo. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e ao desenvolvimento do vegetal. (BENINCASA, 2003)

Estudos desenvolvidos com espécies olerícolas constaram que a salinidade inibiu o crescimento da melanciaira (MACENA PEREIRA et al., 2013), meloeiro (FREITAS et al., 2014; TERCEIRO NETO et al., 2014), pepino, (ALBUQUERQUE et al., 2016). Dessa forma, pela carência de informações do comportamento da melanciaira à salinidade da água e do solo, enfatiza a necessidade de estudos, especificamente nas áreas semiáridas brasileiras para avaliar o comportamento vegetativo, fisiológico e produtivo da cultura sob irrigação com águas de salinidade crescente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Características da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, situado a 6°47'20'' de latitude S e 37°48'01'' de longitude W, e altitude média de 144 m (BELTRÃO et al., 2005), no período de outubro a dezembro de 2015. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982)

O solo da área experimental foi classificado como Luvissole (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade (0-20) para caracterização dos atributos físicos (Tabela 1), e químicos quanto à fertilidade e salinidade (Tabela 2) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

**Tabela 1.** Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental.

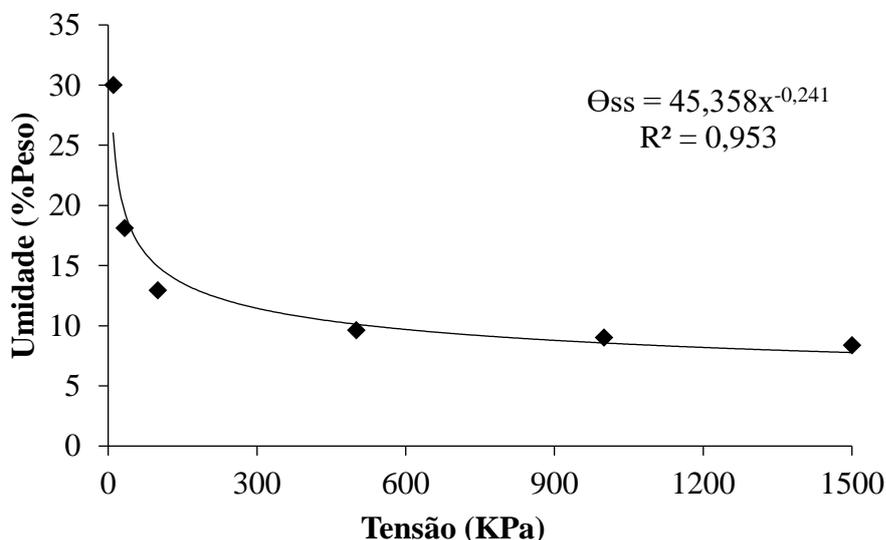
<b>Atributos físicos</b>	<b>Valor</b>
Densidade de solo (g/cm <sup>3</sup> )	1,13
Densidade de partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,68
Porosidade (g kg <sup>-1</sup> )	578,3
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	678,2
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	182,4
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	139,4
<b>Umidade - %</b>	<b>Valor</b>
0,010 MPa	26,54
0,033 MPa	16,02
0,100 MPa	11,44
0,500 MPa	8,52
1,000 MPa	7,98
1,500 MPa	7,42
Água disponível	8,60
Classificação textural	Franco Arenoso

**Tabela 2.** Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm.

Atributos de fertilidade	0 – 20 cm	Atributos de salinidade	Valor
Cálcio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	3,31M	Cond. Elétrica – mS/cm (Suspensão solo-água)	0,26
Magnésio (cmol <sub>c</sub> /kg / de solo)	3,23A	pH (Extrato de saturação)	6,32
Sódio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,22B	Cond. Elétrica – mS/cm (Extrato de saturação)	0,91
Potássio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,48A	Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,25
S (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	7,24	Carbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Hidrogênio+Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	1,73	Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,80
Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,00	Sulfato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ausência
T (cmol <sub>c</sub> kg de solo)	8,97	Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,25
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,50
Carbono orgânico (%)	0,35	Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,70
Matéria orgânica (%)	0,60	Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,74
Nitrogênio (%)	0,04	Porcentagem de sódio trocável	27,33
Fósforo assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	3,49	Relação de adsorção de sódio (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	1,61
pH H <sub>2</sub> O (1;2;5)	6,70	PSI (%)	2,45
pH KCl (1;2;5)		Salinidade	Não salino
		Sodicidade	Não sódico

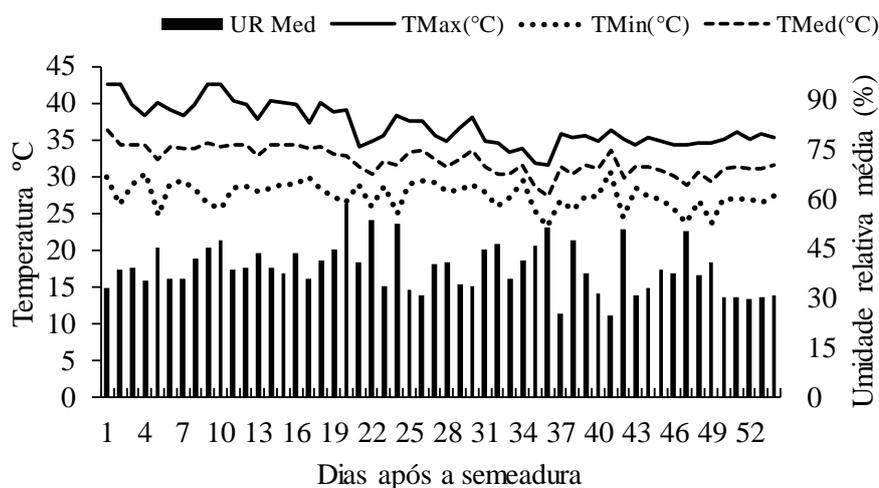
Classificação: alta (A), média (M) e baixo (B)

Os dados da curva característica de retenção de água no solo após o preparo (Figura 1) foram obtidos em amostras com estrutura deformada e saturadas com água no Laboratório de Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, utilizando câmara de Richards (1954), acoplada em placas de porcelana porosas, às tensões de 0,010; 0,033; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 MPa.



**Figura 1.** Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017.

As temperaturas e a umidade relativa do ar no período de execução do experimento estão representadas na Figura 2.



**Figura 2.3** Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental.

## 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com tratamentos arranjados em fatorial, 5 x 2, relativos a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) e duas doses de esterco bovino, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por fileiras de canteiros de 2,5m de comprimento, com esterco ou sem esterco, espaçadas a cada 2,0 m, totalizando uma área experimental de 200 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela correspondeu a cinco plantas da fileira, desprezando-se as duas plantas das extremidades, totalizando três plantas úteis por parcela (Apêndice 1).

## 2.3 Preparo das mudas para plantio

Sementes da cultivar Crimson Sweet foram semeadas em bandejas de polietileno para 128 mudas, preenchidas com substrato composto de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo e esterco bovino na proporção de 2:1. Após a germinação, foi realizado, gradativamente, a aclimação das plântulas, colocando-as num pequeno período da manhã em sol pleno, evitando estiolamento. As mudas foram obtidas no final de setembro 2015, em casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia, no início da manhã e final da tarde, com auxílio de um regador com crivo. As mudas foram transplantadas no final da tarde aos 16 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o espaçamento de 2,0 x 0,5 m.

## 2.4 Preparo da área

O preparo do solo constou de gradagem seguida do levantamento dos canteiros em linha a cada 2,0 m e com altura de 0,25 m. A adubação foi realizada com base na análise do solo, usando-se a recomendação de Guimarães, (2013), sendo colocados, em fundação, 44.000 L ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido (Apêndice 3). Na matéria seca do esterco foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 3), (EMBRAPA, 2011).

**Tabela 3.** Atributos químicos do esterco aplicado ao solo

Solo	pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	M.OS	
H <sub>2</sub> O		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						g kg <sup>-1</sup>
E. Bovino	9,04	907,56	3.809,75	3,32	-	-	5,10	1,55	352,52	

MOS = Matéria orgânica do solo

## 2.5 Preparo das águas salinas

A água de abastecimento foi utilizada para o tratamento controle (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>), enquanto que, para as demais concentrações de água salina, foi dissolvido NaCl não iodado com pureza de 94% em água de abastecimento local, até se obter as condutividades elétricas estabelecidas em cada tratamento. As soluções salinas foram armazenadas em recipientes de 500 L, bem fechados, homogeneizadas e aferidas a CE antes da aplicação em cada tratamento, a fim de evitar a deposição de sais na parte inferior dos recipientes e uma, conseqüente, alteração da condutividade elétrica da água de irrigação. A condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) foi avaliada a cada dois dias utilizando um condutivímetro digital portátil (CD-880), com ajuste automático de temperatura a 25° C, ajustando a solução de cloreto de sódio de acordo com a necessidade (Apêndice 2).

## 2.6 Adubação e manejo de irrigação

Para adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, K<sub>2</sub>O e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, respectivamente, via água de irrigação, de acordo com a marcha de absorção da cultura, parcelados em 27 aplicações nas formas de ureia, cloreto de potássio (KCL) e fosfato monopotássico (MKP), conforme Sousa (1999) ilustrado na (Tabela 4). Como fonte de micronutrientes foram aplicados a cada 10 dias, a partir dos 30 dias após a semeadura na pré-florada, a dose de 10 mL, equivalente a 1000 mL ha<sup>-1</sup>, da formulação comercial de Liqui-plex® fruit, que contém 5,0% de N, 1% de Ca, 6% de S, 1% de B, 0,05 % de Cu, 5,0 % de Mn, 0,10 % de Mo, 5% Zn e 2,20 % de carbono orgânico.

**Tabela 4** . Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (KCl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melanciaira.

Nutriente	Dias após o transplântio (DAT)							Total
	6-16	18-22	24-28	30-38	40-46	48-52	54-58	
(%)	6	7	15	27	30	10	5	100
UREIA (g)	326,4	380,8	816	1468,8	1632	544	272	5.440
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
KCl (g)	128,6	128,6	205,76	411,52	462,96	591,56	643	2.572
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
MKP (g)	230,7	230,7	369,12	738,24	830,52	1061,22	1153,5	4.614

Fonte: adaptado de Sousa, V.F., Coelho e Sousa, V.A.B. (1999)

Para a montagem do sistema de irrigação foi utilizado tubos de PVC de 25 mm de diâmetro nominal e fitas gotejadoras de 16,1 mm de diâmetro com gotejador do tipo pastilha, com vazão de 1,26 h<sup>-1</sup> espaçado de 0,3 m, correspondendo a 2 emissores por planta. O bombeamento da água foi feito com eletrobomba de ½ CV de potência, monofásica, e com vazão de água máxima de 1800 m<sup>3</sup>. Após a montagem do sistema de irrigação, colocou-se um mulching de polietileno dupla face sobre os canteiros com a face preta para baixo, evitando o superaquecimento do solo, e posteriormente, foi perfurado no espaçamento de 0,50 m para o plantio (Apêndice 3).

O manejo de irrigação e o cálculo da lâmina de água foi determinado com base na umidade no solo por tensiometria. Para tanto, foram instaladas baterias de tensiômetros nas profundidades de 15, 30 e 45 cm de profundidade, para o controle do movimento de água no solo, (Apêndice 3), no entanto, apenas o de 15 cm foi tomado como referência para o cálculo da lâmina. Inicialmente, antes do transplântio das mudas, foi aplicado uma lâmina de água de forma a elevar a umidade do solo ao nível da capacidade campo, após o transplântio iniciou-se a aplicação da lâmina de irrigação com base na umidade do solo, obtida por meio dos tensiômetros, usando-se as equações 1 e 2, respectivamente (ALBUQUERQUE, 2010). Aos 20 dias após o transplântio (DAT) considerando este período como suficiente para o estabelecimento das plantas no campo, foi iniciada a irrigação com as concentrações salinas correspondentes aos respectivos tratamentos, com aplicação de uma fração de lixiviação de 10%, a fim de lixiviar os sais acumulado no solo (MONTEIRO et al., 2009).

$$LL_{\text{plantio}} = \frac{(CC - U_{ir})}{10} \cdot d \cdot Z_i \text{ (mm)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

LL<sub>i plantio</sub> = lâmina líquida de irrigação a ser aplicada no dia de plantio (mm);

CC = teor de água do solo na capacidade de campo (% peso);

$U_{ir}$  = teor de água inicial do solo no dia de plantio (% peso);

$d$  = densidade do solo ( $g/cm^3$ );

$Z_i$  = profundidade efetiva do sistema radicular (cm);

10 = constante necessária para conversão das unidades

$$LB = \frac{LL}{Ef} + Lr$$

**Equação 2**

Em que:

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

LL = lâmina líquida de irrigação (mm);

Lr = lâmina complementar de lixiviação (10%);

Ef = eficiência de irrigação.

## **2.7 Tratos culturais e fitossanitários**

Os tratos culturais consistiram em capinas manuais as fileiras controle, fitossanitários foram realizados sempre que necessários, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura e consistiu, basicamente, de controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*, Genn.). Não foi verificada ocorrência de doenças que viessem a causar danos significativos à cultura.

## **2.8 Variáveis analisadas**

A partir dos 22 dias após o plantio DAT, foram avaliadas, semanalmente, o comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF). O comprimento do ramo principal, foi medido com fita métrica, tomando como referência a distância do colo da planta à inserção da última folha formada; o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital na altura de 2 cm do colo, entre a superfície do solo e o primeiro par de folhas. A contagem das folhas foi feita considerando-se aquelas completamente expandidas e em estado funcional na planta.

A partir dos dados de altura e diâmetro verificados semanalmente, foram obtidas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e crescimento relativo (TCR) conforme Benincasa, (2003) e Floss, (2004). Para melhorar a compreensão dos resultados em algumas variáveis, foi utilizado as unidades em notação científica ( $10^{-3}$ )

### **a.1) Taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA)**

$$TCR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{T2 - T1}$$

**Equação 3**

$$TCA = \frac{M2 - M1}{T2 - T1}$$

**Equação 4**

em que: M2: Medição final de número de folhas, altura ou diâmetro; M1: Medição inicial de número de folhas, altura ou diâmetro; T2-T1: Intervalo de tempo; ln: Logaritmo neperiano.

Ao final do experimento, as plantas foram coletadas para avaliação da produção de fitomassa da parte aérea (caules e folhas), sendo acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C até massa constante. Em seguida, o material foi pesado (balança de precisão de 0,0001 g), quantificando-se a fitomassa da folha (FSF) (g), fitomassa do caule (FSC) (g) e a fitomassa da parte aérea pela soma de FSF e FSC.

### **a.2) Área foliar**

A área foliar foi medida pelo método da massa da matéria seca dos discos foliares, retiraram-se discos foliares de diferentes posições do limbo foliar, evitando-se retirar amostras da nervura central, por meio de um cilindro de 5,030437 cm<sup>2</sup>. Tendo como base a massa seca dos discos e das folhas secas em balança de precisão de 0,001 g, com relação à área dos discos, estimou-se a área foliar (AF) da planta, conforme HUERTA (1962) e GOMIDE et al. (1977).

### **a.3) Área foliar específica**

A área foliar específica foi quantificado pela razão entre a massa da matéria seca foliar e a área foliar, conforme equação 5 (FLOSS, 2004):

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

**Equação 5**

em que:

MSF = massa da matéria seca das folhas (g);

AF = área foliar (cm<sup>2</sup>).

## **2.9 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias da adubação com esterco bovino foram comparadas pelo teste F. Para a condutividade elétrica realizou-se análise de regressão polinomial. Realizou-se também análises de componentes principais, adotando o critério de seleção - CS proposto por Wairegi & Asten (2011) para estabelecer as variáveis relacionadas com cada componente principal, utilizando a expressão:  $CS = 0,6 / (\text{autovalor do CP})^{0,5}$ . Para as análises foi utilizado o software SAS University versão 3.4 (Cody, 2015). Para a confecção das figuras, foi utilizado o software Microsoft Excel 2016.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Crescimento e massa de matéria seca

Observa-se que não houve efeito significativo da interação em nenhuma das variáveis de crescimento, mas, sim, efeito isolado para condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ) em todos os componentes estudados, conforme resumo da análise de variância (Tabela 6).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para o comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro do caule (DC), número de folha (NF), taxa absoluta de crescimento do ramo principal (TACRP), taxa absoluta de crescimento do diâmetro do caule (TACDC), taxa absoluta decrescimento do número de folhas (TACNF) da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		CRP	DC	NF	TACRP	TACDC <sup>1</sup>	TACNF
CEa	4	10234,46**	7,87**	10616,91*	17,24**	1,87**	22,62*
Regr. Linear		37662,52**	14,71**	40617,08**	61,25**	2,065**	85,07**
Regr. Quadrática		267,84 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,252 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Esterco	1	8,01 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	7458,36 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,542 <sup>ns</sup>	13,11 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	973,34 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1048,25 <sup>ns</sup>	5,52 <sup>ns</sup>	0,117 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>
Bloco	3	16722,65**	1,66**	452,37 <sup>ns</sup>	15,40**	0,431 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	1229,005	1,3804	2900,501	2,2695	0,2185	5,67
CV %		15,31	8,97	23,68	18,07	14,35	24,15
Média Geral		229	13,24	227,34	8,33	0,3257	9,89

\*\* : Significativo para  $p < 0,01$ ; \* : Significativo para  $p < 0,05$ ; <sup>ns</sup> : não significativo. <sup>1</sup> : Foi utilizado as unidades em notação científica ( $10^{-x}$ )

Constata-se, em função da salinidade, redução significativa ( $p < 0,01$ ) do crescimento do ramo principal (CRP), ajustando-se os resultados a modelos lineares decrescentes (Figura 2 A). O aumento da salinidade das águas até 4,3 dS m<sup>-1</sup> comprometeu o crescimento da melancia, com redução nos valores médios de (272,401 cm) para (185,609cm), respectivamente. Isso equivale a uma redução global de 32,86% e uma redução de 7,78% no comprimento do ramo principal por aumento unitário da CEa (dS m<sup>-1</sup>).

De acordo com Miller e Miller, (2000), a aplicação de material orgânico em lavouras pode afetar as propriedades do solo, mas os efeitos, em geral, podem não ser aparentes durante um período de tempo curto, corroborando com os resultados desse trabalho, que, por ser a melancia uma cultura de ciclo curto, provavelmente, o esterco não tenha exercido influência de forma significativa na atenuação dos efeitos do estresse salino, havendo a necessidade de avaliar em ciclos posteriores.

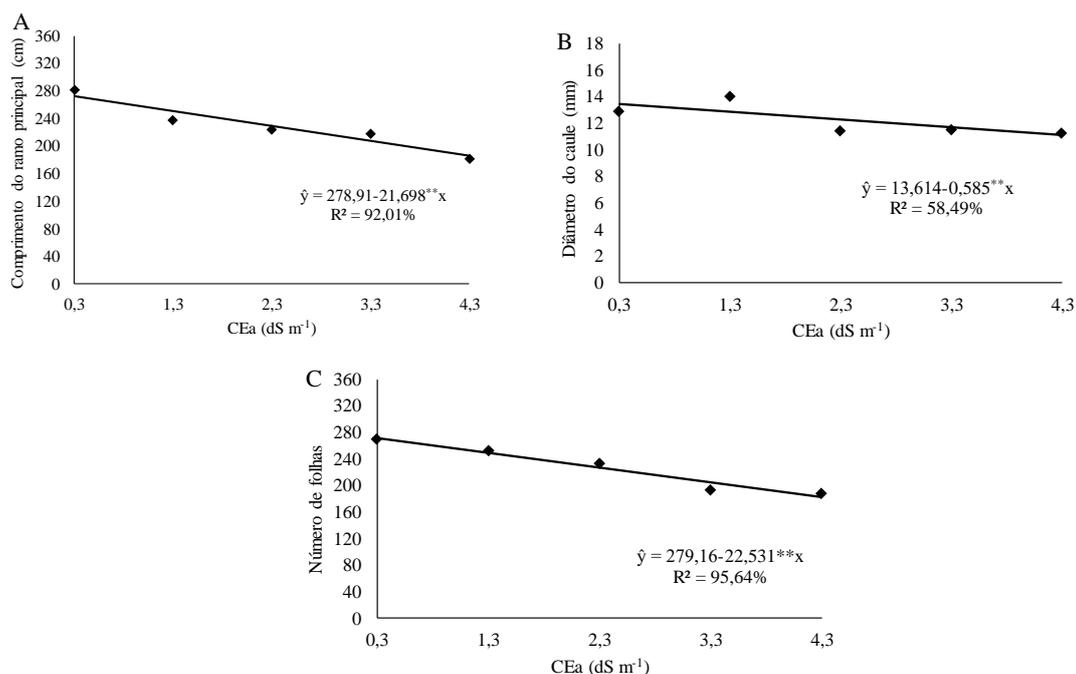
Munns e Tester, (2008), relatam que, após semanas ou meses de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular

decorrem quando os sais absorvidos se acumulam nos diferentes tecidos vegetais, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica e consequentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas. Sousa et al. (2014), estudando o desenvolvimento inicial de mini melancia sob salinidade, obtiveram resultados semelhantes, o qual a salinidade afetou, negativamente, o comprimento dos ramos de mini melancia.

Para o diâmetro do caule, houve ajuste ao modelo linear decrescente na melancieira independentemente da presença ou não do esterco bovino, com valor máximo de (13,43 mm) na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e menor de (11,09 mm) na CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup>, com redução global de 17,41 e 4,30% por unidade de aumento da CEa (Figura 2 B). Tendência semelhante à verificada no comprimento do ramo principal foi observada no diâmetro do caule, em que o percentual de redução do DC nas plantas aumenta quando a CEa se eleva de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup>, porém, para o diâmetro do caule observa-se menor intensidade, no entanto, possivelmente estas duas variáveis podem estar correlacionadas, indicando que o crescimento do ramo principal é acompanhado do aumento de seu diâmetro. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Dias et al. (2010), que verificaram efeito significativo da salinidade sobre o DC do meloeiro.

Para o número de folhas foi observada resposta linear decrescente, verificando-se redução de aproximadamente 8,07% em resposta ao aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, de forma que na salinidade de 4,3 dS m<sup>-1</sup> obteve-se em média 182,27 folhas por planta, correspondente a redução total de 33,9% em relação valor médio obtido na salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, na qual ocorreu em média 272,40 folhas por planta (Figura 2 C). Em condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na diminuição da transpiração como opção para conservar a baixa absorção de água salina, uma desses ajustes é a redução do número de folhas.

De acordo com Munns e Tester (2008), em situações de estresse salinos, o número de folhas de plantas glicófitas são reduzidos devido à baixa disponibilidade de água, aumento da concentração salina da solução e toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente das raízes. Encontram-se na literatura vários relatos a inibição ou redução da emissão de novas folhas de melancia e outras cucurbitáceas de interesse agrônomo submetidas ao estresse salino, como maxixe (OLIVEIRA et al., 2012), melancia (MARTINS et al., 2013; MACENA PEREIRA et al., 2013) entre outras.



**Figura 3.** Comprimento do ramo principal (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas(C) da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

O aumento da CEa diminuiu linearmente a taxa absoluta de crescimento do ramo principal (TACRP), com valor máximo de  $(10,08 \text{ cm dia}^{-1})$  na menor CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Em contrapartida, é possível perceber menor TACRP  $(6,58 \text{ cm dia}^{-1})$  na maior CEa de  $4,3 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 3A), esses resultados representam uma redução de 34,71% e 8,46% para cada aumento unitário da CEa, reforçando os resultados apresentados na (Figura 2A), no qual se identificou redução de CRP com o aumento da CEa de 0,3 para  $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

Os efeitos negativos dos sais sobre o crescimento das plantas resultam na inibição do crescimento, desenvolvimento e na produção das culturas, relatados em diferentes espécies como, meloeiro (FREITAS et al., 2014); berinjela (BOSCO et al., 2015); feijão (OLIVEIRA et al., 2015); maracujazeiro (BEZERRA et al., 2016). Na melancia, diminuição no crescimento das plantas foram identificados no presente trabalho, corroborando com os resultados dos estudos realizados em outras espécies sob salinidade da água de irrigação.

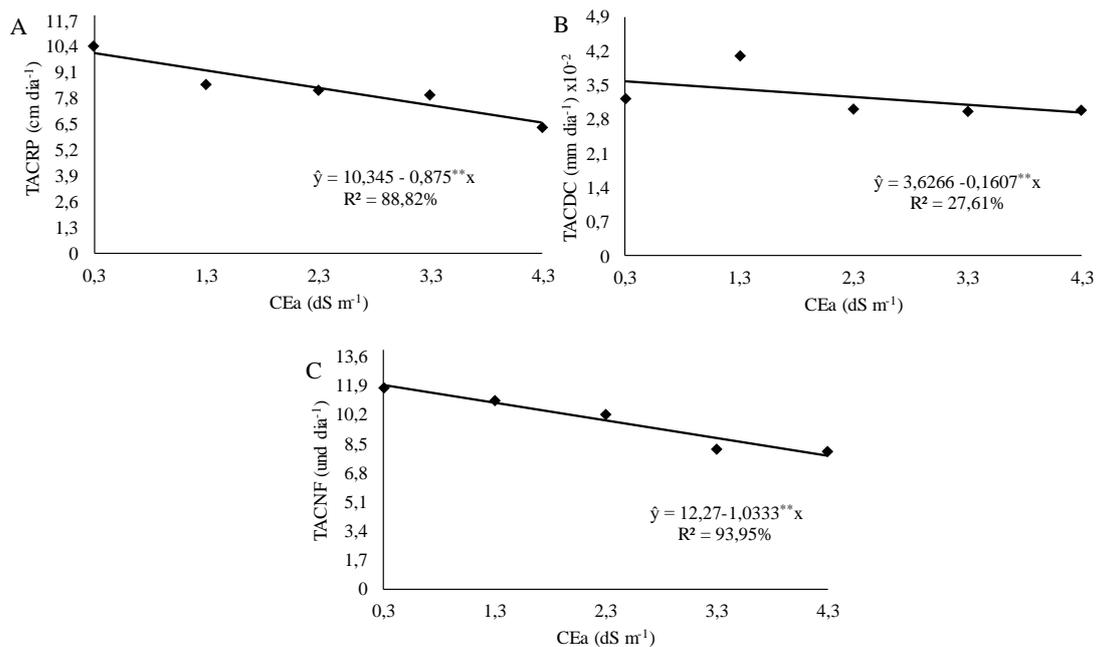
Na Figura 3B é apresentado o comportamento da melancia quanto a taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCADC) e, pelas regressões, verifica-se efeito negativo da salinidade sobre essa variável, a exemplo dos resultados obtidos em comprimento do ramo principal, número de folhas e diâmetro do caule. No entanto, pode-se perceber efeito menos acentuado da salinidade sobre TCADC, na qual ocorreu

uma redução global de 18% e 4,44% por aumento unitário da CEa, com valores de  $(3,578 \times 10^{-2} \text{ mm dia}^{-1})$  na CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  e,  $(2,934 \times 10^{-2} \text{ mm dia}^{-1})$  na CEa de  $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ , confirmando, mais uma vez, os resultados obtidos para o DC, o qual também se observou um efeito menos acentuado da salinidade da água.

Munns e Tester (2008) mencionam que limitações no crescimento caulinar sob condições salinas podem ser atribuídas à redução da fotossíntese, isto explica que possivelmente a alta salinidade comprometeu de forma moderada os processos fotossintéticos no que se diz respeito a taxa de expansão caulinar.

Em relação a TCANF (Figura 3C) também foi observado comportamento semelhante as demais variáveis supracitadas, no qual é possível perceber menor TCANF  $(7,82 \text{ und dia}^{-1})$  na CEa de  $4,3 \text{ dS}^{-1}$ , por outro lado, para a CEa de  $0,3 \text{ dS}^{-1}$  observa-se maiores taxas de emissão de folhas  $(11,96 \text{ und dia}^{-1})$ , reforçando os resultados da (Figura 2C), no qual se identificou o maior NF na CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Ambos os valores corresponderam a uma redução global de 34,56% entre a maior e menor CEa, e de 8,42% para cada aumento unitário de CEa.

Os efeitos negativos dos sais sobre a taxa de crescimento absoluto são relatados em diferentes espécies, por vários autores com leguminosas (SANTOS et al., 2014), algodão (SANTOS et al., 2016), girassol (RIBEIRO et al., 2016). Segundo Munns e Sharp, (1993), altos níveis salinos presentes no solo, como a baixa quantidade de água reduz o potencial hídrico do solo, e das plantas a capacidade para absorver água, o que reduz rapidamente a taxa de expansão de células em tecidos em crescimento, podendo essa afirmação justificar os efeitos negativos da salinidade sobre as taxas absolutas de crescimento neste experimento.



**Figura 4.** Taxa absoluta de crescimento do ramo principal (A), taxa absoluta de crescimento do diâmetro do caule (B) e taxa absoluta de crescimento do número de folhas (C) da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

De acordo com o resumo da análise de variância apresentado na Tabela 6, observa-se que não houve efeito significativo da interação em nenhuma das variáveis de crescimento, mas, sim, efeito isolado para condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ) em todos os componentes estudados. No entanto, ainda na ausência de interação significativa, será explorado o desdobramento da interação, com intuito de verificar o comportamento distinto de cada fator isolado. Como já descrito, para o estudo destes componentes, serão apresentados os resultados observados na última época de avaliação, explorando o efeito cumulativo da salinidade sobre as plantas ao final dos tratamentos.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para a taxa relativa de crescimento do ramo principal (TRCRP), taxa relativa de crescimento do diâmetro do caule (TRCDC), taxa relativa de crescimento do número de folhas (TRCNF) massa seca da folha (MSF). Massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) da melanciaira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

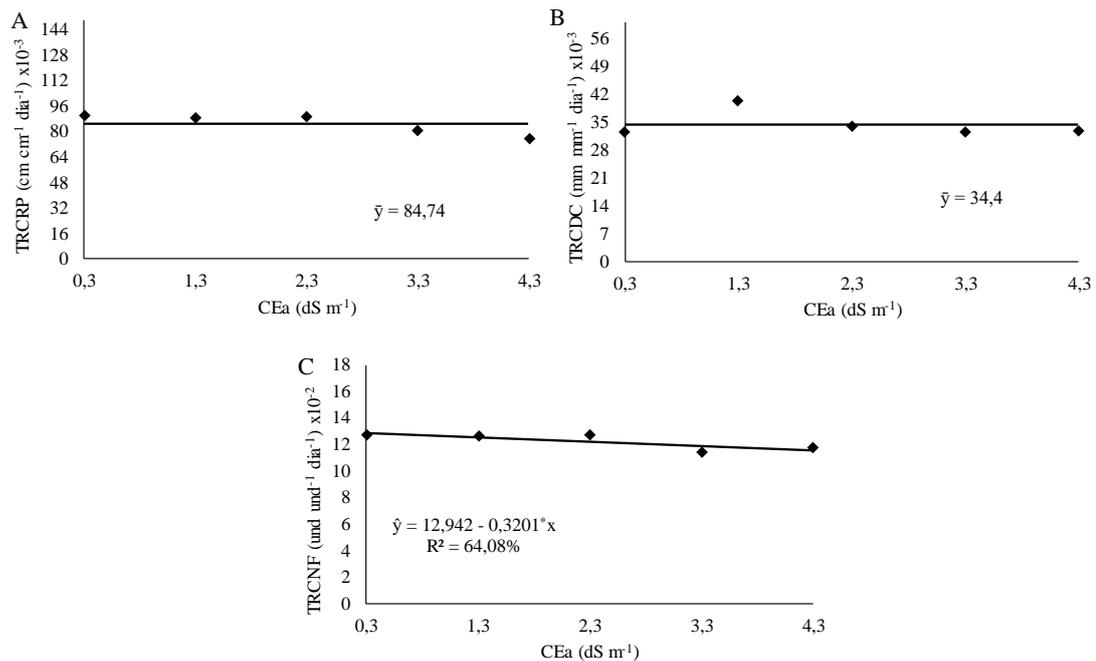
Fonte de Variação	GL	Quadrados médios							
		TRCRP <sup>1</sup>	TRCDC <sup>1</sup>	TRCNF <sup>1</sup>	MSF	MSC <sup>1</sup>	MSPA	AF	AFE
CEa	4	0,353 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	3448,15 <sup>**</sup>	861,69 <sup>**</sup>	7681,41 <sup>**</sup>	4068592,4 <sup>ns</sup>	788,94 <sup>*</sup>
Regr. Linear		1,183 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	9175,04 <sup>**</sup>	2839,94 <sup>**</sup>	22225,44 <sup>**</sup>	2618375,6 <sup>**</sup>	2193,62 <sup>**</sup>
Regr. Quadrática		0,172 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1958,08 <sup>*</sup>	351,06 <sup>ns</sup>	3968,29 <sup>*</sup>	12866203,1 <sup>*</sup>	403,77 <sup>ns</sup>
Esterco	1	0,045 <sup>ns</sup>	0,054 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	157,01	52,28 <sup>ns</sup>	390,44 <sup>ns</sup>	4672091,6 <sup>ns</sup>	314,49 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	0,17 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	96,63	52,88 <sup>ns</sup>	291,53 <sup>ns</sup>	4104022,5 <sup>ns</sup>	276,32 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,112 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>**</sup>	171,76	91,20 <sup>ns</sup>	455,70 <sup>ns</sup>	3338446,4 <sup>ns</sup>	576,78 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,311	0,024	0,15	384,09	124,37	883,43	2039171,8	223,07
CV %		20,81	14,08	9,90	29,75	26,35	27,47	45,88	30,75
Média Geral		0,084	0,034	0,122	65,85	42,31	108,17	3112,03	48,56

\*\* : Significativo para  $p < 0,01$ ; \* : Significativo para  $p < 0,05$ ; <sup>ns</sup> : não significativo. <sup>1</sup> : Foi utilizado as unidades em notação científica ( $10^{-x}$ )

Pode-se constatar que para a TRCRP, não houve influência da salinidade nem da presença ou ausência do esterco bovino, por isso não se ajustou a nenhum modelo de regressão, com valor médio de  $(84,74 \times 10^{-3} \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1})$  (Figura 4A). Os dados referentes às TRCDC, também de forma semelhante não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 4B), com valor médio de  $(34,4 \times 10^{-3} \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1})$ .

Por outro lado, na taxa relativa de crescimento do número de folhas (TRCNF) nos mesmos tratamentos irrigados com água salina (Figura 4C), houve uma redução de  $(0,02 \times 10^{-2} \text{ und und}^{-1} \text{ dia}^{-1})$  por aumento unitário da CEa e uma redução global de  $(0,10 \times 10^{-2} \text{ und und}^{-1} \text{ dia}^{-1})$ , correspondendo a 9,97% de redução quando comparado do menor para o maior CEa.

Aguiar Netto et al. (2000) relatam que o crescimento relativo é um índice indicado para estudar o efeito de práticas agrônômicas, pois reflete a eficiência do uso das reservas do vegetal, uma vez que representa a capacidade da planta em produzir material novo, em função do material já existente. Neste sentido, isso pode ser um indício que a melanciaira tendeu a utilizar mais eficientemente suas reservas, para promover melhoria em crescimento do ramo principal e diâmetro do caule, no entanto, mesmo havendo efeito significativo para TRCNF, observa-se efeito moderado da CEa sobre esse parâmetro, tal como observado na (figura 4C).



**Figura 5.** Taxa relativa de crescimento do ramo principal (A), taxa relativa de crescimento do diâmetro do caule (B) e taxa relativa de crescimento do número de folhas (C) da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

O comportamento da massa seca da folha não foi influenciado pela interação condutividade elétrica da água x esterco bovino, sendo influenciado apenas pelo fator CEa (Figura 5A), ajustando-se a um modelo quadrático. O aumento da CEa inibiu o crescimento da melancia pela massa seca da folha até o valor mínimo estimado de (50,63 g), correspondente à CEa de 3,58 dS m<sup>-1</sup>, equivalendo a uma redução de 47,06%. Estes resultados corroboram com os obtidos por Sousa et al. (2016), em que ao estudarem a tolerância à salinidade da água de irrigação em minimelancia, observarão efeito negativo sobre a massa seca das folhas.

Em relação a redução na produção de biomassa da parte aérea das plantas submetidas a alta salinidade da água de irrigação, esta, quase sempre é consequência da senescência precoce provocada pelos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão da área foliar, diminuindo o rendimento de matéria seca (SILVA et al., 2008).

O acúmulo de massa seca do caule foi inibido com o aumento da CEa e também não sofreu interferência do solo com esterco bovino (Figura 5B). Verifica-se efeito negativo da salinidade sobre essa variável, a exemplo dos resultados obtidos nos parâmetros de crescimento anteriormente supracitados, com redução global de 43,95% e

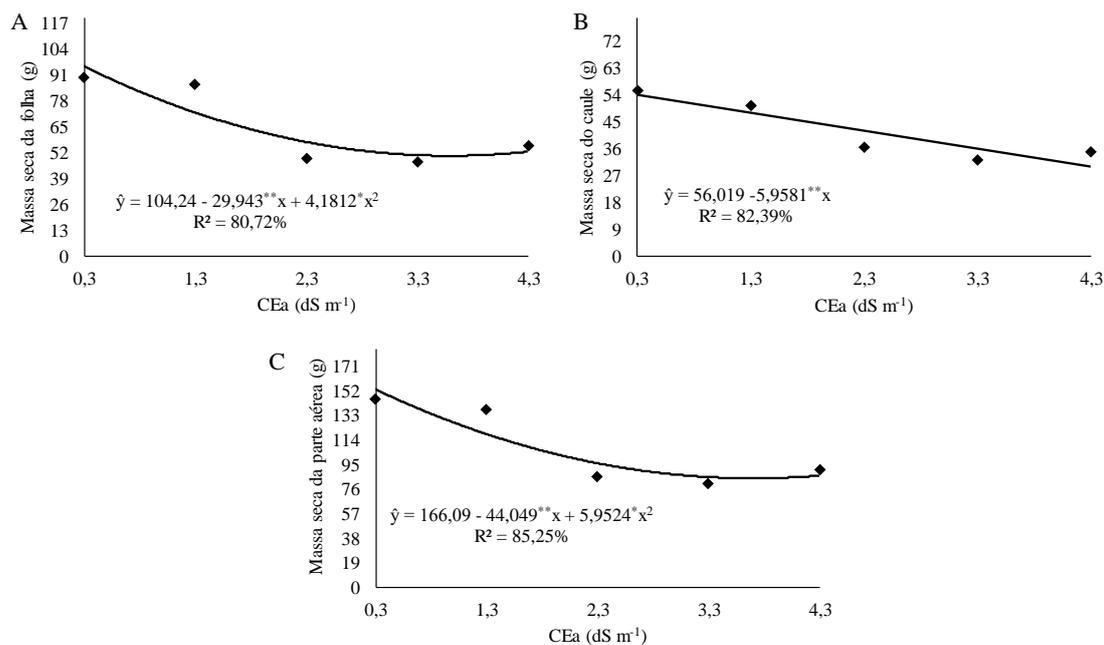
10,64% por aumento unitário da CEa, com valores de (54,23 g) na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e (30,39 g) na CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup>. Comparando com a variável DC, percebe-se que o efeito do estresse salino para esta situação é mais severo no acúmulo de massa seca do que para a expansão do diâmetro propriamente dito. Resultados semelhantes para massa seca do caule são evidenciados por Medeiros et al., (2013), avaliando os efeitos de dois tipos de biofertilizantes no desenvolvimento do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas.

A elevação da salinidade da água de irrigação no solo sem ou com esterco bovino inibiu a produção de massa seca da parte aérea até valor mínimo estimado de (84,59 g) (redução de 44,86%), entre as plantas irrigadas com água não salina (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e moderadamente salina (3,7 dS m<sup>-1</sup>) (Figura 5C). Esse declínio, é uma resposta natural das plantas submetidas à salinidade, o qual há uma diminuição no crescimento da parte aérea, com redução da expansão foliar, inibição da formação de gemas laterais, assim como, a acumulação de quantidades tóxicas de Na<sup>+</sup> nas folhas, levando à inibição da fotossíntese e dos processos biossintéticos (TAIZ et al., 2017).

Terceiro Neto et al., (2014) observaram que o manejo da irrigação com água salina não influenciou o acúmulo de fitomassa seca das plantas de melão Pele de Sapo (cv Sancho). Em contrapartida, corroborando com os resultados do presente trabalho, Martins et al., (2013), avaliando o desenvolvimento inicial de cultivares de melancia sob estresse salino, verificaram redução para massa seca da parte aérea (MSPA) sob salinidade e de forma mais acentuada para a cultivar Crimson sweet, que apresentou redução de 71,4% nas plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>).

Fernandes et al., (2011), afirmam que a fitomassa seca total representa a potencialidade de acúmulo de matéria seca de cada material vegetal e, quanto mais elevado seu valor, maior também a eficiência do vegetal em transformar energia luminosa em fotoassimilados.

No entanto, os resultados para a massa seca embasam aqueles encontrados para as características de crescimento neste trabalho, por ser o acúmulo de massa seca resultante do processo de crescimento. Neste sentido, a redução na produção de massa de matéria seca sob determinada condutividade elétrica da água de irrigação, relacionada ao ambiente não-salino, é usada como critério para a avaliação da tolerância ao estresse salino.



**Figura 6.** Massa da matéria seca foliar (A), massa da matéria seca do caule (B) massa da matéria seca da parte aérea (C) da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

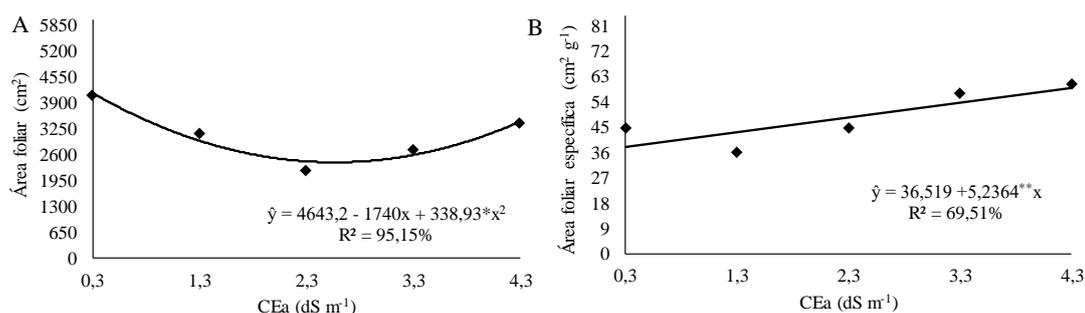
A elevação da salinidade da água de irrigação no solo sem ou com esterco bovino afetou negativamente o crescimento em área foliar até o valor mínimo estimado de ( $2409,99 \text{ cm}^2$ ) na CEa de  $2,57 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondendo a uma redução global de 41,95% e 12,79% para cada aumento unitário CEa (Figura 6A). Resultados contrastantes foram encontrados por Oliveira et. al., (2012), estudando a salinidade da água no maxixeiro, os autores verificaram que a área foliar do maxixeiro também foi afetada negativamente pela salinidade da água, porém, apresentando inicialmente, resposta positiva até a salinidade de  $1,7 \text{ dSm}^{-1}$  e decrescendo a partir desta salinidade.

Tester e Davenport, (2003), relatam que a área foliar das plantas submetidas a estresse salino é um dos parâmetros mais afetados, e a redução da área foliar, provavelmente, está relacionado à diminuição da disponibilidade e da absorção de água, o que prejudica a divisão e o alongamento celular.

Segundo Sucre e Suáres, (2011), a redução em área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é adequado às plantas a redução do processo transpiratório e, consequentemente diminuição do carregamento de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas. Isto aponta possivelmente, que houve uma certa

tolerância das plantas da melanciaira a alta salinidade para a condição do presente trabalho.

Para a área foliar específica (AFE), verificou-se ajuste ao modelo linear crescente. Constatou-se máximo valor de (59,03 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), equivalendo esse aumento a 35,48% quando a condutividade elétrica da água variou de 0,3 a 4,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6B). Situação diferente foi verificada por Martins et al., (2013), ao estudarem estresse salino em cultivares de melancia, a área foliar específica (AFE) reduziu em virtude da salinidade da água nas cultivares Crimson sweet e Congo, as quais apresentaram redução de 50,9 e 31,8%, respectivamente, na maior salinidade. A área foliar específica é uma relação da superfície da folha com o peso da própria folha e um indicador de espessura foliar. Lambers et al., (1998), relatam que, o aumento da AFE na maioria das vezes, implica na redução da espessura da folha. Dessa forma, as alterações na AFE podem ser causadas por mudanças na espessura da folha e, ou, na densidade de massa foliar (WITKOWSKI e LAMONT, 1991).



**Figura 7.** Área foliar (A) e área foliar específica (B) da melanciaira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

### 3.2 Análises de Componentes Principais (CP)

Pela análise de componentes principais, verifica-se que para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos, foi necessário considerar apenas dois componentes principais referentes as variáveis de crescimento da melanciaira (Tabela 7). Os dois componentes principais identificados representam 76,6% da variância total das características avaliadas.

**Tabela 7.** Autovalores e autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) das variáveis de crescimento da melanciaira.

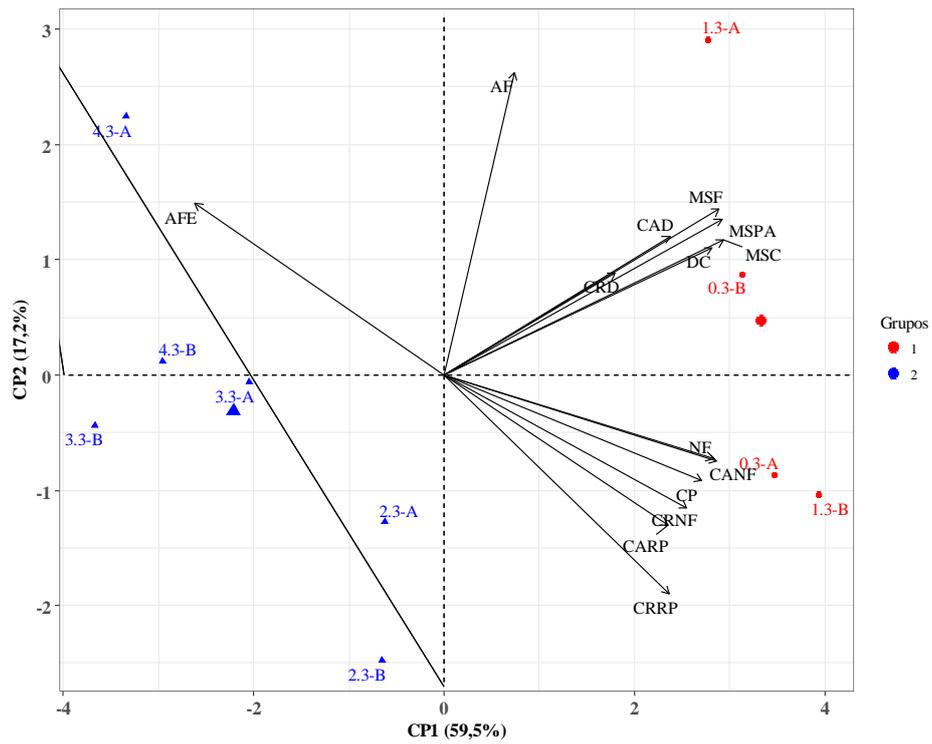
CPs	$\lambda$	$\sigma^2\%$														
			CRP	DC	NF	CARP	CAD	CANF	CRRP	CRD	CRNF	MSF	MSC	MSPA	AF	AFE
CP1	8,3	59,4	<b>0,28</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	0,18	<b>0,26</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	0,07	<b>-0,27</b>
CP2	2,4	17,2	-0,17	0,21	-0,14	-0,25	0,23	-0,14	-0,36	0,17	-0,22	0,28	0,22	0,26	<b>0,51</b>	0,28

CPs: componentes principais;  $\lambda$ : autovalores;  $\sigma^2\%$ : porção de variância explicada.

O primeiro componente principal (CP<sub>1</sub>) relacionado às variáveis: crescimento do ramo principal, diâmetro do caule, número de folhas, crescimento absoluto do ramo principal, crescimento absoluto do diâmetro do caule, crescimento absoluto do número de folhas, crescimento relativo do ramo principal, crescimento relativo do número de folhas, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da parte aérea e área foliar específica, representando 59,4% da variância total acumulada. O segundo componente (CP<sub>2</sub>), é representado apenas pela área foliar, correspondendo por 17,2% da variância total acumulada.

A partir da projeção dos escores dos dois componentes principais (CPs) em duas dimensões, foram identificados dois grupos (Figura 7). Constata-se que o grupo composto pelos tratamentos 0,3 e 1,3 (dS m<sup>-1</sup>) sem (A) e com (B) a presença do esterco bovino, apresentam maiores escores no CP<sub>1</sub>, indicando maiores valores de crescimento do ramo principal, diâmetro do caule, número de folhas, crescimento absoluto do ramo principal, crescimento absoluto do diâmetro do caule, crescimento absoluto do número de folhas, crescimento relativo do ramo principal, crescimento relativo do número de folhas, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da parte aérea.

Para o segundo grupo, os tratamentos 4,3 (A) e 4,3 (B) dS m<sup>-1</sup>, apresentam maiores escores no CP<sub>1</sub>, indicando maiores valores de área foliar específica. Por outro lado, no CP<sub>2</sub> verifica-se que o grupo formado pelos tratamentos 0,3 dS m<sup>-1</sup> (B) e 1,3 dS m<sup>-1</sup> (A) apresentam maiores escores, indicando maiores valores de Área foliar.



**Figura 8.** Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2.

Água: (0,3 dS m<sup>-1</sup>); (1,3 dS m<sup>-1</sup>); (2,3 dS m<sup>-1</sup>); (3,3 dS m<sup>-1</sup>); (4,3 dS m<sup>-1</sup>); Esterco: A (Sem esterco); B (Com esterco).

#### **4. CONCLUSÕES**

O esterco bovino não influenciou no crescimento da melancia irrigada com águas de salinidade crescente;

O crescimento da melancia e a produção de massa de matéria seca são comprometidos pelo aumento da concentração salina da água de irrigação.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação não influenciou o crescimento relativo do ramo principal e do diâmetro do caule da melancia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, A. D. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.
- ALBUQUERQUE, J. R. T.; DA SILVA SÁ, F. V.; DE OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G. & SOUTO, L. S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, v. 10, n. 2, p. 486, 2016.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. Informe Agropecuário, **Belo Horizonte**, v.31, n. 259, p.17-24, nov./dez. 2010.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. Teresina: Embrapa CPAMN, 1998. 86 p.
- ANDRADE JÚNIOR, A.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, Piauí. **Agropecuária Científica no Semiárido**, p. 1-7, 2007.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: **Gazeta Santa Cruz**, 2016. 64 p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29 revisado 1).
- BAAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M. R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline Irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*matricaria Recutital*). **Scientia horticulturae**, v. 116, p.437–441, 2008.
- BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Diagnóstico do município de Pombal. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Recife: Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. 2005. 23p

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BENNETT, S. BARRETT-LENNARD, E. G.; COLMER, T. D. Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 129, n. 4, p. 349-360, 2009.

BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.

BOSCO, M. R. O.; BOSCO, A. O.; HERNANDEZ, F. F. F. & LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Ceres**, v. 56, n. 3, 2015.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. 2007. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA/MAPA/SPA. v.7, 102 p, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CI, L e YANG, X. **Desertification and its control in China**. Beijing: Higher Education Press, 2010.

DE AMORIM COELHO, Marcos; SONCIN, Nilce Bueno. **Geografia do Brasil: Caderno de atividades**. Ed. Moderna, 1982.

DEMONTIÊZO, F. L. L.; ARAGÃO, M. F.; JÚNIOR, M. V.; PAIVA, P. V. V.; LIMA, S. C. R. V. Emergência e crescimento inicial de tomate 'santa clara' em função da salinidade e condições de preparo das sementes. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 81-92, 2016.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e

resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

ELENA, A.; DIANE, L.; EVA, B., MARTA, F.; ROBERTO, B.; ZAMARREÑO, A. M.; GARCÍA-MINA, J. M. The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in Fe-sufficient cucumber plants. **Plant physiology and biochemistry**, v. 47, n. 3, p. 215-223, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa - CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

ERTANI, A.; NARDI, S.; ALTISSIMO, A. Long-term research activity on the biostimulant properties of natural origin compounds. **Acta Horticulture**. V. 1009, p. 181-188, 2013.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. D. A.; VELLOSO, A. C. X. & OLIVEIRA, M. D. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S.; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 259-267, 2011.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: Editora da UPF. 2004. 536p.

FREITAS, L. D.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PORTO FILHO, F. D. Q.; DA COSTA, J. C. & DA CUNHA, E. M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18, 2014.

FRÍAS, I.; CALDEIRA, M. T.; PÉREZ-CASTIÑEIRA, J. R.; NAVARRO-AVIÑÓ, J. P.; CULIAÑEZ-MACIÁ, F. A.; KUPPINGER, O. and SERRANO, R. A major isoform

of the maize plasma membrane H (+)-ATPase: characterization and induction by auxin in coleoptiles. **The Plant Cell**, v. 8, n. 9, p. 1533-1544, 1996.

GARCIA, G. O.; FERREIRA P. A.; MIRANDA, G. V.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, v. 25, n. 3, p. 93–106, 2007

GAXIOLA, R. A.; PALMGREN, M. G.; SCHUMACHER, K. Plant proton pumps. **Febs Letters**, v. 581, n. 12, p. 2204-2214, 2007.

GOMIDE, M. B.; TOURINO, O. V. & CARVALHO, D. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo novo e Catuai. **Ciência e Prática**, v. 1, p. 118-123, 1977.

GUIMARÃES, M. A. (Ed.). **Produção de melancia**. Viçosa: UFV, 2013. 144p.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. **Qualidade da Água para Irrigação**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (Eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza: INCTSal. Parte I. Cap. 1, p. 43-61, 2010.

HUERTA, S. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el área foliar del cafeto. **Cenicafé**, v. 13, p. 33-42, 1962.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em 26 de maio de 2016.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. Plant physiological ecology. New York: **Springer**, 1998. 540p.

MACENA PEREIRA, A.; PEREIRA, E. B.; DE ARAÚJO, W. L.; DO NASCIMENTO, M. D. G. R. e PEREIRA, F. H. F. Resposta de plantas de melancia irrigadas com água salina ao tratamento pré-germinativo da semente com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 195-201, 2013.

MARRÉ, E.; BALLARIN-DENTI, A. The proton pumps of the plasmalemma and the tonoplast of higher plants. **Journal of bioenergetics and biomembranes**, v. 17, n. 1, p. 1-21, 1985.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; RODRIGUES, R. M.; OLIVEIRA MESQUITA, F.; BRUNO, R. D. L. A.; NETO, M. F. Uso de biofertilizantes e águas salinas em plantas de *Lycopersicon pimpinellifolium* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 156-162, 2013.

MICHAEL, A.M. Irrigation: Theory and Practice, second ed. **Vikas Publishing House Pvt. Ltd**, New Delhi, India, 2009.

MONTEIRO, A. L.; MONTENEGRO, A. D. A.; MONTENEGRO, S. M.; SANTOS, F. D. Avaliação de lavagem parcial de sais em neossolo flúvico irrigado, utilizando modelagem computacional. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 202-220, 2009.

MOREIRA, F. J. C.; JUNIOR, M. V.; ARAÚJO, O. P.; DE SOUZA LUNA, N. & DE SOUSA SALES, L. Fenologia e produtividade da melancia no semiárido cearense, com kit de irrigação desenvolvido para a agricultura familiar. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 14, n. 1, p. 24-42, 2015.

MUNNS, R. and SHARP, R. E. Involvement of abscisic acid in controlling plant growth in soils of low water potential. **Australian Journal of Plant Physiology**, 20, 425–437, 1993.

MUNNS, R. Plant Adaptations to Salt and Water Stress: Differences and Commonalities. In: TURKAN, I (Org.). 1. ed. **Advances in Botanical Research**, Vol. 57. Elsevier. Cap. 1, p.4, 2011.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 631 – 681, 2008.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, p. 1527-1536, 2002.

NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. T.; MENDONÇA, V.; JUNIOR, A.; SILVA MEDEIROS, S. A. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, 2015.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. DE.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado

com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 873-881, 2009.

O'DONNELL, R. W. The auxin-like effects of humic preparations from leonardite. **Soil Science**, v. 116, n. 2, p. 106-112, 1973.

OLIVEIRA, F. D. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. D. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1049–1056, 2015.

OLIVEIRA, F. D. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, L. A.; BEZERRA, F. M. S.; CAVALCANTE, A. L. G. Desenvolvimento inicial do maxixeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 2, p. 22-28, 2012.

OUNI, Y.; GHNAYA, T.; MONTEMURRO, F.; ABDELLY, C. and LAKHDAR, A. The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. **International Journal of Plant Production**, v. 8, n. 3, p. 353-374, 2014.

PALMGREN, M. G. Plant plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPases: powerhouses for nutrient uptake. **Annual review of plant biology**, v. 52, n. 1, p. 817-845, 2001.

RIBEIRO, P. H. P.; GHEYI, H. R., UYEDA, C. A.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DIAS, N. D. S. Taxa de crescimento e produção de girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 233-247, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).

ROCHA, F. A.; SILVA, J. D.; BARROS, F. M. Reuso de águas residuárias na agricultura: A experiência israelense e brasileira. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-9, 2010.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. C. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.

SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; CENTENO, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 86, 2016.

SANTOS, R. A.; CARNEIRO, P. T.; SANTOS, V. R.; COSTA, L. C.; SANTOS, C. G. D.; NETO, A. L. S. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 1255-1261, 2014.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.

SILVA, E. N. DA; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S DE; & VIÉ-GAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 437-445, 2009.

SILVA, M. D. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M.; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. D.; GÓES, G. D. 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, p. 593-605, 2008.

SOUSA, A. B. O.; SOUZA NETO, O. N.; SOUZA, A. C. M.; SAMPAIO, P. R. F.; DUARTE, S. N. Trocas gasosas e desenvolvimento inicial de mini melancia sob estresse salino. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014.

SOUSA, V. F.; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, 1999.

SUCRE, B.; SUÁREZ, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 70, n. 2, p. 192-203, 2011.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MØLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017, 888 p.

TCHIADJE, N. F. T. Strategies to reduce the impact of salt on crops (rice, cotton and chili) production: a case study of the tsunami-affected area of India. **Desalination**, v. 206, n. 1, p. 524-530, 2007.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; DE MEDEIROS, J. F.; CHEYI, H. R., DA SILVA DIAS, N. & DE OLIVEIRA, F. R. A. Crescimento e composição mineral do tecido vegetal do melão ‘pele de sapo’ sob manejos de água salina. **Irriga**, v. 19, n. 2, p. 255, 2014.

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.

VERNIERI, P.; FERRANTE, A.; BORGHESI, E.; MUGNAI, S. I biostimolanti: uno strumento per migliorare la qualità delle produzioni. **Fertilitas Agrorum**, v. 1, n. 1, p. 17-22, 2006.

WAIREGI, L.; ASTEN, P. V. Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in the east African highland bananas (*Musa* spp. Aaa). **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 1453-1472, 2011.

WITKOWSKI, E.T.F.; LAMONT, B.B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Perth, **Oecologia**, v.88, p.486-493, 1991.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; BUSATO, J. G.; PERES, L. E. P. & FAÇANHA, A. R. Plant physiology as affected by humified organic matter. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 25, n. 1, p. 13-25, 2013.

## **CAPITULO II**

### **TROCAS GASOSAS E PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM FOLHAS DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E MATÉRIA ORGÂNICA**

**TROCAS GASOSAS E PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM FOLHAS  
DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E  
MATÉRIA ORGÂNICA**

**RESUMO**

A maioria das plantas de elevado valor econômico é sensível ou moderadamente sensível aos sais do solo e da água de irrigação, justificando assim a necessidade de pesquisas que envolvam alternativas para contornar os efeitos deletérios da salinidade à produção de alimentos. Objetivou-se com este experimento avaliar o comportamento fisiológico pelas trocas gasosas e pigmentos fotossintetizantes da melancieira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino. Para o efeito, foi executado um experimento no delineamento de blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 2, referente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) no solo sem e com esterco bovino, com quatro repetições e três plantas por parcela. Foram avaliados a condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida, concentração interna de CO<sup>2</sup>, e foram estimadas a eficiência instantânea do uso da água pela relação *A/E*, e a eficiência instantânea da carboxilação pela relação *A/Ci*. Também foi quantificado a clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, carotenóides, clorofila *a+b*, clorofila *a/b* e extravasamento de eletrólitos. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação diminuiu os teores de pigmentos fotossintéticos e aumentou o extravasamento de eletrólitos celular resultando em menor eficiência fotossintética das plantas de melancieira. O esterco bovino no solo atenuou o efeito do estresse salino apenas para clorofila *b* e carotenóides. A salinidade da água inibiu as trocas gasosas, com maior efeito sobre a condutância estomática, fotossíntese líquida e na transpiração das plantas.

**Palavras chaves:** *Citrullus lanatus*, fotossíntese, condutividade elétrica

**GAS EXCHANGE AND DYE PHOTOSYNTHETIC IN LEAVES  
WATERMELON IRRIGATED WITH SALINE WATER AND  
ORGANIC MATTER**

**ABSTRACT**

The great majority of plants of high economic value exhibit sensitivity to soil salts and irrigation water, thus justifying the need for research that involves alternatives to overcome the deleterious effects of salinity on plants. The objective of this experiment was to evaluate the behavior of watermelon irrigated with saline water and fertilized with bovine manure, based on physiological variables of gas exchange and photosynthetic pigments. The experiment was carried out in a randomized block design in the 5 x 2 factorial scheme, referring to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, and 4.3 dS m<sup>-1</sup>) without and with the application of manure -winter, with four replicates and three useful plants per plot. Stomatal conductance, transpiration, liquid photosynthesis, internal CO<sup>2</sup> concentration, and the instantaneous efficiency of water use by the A / E ratio, and the instantaneous efficiency of carboxylation by the A / C<sub>i</sub> ratio were estimated. Chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll, carotenoids, chlorophyll *a* + *b*, chlorophyll *a* / *b* and extravasation of electrolytes were also quantified. The data were submitted to analysis of variance. The manure averages were compared by the F test. For the electrical conductivity, a polynomial regression analysis was performed. Analyzes of major components were also performed. The increase in the electrical conductivity of the irrigation water decreased the levels of photosynthetic pigments and increased the extravasation of cellular electrolytes, reducing the photosynthetic efficiency in plants of watermelon. The application of bovine manure in the soil attenuated the effect of saline stress only on chlorophyll *b* and carotenoids. The salinity of the water inhibited the gas exchanges, with greater effect on the stomatal conductance, liquid photosynthesis and the transpiration of the plants.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, photosynthesis, electrical conductivity

## 1. INTRODUÇÃO

Em virtude do aumento da população mundial e à expansão das áreas agrícolas, a utilização de solos e águas salinas para produção de alimentos constituirá uma necessidade que só aumentará em anos vindouros (PINHEIRO et al., 2013). No Brasil, elevados conteúdos de sais em solos agrícolas são mais evidentes em campos irrigadas, com máxima ocorrência na região semiárida, devido a motivos climáticas (desbalanço entre pluviosidade e evaporação) e maior concentração de sais no solo, decorrente da rocha matriz, fato notável nas condições do Nordeste Brasileiro (ASHRAF et al., 2008).

Neste sentido, o fator salinidade da água e do solo contribui para a baixa produtividade, que nessa região, geralmente apresentam condutividade elétrica superior a  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ , e em geral, limitam a produção agrícola (NUNES, 2016). Ayers e Westcot (1999), relatam que a grande parte das plantas de alto valor econômico exibem sensibilidade aos sais do solo e da água de irrigação, justificando assim a necessidade de pesquisas que envolva alternativas para contornar os efeitos deletérios da salinidade às plantas. Por essa razão, o estresse salino e suas implicações sobre as plantas têm sido analisadas em estudos em espécies distintas ao longo dos anos (PAIVA, et. al., 2004; MEDEIROS, et. al., 2007; NEVES et al., 2009; DIAS et al., 2010; CARVALHO et. al., 2011; SANTOS, et. al., 2014; FERRAZ, et. al., 2015; RIBEIRO, et. al., 2016).

Saied et al., (2003), relatam que a fotossíntese é o processo mais sensível em plantas sob estresse salino. A redução da taxa fotossintética líquida das plantas causada pelo aumento da salinidade pode ser devida a vários fatores, tais como, fechamento estomático, que induz a redução da condutância estomática e a concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular; o dano do aparelho fotossintético, resultando na redução da eficiência do sistema fotossensível e outros fatores metabólicos específicos na assimilação de carbono, (ANDERSSON e BACKLUND, 2008; OUZOUNIDOU, et al., 2016).

Outro aspecto limitante, é que os solos em regiões áridas e semiáridas são frequentemente caracterizados pela escassez de água, bem como a falta de matéria orgânica (AHMED E MORITANI, 2009). Assim, a alteração do solo com o uso de esterco bovino quando há a necessidade de utilizar água salina, pode ajudar a obter boa produção sob estas condições. A adição de resíduos orgânicos em solos, tal como o esterco bovino, reduz a evaporação e moderam a temperatura do solo, reduzindo a pressão sobre as raízes das plantas e aumentando assim a produtividade (AHMED E MORITANI, 2009).

Segundo Trevisan et al., (2010) e Zandonadi et al., (2010), a matéria orgânica humificada deve estimular a produção de determinados hormônios e/ou sinais químicos endógenos, ou a via de sinalização hormonal. Tanto o modo de ação semelhante ao hormônio em si, como o modo de ação que induz vias e sinais endógenos que podem ocorrer simultaneamente. No entanto, outra aplicação importante das substâncias húmicas advindas da aplicação de materiais orgânicos, a exemplo do esterco bovino, é a possível redução de estresses ambientais limitantes à produção vegetal, tal como a salinidade ou estresse hídrico, por meio da regulação dos sistemas primários de transporte de prótons, interferindo diretamente na fisiologia das plantas (ZANDONADI et al., 2007).

Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido para avaliar o comportamento fisiológico pelas trocas gasosas e pigmentos fotossintetizantes da melancia irrigada com água de salinidade crescente e adubada com esterco bovino.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Características da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, situado a 6°47'20'' de latitude S e 37°48'01'' de longitude W, e altitude média de 144 m (BELTRÃO et al., 2005), no período de outubro a dezembro de 2015. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982)

O solo da área experimental foi classificado como Luvisolo (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade (0-20) para caracterização dos atributos físicos (Tabela 1), e químicos quanto à fertilidade e salinidade (Tabela 2) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

**Tabela 1.** Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental.

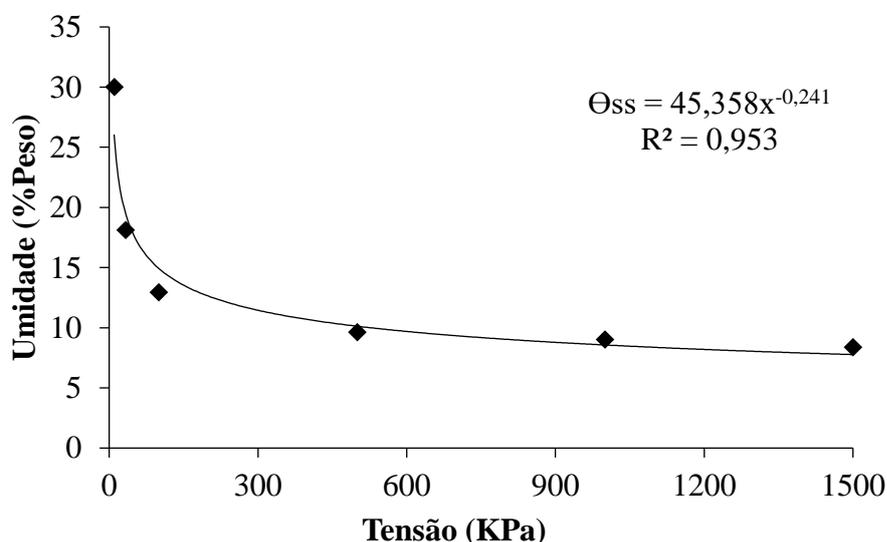
<b>Atributos físicos</b>	<b>Valor</b>
Densidade de solo (g/cm <sup>3</sup> )	1,13
Densidade de partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,68
Porosidade (g kg <sup>-1</sup> )	578,3
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	678,2
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	182,4
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	139,4
<b>Umidade - %</b>	<b>Valor</b>
0,010 MPa	26,54
0,033 MPa	16,02
0,100 MPa	11,44
0,500 MPa	8,52
1,000 MPa	7,98
1,500 MPa	7,42
Água disponível	8,60
Classificação textural	Franco Arenoso

**Tabela 2.** Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm.

Atributos de fertilidade	0 – 20 cm	Atributos de salinidade	Valor
Cálcio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	3,31M	Cond. Elétrica – mS/cm (Suspensão solo-água)	0,26
Magnésio (cmol <sub>c</sub> /kg / de solo)	3,23A	pH (Extrato de saturação)	6,32
Sódio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,22B	Cond. Elétrica – mS/cm (Extrato de saturação)	0,91
Potássio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,48A	Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,25
S (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	7,24	Carbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Hidrogênio+Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	1,73	Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,80
Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,00	Sulfato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ausência
T (cmol <sub>c</sub> kg de solo)	8,97	Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,25
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,50
Carbono orgânico (%)	0,35	Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,70
Matéria orgânica (%)	0,60	Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,74
Nitrogênio (%)	0,04	Porcentagem de sódio trocável	27,33
Fósforo assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	3,49	Relação de adsorção de sódio (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	1,61
pH H <sub>2</sub> O (1;2;5)	6,70	PSI (%)	2,45
pH KCl (1;2;5)		Salinidade	Não salino
		Sodicidade	Não sódico

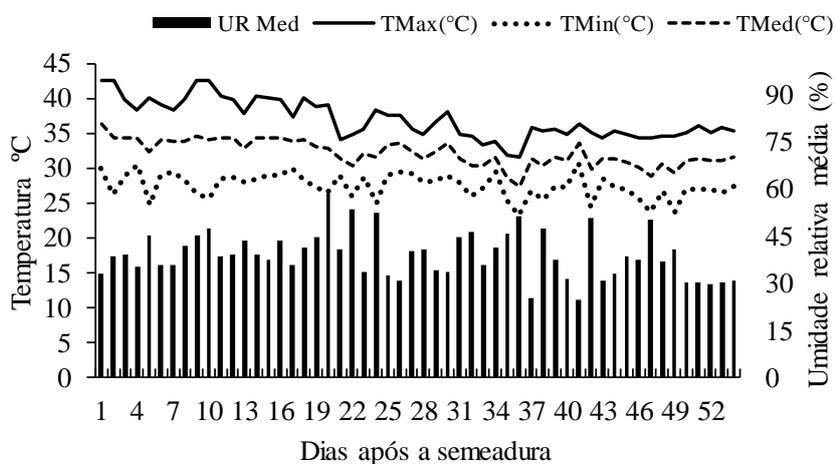
Classificação: alta (A), média (M) e baixo (B)

Os dados da curva característica de retenção de água no solo após o preparo (Figura 1) foram obtidos em amostras com estrutura deformada e saturadas com água no Laboratório de Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, utilizando câmara de Richards (1954), acoplada em placas de porcelana porosas, às tensões de 0,010; 0,033; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 MPa.



**Figura 1.** Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017.

As temperaturas e a umidade relativa do ar no período de execução do experimento estão representadas na Figura 2.



**Figura 2.** Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental.

## 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com tratamentos arranjados em fatorial, 5 x 2, relativos a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) e duas doses de esterco bovino, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por fileiras de canteiros de 2,5m de comprimento, com esterco ou sem esterco, espaçadas a cada 2,0 m, totalizando uma área experimental de 200 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela correspondeu a cinco plantas da fileira, desprezando-se as duas plantas das extremidades, totalizando três plantas úteis por parcela (Apêndice 1).

## 2.3 Preparo das mudas para plantio

Sementes da cultivar Crimson Sweet foram semeadas em bandejas de polietileno para 128 mudas, preenchidas com substrato composto de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo e esterco bovino na proporção de 2:1. Após a germinação, foi realizado, gradativamente, a aclimação das plântulas, colocando-as num pequeno período da manhã em sol pleno, evitando estiolamento. As mudas foram obtidas no final de setembro 2015, em casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia, no início da manhã e final da tarde, com auxílio de um regador com crivo. As mudas foram transplantadas no final da tarde aos 16 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o espaçamento de 2,0 x 0,5 m.

## 2.4 Preparo da área

O preparo do solo constou de gradagem seguida do levantamento dos canteiros em linha a cada 2,0 m e com altura de 0,25 m. A adubação foi realizada com base na análise do solo, usando-se a recomendação de Guimarães, (2013), sendo colocados, em fundação, 44.000 L ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido (Apêndice 3). Na matéria seca do esterco foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 3), (EMBRAPA, 2011).

**Tabela 3.** Atributos químicos do esterco aplicado ao solo

Solo	pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	M.OS	
H <sub>2</sub> O		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						g kg <sup>-1</sup>
E. Bovino	9,04	907,56	3.809,75	3,32	-	-	5,10	1,55	352,52	

MOS = Matéria orgânica do solo

## 2.5 Preparo das águas salinas

A água de abastecimento foi utilizada para o tratamento controle (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>), enquanto que, para as demais concentrações de água salina, foi dissolvido NaCl não iodado com pureza de 94% em água de abastecimento local, até se obter as condutividades elétricas estabelecidas em cada tratamento. As soluções salinas foram armazenadas em recipientes de 500 L, bem fechados, homogeneizadas e aferidas a CE antes da aplicação em cada tratamento, a fim de evitar a deposição de sais na parte inferior dos recipientes e uma, conseqüente, alteração da condutividade elétrica da água de irrigação. A condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) foi avaliada a cada dois dias utilizando um condutivímetro digital portátil (CD-880), com ajuste automático de temperatura a 25° C, ajustando a solução de cloreto de sódio de acordo com a necessidade (Apêndice 2).

## 2.6 Adubação e manejo de irrigação

Para adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, K<sub>2</sub>O e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, respectivamente, via água de irrigação, de acordo com a marcha de absorção da cultura, parcelados em 27 aplicações nas formas de ureia, cloreto de potássio (KCL) e fosfato monopotássico (MKP), conforme Sousa (1999) ilustrado na (Tabela 4). Como fonte de micronutrientes foram aplicados a cada 10 dias, a partir dos 30 dias após a semeadura na pré-florada, a dose de 10 mL, equivalente a 1000 mL ha<sup>-1</sup>, da formulação comercial de Liqui-plex® fruit, que contém 5,0% de N, 1% de Ca, 6% de S, 1% de B, 0,05 % de Cu, 5,0 % de Mn, 0,10 % de Mo, 5% Zn e 2,20 % de carbono orgânico.

**Tabela 4** . Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (KCl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melanciaira.

Nutriente	Dias após o transplântio (DAT)							Total
	6-16	18-22	24-28	30-38	40-46	48-52	54-58	
(%)	6	7	15	27	30	10	5	100
UREIA (g)	326,4	380,8	816	1468,8	1632	544	272	5.440
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
KCl (g)	128,6	128,6	205,76	411,52	462,96	591,56	643	2.572
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
MKP (g)	230,7	230,7	369,12	738,24	830,52	1061,22	1153,5	4.614

Fonte: adaptado de Sousa, V.F., Coelho e Sousa, V.A.B. (1999)

Para a montagem do sistema de irrigação foi utilizado tubos de PVC de 25 mm de diâmetro nominal e fitas gotejadoras de 16,1 mm de diâmetro com gotejador do tipo pastilha, com vazão de 1,26 h<sup>-1</sup> espaçado de 0,3 m, correspondendo a 2 emissores por planta. O bombeamento da água foi feito com eletrobomba de ½ CV de potência, monofásica, e com vazão de água máxima de 1800 m<sup>3</sup>. Após a montagem do sistema de irrigação, colocou-se um mulching de polietileno dupla face sobre os canteiros com a face preta para baixo, evitando o superaquecimento do solo, e posteriormente, foi perfurado no espaçamento de 0,50 m para o plantio (Apêndice 3).

O manejo de irrigação e o cálculo da lâmina de água foi determinado com base na umidade no solo por tensiometria. Para tanto, foram instaladas baterias de tensiômetros nas profundidades de 15, 30 e 45 cm de profundidade, para o controle do movimento de água no solo, (Apêndice 3), no entanto, apenas o de 15 cm foi tomado como referência para o cálculo da lâmina. Inicialmente, antes do transplântio das mudas, foi aplicado uma lâmina de água de forma a elevar a umidade do solo ao nível da capacidade campo, após o transplântio iniciou-se a aplicação da lâmina de irrigação com base na umidade do solo, obtida por meio dos tensiômetros, usando-se as equações 1 e 2, respectivamente (ALBUQUERQUE, 2010). Aos 20 dias após o transplântio (DAT) considerando este período como suficiente para o estabelecimento das plantas no campo, foi iniciada a irrigação com as concentrações salinas correspondentes aos respectivos tratamentos, com aplicação de uma fração de lixiviação de 10%, a fim de lixiviar os sais acumulados no solo (MONTEIRO et al., 2009).

$$LL_{\text{plantio}} = \frac{(CC - U_{\text{ir}})}{10} \cdot d \cdot Z_i \text{ (mm)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

$LL_{\text{plantio}}$  = lâmina líquida de irrigação a ser aplicada no dia de plantio (mm);

CC = teor de água do solo na capacidade de campo (% peso);

$U_{\text{ir}}$  = teor de água inicial do solo no dia de plantio (% peso);

$d$  = densidade do solo ( $\text{g/cm}^3$ );

$Z_i$  = profundidade efetiva do sistema radicular (cm);

10 = constante necessária para conversão das unidades

$$LB = \frac{LL}{E_f} + L_r \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

LL = lâmina líquida de irrigação (mm);

Lr = lâmina complementar de lixiviação (10%);

Ef = eficiência de irrigação.

## 2.7 Tratos culturais e fitossanitários

Os tratos culturais consistiram em capinas manuais as fileiras controle, fitossanitários foram realizados sempre que necessários, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura e consistiu, basicamente, de controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*, Genn.). Não foi verificada ocorrência de doenças que viessem a causar danos significativos à cultura.

## 2.8 Variáveis analisadas

Aos 38 dias após o transplântio (DAT), procedeu-se a avaliação das trocas gasosas nas plantas de melancia entre as 7:00 e 9:00 horas da manhã, mensurando-se a condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), e foram estimadas a eficiência instantânea do uso da água ( $EiUA$ ) pela relação  $A/E$  [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ], e da carboxilação ( $EiC$ ) pela relação  $A/C_i$  [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ]. Tais medidas foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, por meio de um analisador de trocas gasosas - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK), sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de  $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (KONRAD et al., 2005; MAGALHÃES FILHO et al., 2008).

Parte da biomassa das folhas foram recolhidos ao final do experimento, as folhas foram imediatamente acondicionadas em envelopes de alumínio, armazenadas em recipientes térmicos com isolamento contendo gelo e transportadas imediatamente para o laboratório, para a determinação das seguintes variáveis: conteúdo de pigmentos fotossintéticos, clorofila *a* (Clor. *a*), clorofila *b* (Clor. *b*), clorofila total (Clor. *t*) e

carotenóides (Car), a partir desses foram mensurados a clorofila  $a+b$ , e a relação de clorofila  $a/b$ , expressa em ( $\text{mg g}^{-1}$ ) (WELLBURN, 1994).

Para avaliação de danos celulares foi utilizada a técnica do extravasamento de eletrólitos (BAJJI et al., 2001). Ao final do experimento (58 DAT) foram coletados, no campo, 8 discos foliares com diâmetro de 1,2 cm cada um, posteriormente transportados para o laboratório, onde foram lavados imediatamente com água destilada visando à retirada do conteúdo das células rompidas durante a remoção e de outros eletrólitos aderidos as folhas. Após a lavagem os discos foram secados em papel absorvente e colocados em beckers contendo 25 ml de água destilada a 25°C, por 4h; após este período com condutivímetro (Condutivímetro bancada mCA 150) a condutividade elétrica foi medida (C1) e os beckers com os discos foram colocados em estufa a 90°C, por 2 horas; em seguida, ao equilíbrio da temperatura, a condutividade elétrica máxima, foi medida (C2) e o extravasamento de eletrólitos (E) calculado através da equação 3.

$$E = \left( \frac{C1}{C2} \right) \times 100$$

**Equação 3**

## **2.9 Avaliação Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias da adubação com esterco bovino foram comparadas pelo teste F. Para a condutividade elétrica realizou-se análise de regressão polinomial. Realizou-se também análises de componentes principais, adotando o critério de seleção - CS proposto por Wairegi & Asten (2011) para estabelecer as variáveis relacionadas com cada componente principal, utilizando a expressão:  $CS = 0,6/(\text{autovalor do CP})^{0,5}$ . Para as análises foi utilizado o software SAS University versão 3.4 (Cody, 2015). Para a confecção das figuras, foi utilizado o software Microsoft Excel 2016.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros fisiológicos

Com base na análise de variância (Tabela 5), a interação entre a salinidade das águas e o esterco bovino não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas, entretanto, a clorofila *b*, razão clorofila *a/b*, sofreram influência do esterco bovino e salinidade das águas; o teor de carotenóides aos efeitos da concentração salina das águas e do esterco bovino respectivamente.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis de clorofila 'a' (Clor. a), clorofila 'b' (Clor. b), clorofila total (Clor. t), carotenóides (Car), clorofila (a+b), razão de clorofila (a/b) e extrusão celular (Ext) em folhas da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios						
		Clor. a	Clor. b	Clor. t	a+b	a/b	Car	Ext
CEa	4	0,2092 <sup>ns</sup>	0,0118 <sup>ns</sup>	0,187742 <sup>ns</sup>	0,197841 <sup>ns</sup>	1,170673*	2,2381*	1,527 <sup>ns</sup>
Regr. Linear		0,6891**	0,0237 <sup>ns</sup>	0,603443*	0,637175*	3,1641**	6,9608**	4,064*
Regr. Quadrática		0,1443 <sup>ns</sup>	0,008545 <sup>ns</sup>	0,140877 <sup>ns</sup>	0,147474 <sup>ns</sup>	1,0862 <sup>ns</sup>	0,443069 <sup>ns</sup>	0,1296 <sup>ns</sup>
Esterco	1	0,1020 <sup>ns</sup>	0,1232*	0,199833 <sup>ns</sup>	0,205505 <sup>ns</sup>	0,786803 <sup>ns</sup>	3,975587*	0,523 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	0,0366 <sup>ns</sup>	0,0138 <sup>ns</sup>	0,035342 <sup>ns</sup>	0,037074 <sup>ns</sup>	0,497640 <sup>ns</sup>	0,279757 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,6923**	0,0631 <sup>ns</sup>	0,687893**	0,72184**	1,905729**	5,1766**	0,356
Resíduo	27	0,086501	0,0231	0,097548	0,101781	0,293238	0,614021	0,7725
CV %		33,73	33,32	32,31	32,34	14,52	51,02	38,73
Média Geral		3,56	0,96	4,34	4,53	3,73	12,01	19,77

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ ; <sup>ns</sup>: não significativo.

O aumento da salinidade das águas de 0,3 para até 4,3 dS m<sup>-1</sup> comprometeu o processo fotossintético da melancia, como evidenciam os teores de clorofila *a*, total e clorofila *a + b*, com e sem aplicação do esterco bovino no solo (Figura 2). O conteúdo de clorofila *a* mostrou uma tendência linear decrescente com os níveis crescentes de CEa, com e sem aplicação de esterco bovino (Figura 2A), com redução nos valores médios de 4,215 para 2,915 (mg g<sup>-1</sup>), desde o menor tratamento CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>) para o mais alto (4,3 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente. Isso equivale a uma redução global de 30,84% e uma redução de 7,54% no conteúdo de clorofila *a* por unidade de aumento da CEa. A tendência dos dados está em consonância com o verificado por (JALEEL et al., 2008), que o aumento da salinidade das águas comprometeu a produção fotossintética em plantas de *Catharanthus roseus* (L). Neste sentido, (NOREEN e ASHRAF, 2009), relataram que a diminuição do conteúdo de clorofila em genótipos de abóbora pode ter sido ocasionada pelo o aumento da atividade da enzima clorofilase, enzima degradante da clorofila, induzida pelo estresse salino.

Em contrapartida, para clorofila *b* (Clor. *b*) (Figura 2B) observou-se ausência de efeitos significativos com valor médio de 0,9689 (mg g<sup>-1</sup>) de matéria fresca foliar. As

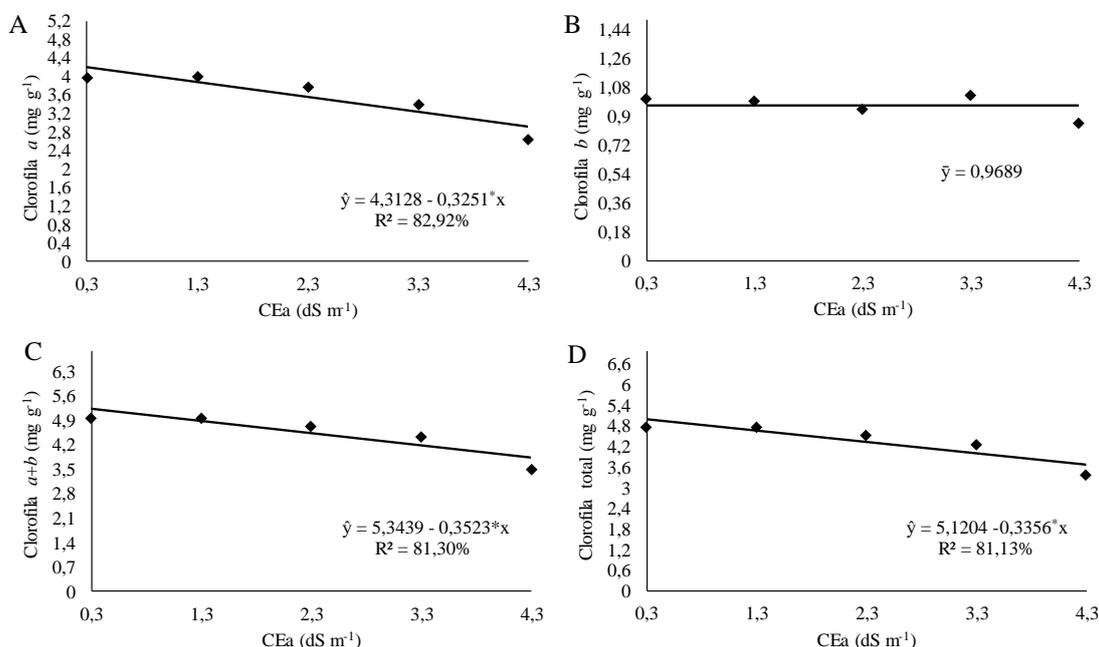
clorofilas *a* e *b* encontram-se na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente. A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fase fotoquímica, enquanto que a clorofila *b* considerado como pigmento acessório, auxilia na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação (STREIT, et al. 2005). Desta forma, ao considerar a baixa variação entre os dados, apesar de a cultura ser sensível à salinidade, a aplicação dos tratamentos pode não ter exercido efeitos suficientes para provocar a degradação da porfirina, complexo formador da clorofila *b*.

Verifica-se também que a elevação da CEa das águas de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup> ocasionou decréscimo linear, independentemente do solo com ou sem esterco bovino, reduzindo em 6,59% os valores da clorofila *a+b*, por incremento unitário da CEa (Figura 2C), observando-se valores médios de 5,24 e 3,83 (mg g<sup>-1</sup>), com uma redução de 26,91%. Resultados semelhantes foram encontrados por (YANG, et al., 2015), após constatarem que plantas de melancia irrigadas com água salina reduziu o conteúdo de clorofila *a+b* em 13,6%, evidenciando também, assim como nesse estudo, que o conteúdo de clorofila *a* foi reduzida pelo estresse salino, conseqüentemente, levando à diminuição de clorofila *a+b*, como resultado do conteúdo inalterado de clorofila *b*.

Neste sentido, pode-se inferir que plantas com conteúdo de clorofila *b* inalterado sob estresse, indica que as plantas provavelmente ficarão mais estáveis no complexo de captura de luz, porque a clorofila *b* combinado com a clorofila *a* é mais forte que a clorofila *a* de forma isolada e, seus efeitos estabilizados no ajustamento do complexo de captura de luz (HORN et al., 2007).

No mesmo sentido, os teores de clorofila total diminuíram com o incremento da CEa, com ou sem a presença do esterco bovino, com estimativas dos valores médios de 5,02 e 3,82 (mg g<sup>-1</sup>), obtidos nos níveis salinos de 0,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>, o que corresponde à diminuição nos teores de clorofila total de cerca de 6,56% por aumento unitário de CEa e 23,52% quando comparado as CEa de 0,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2D), respectivamente. Efeitos semelhantes foram obtidos por (CAVALCANTE et al., 2011), estudando o maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino, após constatarem que o aumento da salinidade da água inibiu 34,6% o teor de clorofila total. Os decréscimos nos conteúdos de clorofila, são resultados dos desbalanço nas atividades fisiológicas e bioquímicas causadas pelo teor de sais, além do tolerado pelas culturas (SANTOS, 2004; MUNNS E TESTER 2008). Para os referentes autores, o excesso de sais instiga a atividade enzimática da clorofilase

que degrada as moléculas do pigmento fotossintetizante e induz a destruição estrutural dos cloroplastos, provocando também o desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação.



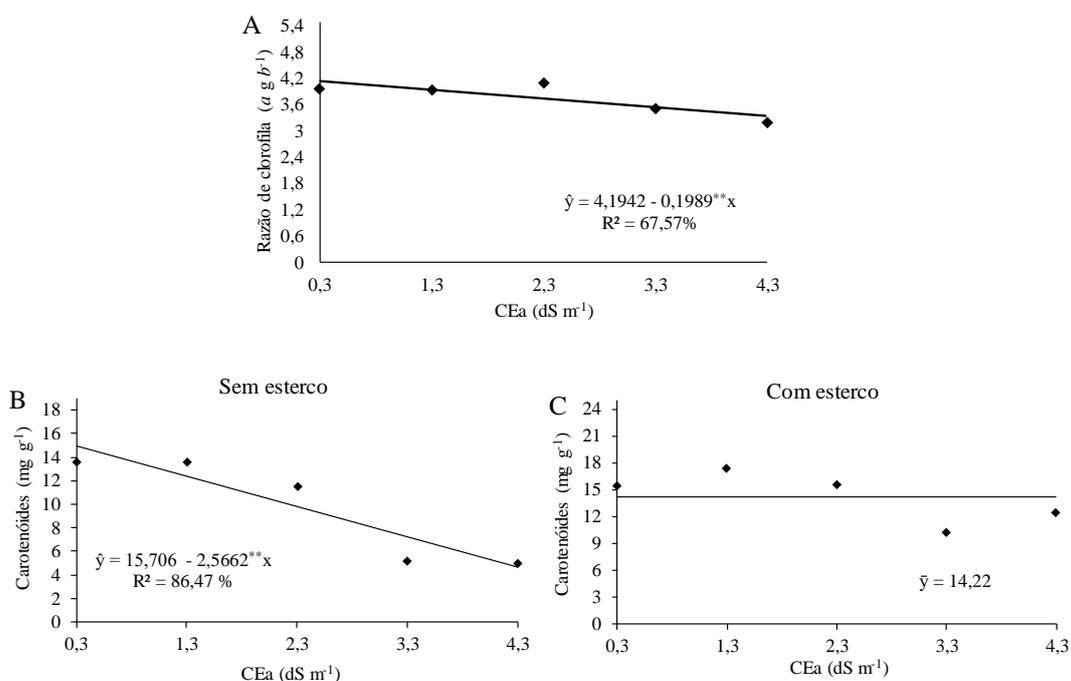
**Figura 3.** Teores de clorofila a (A), clorofila b (B), clorofila a + b (C) e clorofila total (D) em folhas da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017. \*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

Verifica-se que não houve diferença para razão de clorofila  $a/b$  com a presença ou ausência do esterco bovino, no qual a elevação da CEa de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup> reduziu os valores desta variável de 4,13 para 3,33 (g b<sup>-1</sup>), respectivamente, correspondendo a uma redução global de 19,24% e 4,74% para cada aumento unitário de CEa (Figura 3A). Yang et al., (2015), estudando estresse salino em plantas enxertadas de melancia, constataram que o conteúdo de clorofila  $b$  e da razão de clorofila  $a/b$ , foram afetados negativamente sob condições de estresse salino, com reduções de 27,2 e 20,1%, respectivamente. (MAHMOODABADI et al., 2010) relatam que a adição de adubos orgânicos, frequentemente promovem alterações do solo, podendo mitigar os impactos do estresse salino da água de irrigação, atenuando desequilíbrios nas atividades fisiológicas e bioquímicas e obtendo uma produção agrícola.

Para os teores de carotenóides, verifica-se redução significativa nos valores deste parâmetro com aumento da CEa de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup> na ausência de esterco bovino (Figura 3B), com estimativas de 14,93 e 4,67 (mg g<sup>-1</sup>), respectivamente, correspondendo a uma redução global de 68,72% e 16,34% por aumento unitário da CEa. Por outro lado, os teores de carotenóides não sofreram interferência do aumento da

CEa, no solo com a presença do esterco bovino (Figura 3C), sendo representado pelo valor médio de 14,22 (mg g<sup>-1</sup>). Os resultados da Figura 3B, estão de acordo com os de Tatagiba et al. (2014), que também encontraram reduções nos teores de carotenóides em plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas.

No presente trabalho, as reduções notadas em A, podem ainda ser atribuída aos danos nos pigmentos fotossintéticos das folhas da melancieira, atribuída ao aumento nas concentrações salinas, visto que, clorofilas e carotenóides são constituintes integrais das membranas dos tilacóides e, estão, em geral, intimamente associados às proteínas que formam o aparelho fotossintético. São pigmentos que, durante a fotossíntese, podem desempenhar funções distintas, tais como: absorção de luz nos complexos de captação de luz atuando como pigmentos acessórios e exercendo ação fotoprotetora do aparato fotoquímico (TAIZ, et. al., 2017).

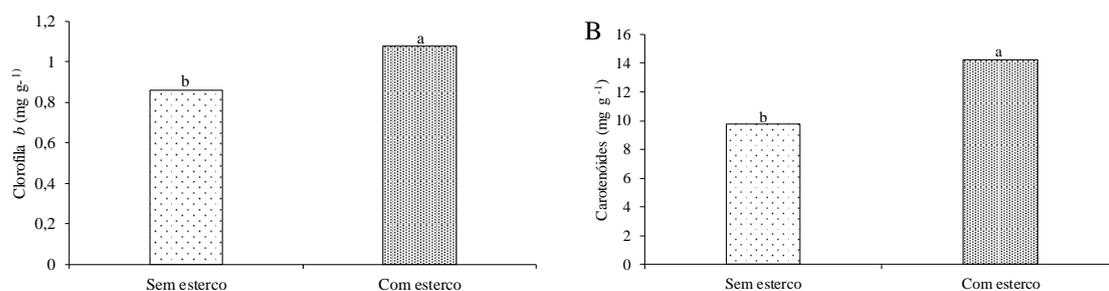


**Figura 4.** Razão de clorofila a/b (A), teor de carotenóides sem esterco (B) e carotenóides com esterco (C) em folhas da melancieira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para p <0,01; \* Significativo para p <0,05.

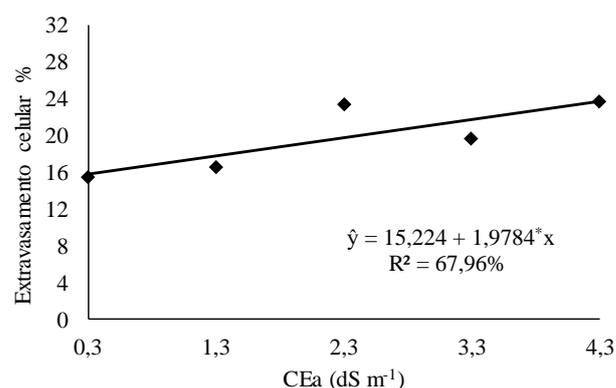
Ao observar os efeitos isolados para o fator esterco na (Figura 4), observa-se que independentemente da irrigação com água de baixa ou alta salinidade, a presença do esterco bovino, promoveu aumento nos teores de clorofila b de 20,22 % nas folhas da melancieira (Figura 4A) e de 31,08% nos teores de carotenóides (Figura 4B). O uso do esterco bovino para a gestão da fertilidade do solo tem demonstrado que o esterco é qualitativamente uma boa fonte de nutrientes para as plantas, devido ao fornecimento da

fertilidade do solo a longo prazo e a promoção da estrutura do solo (MAHMOODABADI et al., 2010). Além disso, as substâncias húmicas advindas do processo de decomposição da matéria orgânica, melhoram significativamente o crescimento das plantas, devido ao aumento da permeabilidade da membrana celular, respiração, fotossíntese, oxigênio e auxílio na absorção de fósforo com o crescimento de células radiculares (GULSER et al., 2010; PIZZEGHELLO et al., 2013).



**Figura 5.** Teor de clorofila b (A), e carotenóides (B) em folhas da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017. Médias seguidas pelas letras minúsculas (aplicação de esterco bovino) não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O aumento da CEa incrementou a ruptura da membrana das células, independentemente da aplicação do esterco bovino, observada pelo aumento da percentagem de eletrólitos vazados (Figura 5). A maior estimativa para extrusão celular foi obtida com o nível de CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup>, sendo representado pelo valor médio de (23,73%), correspondendo este valor a um aumento na extrusão celular de 50,03%, em comparação com a estimativa a CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Efeitos semelhantes foram obtidos por Latrach (2014) e Ferraz et al. (2015) após constatarem que a irrigação com água salina aumentou a ruptura da membrana celular causando o extravasamento de eletrólitos em alfafa e mamona, respectivamente. O aumento observado no extravasamento de eletrólitos estar associado ao efeito da fitotoxicidade de sais em organismos vegetais devido ao acúmulo de íons em tecidos vegetais (SILVA et al., 2008). Além do mais, os distúrbios causados por este acúmulo, incidem em alterações na composição das estruturas de membranas e organelas celulares, que causam alterações morfofisiológicas nas plantas (Munns, 2005).



**Figura 6.** Extravasamento de eletrólitos em folhas da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

A interação salinidade da água  $\times$  esterco bovino nem a ação isolada do esterco não interferiram nas trocas gasosas da melancia (Tabela 6), entretanto detectou-se influência significativa ( $p < 0,01$ ) da salinidade na condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) e na eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC$ ).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para a condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água ( $EiUA$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ], em folhas da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios					
		$g_s$	$E$	$A$	$C_i$	$EiUA$	$EiC$
CEa	4	0,0286**	7,3473**	106,40**	1378,16 <sup>ns</sup>	0,9398 <sup>ns</sup>	0,003176*
Regr. Linear		0,0851**	23,6205**	313,43**	259,20 <sup>ns</sup>	0,2902 <sup>ns</sup>	0,007825**
Regr. Quadrática		0,0126 <sup>ns</sup>	2,5170 <sup>ns</sup>	23,23 <sup>ns</sup>	124,32 <sup>ns</sup>	0,0272 <sup>ns</sup>	0,000375 <sup>ns</sup>
Esterco	1	0,0027 <sup>ns</sup>	1,4025 <sup>ns</sup>	13,29 <sup>ns</sup>	2464,90 <sup>ns</sup>	0,7783 <sup>ns</sup>	0,000669 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	0,0026 <sup>ns</sup>	0,4470 <sup>ns</sup>	5,58 <sup>ns</sup>	1832,83 <sup>ns</sup>	0,8661 <sup>ns</sup>	0,000362 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0017 <sup>ns</sup>	2,1225 <sup>ns</sup>	9,90 <sup>ns</sup>	3269,63 <sup>ns</sup>	1,5217 <sup>ns</sup>	0,000916 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,0036	0,8232	20,74	990,89	0,5170	0,000839
CV %		36,7	24,34	38,07	14,80	22,68	48,31

ns = não significativo \* e \*\* = significativo a 5% e 1%, de probabilidade pelo teste 'F'; GL= grau de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Para a condutância estomática ( $g_s$ ) e a transpiração ( $E$ ), verificou-se comportamentos semelhantes, com decréscimos devido a salinidade da água, encontrando reduções significativas de 13,57% e 10,92% em  $g_s$  e  $E$ , respectivamente, por aumento unitário da CEa (Figura 6 A e B). As variações estimadas no intervalo entre o menor (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e o maior nível de CEa (4,3 dS m<sup>-1</sup>) para ( $g_s$ ) foi de 0,2305 a 0,1001, para a ( $E$ ) de 4,8 a 2,6. Ressalte-se que, as plantas submetidas a salinidade têm seu potencial osmótico reduzido, o que dificulta a absorção de água pelas raízes,

induzindo a planta à redução da abertura estomática, como mecanismo primário. Nessas condições, acontece discrepância entre a absorção de água pelas raízes e a transpiração e, no entanto, considera-se o fechamento parcial dos estômatos uma estratégia para evitar desidratação excessiva ou um efeito de desbalanço hídrico na epiderme das folhas, mecanismo que leva à redução do crescimento e da produção com o aumento da severidade do estresse (RIBEIRO et al., 2009; MACHADO et al., 2010; SUASSUNA, 2013).

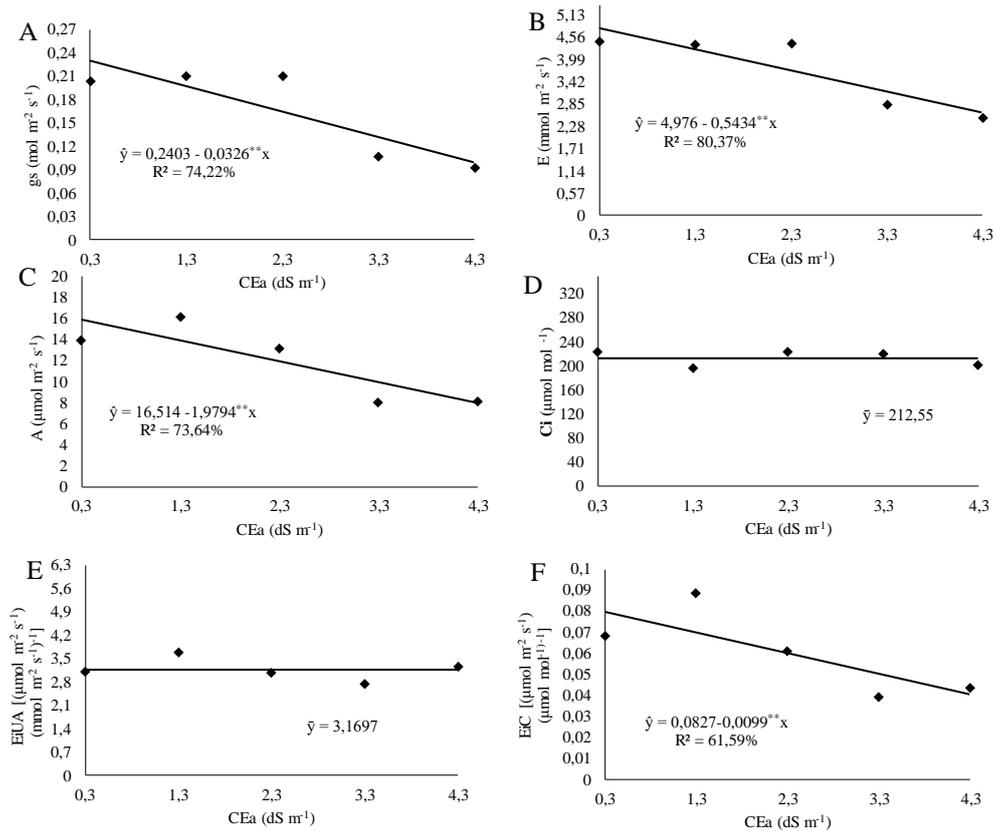
Para fotossíntese líquida ( $A$ ) verifica-se redução significativa nos valores deste parâmetro com aumento da CEa de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6C), com uma redução global de 49,65% e 11,97% por aumento unitário da CEa. Frequentemente, redução na fotossíntese é imposta ao fechamento parcial dos estômatos, que está associado ao efeito osmótico e à toxidez iônica da alta salinidade sobre o metabolismo da planta (NEVES et al., 2009). Esse comportamento foi evidenciado com a redução da condutância estomática nas plantas de melanciaira nos níveis mais elevados de salinidade da água, no qual, verifica-se baixo valor estimado 8,02 μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> na CEa de 4,3 dS<sup>-1</sup>, em consequência disso, observou-se que a fotossíntese líquida não se manteve em nível aceitável na melanciaira, evidenciando a sensibilidade dessa cultura a alta salinidade. Para Larcher (2006), na maioria das plantas herbáceas, observa-se taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> entre 10,0 e 20,0 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

A concentração interna de CO<sub>2</sub> não foi influenciada pela salinidade da água (Figura 6D), estimando-se média de 212,55 μmol (CO<sub>2</sub>) mol<sup>-1</sup>. Embora tenha sido verificado fechamento parcial dos estômatos na melanciaira pela redução da condutância estomática, observa-se que não houve redução significativa em  $C_i$ , em detrimento da CEa, possivelmente causado pelo decréscimo na atividade fotossintética, resultando em maior concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática, segundo esclarecem Machado et al. (2010). Portanto, o  $C_i$  reflete a disponibilidade de substrato para a fotossíntese, podendo indicar se o fechamento estomático está restringindo a atividade fotossintética (MELO et al., 2009). De forma semelhante aos resultados do presente estudo, Suassuna, (2013), estudando a salinidade da água em genótipos de gergelim, observou que houve reduções em  $g_s$  e em  $A$ , mas, não houve efeito da salinidade sobre  $C_i$ , indicando que a variação linear em  $g_s$  e  $A$  ocorreu proporcionalmente, fazendo com que  $C_i$  se mantivesse sem alterações significativas.

Para EiUA, observa-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação não exerceu efeito significativo sobre esta variável, sendo representado pelo

valor médio de 3,16. Já para  $EiC$ , evidenciou-se ajuste linear decrescente das estimativas, com redução global de 49,67% e 11,97% por aumento unitário da CEa. Esses resultados possivelmente refletem aqueles observados na (Figura 6A, B e C), pois, quando  $g_s$  é limitada para reduzir a perda de água ( $E$ ), a entrada de  $CO_2$  para o interior da célula também diminui e reduz a taxa de fotossíntese líquida ( $A$ ). Ressalte-se que a relação  $A/E$  relaciona a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que se perde nesse processo (TAIZ, et. al., 2017), sendo importante absorver o máximo de  $CO_2$  com o mínimo de perda de água. Nesse sentido, observando-se os resultados apresentados, esse comportamento está presente na melancieira, posto que, embora ter havido redução da  $g_s$  e  $E$  devido à salinidade, a assimilação de  $CO_2$  teve maior redução quando relacionado à transpiração, além disso, pode estar atrelado aos valores estáveis de  $C_i$  com disponibilidade de substrato pela maior concentração de  $CO_2$  na câmara subestomática, permitindo menor perda de vapor de água das folhas para o meio externo, evidenciando os valores estáveis de  $EiUA$ , mesmo com o aumento da CEa.

Em concordância com a discussão supracitada, os resultados encontrados para  $EiUA$  e  $EiC$ , no mesmo sentido, pode ser explicado pela forma como  $g_s$  e  $A$  se correlacionaram, de forma propícia à manutenção de níveis adequados de  $CO_2$  intercelular e da eficiência instantânea no uso da água, proporcionando, com isso, otimização das trocas gasosas por meio do controle da absorção de dióxido de carbono, necessário à formação de fotoassimilados (MELO et al. 2009).



**Figura 7.** Condutância estomática (gs) (A), transpiração (E) (B), fotossíntese líquida (A) (C), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (D), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (E) e eficiência instantânea na carboxilação (EiC) (F), em folhas da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.  
 \*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

### 3.2 Análises de Componentes Principais (CP)

Pela análise de componentes principais, verifica-se que para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos, foi necessário considerar apenas dois componentes principais, que representam 78,9% da variância total das características avaliadas, sendo 61,1% do CP1 e 17,8% do CP2 (Tabela 7).

As principais variáveis do primeiro componente foram: transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida e eficiência instantânea de carboxilação, clorofila *a*, clorofila total, clorofila *a+b*, a relação *a/b* e carotenóides. No CP2, as mais representativas foram; concentração interna de carbono e eficiência do uso da água.

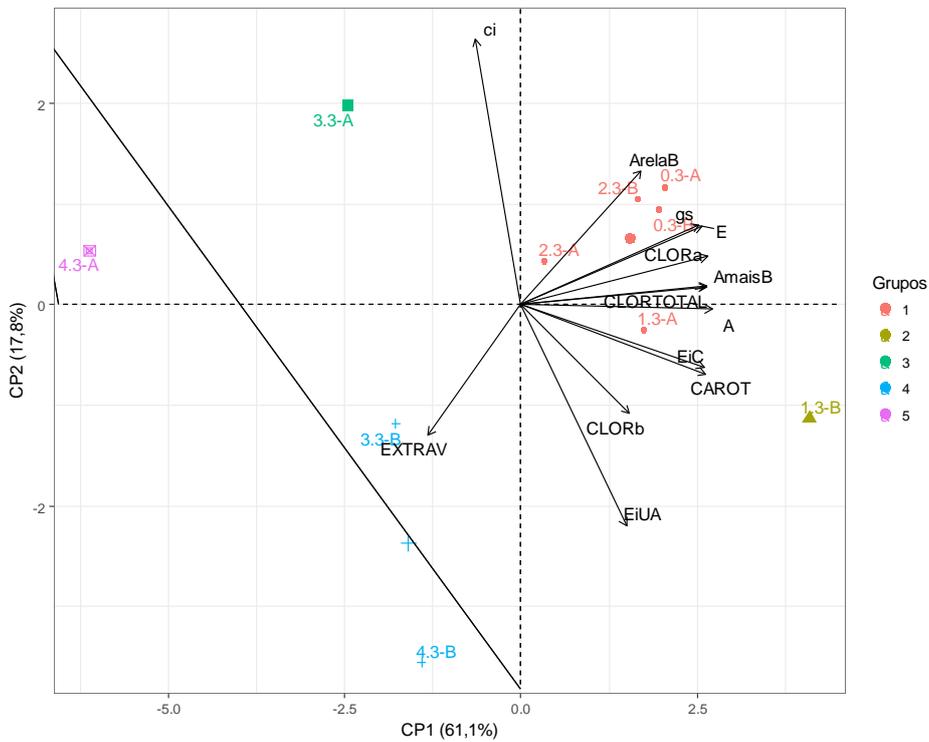
**Tabela 7.** Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) das variáveis de crescimento da melancia.

CPs	$\Lambda$	$\sigma^2\%$	Cargas das Variáveis (r)												
			ci	E	gs	A	EiUA	EiC	Clor.a	Clor.b	Clor.total	a+b	a/b	Carot.	Extrav.
CP1	7,9	61,1	-0,08	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	<b>0,33</b>	0,18	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	0,19	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>0,21</b>	<b>0,32</b>	-0,16
CP2	2,3	17,8	<b>0,60</b>	0,18	0,18	-0,01	<b>-0,50</b>	-0,14	0,11	-0,24	0,04	0,04	0,30	-0,15	-0,29

CPs: componentes principais;  $\lambda$ : autovalores;  $\sigma^2\%$ : porção de variância explicada.

A partir da projeção dos escores dos dois componentes principais em duas dimensões, foram identificados cinco grupos (Figura 7). Consta-se que o grupo 1 composto pelos tratamentos (0,3A), (0,3B), (1,3A), (2,3A), (2,3B dS m<sup>-1</sup>), e o grupo 2 composto pelo tratamento (1,3B), apresentam maiores escores no CP1, indicando maiores valores de transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida e eficiência instantânea de carboxilação, clorofila *a*, clorofila total, clorofila *a+b*, a relação *a/b* e carotenóides.

Para os grupos 3 e 5, os tratamentos (4,3A) e (3,3A dS m<sup>-1</sup>), apresentam maiores escores no CP2, indicando maiores valores de concentração interna de carbono. Por outro lado, no CP2 verifica-se que o grupo 4 formado pelos tratamentos (3,3B) e (4,3B dS m<sup>-1</sup>) apresentam maiores escores, indicando maiores valores de eficiência no uso da água.



**Figura 8.** Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2.

Água: (0,3 dSm<sup>-1</sup>); (1,3 dSm<sup>-1</sup>); (2,3 dSm<sup>-1</sup>); (3,3 dSm<sup>-1</sup>); (4,3 dSm<sup>-1</sup>); Esterco: A (Sem esterco); B (Com esterco).

#### **4.CONCLUSÕES**

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação diminuiu a produção de pigmentos fotossintéticos e aumentou o extravasamento de eletrólitos celular, diminuindo a eficiência fotossintética na melanciaira.

O esterco bovino atenuou o efeito do estresse salino apenas para clorofila *b* e carotenóides.

A salinidade da água inibiu as trocas gasosas, com maior efeito sobre a condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, B. A. O.; INOUE, M.; MORITANI, S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, Hamasaka Tottori, v 97, p. 165–170, 2010.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. Informe Agropecuário, **Belo Horizonte**, v.31, n. 259, p.17-24, nov./dez. 2010.
- ANDERSSON, I.; BACKLUND, A. Structure and function of Rubisco. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 46, n. 3, p. 275-291, 2008.
- ANDRADE JÚNIOR, A.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI. **Agropecuária Científica no Semiárido**, p. 1-7, 2007.
- ASHRAF, M.; ATHAR, H. R.; HARRIS, P. J. C.; KWON, T.R. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. **Advances in Agronomy**, v.97, n.7, p.45-110, 2008.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**, 2ª ed, Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I.
- BAJJI, M.; KINET, J. M.; LUTTS, S. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. **Plant Growth Regulation**, v. p. 1-10, 2001.
- BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 89-113, 2008.
- CARVALHO, J. D.; MONTENEGRO, A. A.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 256-263, 2011.
- CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com

biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. supl 1, p. 699-705, 2011.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa - CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

FERRAZ, R. L. D. S.; MAGALHÃES, I. D.; BELTRÃO, N. E. D. M.; MELO, A. S. D.; NETO, B.; ROCHA, M. D. S. Photosynthetic pigments, cell extrusion and relative leaf water content of the castor bean under silicon and salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 9, p. 841-848, 2015.

FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T. D. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, n. 03, p. 269-279, 2004.

GOLDBERGER, J. R. Diffusion and adoption of non-certified organic agriculture: a case study from semi-arid Makueni District, Kenya. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 32, n. 4, p. 531-564, 2008.

GUIMARÃES, M. A. (Ed.). **Produção de melancia**. Viçosa: UFV, 2013. 144p.

GULSER, F.; SONMEZ, F.; BOYSAN, S. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. **Journal of Environmental Biology**, v. 31, n. 5, p. 873, 2010.

HORN, R.; GRUNDMANN, G.; PAULSEN, H. Consecutive binding of chlorophylls a and b during the assembly in vitro of light harvesting chlorophyll a/b protein (LHCIIb). **Journal of molecular biology**, v. 366, n. 3, p. 1045-1054, 2007.

JALEEL, C. A.; SANKAR, B.; SRIDHARAN, R.; e PANNEERSELVAM, R. Soil salinity alters growth, chlorophyll content, and secondary metabolite accumulation in *Catharanthus roseus*. **Turkish Journal of Biology**, v. 32, n. 2, p. 79-83, 2008.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LATRACH, L.; FARISSI, M.; MOURADI, M.; MAKOUDI, B.; BOUIZGAREN, A.; GHOULAM, C. Growth and nodulation of alfalfa rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 38, n. 3, p. 320-326, 2014.

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 laranja 'valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.

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.

MAHMOODABADI, M.; AMINI, R. S.; KHAZAEPOUR, K. Using animal manure for improving soil chemical properties under different leaching conditions. **Research Journal of Soil and Water Management**, v. 1, n. 2, p. 34-37, 2010.

MEDEIROS, J. D.; SILVA, M. C. D. C.; SARMENTO, D. H.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.

MELO, A. S.; JÚNIOR, C. D. S.; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 733-741, 2009.

MONTEIRO, A. L.; MONTENEGRO, A. D. A.; MONTENEGRO, S. M.; SANTOS, F. D. Avaliação de lavagem parcial de sais em neossolo flúvico irrigado, utilizando modelagem computacional. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 202-220, 2009.

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

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

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. 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.

NOREEN Z, ASHRAF M. Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). **Environmental and experimental botany**, v. 67, n. 2, p. 395-402, 2009.

NUNES, J. C. Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante. Areia, 2016. 164p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. UFPB.

OUZOUNIDOU, G.; GIANNAKOULA, A.; ILIAS, I., and ZAMANIDIS, P. Alleviation of drought and salinity stresses on growth, physiology, biochemistry and quality of two *Cucumis sativus* L. cultivars by Si application. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 2, p. 531-539, 2016.

PAIVA, A. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. D. C.; ALVES, L. P.; SARMENTO, D. H. A.; JUNIOR, M. J. D. S. Salinidade e reação do solo numa área cultivada com melão sob mulch e irrigado com água de diferentes níveis de sais. **Caatinga**, v. 17, n. 1, p. 57-63, 2004.

PINHEIRO, G. G.; ZANOTTI, R. F.; COSTA PAIVA, C. E. C.; LOPES, J. C.; GAI, Z. T. Efeito do estresse salino em sementes e plântulas de feijão guandu. **Enciclopédia biosfera**, v.9, n.16, p. 902-912, 2013.

PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; ERTANI, A.; MUSCOLO, A.; NARDI, S. Isopentenyladenosine and cytokinin like activity of different humic substances. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 129, p. 70-75, 2013.

- RAINES, C. A. Transgenic approaches to manipulate the environmental responses of the C3 carbon fixation cycle. **Plant, cell & environment**, v. 29, n. 3, p. 331-339, 2006.
- RIBEIRO, P. H. P.; GHEYI, H. R., UYEDA, C. A.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DIAS, N. D. S. Taxa de crescimento e produção de girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 233-247, 2016
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. **Photosynthetica**, v. 47, n.2, p. 215-222, 2009.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).
- SAIED, A. S.; KEUTGEN, N.; NOGA, G. Effects of nacl stress on leaf growth, photosynthesis and ionic contents of strawberry cvs'elsanta'and'korona. In: **International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment**. 609. 2003. p. 67-73.
- SANTOS, C.V. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. **Scientia Horticulturae**, v.103, p.93-99, 2004.
- SANTOS, R. A.; CARNEIRO, P. T.; SANTOS, V. R.; COSTA, L. C.; SANTOS, C. G. D.; NETO, A. L. S. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 1255-1261, 2014.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, S. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.335-342, 2008.
- SOUSA, V. F.; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, 1999.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. DO; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

SUASSUNA, J. F. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino. 2013. 126 f. 2013. **Tese de Doutorado**. (Doutorado em Engenharia Agrícola: Área de Concentração em Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T. E DE; FIGUEIREDO PELOSO, A. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p. 138, 2014.

TREVISAN, S.; PIZZEGHELLO, D.; RUPERTI, B.; FRANCIOSO, O.; SASSI, A.; PALME, K.; NARDI, S. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. **Plant Biology**, v. 12, n. 4, p. 604-614, 2010.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophyll a and chlorophyll b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, N. 3, p. 307-313, 1994.

YANG, Y.; YU, L.; WANG, L.; e GUO, S. Bottle gourd rootstock grafting promotes photosynthesis by regulating the stomata and non-stomata performances in leaves of watermelon seedlings under NaCl stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 186, p. 50-58, 2015.

ZANANDREA, I.; NASSI, F. L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; DOBBSS, L. B.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P.; BINZEL, M. L.; FAÇANHA, A. R. Nitric oxide mediates humic acids-induced root development and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activation. **Planta**, v. 231, n. 5, p. 1025-1036, 2010.

ZANDONADI, D.; BINZEL, M.; CANELLAS, L.; FAÇANHA, A. Humic acid restores root growth in an ABA-deficient tomato (*sitiens*). In: **10th IUBMB & 36th ANNUAL MEETING OF SBBQ**. 2007.

## **CAPITULO III**

### **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E MATÉRIA ORGÂNICA**

# PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E MATÉRIA ORGÂNICA

## RESUMO

A melancia exerce uma função de destaque no Brasil, em especial na região Nordeste, por oferecer condições de solo e clima favoráveis ao seu cultivo podendo ser cultivada o ano inteiro sob condições irrigadas. Nesse contexto, desenvolveu-se este experimento, objetivando-se avaliar a produção e qualidade de frutos da melancieira irrigada com água salina adubada com esterco. O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 2, referente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) sem e com aplicação de esterco bovino, com quatro repetições e três plantas úteis por parcela. Foram avaliadas a massa média de frutos por planta, produção por planta, produtividade, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, espessura de casca, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo as médias da adubação com esterco comparadas pelo teste F. Para a condutividade elétrica realizou-se análise de regressão polinomial. Exceto o número de frutos por planta, os demais componentes de produção da melancieira foram inibidos com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. O esterco bovino no solo não interferiu nos componentes da produção da melancieira irrigada com águas salinizadas. Os atributos físico-químicos dos frutos, exceto a acidez titulável dos frutos da melancieira, diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

**Palavras chaves:** *Citrullus lanatus*, condutividade elétrica, sólidos solúveis

## **PRODUCTION AND QUALITY FRUITS OF WATERMELON IRRIGATED WITH SALINE WATER AND ORGANIC MATTER**

### **ABSTRACT**

Watermelon plays a prominent role in Brazil, especially in the Northeast region, because it offers soil and climate conditions favorable to its cultivation and can be cultivated year-round under irrigated conditions. In this context, this experiment was developed, aiming to evaluate the production and quality of fruits of the watermelon irrigated with saline water fertilized with manure. The experiment was carried out in a randomized complete block design in a 5 x 2 factorial scheme, referring to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, and 4.3 dS m<sup>-1</sup>) without and with the application of bovine manure, with four replicates and three useful plants per plot. The average fruit mass per plant, yield per plant, productivity, transverse diameter, longitudinal diameter, bark thickness, soluble solids, titratable acidity and soluble solids / titratable acidity ratio were evaluated. The data were submitted to analysis of variance, and the manure averages were compared by the F test. For the electrical conductivity, a polynomial regression analysis was performed. Except for the number of fruits per plant, the other components of the watermelon production were inhibited by increasing the electrical conductivity of the irrigation water. Bovine manure in the soil did not interfere with the production components of watermelon irrigated with saline water. The physical-chemical attributes of the fruits, except for the titratable acidity of the fruits of the watermelon, decreased with the increase of the electrical conductivity of the irrigation water.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, electrical conductivity, soluble solids

## 1. INTRODUÇÃO

A melanciaira [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] é cultivada praticamente em todo o país, representa aproximadamente 10% do volume total de hortaliças produzidas no país, sendo também a segunda hortaliça mais exportada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2016). Por ser uma cultura de manejo relativamente simples e exibir baixo custo de produção, sendo cultivada principalmente por pequenos agricultores, ocupa lugar de destaque entre as principais olerícolas produzidas e consumidas no Brasil, (ROCHA, 2010).

A melancia exerce uma função de destaque no Brasil, em especial na região Nordeste, por oferecer condições de solo e clima favoráveis ao seu cultivo podendo ser cultivada o ano inteiro sob condições irrigadas. A produção total foi de 2.119.559 toneladas no ano de 2015 e rendimento médio de 22.087 t ha<sup>-1</sup>, sendo as regiões Nordeste e Sul as que concentram a maior produção, com destaque para os estados da Bahia e Rio Grande do Norte, respectivamente (IBGE, 2015).

Para melanciaira, Nascimento et al., (2015) relata que entre os fatores que contribuem para pouca exploração e baixos rendimentos está na falta de informações seguras e atualizadas sobre o manejo da adubação orgânica e mineral, conseqüentemente sobre o estado nutricional da cultura na região semiárida e também pelo nível tecnológico adotado pelos agricultores, que por vezes não são satisfatórios para que a cultura expresse o seu potencial produtivo.

Nesse contexto, mesmo a região Nordeste exercendo uma função de destaque na produção de melancia, esta região apresenta altas taxas evaporativas e irregularidade de precipitação, deficiência no manejo das adubações e geralmente, mananciais com água que oferecem restrição à maioria das culturas de importância econômica (NUNES, 2016), que muitas vezes, provocam alterações morfológicas, estruturais e metabólicas das culturas, afetando os processos germinativos, provocando heterogeneidade das mudas e desuniformidade no crescimento das plantas (GURGEL et al., 2003; 2010), com reflexos negativos na capacidade produtiva e qualidade dos frutos.

De modo geral, as perdas no rendimento e na qualidade da produção das plantas diferentemente as espécies e cultivares, que exibem comportamento fisiológico diferenciado quanto as implicações da salinidade no solo e na água. Esta ação é sujeita ao estágio fenológico da cultura, persistência da exposição ao estresse salino, dos sais presentes no meio, condições ambientais, propriedades do solo, tipo e intensidade do manejo do solo e da cultura (MAAS, 1990; CAVALCANTE et al., 2005).

Neste sentido, os solos em regiões áridas e semiáridas são frequentemente caracterizados pela escassez de água, bem como a falta de matéria orgânica (AHMED E MORITANI, 2010). A alteração do solo com o uso de esterco bovino quando há a necessidade de usar água de baixa qualidade, pode ajudar a obter boa produção sob estas condições. A adição de resíduos orgânicos em solos, tal como o esterco bovino, reduz a evaporação e moderam a temperatura do solo, reduzindo a pressão sobre as raízes das plantas e aumentando assim a produtividade (AHMED; MORITANI, 2010).

A investigação da tolerância das culturas ao estresse salino, permite descobrir se a planta pode ser produzida com água de baixa qualidade, sem redução na produção. Nesse contexto, desenvolveu-se este experimento, objetivando-se avaliar a produção e qualidade de frutos da melancia irrigada com água salina adubada com esterco.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Características da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, situado a 6°47'20'' de latitude S e 37°48'01'' de longitude W, e altitude média de 144 m (BELTRÃO et al., 2005), no período de outubro a dezembro de 2015. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982)

O solo da área experimental foi classificado como Luvisolo (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade (0-20) para caracterização dos atributos físicos (Tabela 1), e químicos quanto à fertilidade e salinidade (Tabela 2) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

**Tabela 1.** Propriedades físicas do solo, na camada de 0- 20 cm da área experimental.

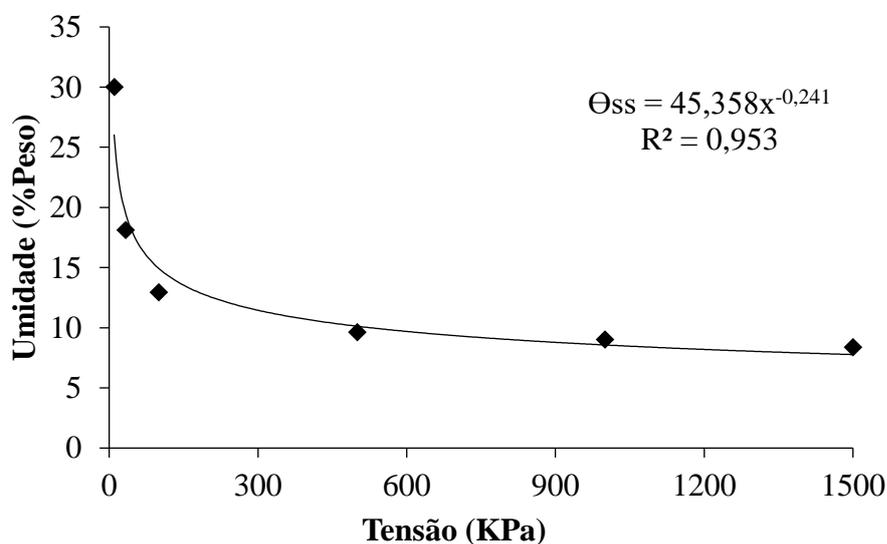
<b>Atributos físicos</b>	<b>Valor</b>
Densidade de solo (g/cm <sup>3</sup> )	1,13
Densidade de partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,68
Porosidade (g kg <sup>-1</sup> )	578,3
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	678,2
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	182,4
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	139,4
<b>Umidade - %</b>	<b>Valor</b>
0,010 MPa	26,54
0,033 MPa	16,02
0,100 MPa	11,44
0,500 MPa	8,52
1,000 MPa	7,98
1,500 MPa	7,42
Água disponível	8,60
Classificação textural	Franco Arenoso

**Tabela 2.** Atributos químicos, quanto à fertilidade e salinidade do solo no início do experimento na camada de 0-20 cm.

Atributos de fertilidade	0 – 20 cm	Atributos de salinidade	Valor
Cálcio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	3,31M	Cond. Elétrica – mS/cm (Suspensão solo-água)	0,26
Magnésio (cmol <sub>c</sub> /kg / de solo)	3,23A	pH (Extrato de saturação)	6,32
Sódio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,22B	Cond. Elétrica – mS/cm (Extrato de saturação)	0,91
Potássio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,48A	Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,25
S (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	7,24	Carbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Hidrogênio+Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	1,73	Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,80
Alumínio (cmol <sub>c</sub> /kg de solo)	0,00	Sulfato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ausência
T (cmol <sub>c</sub> kg de solo)	8,97	Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,25
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,50
Carbono orgânico (%)	0,35	Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,70
Matéria orgânica (%)	0,60	Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,74
Nitrogênio (%)	0,04	Porcentagem de sódio trocável	27,33
Fósforo assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	3,49	Relação de adsorção de sódio (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	1,61
pH H <sub>2</sub> O (1;2;5)	6,70	PSI (%)	2,45
pH KCl (1;2;5)		Salinidade	Não salino
		Sodicidade	Não sódico

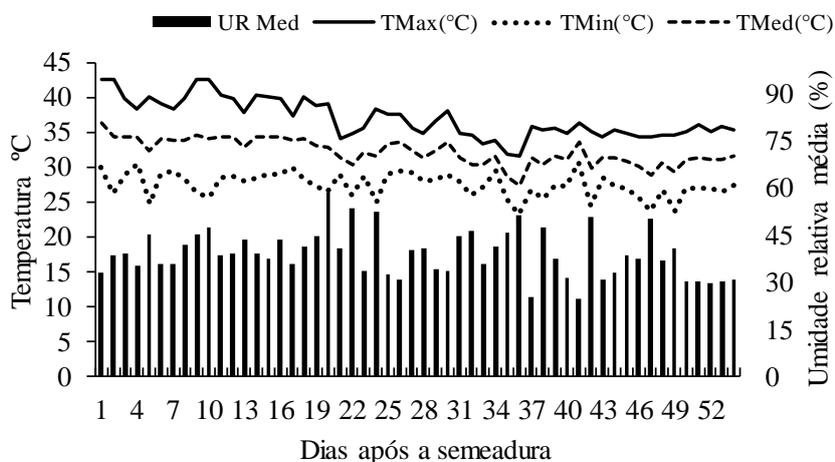
Classificação: alta (A), média (M) e baixo (B)

Os dados da curva característica de retenção de água no solo após o preparo (Figura 1) foram obtidos em amostras com estrutura deformada e saturadas com água no Laboratório de Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, utilizando câmara de Richards (1954), acoplada em placas de porcelana porosas, às tensões de 0,010; 0,033; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 MPa.



**Figura 1.** Curva característica de retenção de água do substrato composto de solo e esterco bovino. Pombal, PB, 2017.

As temperaturas e a umidade relativa do ar no período de execução do experimento estão representadas na Figura 2.



**Figura 2.** Representação gráfica dos valores de temperatura máxima, mínima, temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental.

## 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com tratamentos arranjados em fatorial, 5 x 2, relativos a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.3, 1.3, 2.3, 3.3, e 4.3 dS m<sup>-1</sup>) e duas doses de esterco bovino, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por fileiras de canteiros de 2,5m de comprimento, com esterco ou sem esterco, espaçadas a cada 2,0 m, totalizando uma área experimental de 200 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela correspondeu a cinco plantas da fileira, desprezando-se as duas plantas das extremidades, totalizando três plantas úteis por parcela (Apêndice 1).

## 2.3 Preparo das mudas para plantio

Sementes da cultivar Crimson Sweet foram semeadas em bandejas de polietileno para 128 mudas, preenchidas com substrato composto de terra, retirado da camada de 0-20 cm do solo e esterco bovino na proporção de 2:1. Após a germinação, foi realizado, gradativamente, a aclimação das plântulas, colocando-as num pequeno período da manhã em sol pleno, evitando estiolamento. As mudas foram obtidas no final de setembro 2015, em casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia, no início da manhã e final da tarde, com auxílio de um regador com crivo. As mudas foram transplantadas no final da tarde aos 16 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o espaçamento de 2,0 x 0,5 m.

## 2.4 Preparo da área

O preparo do solo constou de gradagem seguida do levantamento dos canteiros em linha a cada 2,0 m e com altura de 0,25 m. A adubação foi realizada com base na análise do solo, usando-se a recomendação de Guimarães, (2013), sendo colocados, em fundação, 44.000 L ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido (Apêndice 3). Na matéria seca do esterco foram determinados os teores de macro, micronutrientes e sódio (Tabela 3), (EMBRAPA, 2011).

**Tabela 3.** Atributos químicos do esterco aplicado ao solo

Solo	pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	M.OS	
H <sub>2</sub> O		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						g kg <sup>-1</sup>
E. Bovino	9,04	907,56	3.809,75	3,32	-	-	5,10	1,55	352,52	

MOS = Matéria orgânica do solo

## 2.5 Preparo das águas salinas

A água de abastecimento foi utilizada para o tratamento controle (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>), enquanto que, para as demais concentrações de água salina, foi dissolvido NaCl não iodado com pureza de 94% em água de abastecimento local, até se obter as condutividades elétricas estabelecidas em cada tratamento. As soluções salinas foram armazenadas em recipientes de 500 L, bem fechados, homogeneizadas e aferidas a CE antes da aplicação em cada tratamento, a fim de evitar a deposição de sais na parte inferior dos recipientes e uma, conseqüente, alteração da condutividade elétrica da água de irrigação. A condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) foi avaliada a cada dois dias utilizando um condutivímetro digital portátil (CD-880), com ajuste automático de temperatura a 25° C, ajustando a solução de cloreto de sódio de acordo com a necessidade (Apêndice 2).

## 2.6 Adubação e manejo de irrigação

Para adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, K<sub>2</sub>O e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, respectivamente, via água de irrigação, de acordo com a marcha de absorção da cultura, parcelados em 27 aplicações nas formas de ureia, cloreto de potássio (KCL) e fosfato monopotássico (MKP), conforme Sousa (1999) ilustrado na (Tabela 4). Como fonte de micronutrientes foram aplicados a cada 10 dias, a partir dos 30 dias após a semeadura na pré-florada, a dose de 10 mL, equivalente a 1000 mL ha<sup>-1</sup>, da formulação comercial de Liqui-plex® fruit, que contém 5,0% de N, 1% de Ca, 6% de S, 1% de B, 0,05 % de Cu, 5,0 % de Mn, 0,10 % de Mo, 5% Zn e 2,20 % de carbono orgânico.

**Tabela 4.** Aplicação de nitrogênio (Ureia), potássio (KCl) e fosfato monopotássico (MKP) durante o ciclo da melanciaira.

Nutriente	Dias após o transplântio (DAT)							Total
	6-16	18-22	24-28	30-38	40-46	48-52	54-58	
(%)	6	7	15	27	30	10	5	100
UREIA (g)	326,4	380,8	816	1468,8	1632	544	272	5.440
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
KCl (g)	128,6	128,6	205,76	411,52	462,96	591,56	643	2.572
(%)	5	5	8	16	18	23	25	100
MKP (g)	230,7	230,7	369,12	738,24	830,52	1061,22	1153,5	4.614

Fonte: adaptado de Sousa, V.F., Coelho e Sousa, V.A.B. (1999)

Para a montagem do sistema de irrigação foi utilizado tubos de PVC de 25 mm de diâmetro nominal e fitas gotejadoras de 16,1 mm de diâmetro com gotejador do tipo pastilha, com vazão de 1,26 h<sup>-1</sup> espaçado de 0,3 m, correspondendo a 2 emissores por planta. O bombeamento da água foi feito com eletrobomba de ½ CV de potência, monofásica, e com vazão de água máxima de 1800 m<sup>3</sup>. Após a montagem do sistema de irrigação, colocou-se um mulching de polietileno dupla face sobre os canteiros com a face preta para baixo, evitando o superaquecimento do solo, e posteriormente, foi perfurado no espaçamento de 0,50 m para o plantio (Apêndice 3).

O manejo de irrigação e o cálculo da lâmina de água foi determinado com base na umidade no solo por tensiometria. Para tanto, foram instaladas baterias de tensiômetros nas profundidades de 15, 30 e 45 cm de profundidade, para o controle do movimento de água no solo, (Apêndice 3), no entanto, apenas o de 15 cm foi tomado como referência para o cálculo da lâmina. Inicialmente, antes do transplântio das mudas, foi aplicado uma lâmina de água de forma a elevar a umidade do solo ao nível da capacidade campo, após o transplântio iniciou-se a aplicação da lâmina de irrigação com base na umidade do solo, obtida por meio dos tensiômetros, usando-se as equações 1 e 2, respectivamente (ALBUQUERQUE, 2010). Aos 20 dias após o transplântio (DAT) considerando este período como suficiente para o estabelecimento das plantas no campo, foi iniciada a irrigação com as concentrações salinas correspondentes aos respectivos tratamentos, com aplicação de uma fração de lixiviação de 10%, a fim de lixiviar os sais acumulado no solo (MONTEIRO et al., 2009).

$$LL_{\text{plantio}} = \frac{(CC - U_{ir})}{10} \cdot d \cdot Z_i \text{ (mm)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

LL<sub>i plantio</sub> = lâmina líquida de irrigação a ser aplicada no dia de plantio (mm);

CC = teor de água do solo na capacidade de campo (% peso);

$U_{ir}$  = teor de água inicial do solo no dia de plantio (% peso);

$d$  = densidade do solo ( $g/cm^3$ );

$Z_i$  = profundidade efetiva do sistema radicular (cm);

10 = constante necessária para conversão das unidades

$$LB = \frac{LL}{Ef} + Lr$$

**Equação 2**

Em que:

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

LL = lâmina líquida de irrigação (mm);

Lr = lâmina complementar de lixiviação (10%);

Ef = eficiência de irrigação.

## **2.7 Tratos culturais e fitossanitários**

Os tratos culturais consistiram em capinas manuais as fileiras controle, fitossanitários foram realizados sempre que necessários, através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura e consistiu, basicamente, de controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*, Genn.). Não foi verificada ocorrência de doenças que viessem a causar danos significativos à cultura.

## **2.8 Variáveis analisadas**

### **2.8.1 Componentes de produção**

Após o início de maturação dos frutos 54 dias após o transplântio (DAT), a colheita foi realizada no período da manhã, levando-se em consideração o secamento da gavinha mais próxima ao fruto em cada tratamento a medida em que os mesmos iriam amadurecendo, encerrando-se o processo de colheita aos 62 DAT. Para tanto, os frutos foram retirados com o auxílio de tesoura de poda, identificados conforme cada tratamento e acondicionados em caixas, posteriormente, foram transportados para o laboratório de pós-colheita do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, Campus de Pombal para caracterização com base nas características físico-químicas (Figura 3).

Avaliou-se a produção da melancia com base nos seguintes critérios: Número médio de frutos por planta, obtido pela contagem do número total de frutos da área útil da parcela; Peso médio de frutos (kg), dividindo-se a massa dos frutos pelo número de frutos de cada tratamento. Produção total de frutos (kg); Produtividade total de frutos

(kg há<sup>-1</sup>). O diâmetro longitudinal, transversal e espessura da casca, foram medidos com paquímetro digital modelo Leetools®.

Os sólidos solúveis - SS foram determinados por leitura direta em refratômetro de portátil do tipo ATAGO® pocket pal-1, com compensação automática de temperatura. A acidez titulável (AT – g. ácido cítrico. 100 g<sup>-1</sup> de polpa) foi determinada por titulometria utilizando-se solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 10 g da amostra em 50 mL de água destilada. A Relação SS/AT: mediante divisão dos índices de SS por AT (Chitarra e Chitarra, 2005; Instituto Adolf Lutz, 2005).



**Figura 3.** Recepção dos frutos da melancia para avaliação da qualidade físico-química.

## 2.9 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância. As médias da adubação com esterco foram comparadas pelo teste F. Para a condutividade elétrica realizou-se análise de regressão polinomial. Realizou-se também análises de componentes principais, adaptando o critério de seleção - CS proposto por Wairegi & Asten (2011) para estabelecer as variáveis relacionadas com cada componente principal, utilizando a expressão:  $CS = 0,6/(\text{autovalor do CP})^{0,5}$ . Para as análises foi utilizado o software SAS University versão 3.4 (Cody, 2015). Para a confecção das figuras, foi utilizado o software Microsoft Excel 2016.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Componentes da produção

Não foi verificado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da interação CEa  $\times$  esterco para toda as variáveis estudadas (Tabela 5). Houve efeito significativo da CEa sobre a massa média de frutos por planta (MMF g fruto<sup>-1</sup>), produção por planta (PP kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade (produção t ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis número médio de frutos por planta (NMF planta<sup>-1</sup>), massa média de frutos por planta (MMF g fruto<sup>-1</sup>), produção por planta (PP kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade (produção kg ha<sup>-1</sup>) da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		NMF (planta <sup>-1</sup> )	MMF (g fruto <sup>-1</sup> )	PP (kg planta <sup>-1</sup> )	Produção kg ha <sup>-1</sup>
CEa	4	0,273 <sup>ns</sup>	20,040**	83,456**	8345,605**
Regr. Linear		0,773 <sup>ns</sup>	69,125**	296,218**	29621,89**
Regr. Quadrática		0,019 <sup>ns</sup>	3,412**	18,018*	1801,87*
Esterco	1	0,064 <sup>ns</sup>	0,219 <sup>ns</sup>	1,262 <sup>ns</sup>	126,27 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	0,377 <sup>ns</sup>	0,375 <sup>ns</sup>	0,490 <sup>ns</sup>	49,04 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,291 <sup>ns</sup>	0,633 <sup>ns</sup>	6,893 <sup>ns</sup>	689,30 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,244	0,374	3,225	322,58
CV %		29,03	19,5	32,7	32,7

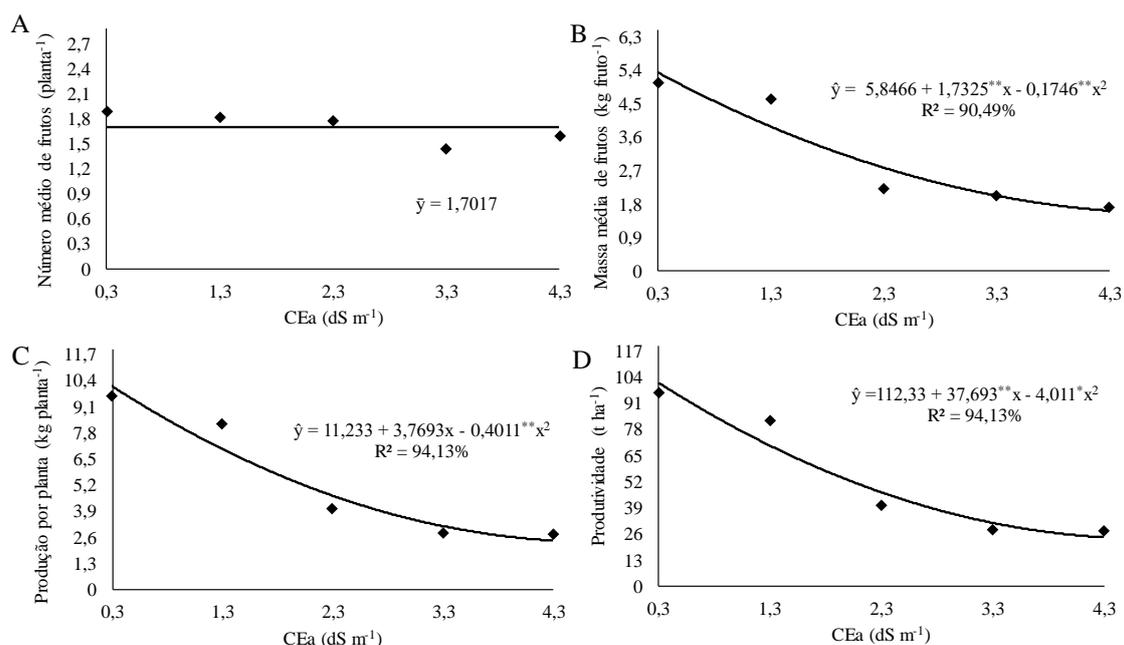
\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ ; <sup>ns</sup>: não significativo

Para os componentes da produção, verificou-se que o número de frutos por planta não foi influenciado por nenhum dos fatores, sendo representado pelo valor médio de 1,70 frutos por planta (Figura 3A). Lacerda et al. (2015), estudando a mesma cultura sob salinidade e adubação verde, também não encontraram efeito significativo da salinidade sobre o número de frutos por planta, no entanto, observou-se valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

O aumento da concentração salina da água de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup>, prejudicou a massa média dos frutos independentemente da presença do esterco bovino, reduzindo os valores desta variável de 5,3 para 1,6 kg fruto<sup>-1</sup>, correspondente a 69,8% e 17,5%, de forma global e por aumento unitário da CEa, respectivamente, (Figura 3B). No mesmo sentido, constata-se comportamento semelhante para produção por planta, na qual o acréscimo da CEa de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup>, reduziu significativamente os valores desta variável, com valores estimados de 10,13 e 2,4 (kg planta<sup>-1</sup>), quando se comparam as produções obtidas sob estresse salino com a produção obtida nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade, correspondendo a uma expressiva redução global de 76,6 e 19,97% por cada aumento unitário de CEa (Figura 3C).

Para a produtividade (Figura 3D), constatou-se tendência semelhante à produção por planta, devido estas variáveis estarem intrinsicamente correlacionadas, observa-se redução expressiva devido ao aumento do estresse salino, encontrando-se valores estimados de 101,38 ( $t\ ha^{-1}$ ) para CEa de 0,3  $dS\ m^{-1}$  e de 24,41 ( $t\ ha^{-1}$ ) na maior CEa de 4,3  $dS\ m^{-1}$ , esses valores representam uma redução global de 75,92% e de 18,98% por cada aumento unitário de CEa. Freitas, et. al., (2014) avaliando o crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio, observaram decréscimo da produtividade por acréscimo unitário da condutividade na água de irrigação. Costa et. al., (2013) avaliando a produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades, obtiveram resultados semelhantes, o qual o número de frutos por planta não foi influenciado pela CE da água de irrigação, no entanto, houve redução da produtividade com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Estes mesmos autores, afirmam que as perdas quantitativas de produtividade em função da salinidade, podem variar com as condições de crescimento, como condições climáticas e de solo, manejo agrônômico e de irrigação.

Analisando esses resultados, observa-se que as menores médias dos componentes da produção, decorreram no tratamento em que as plantas foram submetidas a estresse na fase vegetativa, no qual confirma o evento de que a salinidade ocasionou expressivo dano ao desempenho vegetativo das plantas, e, em consequência disso, reduziu a produtividade final dos frutos. A salinidade do solo ou da água prejudica o desenvolvimento e a produção das plantas, limitando o crescimento e a produtividade das culturas (QIN et al., 2010). A redução do potencial osmótico e as altas concentrações de cátions e ânions, provocam desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto, que se reflete em redução no desenvolvimento vegetal e desequilíbrios nas funções fisiológicas das plantas (DIAS e BLANCO, 2010). Assim, por esses resultados, nota-se que para a melancia, parece não haver recuperação satisfatória das plantas depois de serem acometidas a um período de estresse salino na fase vegetativa. No entanto, a alta salinidade aplicada pela água de irrigação com CE de 4,3  $dS\ m^{-1}$ , afetou, expressivamente, a produção da melancia tanto no período vegetativo, como no reprodutivo.



**Figura 4.** Número médio de frutos por planta (A), massa média de frutos por planta (B), produção por planta (C) e produtividade (D) da melancieira irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

### 3.2 Qualidade físico-química de frutos

Verifica-se influência significativa ( $p < 0,01$ ) da salinidade no diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) e na relação (SS/AT), com exceção da acidez titulável (AT) que não foi influenciada por nenhum dos fatores em estudo (Tabela 7). Para todas as variáveis, verifica-se que não houve efeito significativo da interação CEa x Esterco. Para espessura de casca (EPC), verificou-se, diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da CEa.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), espessura de casca (EPC), sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), acidez titulável (AT) e relação (SS/AT), em frutos da melancieira irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios					
		DT (cm)	DL (cm)	EPC (mm)	$^{\circ}$ Brix (%)	AT (%)	SS/AT
CEa	4	702,66**	563,62**	13,22*	1,75**	0,035 <sup>ns</sup>	0,943**
Regr. Linear		2587,62**	1995,55**	28,42**	4,72**	0,120 <sup>ns</sup>	3,345**
Regr. Quadrática		67,95 <sup>ns</sup>	33,28 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>	0,316 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>
Esterco	1	35,89 <sup>ns</sup>	21,42 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>	0,110 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,068 <sup>ns</sup>
CEa x Ester.	(4)	44,28 <sup>ns</sup>	15,28	1,78 <sup>ns</sup>	0,253 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,173 <sup>ns</sup>
Bloco	3	95,16*	36,08	9,08 <sup>ns</sup>	0,285 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,160 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	22,89	12,43	3,37	0,419	0,057	0,163
CV %		8,5	6,4	19,8	8,5	12,7	9,9

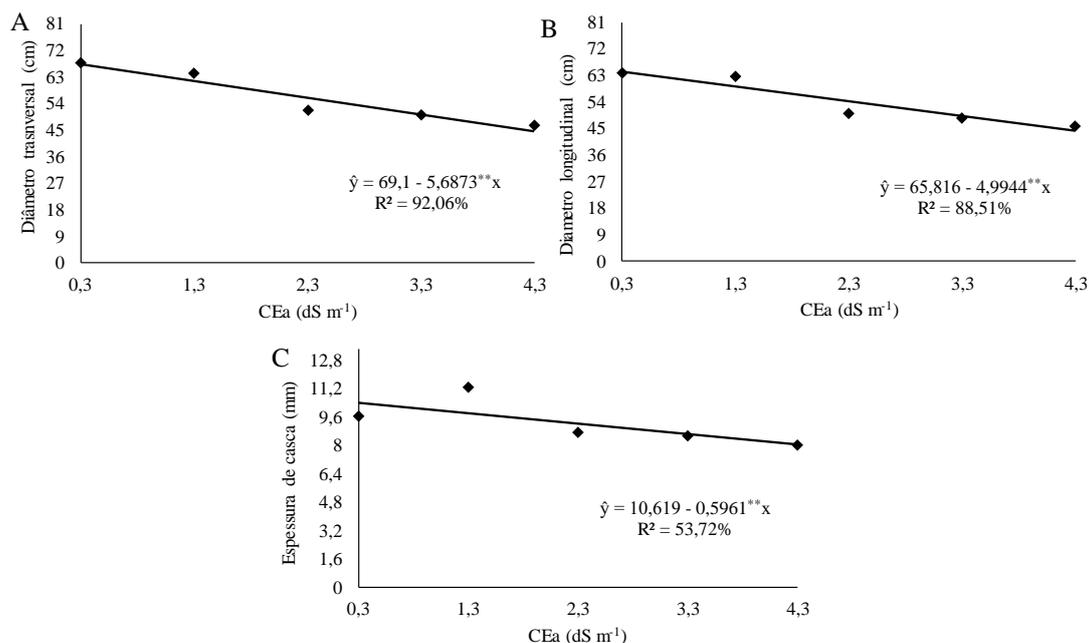
\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ ; <sup>ns</sup>: não significativo

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação inibiu linearmente o diâmetro transversal dos frutos da melancieira de 68,9 para 46,2 (cm), correspondendo a uma perda de 32,9% entre as plantas irrigadas com a água de maior e de menor salinidade, correspondente a uma perda de 8,23% por aumento unitário da CEa (Figura 4A). Nas mesmas condições, o diâmetro longitudinal sofreu declínio de 64,31 para 44,33 cm, referente de 31,07 e 7,59%, respectivamente (Figura 4B). Semelhantemente, Sousa (2015) avaliando a irrigação com água salina no desenvolvimento e produção da mini melancia, observaram que o diâmetro do fruto foi afetado significativamente pela salinidade da água de irrigação, com redução de 3,7% para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

As dimensões dos frutos, medidas através dos comprimentos longitudinal e transversal servem como classificadores em relação ao tamanho e a relação entre as referidas dimensões. É indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado à medida que este quociente se aproxima de 1 (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo o mesmo autor, as indústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitar as operações de limpeza e processamento.

Constata-se, em função da salinidade, redução significativa ( $p < 0,05$ ) da espessura de casca, ajustando-se os resultados a modelos lineares decrescentes com ou sem a presença do esterco bovino (Figura 4C). O aumento da salinidade das águas de 0,3 para até 4,3  $\text{dS m}^{-1}$  comprometeu a espessura de casca, com redução nos valores médios de 10,16 (mm) para 7,7 (mm), respectivamente. Isso equivale a uma redução global de 24,21% e uma redução de 5,61% por unidade de aumento da CEa. Diferente dos resultados do presente trabalho, Carmo, (2009), avaliando a produção de cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada, observou que a alta salinidade da água não exerceu efeito significativo nos valores da espessura de casca da melancieira. No mesmo sentido, Sousa, (2015), avaliando a irrigação com água salina no desenvolvimento e produção da mini melancia, também verificou que não houve efeito significativo da salinidade para espessura de casca.

Nascimento (1996) cita que, tanto a indústria de suco concentrado como o mercado da fruta *in natura* consideram a espessura de casca um fator relevante para a classificação do fruto, por ser inversamente proporcional ao rendimento de polpa. Embora a maior espessura da casca reflita em menor rendimento em polpa, essa característica confere ao fruto maior resistência ao transporte alongas distâncias.



**Figura 5.** Diâmetro transversal (A), diâmetro longitudinal (B), e espessura de casca (C) em frutos da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.  
 \*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

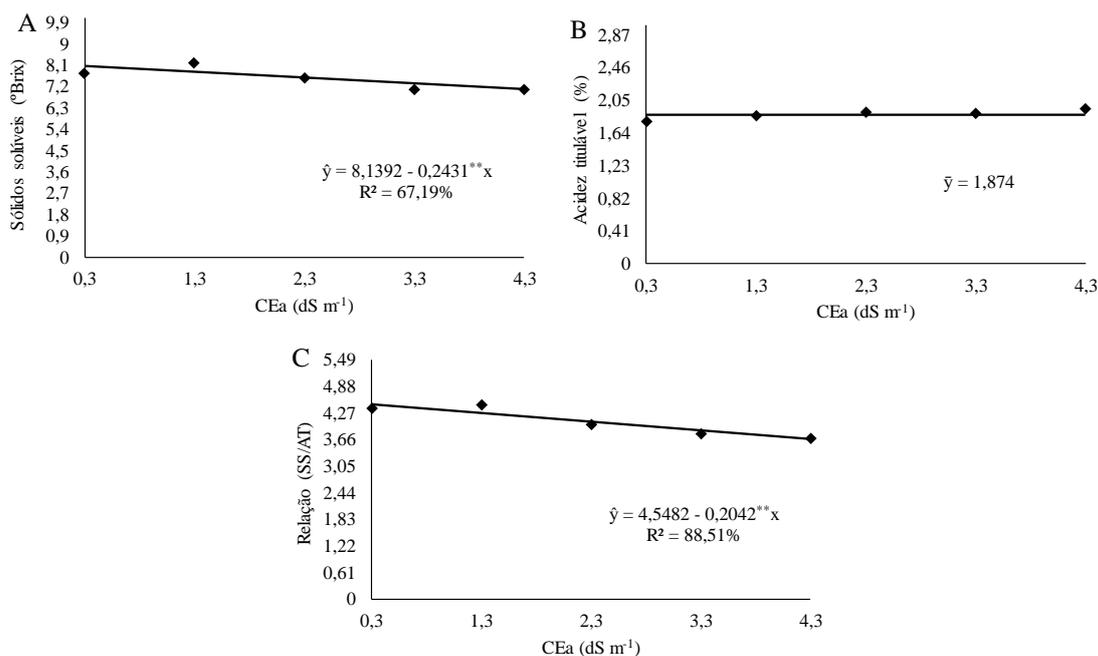
Constata-se, em função da salinidade, redução significativa ( $p < 0,01$ ) dos sólidos solúveis, ajustando-se os resultados ao modelo linear decrescente (Figura 5A). O aumento da salinidade das águas de 0,3 para até 4,3 dS m<sup>-1</sup> comprometeu a qualidade dos frutos, com redução nos valores médios de 7,96 para 6,9 °Brix, respectivamente. Isso equivale a uma redução global de 12,31% e uma redução de 2,99% por unidade de aumento da CEa. Os sólidos solúveis constituem importante critério para avaliação da qualidade dos frutos pela razão dos açúcares corresponderem à maioria dos sólidos solúveis existentes na polpa. Na melancia, altos teores de SS são desejáveis ao ponto de alguns mercados consumidores adotaram um teor mínimo para comercialização. O mercado interno exige pelo menos 10 °Brix e a União Europeia 9 °Brix (COELHO et al., 2011; DIAS; LIMA, 2011).

Diante disto, observa-se que mesmo no tratamento irrigado com água de boa qualidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), a média de sólidos solúveis (7,96 °Brix) do presente experimento, ficou abaixo do valor exigido para o mercado interno. Welles e Buitelaar, (1988), verificaram que o conteúdo de sólidos solúveis reduz significativamente com a diminuição da área foliar, assim, quanto maior a área foliar das plantas, maior também sua capacidade fotossintética. Este fato indica que, possivelmente, o decréscimo linear dos sólidos solúveis pode ser reflexo dos resultados de área foliar já mencionados na (Figura 6A) do capítulo 1.

Pode-se constatar que para a acidez titulável, não houve influência da salinidade nem da presença ou ausência do esterco bovino, não se ajustando a nenhum modelo de regressão, com valor médio de (1,87 %) (Figura 5B). Sousa, et. al., (2015), estudando a produção e qualidade de mini melancia irrigada com água salina, observaram que não houve efeito significativo da salinidade sobre a acidez titulável. Por outro lado, Dias et. al., (2010) avaliando a qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas, constatou que a acidez titulável da polpa dos frutos aumentou com a elevação da condutividade elétrica da água.

Para a relação sólidos solúvel/acidez titulável (SS/AT), verifica-se redução significativa nos valores desta variável com aumento da CEa de 0,3 para 4,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5C), com uma redução global de 18,18% e 4,49% por aumento unitário da CEa. A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, proporcionando boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O acréscimo da condutividade elétrica da água de irrigação, pode ter elevado os teores de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nos tecidos foliares que, possivelmente, pode ter inibido a atividade dos compostos orgânicos nas plantas da melancia e alterando os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, resultando em alterações das atividades fotossintéticas e na taxa de translocação de assimilados, influenciando diretamente nos atributos qualitativos dos frutos, como os teores de sólidos solúveis e a relação SS/AT (TESTER e DAVENPORT, 2003; MARINHO et al., 2005; TAIZ et. al., 2017).



**Figura 6.** Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), e relação SS/AT (C) em frutos da melancia irrigada com água salina, Pombal, PB, 2017.

\*\* Significativo para  $p < 0,01$ ; \* Significativo para  $p < 0,05$ .

### 3.3 Análises de Componentes Principais (CP)

Pela análise de componentes principais, verifica-se que para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos foi necessário considerar dois componentes principais que representam 88,8% da variância total das características avaliadas, sendo 78,3% do CP1 e 10,5% do CP2.

Constata-se que as principais variáveis do primeiro componente foram: Massa média de frutos, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, produção por planta, produtividade, espessura de casca, sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis/acidez titulável. No CP2, a mais representativa foi número médio de frutos (Tabela 7).

**Tabela 7.** Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2) dos componentes de produção e qualidade físico-químicas dos frutos da melancia irrigada com água salina e adubada com esterco bovino, Pombal, PB, 2017.

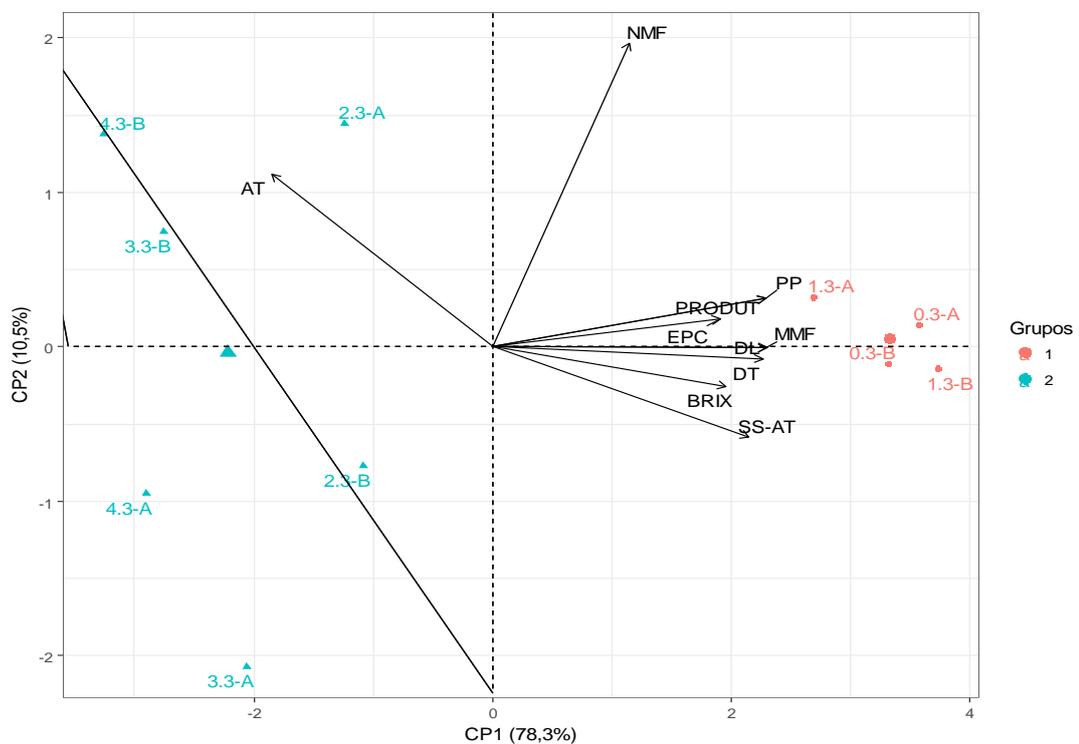
CPs	$\Lambda$	$\sigma^2\%$	Cargas das Variáveis (r)									
			MMF	DT	DL	NMF	PP	PRODUT.	EPC	°BRIX	AT	SS/AT
CP1	7,83	78,3	<b>0,350</b>	<b>-0,345</b>	<b>0,350</b>	0,175	<b>0,348</b>	<b>0,348</b>	<b>0,290</b>	<b>0,298</b>	<b>-0,282</b>	<b>0,327</b>
CP2	1,04	10,5	0,003	-0,032	-0,001	<b>0,819</b>	0,130	0,130	0,074	-0,106	0,465	-0,243

CPs: componentes principais;  $\lambda$ : autovalores;  $\sigma^2\%$ : porção de variância explicada.

A partir da projeção dos escores dos dois CPs em duas dimensões, foram identificados dois grupos (Figura 6). Constata-se que o grupo 1 composto pelos

tratamentos(0,3A), (0,3B), (1,3A), (1,3B dS m<sup>-1</sup>), apresentam maiores escores no CP1, indicando maiores valores de Massa média de frutos, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, produção por planta, produtividade, espessura de casca, sólidos solúveis e a relação sólidos solúveis/acidez titulável. Por outro lado, ainda no CP1 verifica-se que o grupo 2 é formado pelos tratamentos (2,3A), (2,3B), (3,3A), (3,3B), (4,3A) e (4,3BdS m<sup>-1</sup>), no entanto, maiores escores de (4,3B dS m<sup>-1</sup>), indicam maiores valores de acidez titulável.

Para o grupo 2, o tratamento (2,3A dS m<sup>-1</sup>), apresenta maior escore no CP2,indicando maiores valores de número médio de frutos.



**Figura 7.** Projeção bidimensional (biplot) da dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais: CP1 e CP2. Água: (0,3 dSm<sup>-1</sup>); (1,3 dSm<sup>-1</sup>); (2,3 dSm<sup>-1</sup>); (3,3 dSm<sup>-1</sup>); (4,3 dSm<sup>-1</sup>); Esterco: A (Sem esterco); B (Com esterco).

#### **4.CONCLUSÕES**

Exceto o número de frutos por planta, os demais componentes de produção da melanciaira foram inibidos com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação;

O esterco bovino no solo não interferiu nos componentes da produção da melanciaira irrigada com águas salinizadas;

Os atributos físico-químicos dos frutos, exceto a acidez titulável dos frutos da melanciaira, diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, B. A. O.; INOUE, M.; MORITANI, S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, Hamasaka Tottori, v 97, p. 165–170, 2010.

ALBUQUERQUE, P. E. P. Informe Agropecuário, **Belo Horizonte**, v.31, n. 259, p.17-24, nov./dez. 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: **Gazeta Santa Cruz**, 2016. 64 p.

CARMO, G. A. Crescimento, nutrição e produção de cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada. 2009. Tese de Doutorado. **Tese** (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia). 2009, 183 f. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró–RN.

CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; ANDRADE, R.; SÁ, J. R.; MACEDO, J. P. DA S.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.314-317, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COELHO, W. C. P.; DIAS, R. C. S.; TEIXEIRA, F. A.; SILVA, L.; GAMA, R. N. C. S.; DAMASCENO, L. S.; LOPES, M. S.; SANTOS, M. A. C.; ANDRADE, K. M. N. S. Avaliação da precocidade e de sólidos solúveis totais em acessos de melancia no Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas do Nordeste Brasileiro. In: JORNADA CIENTÍFICA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina-PE. **Anais**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2008. p. 91-96.

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

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LARCERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Parte III. Cap. 9, p. 129 - 141, 2010.

DIAS, R. C. S.; LIMA, M. A. C. Colheira e pós-colheita. In: EMBRAPA/SEMIÁRIDO. **Sistema de produção de melancia**, 2011. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/colheita.htm>>. Acesso em: 22 de junho. 2017.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, (Embrapa - CNPS. Documentos, 132), 2011, 230 p.

FREITAS, L. D. A.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PORTO FILHO, F. D. Q.; COSTA, J. C.; CUNHA, E. M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, 2014.

GUIMARÃES, M. A. (Ed.). **Produção de melancia**. Viçosa: UFV, 2013. 144p.

GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. DE S.; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Índices fisiológicos e de crescimento de um porta-enxerto de aceroleira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.451-456, 2003.

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira e Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.3-10, 2010.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>. Acesso em 26 de maio de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, 2005. v.1, 371p.

LACERDA, F. H. D., PEREIRA, F. H. F., QUEIROGA, F. M., SILVA, F. D. A., JÚNIOR, J. E. C. Adubação verde, níttrica e aplicação foliar de prolina na redução do estresse na melancia irrigada com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 10-17, 2015.

MAAS, E. V. **Crop salt tolerance**. In: Tanji, K. K. (ed.). Agricultural salinity assessment and management. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. p.262-304.

MARINHO, F. J. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA NETO, M. Alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.370-374, 2005.

MONTEIRO, A. L.; MONTENEGRO, A. D. A.; MONTENEGRO, S. M.; SANTOS, F. D. Avaliação de lavagem parcial de sais em neossolo flúvico irrigado, utilizando modelagem computacional. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 202-220, 2009.

NASCIMENTO, J. A, M.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; DE OLIVEIRA, F. T.; MENDONÇA, V.; JUNIOR, A; DA SILVA MEDEIROS, S. A. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, 2015.

NASCIMENTO, T. B. Qualidade do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas no sul de Minas Gerais. 1996. 56f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NUNES, J. C. Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante. Areia, 2016. 164p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. UFPB.

QIN, J.; DONG, W. Y.; HE, K. N.; YU, Y.; TAN, G. D.; HAN, L.; DONG, M.; ZHANG Y. Y.; ZHANG, D.; LI, Z. A.; WANG, Z. L. NaCl salinity-induced changes in water status, ion contents and photosynthetic properties of *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt. seedlings. **Plant, Soil and Environment**, v. 56, p. 325-332, 2010.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).

ROCHA, F. A.; SILVA, J. D.; BARROS, F. M. Reuso de águas residuárias na agricultura: A experiência israelense e brasileira. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-9, 2010.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.

SOUSA, A. B. O. Irrigação com água salina no desenvolvimento e produção da mini melancia em diferentes concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico. 2015. **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

SOUSA, V. F.; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, 1999.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MØLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017, 888 p.

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.

WAIREGI, L.; ASTEN, P. V. Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in the east African highland bananas (*Musa* spp. Aaa). **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 1453-1472, 2011.

WELLES, G. W. H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, 1988.

## CONCLUSÕES GERAIS

O esterco bovino não influenciou no crescimento da melancia irrigada com águas de salinidade crescente.

O crescimento da melancia e a produção de massa de matéria seca são comprometidos pelo aumento da concentração salina da água de irrigação.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação não influenciou o crescimento relativo do ramo principal e do diâmetro do caule da melancia.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação diminuiu a produção de pigmentos fotossintéticos e aumentou o extravasamento de eletrólitos celular, diminuindo a eficiência fotossintética na melancia.

O esterco bovino atenuou o efeito do estresse salino apenas para clorofila *b* e carotenóides.

A salinidade da água inibiu as trocas gasosas, com maior intensidade na condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração.

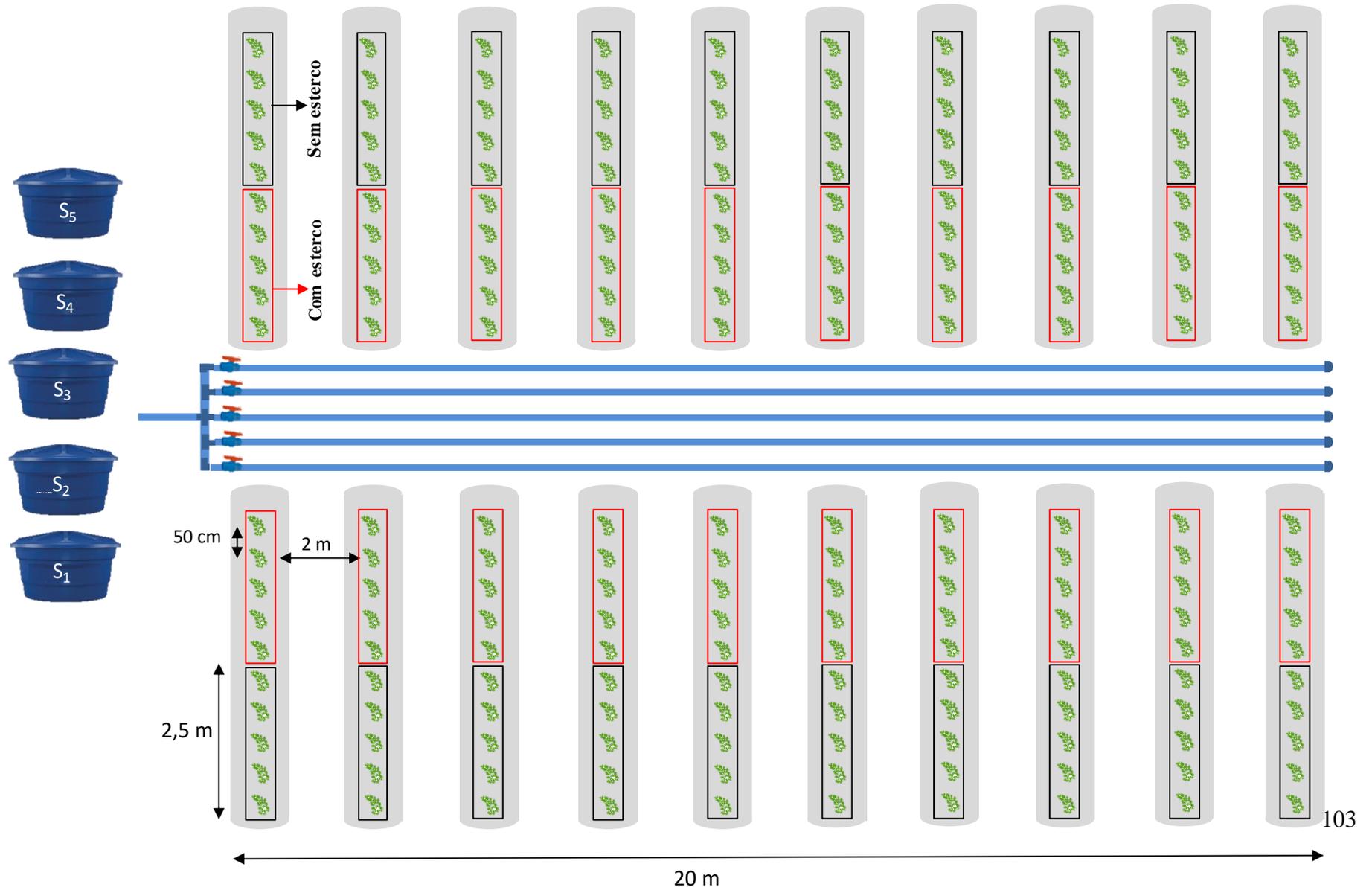
Exceto o número de frutos por planta, os demais componentes de produção da melancia foram inibidos com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

O esterco bovino no solo não interferiu nos componentes da produção da melancia irrigada com águas salinizadas.

Os valores dos atributos físico-químicos dos frutos, exceto a acidez titulável dos frutos da melancia diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

## 6. APÊNDICES

Apêndice 1: Desenho esquemático da área experimental



**Apêndice 2.** Preparo da água salina (A), armazenamento das águas salinizadas.



**Apêndice 3.** Preparo do solo (A), marcação da área (B), aplicação do esterco bovino (C), incorporação (D), montagem do sistema de irrigação (E) cobertura dos canteiros com mulching (F) e fixação dos tensiômetros (G e H) para o plantio da melanciaira

