



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO TIPO**  
**CEREJA SOB SALINIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO**  
**ORGANOMINERAL**

**RENNAN FERNANDES PEREIRA**

**Campina Grande, PB**

Fevereiro, 2014

RENNAN FERNANDES PEREIRA

Licenciado em Ciências Agrárias

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO TIPO  
CEREJA SOB SALINIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO  
ORGANOMINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola (Área de Concentração: Irrigação e Drenagem).

**Orientadores:** Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. José Dantas Neto

Campina Grande, PB

Fevereiro, 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RENNAN FERNANDES PEREIRA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO TIPO  
CEREJA SOB SALINIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO  
ORGANOMINERAL**

Aprovada em 21 de fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

PARECER

---

Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza - Orientador  
UAEAg/CTRN/UFCG

---

Prof. Dr. José Dantas Neto - Orientador  
UAEAg/CTRN/UFCG

---

Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos - Examinador  
DAE/CCHA/UEPB

---

Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento - Examinador  
UAEAg/CTRN/UFCG

Campina Grande, PB  
Fevereiro, 2014

A meus pais, **Francisca Fernandes Pereira e Edgerson Pereira da Silva**,  
e ao Prof. **Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão** (*In memoriam*),  
que, inicialmente, seria um dos orientadores deste trabalho

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, agradeço a Deus, por ter me dado força para lutar pelos meus objetivos.

Aos orientadores, Dr. Juarez Paz Pedroza e Dr. José Dantas Neto, por me orientarem na realização deste trabalho e pela amizade construída;

Ao professor Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos, pelas contribuições, pelo apoio, pelo conhecimento repassado e pela amizade cultivada ao longo dos anos.

Ao professor Dr. Ronaldo do Nascimento, pelas valorosas contribuições para o enriquecimento intelectual deste trabalho.

Ao amigo Antônio Suassuna de Lima, cuja contribuição foi fundamental em prol da realização deste trabalho.

Aos grandes amigos Salatiel Nunes Cavalcante e Carlos Pedro de Menezes Costa, pelo apoio em todas as horas que precisei e pela verdadeira amizade.

Ao amigo Francisco das Chagas Fernandes Maia Filho, pelo companheirismo e por toda a ajuda na condução do experimento.

Ao amigo Pedro Henrique Pinto Ribeiro, pelos subsídios essenciais para a realização desta pesquisa.

Ao meu amigo Geovani Soares de Lima, que praticamente foi meu terceiro orientador no mestrado, e sua esposa, Lauriane Almeida dos Anjos Soares, por toda a ajuda ao longo do curso e pela amizade edificada.

Aos amigos Flávio, Ivomberg, Emiliam, Alexandre, Emanuel, Fabrício, Anailson, Ferraz, Fábio, Aldair, Jeferson, Gerckson, Rosinaldo, Janivan, Naassom, Ivis, Danielle, Elisabeth, Nalva, Cláudia, Thaís, Márcia, Tiago, Nane, Neide, Élisson, Guilherme e Jônatas, por todo o apoio.

Aos colegas de pós-graduação Marcelo, Klebson, Priscila, Sonivagno, Joel, Patrícia, Júlia, Ramara e Rodrigo, por todo o companheirismo no decorrer do curso.

A todos os meus familiares, pelo imenso carinho e todo o apoio.

A minha querida Déborah Hevellyn de Sousa Maia, por todo o carinho, companheirismo, paciência, compreensão, apoio e incentivo para a conclusão do curso.

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

Aos professores Dr. Pedro Dantas Fernandes, Hugo Orlando Carvalho Guerra, Ph.D., Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Ph.D., Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima, Dr<sup>a</sup>. Lucia Helena

Garófalo Chaves, Dr. Raimundo Andrade, Dr. Evandro Franklin de Mesquita, Dr. Alberto Soares de Melo e Dr. João Miguel Moraes Neto, por todos os ensinamentos.

Aos secretários da Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Dona Cida e Gilson, pela ajuda em todas as horas que precisei.

E a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

Obrigado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE APÊNDICES</b> .....	xiii
<b>RESUMO</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	20
2.1. Geral.....	20
2.2. Específicos.....	20
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	21
3.1. O tomateiro.....	21
3.1.1. Origem e domesticação.....	21
3.1.2. Aspectos socioeconômicos.....	21
3.1.3. Aspectos botânicos.....	22
3.2. Irrigação em tomateiro.....	23
3.3. Uso de águas salinas na agricultura.....	24
3.4. Efeito da salinidade sobre as plantas.....	25
3.5. Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade.....	27
3.6. Adubação orgânica em tomateiro.....	29
3.7. Adubação mineral em tomateiro.....	30
3.8. Importância das análises de crescimento e de trocas gasosas nas plantas.....	31
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
4.1. Localização do experimento e variação climática.....	34
4.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	34
4.3. Preparo das mudas.....	35
4.4. Instalação e condução do experimento.....	36
4.5. Características físico-químicas do solo.....	37
4.6. Preparo das águas salinizadas e irrigação.....	38
4.7. Controle fitossanitário.....	39
4.8. Variáveis analisadas.....	40
4.8.1. Crescimento.....	40
4.8.1.1. Altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas.....	40
4.8.1.2. Área foliar.....	40
4.8.1.3. Taxas de crescimento absoluto e relativo.....	40
4.8.1.4. Fitomassa.....	41
4.8.2. Trocas gasosas.....	41

4.8.3. Produção.....	41
4.9. Análise estatística.....	41
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
5.1. Variáveis relacionadas ao crescimento das plantas.....	43
5.1.1. Altura de planta, diâmetro caulinar e número de folhas.....	43
5.1.2. Área foliar.....	49
5.1.3. Taxas de crescimento absoluto.....	51
5.1.4. Taxas de crescimento relativo.....	54
5.1.5. Fitomassa.....	58
5.2. Variáveis relacionadas às trocas gasosas das plantas.....	64
5.2.1. Condutância estomática.....	65
5.2.2. Concentração interna de CO <sub>2</sub> .....	68
5.2.3. Transpiração.....	70
5.2.4. Fotossíntese líquida.....	72
5.3. Variáveis relacionadas à produção das plantas.....	75
5.3.1. Número de flores por planta.....	76
5.3.2. Percentagem de abortamento de flores.....	78
5.3.3. Massa fresca de frutos por planta.....	79
5.3.4. Número de frutos por planta.....	81
5.3.5. Massa média de um fruto.....	82
5.3.6. Número de cachos por planta.....	83
5.3.7. Número de frutos por cacho.....	85
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>99</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características físicas do solo utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja submetido à irrigação com água salinizada e adubação mineral e orgânica. Campina Grande/PB, 2013.....	37
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do solo utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja submetido à irrigação com água salinizada e adubação mineral e orgânica. Campina Grande/PB, 2013.....	38
<b>Tabela 3.</b> Resultados do Teste F para altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) de tomateiro tipo cereja, aos 20, 35 e 50 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e de fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	43
<b>Tabela 4.</b> Resultados do Teste F para área foliar de tomateiro tipo cereja (AF), aos 20 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	49
<b>Tabela 5.</b> Resultados do Teste F para taxas de crescimento absoluto da altura de planta (TCA AP) e do diâmetro do caule (TCA DC) de tomateiro tipo cereja, de 0-20, 20-35 e 35-50 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	51
<b>Tabela 6.</b> Resultados do Teste F para taxas de crescimento relativo da altura de planta (TCR AP) e do diâmetro do caule (TCR DC) de tomateiro tipo cereja, de 0-20, 20-35 e 35-50 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	55
<b>Tabela 7.</b> Resultados do Teste F para fitomassa foliar (FMF), fitomassa caulinar (FMC) e fitomassa da parte aérea (FMA) de tomateiro tipo cereja, aos 20 e 80 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	58
<b>Tabela 8.</b> Resultados do Teste F para condutância estomática (gs), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci), transpiração (E) e fotossíntese líquida (A) em tomateiro tipo cereja, aos 20 e 40 dias após o transplantio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	64
<b>Tabela 9.</b> Resultados do Teste F para número de flores por planta (NFL), percentagem de abortamento de flores (PAF), massa de frutos por planta (MFP), número de frutos por planta (NFP), massa média de um fruto (MMF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), número de cachos por planta (NCP) e número de frutos por cacho (NFC) em plantas de tomateiro tipo cereja em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	75

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Temperatura e umidade relativa do ar médias registradas durante o período experimental. Campina Grande/PB, 2013.....	34
<b>Figura 2.</b>	Produção de mudas de tomateiro tipo cereja (A) transplântio (B). Campina Grande/PB, 2013.....	35
<b>Figura 3.</b>	Vasos utilizados no experimento com brita e tela de propileno para facilitar a drenagem do excesso de água aplicada nas irrigações (A), visão geral do experimento logo após o transplântio das mudas (B) e no início da frutificação das plantas (C) e planta de tomateiro tipo cereja no período de maturação de frutos (D). Campina Grande/PB, 2013.....	36
<b>Figura 4.</b>	Aplicação de fungicida antes do transplântio das mudas (A) e aplicação de inseticida para prevenir da incidência de pragas durante a condução do experimento (B). Campina Grande/PB, 2013.....	39
<b>Figura 5.</b>	Medição da área foliar em tomateiro tipo cereja, utilizando-se um medidor de áreas de bancada, modelo LI-COR - LI-3100C. Campina Grande/PB, 2013.....	40
<b>Figura 6.</b>	Altura de planta de tomateiro tipo cereja (AP) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 35 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013.....	45
<b>Figura 7.</b>	Diâmetro caulinar de tomateiro tipo cereja (AP) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 35 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013.....	46
<b>Figura 8.</b>	Número de folhas de tomateiro tipo cereja (NF) em função da salinidade da água de irrigação (B) e de formas de adubação (A, C e D), aos 20 (A), 35 (B e C) e 50 DAT (D). Campina Grande/PB, 2013.....	48
<b>Figura 9.</b>	Área foliar de tomateiro tipo cereja (AF) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	50
<b>Figura 10.</b>	Taxa de crescimento absoluto da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCA AP), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013.....	52
<b>Figura 11.</b>	Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de tomateiro tipo cereja (TCA DC), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013.....	53
<b>Figura 12.</b>	Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCA DC) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35 DAT (B). Campina Grande/PB, 2013.....	54
<b>Figura 13.</b>	Taxa de crescimento relativo da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCR AP), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013.....	55
<b>Figura 14.</b>	Taxa de crescimento relativo da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCR AP) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35	

	DAT (B). Campina Grande/PB, 2013.....	56
<b>Figura 15.</b>	Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCR DC), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013.....	57
<b>Figura 16.</b>	Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCR DC) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35 DAT (B). Campina Grande/PB, 2013.....	57
<b>Figura 17.</b>	Fitomassa foliar de tomateiro tipo cereja (FMF) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013.....	60
<b>Figura 18.</b>	Fitomassa caulinar de tomateiro tipo cereja (FMC) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013.....	61
<b>Figura 19.</b>	Fitomassa da parte aérea de tomateiro tipo cereja (FMA) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013.....	63
<b>Figura 20.</b>	Condutância estomática em folhas de tomateiro tipo cereja (gs) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	66
<b>Figura 21.</b>	Condutância estomática em folhas de tomateiro tipo cereja (gs) em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	67
<b>Figura 22.</b>	Concentração interna de CO <sub>2</sub> em folhas de tomateiro tipo cereja (Ci) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	68
<b>Figura 23.</b>	Concentração interna de CO <sub>2</sub> em folhas de tomateiro tipo cereja (Ci) em função de formas de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013...	69
<b>Figura 24.</b>	Transpiração em folhas de tomateiro tipo cereja ( <i>E</i> ) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	70
<b>Figura 25.</b>	Transpiração em folhas de tomateiro tipo cereja ( <i>E</i> ) em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	72
<b>Figura 26.</b>	Fotossíntese líquida em tomateiro tipo cereja (A) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	73
<b>Figura 27.</b>	Fotossíntese líquida em tomateiro tipo cereja (A) em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013.....	74
<b>Figura 28.</b>	Número de flores por planta de tomateiro tipo cereja (NFL) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013.....	77
<b>Figura 29.</b>	Porcentagem de abortamento de flores em tomateiro tipo cereja (PAF) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	78

<b>Figura 30.</b>	Massa de frutos por planta de tomateiro tipo cereja (MFP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013.....	80
<b>Figura 31.</b>	Número de frutos por planta de tomateiro tipo cereja (NFP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013.....	82
<b>Figura 32.</b>	Massa média de um fruto de tomateiro tipo cereja (MMF) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	83
<b>Figura 33.</b>	Número de cachos por planta de tomateiro tipo cereja (NCP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013.....	84
<b>Figura 34.</b>	Número de frutos por cacho de tomateiro tipo cereja (NFC) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013.....	86

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice 1.</b>	Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para condutância estomática (gs) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013.....	101
<b>Apêndice 2.</b>	Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para transpiração ( <i>E</i> ) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013.....	102
<b>Apêndice 3.</b>	Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para fotossíntese líquida ( <i>A</i> ) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013.....	103
<b>Apêndice 4.</b>	Características químicas do húmus de minhoca utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja. Campina Grande/PB, 2013.....	104

PEREIRA, Rennan Fernandes. **Morfofisiologia e produção de tomateiro tipo cereja sob salinidade hídrica e adubação organomineral**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

## RESUMO

A escassez de água é um problema presente em diversas partes do mundo, sobretudo, nas regiões semiáridas e áridas, fazendo com que seja necessária a viabilização de águas de qualidade inferior na agricultura, destacando-se as águas salinas, porém, a salinidade é um dos fatores abióticos que mais afetam o crescimento, a fisiologia e a produção das culturas. Entre as principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade de cultivos, com registros de atenuação dos efeitos dos sais às plantas, se destacam o emprego de insumos orgânicos e o manejo adequado da adubação mineral. Contudo, são escassas as pesquisas acerca desses fatores sobre a cultura do tomateiro, fazendo-se imprescindível a realização de estudos desta natureza. Objetivou-se, então, avaliar as características morfofisiológicas e a produção do tomateiro cereja submetido à irrigação com água salinizada e adubação mineral e orgânica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação (em vasos de 11 L), na Universidade Federal de Campina Grande, no município de Campina Grande, PB, cujos tratamentos consistiram na combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e três formas de adubação (testemunha sem adubação; adubação com húmus de minhoca e adubação química), fatorialmente combinados em esquema 5 x 3 e arranjos em delineamento experimental em blocos casualizados (4 blocos). Foram avaliadas variáveis relacionadas ao crescimento, às trocas gasosas e à produção de frutos, em que os dados coletados foram submetidos à análise de variância (pelo Teste F) e, para as variáveis significativas, foram realizados análises de regressão e testes de comparação de médias (Teste de Tukey). Verificou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação prejudicou o crescimento do tomateiro cereja, com reduções na altura e no diâmetro caulinar da planta e prejuízos na produção de fitomassa ao longo de todo o ciclo. O número de folhas só foi reduzido aos 35 dias após o transplântio (DAT), indicando que a cultura não ativa o mecanismo de exclusão de sais pelo processo de abscisão foliar no início do ciclo; aos 20 DAT, a área foliar foi reduzida devido ao alto nível salino, como mecanismo de adaptação para reduzir a superfície transpirante e evitar perdas de água. A condutância estomática, a concentração foliar interna de CO<sub>2</sub>, a transpiração e a fotossíntese líquida da cultura foram beneficiadas pela adubação orgânica, aos 20 DAT, e prejudicadas com o aumento da

salinidade hídrica, aos 20 e aos 40 DAT, porém, devido à aplicação de uma segunda dose dos adubos minerais, ocorreu atenuação dos efeitos deletérios dos sais sobre a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese, aos 40 DAT. Nas plantas sem qualquer tipo de adubação, ocorreram menor crescimento, danos nas trocas gasosas, maior taxa de abortamento de flores e menor produção de frutos. A produção de frutos também foi reduzida com o aumento da salinidade da água. Apesar de a adubação com húmus ter propiciado um crescimento vegetativo maior, a maior produção de frutos ocorreu quando as plantas foram submetidas à fertilização mineral.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon pimpinellifolium*, estresse salino, trocas gasosas, húmus de minhoca, adubação química

PEREIRA, Rennan Fernandes. **Morphophysiology and production of cherry tomato under water salinity and organic and mineral fertilization**. 2014. 103 f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, 2014.

## ABSTRACT

Water scarcity is a problem that is present in many parts of the world, especially in semiarid and arid regions, making the viability of lower quality waters in agriculture is necessary, especially saline waters. However, salinity is one of the abiotic factors that most affect the growth, physiology and yield of crops. Among the main techniques used to increase crop productivity, with records of alleviating the effects of salts to plants, there is the use of organic inputs and proper management of mineral fertilizer. Thus, the objective with the study was to evaluate the morphological and physiological characteristics and yield of cherry tomato subjected to irrigation with salinity water and mineral fertilizer and organic fertilizer. The experiment was conducted in a greenhouse (in pots of 11 L) at the Federal University of Campina Grande, on Campina Grande / PB. The treatments consisted of five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.5, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and three fertilization treatments (unfertilized control; fertilizer with earthworm castings and chemical fertilizer), factorially combined in a 5 x 3 and arranged in a randomized complete block design (4 blocks). It was assessed growth-related variables, leaf gas exchange variables and fruit production variables, where the data collected were subjected to analysis of variance (by F test) and for the significant variables, regression analysis and mean comparison tests were performed (Tukey's test). It was found that the salinity water hindered the growth of cherry tomato, with reductions in height and stem diameter, and plant losses of biomass production throughout the cycle. The number of leaves was reduced only at 35 days after transplanting (DAT), indicating that the culture does not activate the mechanism of exclusion of salts by the process of leaf abscission at the beginning cycle. At 20 DAT, leaf area was reduced due to the high salinity level, as an adaptation mechanism to reduce the transpiring surface and prevent water loss. The stomatal conductance, leaf internal CO<sub>2</sub> concentration, transpiration and net photosynthesis of culture were benefited for the organic fertilizer, at 20 DAT, and impaired with increasing water salinity at 20 and 40 DAT, however, due to the application of a second dose of mineral fertilizers, there was an attenuation of the salt's deleterious effects on stomatal conductance, transpiration and photosynthesis at 40 DAT. In plants without any fertilization happened lower growth, leaf gas exchange damage, higher rate of flowers's abortion and



lower fruit production. Fruit production was reduced with increasing salinity. Although fertilization with earthworm compost has afforded a greater vegetative growth, fruit production was higher when plants were subjected to mineral fertilization.

**Key words:** *Lycopersicon pimpinellifolium*, salt stress, leaf gas exchange, earthworm compost, chemical fertilizer

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) faz parte das hortaliças de maior importância no mundo, em virtude da dieta básica da maioria da população (SILVA et al., 2011a). No Brasil, é considerada a hortaliça de maior comercialização cuja cadeia produtiva se encontra em crescimento expressivo, com destaque para os híbridos, em especial aqueles do grupo cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium* Mill.) (MEDEIROS et al., 2011). Os frutos de tomate cereja são bastante utilizados na ornamentação de pratos e apreciados pelo excelente sabor e atrativa coloração vermelha. Hoje já existe uma demanda significativa por esses minitomates em razão da grande aceitação pelos consumidores e o interesse progressivo por parte dos agricultores em relação aos valores compensadores de mercado (SILVA et al., 2011a).

Um fator que assola grande parcela de produtores rurais do Nordeste, desde os tempos remotos, é a seca. Sabe-se que, nesta Região, a precipitação pluvial é extremamente reduzida e mal-distribuída em curto espaço de tempo, além de existir elevada taxa de evapotranspiração. Por isso, na agricultura, torna-se necessário o uso da irrigação na maior parte do ano, como forma de maximizar a produção de alimentos.

A qualidade da água no Nordeste, entretanto, tem restrições às diversas culturas, tanto nos aspectos quantitativos (esvaziamento de mananciais), como nos qualitativos (excesso de sais), o que pode resultar em obstáculo ao desenvolvimento vegetal (LIMA, 2013). Desta forma, é importante a viabilização do uso de águas de qualidade inferior na agricultura, o que contribui para maior disponibilidade de água de boa qualidade com vistas ao uso doméstico, além de maximizar a eficiência do uso deste recurso (HOLANDA FILHO et al., 2011). Uma das alternativas utilizadas é o uso de águas com teores de sais mais elevados na irrigação (GOMES et al., 2011).

A salinidade é um dos fatores abióticos que mais afetam o crescimento e a produtividade das culturas. Este processo está associado ao acúmulo excessivo de sais muitas vezes decorrente do manejo inadequado do solo e da água, podendo levar ao abandono de áreas por torná-las inviáveis à exploração agrícola (COELHO et al., 2014). As principais consequências deletérias do estresse salino nas plantas estão atreladas ao efeito osmótico reduzindo a absorção de água pelos vegetais, ao efeito tóxico de íons específicos, como os íons de NaCl e ao efeito de natureza nutricional, que interfere na absorção de outros elementos essenciais (SÁ et al., 2013).

Em geral, solos severamente afetados por sais são pobres em matéria orgânica e nitrogênio; desta forma, os impactos prováveis como resultados da salinização incluem a perda de produtividade do solo, o que constitui séria inconveniência ao manejo da maioria das plantas cultivadas uma vez que não dispõem das condições de fertilidade ideais ao pleno desenvolvimento das culturas (MEDEIROS et al., 2011).

O desempenho do tomateiro é reconhecidamente prejudicado quando vegeta em ambiente salino (solo/substratos), já que é uma cultura classificada como moderadamente sensível aos sais, ocorrendo redução em sua produção quando a condutividade elétrica da solução do solo se encontra acima de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  (AYERS e WESTCOT, 1999), embora possa haver resposta diferenciada à salinidade entre as plantas (MEDEIROS et al., 2012), pois a sensibilidade à salinidade varia entre espécies e cultivares da mesma espécie, além de fatores como tipo e concentração de sais, tempo de exposição, estágio fenológico, fatores edafoclimáticos e a interação entre eles (ASHRAF e HARRIS, 2004).

Entre as principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade de cultivos, com registros de atenuação dos efeitos deletérios dos sais às plantas, destaca-se o emprego de insumos orgânicos visando incrementar o teor de substâncias húmicas no solo (DINIZ NETO et al., 2014), além do manejo adequado da adubação mineral, com fornecimento de nitrogênio (CHAVES et al., 2011), fósforo (OLIVEIRA et al., 2010) e potássio (DINIZ NETO et al., 2014).

Diversos estudos acerca da interação entre salinidade e adubação orgânica e mineral já foram realizados com diferentes culturas, tais como mamona (LIMA et al., 2013; NOBRE et al., 2013a), rabanete (OLIVEIRA et al., 2010), girassol (NOBRE et al., 2010), maracujá amarelo (FREIRE et al., 2014), melancia (COSTA et al., 2013), oiticica (DINIZ NETO, 2013) e até mesmo tomate (SILVA et al., 2013c), dentre muitas outras, porém, poucos são os trabalhos com a cultura do tomate do grupo cereja, destacando-se o realizado por Medeiros et al. (2011) que, estudando o crescimento inicial desta cultura submetida à salinidade hídrica e adubação com biofertilizantes, observaram redução dos efeitos depressivos dos sais das águas de irrigação às plantas, em função da aplicação desses insumos orgânicos.

As informações técnico-científicas sobre o tomateiro tipo cereja sob irrigação com água salinizada e adubação orgânica e mineral ainda são insuficientes. Desta forma, faz-se oportuna a realização de estudos desta natureza, buscando conhecimentos mais concretos acerca deste assunto.

## **OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar as características morfofisiológicas e a produção do tomateiro tipo cereja submetido à irrigação com água salinizada em interação com adubação mineral e orgânica.

### **2.2. Específicos**

- Avaliar o crescimento e a produção de fitomassa do tomateiro cereja submetido à irrigação com água de diferentes níveis salinos e adubação mineral (de acordo com recomendação da análise de solo) e com húmus de minhoca;

- Analisar as trocas gasosas do tomateiro cereja sob irrigação com água salinizada e adubação química e com húmus;

- Avaliar aspectos de florescimento e de produção de frutos de tomateiro cereja em função de águas com diferentes níveis de condutividade elétrica e adubação mineral e com húmus.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. O tomateiro

#### 3.1.1. Origem e domesticação

O tomateiro teve sua origem na América do Sul, em território limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo Chile, ao oeste pelo Oceano Pacífico e ao leste pela Cordilheira dos Andes (COLARICCIO, 2002), no qual ainda são encontradas numerosas espécies em sua forma primitiva, inclusive de tomate cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*), considerado por diversos autores o ancestral mais próximo dos genótipos tradicionalmente plantados (MEDEIROS et al., 2011).

Sua domesticação e cultivo foram realizados por tribos indígenas do México (FONTES e SILVA, 2002) e, de lá, foi levado para outras partes do mundo, por viajantes europeus, na primeira metade do século XVI, e foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus, no fim do século XIX, mas a difusão e o incremento do consumo começaram a ocorrer apenas depois da Primeira Guerra Mundial, por volta do ano de 1930 (ALVARENGA, 2004).

#### 3.1.2. Aspectos socioeconômicos

Em 2010 a safra mundial de tomate de mesa e indústria totalizou 145,6 milhões de t em área cultivada de 4,33 milhões de ha e produtividade média de 33,5 t ha<sup>-1</sup>. O maior produtor mundial foi a China, com 41,8 milhões de t, em 0,87 milhão de ha e produtividade de 48,0 t ha<sup>-1</sup>. O segmento de tomate de mesa contribuiu com 63,4% da produção (2,34 milhões de t) e os 36,6% restantes se destinaram ao processamento industrial (1,35 milhão de t) (MATOS et al., 2012).

O tomateiro é uma cultura de fundamental importância econômica, haja vista ser a segunda hortaliça mais produzida no planeta, superada apenas pela batata, estando o Brasil em nono lugar entre os maiores produtores mundiais, obtendo uma produção, em 2011, de 4.425.274 t. O cultivo do tomateiro está presente em diversas áreas agrícolas do país, destacando-se nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, porém, o Nordeste brasileiro tem ótimas condições para o cultivo de tomate, com destaque para os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará, que contribuíram, em 2010, com 55,50, 18,82 e 18,73%, respectivamente, do total produzido na Região (SOARES et al., 2013a).

No Brasil, o cultivo de tomate tem alto valor comercial, com uma área plantada de cerca de 60.292 ha, sendo que a maior parte da colheita se destina ao consumo *in natura* e o restante à agroindústria (MALHEIROS et al., 2012). O tomateiro é uma das hortaliças mais importantes cultivadas no Brasil, sendo sua utilização muito variada e com grande número de tipos de frutos existentes. Dentre esses, se encontram os tomates do tipo cereja que, comumente, vêm sendo encontrados nos mercados, sobretudo nos grandes centros, onde alcançam preços bastante atrativos aos produtores que se localizam próximo aos locais de comercialização (ALBUQUERQUE NETO e PEIL, 2012).

A cadeia produtiva brasileira do tomate vem passando por transformações influentes, desde o final da década passada, orientadas para sua modernização e aumento da produtividade. Com efeito, a produtividade média brasileira de tomate, no agregado (segmentos de mesa e indústria), vem aumentando de forma significativa e consistente desde o início da década de 1980. Nas décadas de 1980, 1990 e 2000, os rendimentos médios foram de 33,9 t ha<sup>-1</sup>, 42,0 t ha<sup>-1</sup> e 57,9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A produtividade média em 2010 foi de 60,5 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que em 1980 foi de apenas 30,6 t ha<sup>-1</sup>. Sendo assim, em três décadas, a produtividade da tomaticultura brasileira aumentou 97,7% (MATOS et al., 2012).

De acordo com Carvalho e Pagliuca (2007), a difusão de técnicas de irrigação, o uso intensivo de insumos e a introdução de híbridos mais produtivos e com menores perdas na pós-colheita, foram alguns dos principais fatores que contribuíram para o aumento da produtividade do tomate nacional.

A tomaticultura brasileira emprega grande número de pessoas no meio rural em função da elevada demanda de mão-de-obra no seu cultivo. Cerca de 200 mil pessoas estão diretamente envolvidas na produção de tomate no Brasil (CALIMAN, 2008).

Rocha (2009) afirma que o tomate cereja tem conquistado cada vez mais as prateleiras dos supermercados, os cardápios dos restaurantes e a mesa do consumidor. Em alguns países da Europa é bastante comum a venda de bandejas de cachos de tomate cereja, tendência que começa a ser seguida também no Brasil, exemplo do alto valor agregado que o produto oferece.

### **3.1.3. Aspectos botânicos**

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma solanácea cosmopolita de ciclo anual (MEDEIROS et al., 2011). Pertence à família *Solanaceae*, uma das maiores e mais importantes entre as angiospermas, que compreende 2300 espécies agrupadas em 96 gêneros, incluindo algumas espécies de grande importância econômica, em que o tomate é

caracterizado como uma espécie magnoliopsida (D'ARCY, 1991). De acordo com Rocha (2009), são conhecidas nove espécies pertencentes ao gênero *Lycopersicon*, todas elas diploides com  $2n=2x=24$  cromossomos, porém, a grande variabilidade existente no gênero tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender às mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento e para o consumo *in natura*.

Plantas do gênero *Lycopersicon* são autógamas, com flores amarelas, com baixa taxa de fecundação cruzada, sendo que diversas espécies podem ser cruzadas entre si (FONTES e SILVA, 2002). As espécies cultivadas são herbáceas, com caule flexível. Devido a isto tem a necessidade de tutoramento por não suportar o peso dos cachos, quando a finalidade dos frutos é para mesa. As cultivares com finalidades industriais possuem crescimento determinado e são conduzidas sem tutoramento, em cultivo rasteiro (CASTRO, 2003).

A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semiereta ou ereta. Pode apresentar crescimento limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado (ROCHA, 2009). As folhas são alternadas, compostas por número ímpar de folíolos, peciolados e de borda serrilhada (SASAKI e SENO, 1994). O caule da planta jovem de tomateiro é ereto, herbáceo, suculento e coberto de pelos glandulares e, à medida que a planta cresce, vai se tornando lenhoso (ROCHA, 2009). Os frutos são bagas carnosas, com dois a doze lóculos por fruto, apresentando sementes reniformes, pequenas e com pelos curtos (MINAMI e HAAG, 1989).

Fernandes et al. (2007) afirmam que o tomate pode ser classificado em grupos, subgrupos, classes e tipos, sendo esta classificação o fator preponderante para a definição do valor comercial do produto. Os tomates do grupo cereja apresentam muitas variedades regionais, com boa tolerância a doenças foliares e pragas (SOUZA, 2003). Em sua maioria, as cultivares deste grupo são híbridas, de crescimento indeterminado, geralmente vigorosas. O número de frutos por cacho floral é muito variável, podendo chegar até mais de 50, com inflorescências muito longas e ramificadas. Os frutos são bastante pequenos, redondos ou compridos, lisos, biloculares e com peso de até pouco mais de 30 g (ROCHA, 2009).

### **3.2. Irrigação em tomateiro**

A rápida expansão demográfica e a diminuição gradativa de terras disponíveis para a agricultura exigem um aumento cada vez maior da oferta de alimentos por meio do incremento da produtividade (MONTE, 2007). A fim de se obter boa produtividade, a disponibilidade hídrica adequada para a cultura de tomate deve ser mantida durante todo o

ciclo (FILGUEIRA, 2003). Bernardo (1995) justifica o uso da irrigação para obtenção do maior número de frutos com padrão comercial, inclusive na cultura do tomate.

A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir uma produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é caso do semiárido brasileiro, onde há deficiência hídrica às plantas, devido à taxa de evapotranspiração ser maior que a de precipitação durante a maior parte do ano. Nessas áreas, sem um manejo adequado da irrigação, é bastante provável que ocorra a salinização do solo (HOLANDA e AMORIM, 1997).

O uso racional da água em regiões áridas e semiáridas é de fundamental importância, principalmente pelo seu alto custo de obtenção (CASTRO et al., 2005). Dessa forma, a irrigação pode ser uma poderosa medida adaptativa no Brasil devido à disponibilidade de água e solos adequados, pois o país detém 12% das reservas de água doce do planeta e possui aproximadamente 30 milhões de hectares que se configuram como solos potencialmente aptos para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada (dos quais apenas 4,4 milhões de hectares estão em produção com técnicas e sistemas de irrigação) (CUNHA et al., 2013).

Juntamente com as políticas públicas de uso dos recursos hídricos, a utilização correta da irrigação de forma a manejar eficientemente a água, os fertilizantes e outros insumos, é essencial para a manutenção do suprimento de alimentos, em equilíbrio com a sua crescente demanda, garantindo a conservação do meio ambiente. Dessa forma, o estudo de princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ocorrer de forma sustentável (MONTE, 2007).

### **3.3. Uso de águas salinas na agricultura**

No ambiente semiárido brasileiro, devido à escassez de águas superficiais, o grande desafio é promover o abastecimento de água às famílias rurais e garantir a produção de alimentos (GOMES et al., 2011). Desta forma, vem aumentando a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, priorizando o uso intensivo de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos (AYERS e WESTCOT, 1999).

Hoje, no cultivo do tomate, a grande preocupação está centrada na degradação dos solos como resultado do excesso de sais presentes na água de irrigação, quando, independentemente do sistema de aplicação ou do método utilizado e mesmo com água de boa qualidade, sais são transportados aos solos com esta prática (MEDEIROS et al., 2011). Em decorrência disto, o impacto potencial do uso de água salina, além da adição de sais



solúveis, é também o perigo de sodificação das terras irrigadas, ocasionando depauperamento físico do solo, provocado pela dispersão das argilas, como aumento da resistência à aeração, limitação da infiltração e complicações no manejo (LEITE et al., 2007).

O uso de águas salinas pode limitar a produção agrícola sobretudo em regiões com altas taxas de evaporação e distribuição irregular das pluviosidades, condições em que os sais se depositam no solo e se acumulam sempre que a água evapora ou é consumida pelas plantas (MEDEIROS, et al., 2011). Porém existem amplas evidências de que águas de alta salinidade podem ser usadas na irrigação de várias culturas selecionadas em certas condições (LIMA, 2013),

A salinidade não afeta igualmente todas as culturas; algumas produzem rendimentos aceitáveis em altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos cuja diferença se deve à melhor capacidade osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (MEDEIROS et al., 2012).

A salinidade limiar é o nível máximo de salinidade da zona radicular que pode ser tolerado pelas plantas sem afetar negativamente seu desenvolvimento (MAAS e HOFFMAN, 1977). De acordo com Medeiros et al. (2012), a salinidade máxima do extrato de saturação do solo tolerada pelo tomateiro é de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , classificada como moderadamente sensível, embora possa existir resposta diferenciada à salinidade entre as diferentes cultivares.

A utilização de águas salinas na irrigação pode, então, representar risco para a produção agrícola das culturas. Em certos casos essas águas promovem alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo, em proporções que desfavorecem o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas (LIMA, 2013).

### **3.4. Efeito da salinidade sobre as plantas**

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois apresenta atividade osmótica, retendo a água, além da ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em uma solução salina, de maneira que o aumento da concentração dos sais torna a água cada vez menos disponível para a planta. Um excesso de  $\text{Na}^+$  e, sobretudo, um excesso de  $\text{Cl}^-$  no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico ( $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  em relação ao  $\text{Na}^+$ ), bem como o efeito específico dos íons sobre as enzimas e membranas (LARCHER, 2000).

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das plantas (FREIRE et al., 2014). Os efeitos dos sais

sobre as plantas são de natureza osmótica, tóxica ou nutricional (COSTA et al., 2013; SÁ et al., 2013). Esses estresses refletem negativamente no crescimento e no desenvolvimento dos vegetais de modo especial pela redução da área foliar, da atividade fotossintética e da capacidade produtiva das plantas, em geral (DINIZ NETO et al., 2014).

O principal efeito dos sais é osmótico, já que o alto nível de sais no solo dificulta a absorção de água pelas plantas (LIMA, 2013). A presença de sais na solução do solo faz com que as forças de retenção, por seu efeito osmótico, aumentem, ocasionando o problema de escassez de água na planta. O aumento da pressão osmótica provocado pela salinidade poderá atingir um nível em que as plantas não mais terão forças de sucção para superá-la e, conseqüentemente, a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido. Dependendo do grau de salinidade, a planta, ao invés de absorver, poderá até perder a água que se encontra no seu interior (PARIDA e DAS, 2005).

Os efeitos favorecidos pela toxicidade ocorrem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez por excesso de sais absorvidos (DIAS et al., 2005). Dentre os íons que podem provocar toxidez, os mais evidentes nos solos salinos são o sódio e o cloreto, em que a toxicidade mais frequente é a provocada pelo cloreto, seguida do sódio e do boro (AYERS e WESTCOT, 1999). Após a absorção dos sais pelas plantas, as concentrações de íons prejudiciais, particularmente  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$ , se acumulam nas células, ocasionando a toxicidade iônica. A alta relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  e a alta concentração de sais totais inativam algumas enzimas e inibem a síntese proteica (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Em geral, os efeitos de natureza nutricional da salinidade (efeitos indiretos) ocorrem devido à concentração elevada de sódio ou outros cátions na solução, que interferem na disponibilidade de outros elementos, afetando, indiretamente, o crescimento e o desenvolvimento das plantas (MEDEIROS e GHEYI, 1997), ou seja, o excesso de um íon pode provocar deficiência de outro em virtude da precipitação ou inibição, afetando a planta pela falta do elemento precipitado e não pelo excesso de outro íon (GHEYI et al., 1991). Desta forma, as elevadas concentrações de íons específicos, como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , podem provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, sendo frequente a deficiência de outros íons como potássio, cálcio, magnésio, fosfato e nitrato (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990).

Se os efeitos adversos osmótico e íon-específico da absorção de sais excedem o nível de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias. A fotossíntese é limitada não somente devido ao fechamento estomático, mas, também, pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte de elétrons e sobre os processos secundários. Os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais de forma que a taxa

de crescimento e a produção de biomassa são bons critérios para a avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de superar o estresse salino (LARCHER, 2000).

Buscando um conhecimento mais concreto acerca dos efeitos da salinidade no tomate tipo cereja, alguns autores têm realizado estudos neste enfoque, tais como Medeiros et al. (2011), que observaram redução no índice de velocidade de emergência, na altura das plantas, no número de folhas, na área de raízes e na fitomassa seca das raízes e da parte aérea do tomateiro tipo cereja quando ocorreu aumento da salinidade de água de irrigação.

Medeiros et al. (2012) verificaram que os componentes de produção (produção total e comercial, número de frutos totais e comerciais) da cultura do tomate cereja foram reduzidos devido ao aumento dos níveis de salinidade do solo. Os autores também concluíram que as maiores taxas de perda de frutos ocorreram nos níveis mais elevados de salinidade. Gomes et al. (2011) constataram que o incremento da água de rejeito salino no preparo da solução nutritiva de sistema hidropônico reduz o crescimento do tomate cereja cultivado em fibra de coco, em todo o ciclo da cultura, em sistema hidropônico.

### **3.5. Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade**

Para suportar o estresse salino, as plantas têm desenvolvido mecanismos complexos que contribuem para a adaptação aos estresses osmótico e iônico, provocados pela alta salinidade (SILVA et al., 2009a). De acordo com Costa et al. (2003), as plantas podem adaptar-se aos altos níveis de sais, restringindo a entrada dos íons nas raízes, ou os impedindo de chegarem às folhas através do xilema ou, ainda, sequestrando no vacúolo os íons que chegam às folhas quando a absorção e o transporte dos íons não são impedidos. Os autores afirmam que o objetivo final desses mecanismos de tolerância é manter uma concentração citosólica de sódio relativamente baixa e uma alta relação  $K^+/Na^+$ .

Um mecanismo utilizado pelos vegetais em condições de elevada salinidade, é o ajustamento osmótico; trata-se da capacidade das células vegetais de acumular solutos e usá-los para diminuir o potencial hídrico durante períodos de estresse osmótico (TAIZ e ZEIGER, 2013), ou seja, é o acúmulo intracelular de solutos osmoticamente ativos em resposta às condições de estresse hídrico ou salino, contribuindo para a continuidade dos processos fisiológicos ainda que em níveis menores de atividades (VERSLUES e BRAY, 2004).

De acordo com Silva et al. (2009a), o ajustamento osmótico é, usualmente, acompanhado pela absorção de íons inorgânicos e pela acumulação de solutos orgânicos compatíveis (osmoprotetores) cujos íons inorgânicos são sequestrados no vacúolo enquanto os solutos orgânicos são compartimentalizados no citoplasma para balancear o baixo potencial

osmótico nos vacúolos. Fernandes (2005) afirma que no ajustamento osmótico íons se acumulam no vacúolo e alguns solutos se acumulam no citoplasma para manter o equilíbrio de potencial hídrico dentro da célula e os principais solutos são prolina (aminoácido), sorbitol (açúcar) e glicina betaina (uma amina quaternária).

No que diz respeito aos movimentos iônicos, as plantas possuem diferentes mecanismos de tolerância variando imensamente de acordo com os diversos fatores internos e externos, que são apresentados em três níveis de organização: planta inteira, organela e molecular (LIMA et al., 2013).

Em nível de planta inteira, a tolerância depende da habilidade da planta em controlar o transporte de sal em cinco pontos específicos: 1- Seletividade no processo de absorção pelas células das raízes; 2 - Carregamento do xilema preferencialmente com  $K^+$ , mais do que com  $Na^+$ ; 3 - Remoção do sal do xilema na parte superior das raízes, caule, pecíolo ou bainhas foliares; 4 - Retranslocação de  $Na^+$  e  $Cl^-$  no floema, garantindo a ausência de translocação para tecidos da parte aérea em processo de crescimento; e 5 - Excreção de sais através de glândulas ou pelos vesiculares, presentes apenas nas halófitas. A tolerância em glicófitas depende dos três primeiros mecanismos, sendo que os quais ocorrem em diferentes graus, em função da espécie e/ou da cultivar (MUNNS et al., 2002).

A capacidade de exclusão e/ou compartimentalização de sais das plantas é, portanto, limitada, pois acima do nível de salinidade limiar no meio externo esta capacidade se torna saturada e o mecanismo de exclusão resulta em altas taxas de transporte de  $Na^+$  ou de  $Cl^-$ , ou ambos, para as brotações (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990).

De acordo com Muuns et al. (2002), o controle no nível de organela ocorre com manutenção dos íons fora das células e com a compartimentalização dos íons para os vacúolos celulares, impedindo-os que entrem em contato com as enzimas, caso em que deve ocorrer, paralelamente, o acúmulo de íons potássio e de solutos compatíveis, como prolina e glicina-betaina, no citoplasma, para balancear a pressão osmótica dos íons no vacúolo; e, no nível molecular, o controle ocorre através dos canais transportadores de íons que os carregam para fora da célula e até mesmo não permitem sua entrada no meio intracelular. Como não há transportadores específicos para o íon sódio, ele compete com outros cátions, principalmente com o íon potássio, através de transportadores de alta afinidade pelo íon potássio ou daqueles de baixa afinidade, esses fortemente influenciados pelo íon cálcio.

Segundo Maas e Nieman (1978), as plantas possuem mecanismos morfológicos e fisiológicos de adaptação à salinidade elevada, tais como redução na área foliar (COELHO et al., 2014) e no número de folhas, diminuindo, assim, sua superfície transpirante, como

alternativa para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração (SIQUEIRA et al., 2005); abscisão de folhas velhas que acumulam quantidades consideráveis de sais (WILLADINO e CAMARA, 2005); fechamento estomático, para minimizar as perdas de água por transpiração, o que resulta em uma taxa fotossintética menor, constituindo-se em uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condições de estresse salino (COELHO et al., 2014); os pelos vesiculares, que são células epidérmicas modificadas que acumulam sais no protoplasto e morrem e depois são substituídos por novos pelos (WILLADINO e CAMARA, 2005); dentre outros.

### **3.6. Adubação orgânica em tomateiro**

O uso eficiente dos recursos naturais nos sistemas de produção é fundamental para alcançar a sustentabilidade do sistema produtivo (MAROUELLI et al., 2011). De acordo com Pereira et al. (2009), a adubação orgânica melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, sendo, de acordo com Araújo et al. (2011), uma solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida.

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, em decorrência da liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora este material dependa essencialmente da sua taxa de decomposição controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da composição química do material orgânico utilizado (MUELLER et al., 2013).

Segundo Alves et al. (2000), o uso de húmus de minhoca na adubação proporciona aumentos na produção das culturas. Pereira et al. (2013b) asseguram que o húmus de minhoca se trata de um fertilizante orgânico obtido pela decomposição aeróbia controlada, produzindo um composto de boa qualidade, riquíssimo em macro e micronutrientes, não apresentando acidez e com elevada taxa de mineralização de N. Segundo Longo (1995), o húmus de minhoca é, em média, 70% mais rico em nutrientes que os húmus convencionais, em que o teor de N é quase cinco vezes maior, enquanto o P é sete, o K é onze e o Mg é três vezes maior.

O húmus de minhoca, também chamado vermicomposto, produzido pelas minhocas a partir da decomposição aeróbica de diversos materiais, tem sido bastante utilizado como fonte de adubação. Quimicamente, auxilia na disponibilidade de nitrogênio, cálcio, potássio, magnésio e fósforo; atua positivamente nas características físicas, como a aeração, drenagem, retenção de água e nutrientes, e biologicamente propicia a ativação microbológica e o incremento da bioestrutura do solo (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2007).

São escassos os estudos acerca do tomate tipo cereja submetido à adubação orgânica, especificamente com húmus de minhoca. Oliveira et al. (2013a) observaram que o húmus de minhoca e o composto orgânico são eficientes como substratos para a produção de mudas de tomateiro. Em outro estudo, Oliveira et al. (2011b) constataram, analisando o crescimento inicial do tomateiro sob diferentes tipos e concentrações de matéria orgânica, que o tratamento com húmus de minhoca na proporção de 10% favoreceu maiores valores de altura das plantas e diâmetro do caule.

Beckmann-Cavalcante et al. (2007) concluíram que a adubação à base de vermicomposto proporciona produção de frutos de tomateiro em níveis de produtividade equivalentes aos obtidos com a utilização de adubo mineral. Samawat et al. (2001) observaram, estudando o efeito de três níveis de adubação química e cinco níveis de vermicomposto na cultura do tomate sobre o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas, massa e número de frutos, que o efeito do vermicomposto foi maior no crescimento da raiz do que no crescimento da parte aérea.

Medeiros et al. (2011) verificaram, em experimento com tomate cereja sob irrigação salina e adubação com biofertilizantes, que os biofertilizantes proporcionaram maior índice de velocidade de emergência e maior crescimento das plantas em relação aos tratamentos sem os respectivos insumos e que nos tratamentos com biofertilizantes e irrigação com águas salinas o nível salino do solo foi maior que no solo sem os respectivos insumos. Os autores justificaram que as superioridades podem ser resultado da ação positiva dos biofertilizantes que estimulam a liberação de substâncias húmicas em solos não salinos e a proliferação de microrganismos no solo, aumentando o grau de disponibilidade de nutrientes às plantas, mostrando a influência positiva do biofertilizante ao reduzir o efeito depreciador da salinidade sobre a cultura do tomate.

### **3.7. Adubação mineral em tomateiro**

Entre as principais tecnologias utilizadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade dos cultivos, o suprimento nutricional vem-se destacando como forma de melhoria na produção das culturas e atenuação dos efeitos do estresse salino (NOBRE et al., 2013c). Chaves et al. (2011) afirmam que a adubação é uma das principais tecnologias utilizadas para incrementar a produção das plantas. Segundo Carvalho et al. (2013), a nutrição mineral é um fator capaz de ser manipulado com relativa facilidade e o estado nutricional das plantas pode determinar até sua maior ou menor predisposição às doenças.

Em condições salinas, o excesso de um íon pode provocar deficiência de outro, alterando, desta forma, os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. A interação entre salinidade e nutrição mineral torna-se mais complexa em razão das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos (água e solo) aos quais as plantas são submetidas, bem como das diferentes respostas das plantas tanto em relação à salinidade como no tocante à eficiência na aquisição de nutrientes do solo (LACERDA, 2005). Existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma absorção maior de cloreto, pela planta (KAFKAFI, 1984).

A adição de nutrientes no cultivo do tomate é de grande importância na maioria dos solos brasileiros, que são de baixa fertilidade natural. Novas tecnologias de correção e adubação são fundamentais para garantir produtividades econômicas e viáveis ao produtor (LUZ et al., 2010).

No estudo de Samawat et al. (2001), constatou-se que o maior nível de adubação química combinado com vermicomposto, proporcionou os maiores crescimentos de raízes e as maiores massas da parte aérea das plantas de tomate. Mueller et al. (2013) concluíram, em seu estudo, que as maiores produtividades comerciais de tomate são obtidas com a aplicação somente da adubação mineral ou com a aplicação de adubo orgânico complementado com adubo mineral, ou seja ( $100,1 \text{ t ha}^{-1}$ ), na safra 2007/08; a adubação orgânica com cama de aviário sem a suplementação da adubação mineral, não permite obter produtividades comerciais de tomate semelhantes à adubação mineral, alcançando apenas a produtividade máxima estimada de  $86,9 \text{ t ha}^{-1}$  de frutos de tomate, na safra 2007/08.

### **3.8. Importância das análises de crescimento e de trocas gasosas nas plantas**

Pesquisas envolvendo o crescimento e a fisiologia das plantas são importantes para subsidiar o desenvolvimento científico e tecnológico, objetivando aumentar a eficiência do cultivo, incrementando a produção das culturas (OLIVEIRA et al., 2012). A análise quantitativa do crescimento é o primeiro passo na análise de produção vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem necessidade de equipamentos sofisticados, sendo estas informações obtidas de forma direta de acordo com a dinâmica de produção de biomassa vegetal (FLOSS, 2004).

A redução no crescimento das plantas está relacionada à diminuição da atividade fotossintética, o que pode ser resultante do aumento na resistência difusiva estomática (PAIVA et al., 2005), pelo fato dos estômatos constituírem a principal via de troca gasosa

entre as folhas e o meio externo (AMARAL et al., 2006). De acordo com Ferraz (2012), a mensuração de variáveis fisiológicas nas plantas pode auxiliar na identificação de estresses de natureza biótica e abiótica, proporcionando aos produtores e à comunidade científica maior segurança no momento de fazer intervenções estratégicas visando à contenção do agente estressante em tempo hábil.

É de fundamental importância o estudo de variáveis fisiológicas no tomateiro tipo cereja, dentre elas, a condutância estomática, já que, para realização da fotossíntese, o dióxido de carbono precisa ser difundido da atmosfera para a folha, através dos estômatos, até chegar ao estroma dos cloroplastos, onde serão formados carboidratos (TAIZ e ZEIGER, 2013). Com o fechamento estomático, as plantas não só reduzem as perdas de água por transpiração, como também reduzem o suprimento de CO<sub>2</sub> para as folhas e, como consequência, a produção de biomassa é comprometida (SILVA et al., 2013a).

Em condições de estresse salino, reduções no crescimento e nas trocas gasosas das plantas têm sido reportadas por diversos autores (COELHO et al., 2013; COELHO et al., 2014; DINIZ NETO et al., 2014; FREIRE et al., 2010; FREIRE et al., 2014; GOMES et al., 2011; MEDEIROS et al., 2011; NOBRE et al., 2013b; OLIVEIRA et al. 2010; SÁ et al., 2013; SILVA et al., 2013c). Neves et al. (2009) afirmam que, com altos níveis de sais no solo, ocorre estresse osmótico, que reduz a disponibilidade de água para os vegetais e pode, em consequência, afetar as trocas gasosas nas plantas. Segundo Ferreira et al. (2007), o estresse salino também provoca problemas de toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores.

O estudo do crescimento das plantas sob diferentes fontes de adubação é de fundamental importância, pois, de acordo Epstein e Bloom (2006), os desarranjos metabólicos causados pelas deficiências de nutrientes eventualmente se manifestam em anormalidades visíveis, como alterações morfológicas. Para Prado et al. (2010), um dos principais fatores que determinam o lucro do empreendimento agrícola é o estado nutricional adequado da planta, tornando-se necessário conhecer se as mesmas estão ou não bem nutridas, pois é do adequado estado nutricional que depende a produção da cultura.

Além do crescimento, as trocas gasosas dos vegetais também são afetadas negativamente em condições de falta de nutrientes, pois, de acordo com Grassi e Magnani (2005), o aumento da concentração interna de CO<sub>2</sub> nas folhas pode estar relacionado a fatores como a redução da atividade e concentração da Rubisco, fotoinibição, taxa de transferência de elétrons e redução da eficiência fotoquímica do fotossistema II, que são processos bastante comuns em plantas sob deficiência nutricional.



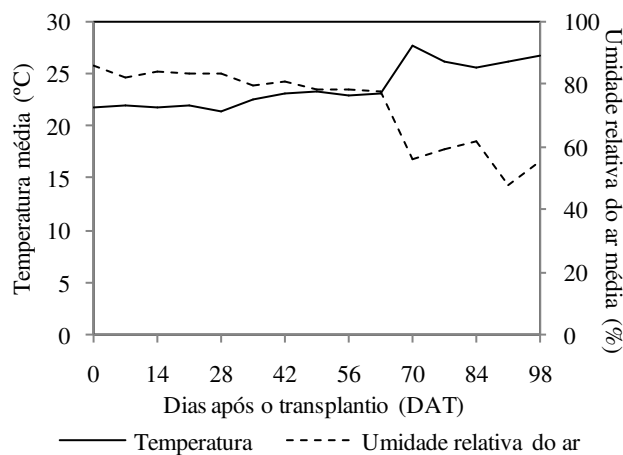
Inúmeros autores também têm observado reduções no crescimento vegetativo e na fisiologia das plantas sob diferentes formas de adubação (FERNANDES et al. 2010; FREIBERGER et al., 2013; MEDEIROS et al., 2011; NOBRE et al., 2013b; OLIVEIRA et al., 2013a; PEREIRA et al.; 2013a; PRADO et al., 2010). Dessa forma, faz-se necessária a realização de estudos sobre o crescimento e as trocas gasosas do tomateiro tipo cereja sob salinidade hídrica e formas de adubação, pois alterações morfofisiológicas, conseqüentemente, poderão resultar em alterações na produtividade da cultura (NOBRE et al., 2013b).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização do experimento e variação climática

O experimento foi conduzido em casa de vegetação entre julho e novembro de 2013, na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, localizada no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situada no município de Campina Grande, Paraíba, cujas coordenadas geográficas são 7°12'52" S e 35°54'24" W. O município, que está numa altitude de 551 metros, possui clima equatorial semiárido, com temperatura média de 25 °C e umidade relativa do ar variando entre 72 e 91%.

Na Figura 1 pode-se observar os valores de temperatura e umidade relativa do ar médias, registradas durante o período experimental utilizando-se um instrumento 'Datalogger' portátil, instalado dentro da casa de vegetação.



**Figura 1.** Médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental. Campina Grande/PB, 2013

### 4.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos pela combinação dos seguintes fatores: cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (S1 = 0,5; S2 = 1,5; S3 = 2,5; S4 = 3,5 e S5 = 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e três formas de adubação (A1 = testemunha sem adubação; A2 = Adubação química e A3 = Adubação com húmus de minhoca).

A adubação química dos tratamentos A2 foi feita com base na recomendação pela análise de solo (CAVALCANTI, 2008), utilizando-se, na fundação, 0,15 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (correspondente a 0,81 g de superfosfato simples), 0,16 g de K<sub>2</sub>O (correspondente a 0,27 g de cloreto de potássio) e 0,12 g de N (correspondente a 0,27

g de ureia) por parcela e na cobertura, após 30 dias, aplicou-se 0,16 g de  $K_2O$  (0,27 g de cloreto de potássio) e 0,32 g de N (0,72 g de ureia) por parcela. Nos tratamentos correspondentes a A3 foi utilizado 1 L de húmus de minhoca por parcela, correspondente a 10% do volume do solo, aplicado na fundação (MAIA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2011b).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (4 blocos), em arranjo fatorial 5 x 3, com quatro repetições, totalizando 60 parcelas; cada vaso foi constituído de duas plantas úteis, resultando no total de cento e vinte plantas experimentais, em fileira simples, espaçadas 1,0 m entre fileiras e 0,35 m entre plantas.

#### 4.3. Preparo das mudas de tomateiro cereja

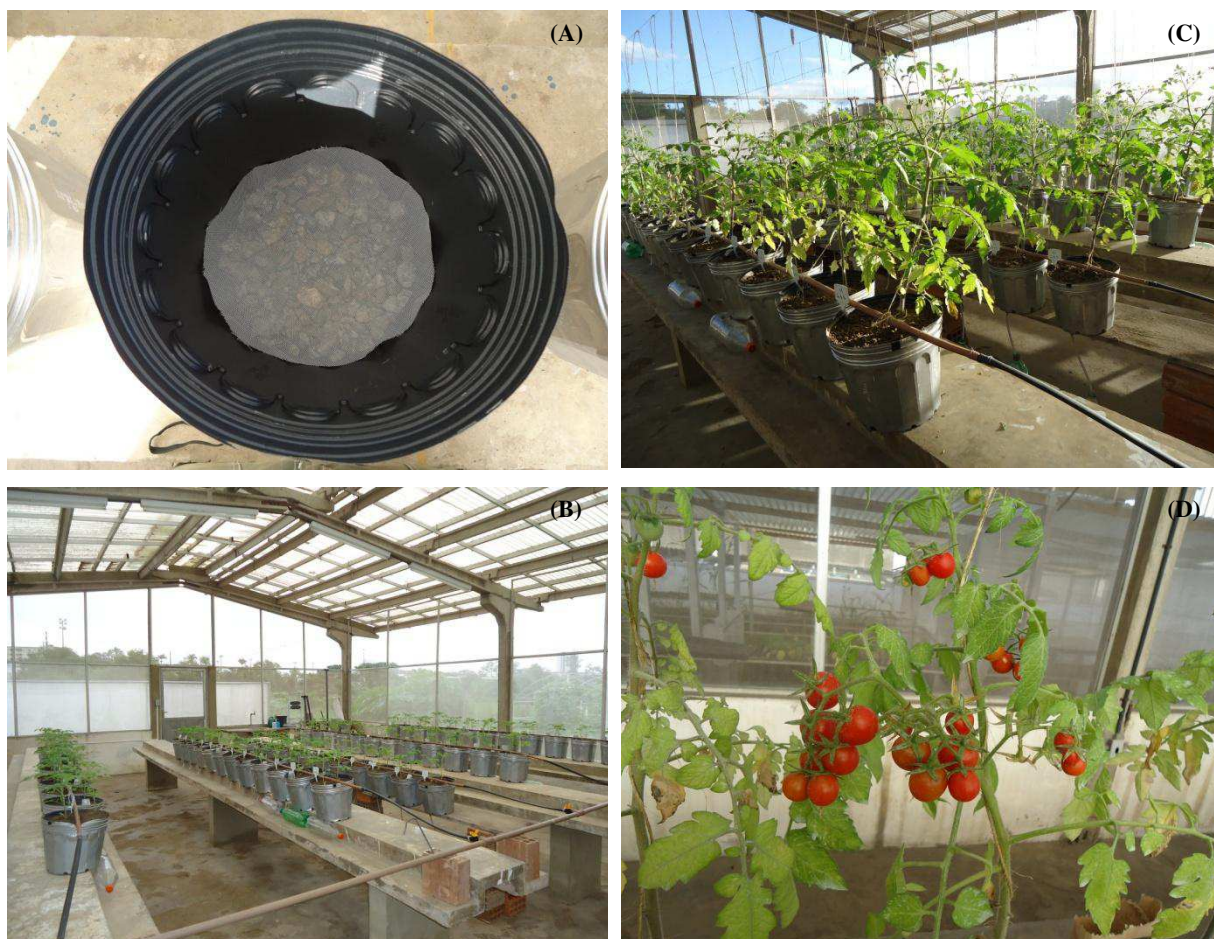
As mudas foram preparadas em tubetes com capacidade volumétrica de 280 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato comercial, composto por terra vegetal, coco verde triturado, cavaco de madeira, esterco de curral e adubo químico. Foram utilizadas sementes comerciais de tomate tipo cereja, obtidas em mercado local no município de Campina Grande/PB. Foram adotadas cinco sementes por tubete as quais foram semeadas em uma profundidade padrão de 0,01 m da superfície do solo. Aos 4 dias após a emergência (DAE) das plântulas, realizou-se o desbaste, escolhendo-se, preferencialmente, a plântula mais vigorosa de cada recipiente e se eliminando as demais. As mudas foram mantidas nos tubetes até os 15 DAE e, a partir deste momento, foram selecionadas para realização do transplântio (Figura 2).



**Figura 2.** Produção de mudas de tomateiro tipo cereja (A) e transplântio (B). Campina Grande/PB, 2013

#### 4.4. Instalação e condução do experimento

Foram coletadas amostras simples de solo, que, em seguida, foram submetidas a um processo de homogeneização, obtendo-se, ao final de tal processo, uma amostra completa, para posterior realização de análises física e química. Em seguida, foi feita a adubação de fundação com o húmus de minhoca nas parcelas correspondentes e o solo foi inserido nos vasos de polietileno, com capacidade volumétrica individual para 11 L, que ficaram sobre bases de aproximadamente 1 m de altura. Em cada vaso, foram feitas perfurações na base e adicionada uma camada de 3 cm de brita coberta com tela de polipropileno para permitir a drenagem do excesso de água aplicada nas irrigações (Figura 3). Na Figura 3, também observa-se uma vista panorâmica do experimento no período inicial e no início da frutificação e uma planta no período de maturação dos frutos.



**Figura 3.** Vasos utilizados no experimento com brita e tela de propileno para facilitar a drenagem do excesso de água aplicada nas irrigações (A), visão geral do experimento logo após o transplântio das mudas (B) e no início da frutificação das plantas (C) e planta de tomateiro tipo cereja no período de maturação de frutos (D). Campina Grande/PB, 2013.

Transcorridos 28 dias após a adubação com o húmus, com posse da análise físico-química do solo, foi feita a adubação química, aplicando-se 0,15 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,16 g de K<sub>2</sub>O e 0,12 g de N em cada parcela correspondente aos tratamentos com adubação mineral. Dois dias depois, o teor de umidade do solo foi elevado à capacidade de campo (CC) e foi realizado o transplântio das mudas, adotando-se duas plantas por vaso. Aos 20 dias após o transplântio (DAT) das mudas, foi escolhida uma planta por vaso e realizou-se o desbaste, para realização de análises destrutivas de fitomassa, deixando-se, a partir daí, uma única planta por vaso. Nesse período, devido às plantas já estarem com uma altura considerável, foi realizado o tutoramento, para evitar tombamentos.

#### 4.5. Características físico-químicas do solo

Utilizou-se, no experimento, um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco arenosa, coletado no distrito de São José da Mata, PB. As amostras foram coletadas na camada superficial do solo e após serem secadas ao ar, foram encaminhadas ao laboratório e caracterizadas quanto aos aspectos físicos (Tabela 1) e químicos (Tabela 2).

**Tabela 1.** Características físicas do solo utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja submetido à irrigação com água salinizada e adubação mineral e orgânica. Campina Grande/PB, 2013

Análise de Solo	
Características Físicas	Profundidade (cm)
	0-40
<b>Granulometria - %</b>	
Areia	84,02
Silte	7,93
Argila	8,05
<b>Classificação Textural</b>	
	Areia Franca
<b>Densidade do Solo - g cm<sup>-3</sup></b>	1,49
<b>Densidade de Partículas - g cm</b>	2,63
<b>Porosidade - %</b>	43,85
<b>Umidade - %</b>	
Natural	4,27
10,13 kpa	20,33
33,43 kpa (CC)	17,01
1519,87 kpa (PMP)	2,08
<b>Água Disponível</b>	14,93

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade da UEAG/CTRN/UFCG. Campina Grande/PB, 2013

**Tabela 2.** Características químicas do solo utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja submetido à irrigação com água salinizada e adubação mineral e orgânica. Campina Grande/PB, 2013

Análise de Solo - Fertilidade/Salinidade	
Características Químicas	Profundidade (c)
	0 - 40
Cálcio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	1,55
Magnésio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	1,00
Sódio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	0,14
Potássio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	0,25
S (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	2,94
Hidrogênio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	1,86
Alumínio (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	0,00
T (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo)	4,80
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico - %	0,37
Matéria Orgânica - %	0,64
Nitrogênio - %	0,03
Fósforo Assimilável (mg Kg <sup>-1</sup> )	8,00
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,45
CE – dS m <sup>-1</sup> (Suspensão Solo-Água 1:2,5)	0,15
Extrato de Saturação - pH	5,13
Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,50
Carbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,80
Sulfato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ausência
Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	4,87
Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,38
Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,60
Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,56
Porcentagem de Saturação	25,00
Relação de Adsorção de Sódio (mmol L <sup>-1</sup> )	1,08
PST	12,86
Salinidade	Normal
Classe do Solo	Normal

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade da UEAG/CTRN/UFCG. Campina Grande/PB, 2013

#### 4.6. Preparo das águas salinizadas e irrigação

As águas salinizadas foram preparadas a partir da dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local cuja quantidade (C) foi determinada com base na equação de Rhoades et al. (2000), sendo  $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa}$  (dS m<sup>-1</sup>), em que a CEa representa o valor pré-estabelecido da condutividade elétrica da água.

As águas com diferentes níveis de CEa foram acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade volumétrica para 200 L. As irrigações com águas salinizadas se iniciaram a partir do quinto dia após o transplântio das mudas e foram realizadas em um turno de rega de três dias, de forma manual, com recipiente plástico graduado em milímetros. Os volumes de água foram aplicados de acordo com a necessidade hídrica das plantas determinada pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de fração de lixiviação de 0,10.

#### 4.7. Controle fitossanitário

O controle de pragas e doenças foi realizado com a aplicação de defensivos comerciais (fungicida e inseticida) diluídos em água, nas concentrações recomendadas pelos fabricantes para a cultura do tomateiro, de forma preventiva. As aplicações foram realizadas utilizando-se pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 20 L e bomba tipo pistão com diâmetro do bico de 34 mm, antes do transplântio das mudas (Figura 4A) e aos 10 DAT (Figura 4B).



**Figura 4.** Aplicação de fungicida antes do transplântio das mudas (A) e aplicação de inseticida para prevenir a incidência de pragas durante a condução do experimento (B). Campina Grande/PB, 2013

No interior das unidades experimentais foi realizado, de forma manual, o controle de plantas invasoras durante o período de condução do experimento com o objetivo de neutralizar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

## 4.8. Variáveis analisadas

### 4.8.1. Crescimento

As variáveis de crescimento das plantas foram mensuradas aos 0, aos 20, aos 35 e aos 50 dias após o transplântio das mudas (DAT).

#### 4.8.1.1. Altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas

A altura de planta (AP) foi medida do colo da planta até o broto terminal, em cm. O diâmetro do caule (DC) foi mensurado com uso de um paquímetro graduado em mm, na região do colo da planta. O número de folhas (NF) foi obtido mediante contagem.

#### 4.8.1.2. Área foliar

A área foliar das plantas foi mensurada aos 20 DAT com auxílio de um medidor de áreas de bancada, modelo LI-COR - LI-3100C (Figura 5).



**Figura 5.** Medição da área foliar em tomateiro tipo cereja, utilizando-se um medidor de áreas de bancada, modelo LI-COR - LI-3100C. Campina Grande/PB, 2013.

#### 4.8.1.3. Taxas de crescimento absoluto e relativo

De posse dos dados de altura de planta e diâmetro do caule, foram determinadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e as taxas de crescimento relativo (TCR) em altura de planta e diâmetro caulinar (entre 0-20, 20-35 e 35-50 DAT), estimadas através das relações apresentadas por Benincasa (2003) e Floss (2004):

$$TCA = \frac{M2 - M1}{t2 - t1}$$



Em que M1 é a medida da altura ou diâmetro na época um (t1) e M2 é a medida realizada em intervalos até a época dois (t2). E:

$$TCR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{t2 - t1}$$

Sendo ln, o logaritmo neperiano da medida da altura de planta ou diâmetro do caule na época um (t1) e da medida realizada em intervalos até a avaliação dois (t2).

#### **4.8.1.4. Fitomassa**

As plantas foram coletadas aos 20 DAT e no final do experimento (80 DAT), após o encerramento da colheita, foram separadas em caule e folhas e, em seguida, submetidas à secagem em uma estufa de circulação de ar-forçado e mantidas, a uma temperatura de 65 °C, até o material vegetal atingir peso constante; após a secagem as frações das plantas foram pesadas e se determinaram, em g, os valores de fitomassa foliar (FMF), caulinar (FMC) e da parte aérea (FMA).

#### **4.8.2. Trocas gasosas**

Foram realizadas duas avaliações de trocas gasosas no tomateiro tipo cereja, aos 20 e aos 40 DAT, por meio da mensuração das seguintes variáveis: condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e fotossíntese líquida (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Utilizou-se um analisador de gás infravermelho (IRGA) para mensuração das referidas variáveis adotando-se a terceira folha totalmente expandida.

#### **4.8.3. Produção**

Foram determinadas as seguintes variáveis relacionadas à produção do tomateiro tipo cereja: número de flores por planta (NFL); percentagem de abortamento de flores (PAF), em %; massa de frutos por planta (MFP), em g; número de frutos por planta (NFP); massa média de um fruto (MMF), em g; diâmetro longitudinal do fruto (DLF), em mm; número de cachos por planta (NCP); e número de frutos por cacho (NFC). Para a determinação da MFP e MMF, foi utilizada uma balança analítica  $\pm 0,001$ .

#### **4.9. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em níveis de 5% e 1% de probabilidade de erro. Para as variáveis significativas ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ),

realizou-se análise de regressão linear e polinomial para o fator quantitativo (salinidade) e com relação ao fator qualitativo (adubação), foi aplicado o Teste de Tukey para comparação de médias (SANTOS et al., 2008). Os procedimentos foram realizados com auxílio do *software* SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Variáveis relacionadas ao crescimento das plantas

#### 5.1.1. Altura de planta, diâmetro caulinar e número de folhas

Com base nos resultados do Teste F (Tabela 3) observa-se, para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF), que não houve efeito significativo na interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação x formas de adubação) nem aos 20 nem aos 35 dias após o transplântio (DAT), indicando que o efeito de um fator não induziu o efeito do outro, ou seja, os efeitos da salinidade foram semelhantes dentro das formas de adubação e vice-versa; entretanto, foram verificados efeitos isolados dos fatores, cuja salinidade afetou significativamente a AP ( $p < 0,01$ ) e DC ( $p < 0,01$ ) em todos os períodos analisados e o NF apenas no período de 35 DAT ( $p < 0,01$ ); por sua vez, as formas de adubação afetaram significativamente todas as referidas variáveis ( $p < 0,01$ ) em todos os períodos analisados.

Aos 50 DAT o crescimento em AP e DC já havia cessado, ou seja, as plantas não obtiveram ganhos significativos nessas variáveis em relação ao período anterior.

**Tabela 3.** Resultados do Teste F para altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) de tomateiro tipo cereja, aos 20, 35 e 50 dias após o transplântio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e de fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F								
	AP			DC			NF		
	20	35	50	20	35	50	20	35	50
Salinidade (S)	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns
Regressão Linear	**	**	**	**	**	**	-	**	-
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-
Adubação (A)	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Interação (S x A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. V. (%)	6,75	11,06	11,38	5,60	6,80	8,29	12,47	16,26	23,97

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$ , respectivamente

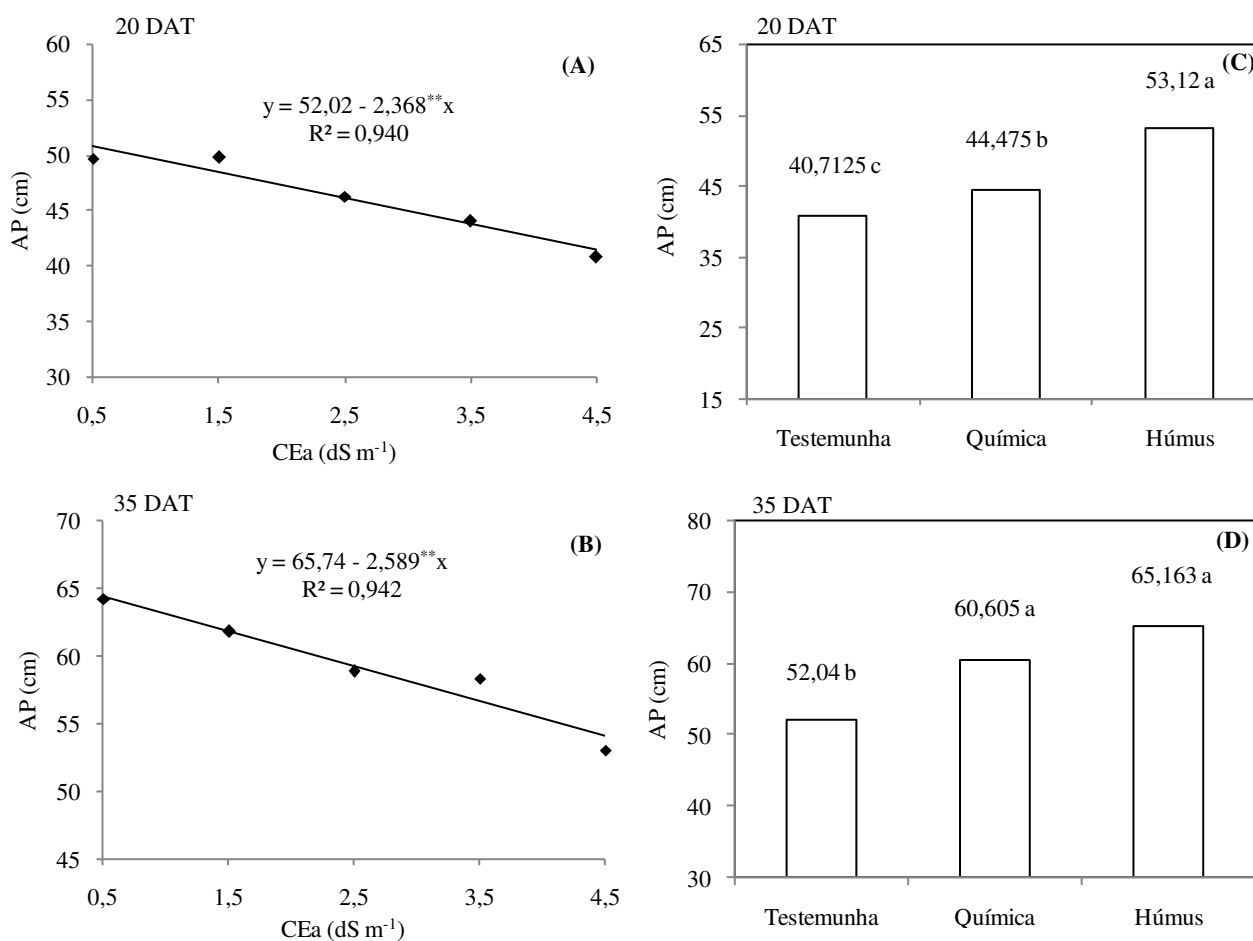
Conforme a equação de regressão, verifica-se que os dados referentes à altura de planta em função dos níveis de salinidade, aos 20 DAT (Figura 6A), se ajustaram ao modelo linear, havendo decréscimo de 4,55% na variável por aumento unitário da CEa, ou seja, houve redução de 9,46 cm na altura das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às submetidas à irrigação com água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Observou-se, também, aos 35 DAT, melhor

ajuste da AP ao modelo linear (Figura 6B), com reduções de 3,93% a cada aumento unitário da CEa e redução total de 10,35 cm na altura das plantas irrigadas entre o maior (4,5 dS m<sup>-1</sup>) e o menor (0,5 dS m<sup>-1</sup>) níveis de salinidade estudados.

A redução do crescimento das plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo a qual ocasiona maior dificuldade de absorção de água e também pela possibilidade da ocorrência de toxicidade iônica em função do acúmulo excessivo de determinados íons (COELHO et al., 2014). Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os observados por Medeiros et al. (2011), que, estudando o crescimento inicial do tomateiro cereja sob irrigação salina e adubação com biofertilizantes, constataram que a altura das plantas foi prejudicada com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação nos tratamentos sem biofertilizantes e com biofertilizante comum, embora este último tenha propiciado resultados mais expressivos que o primeiro.

Dentre as formas de adubação analisadas, independente dos níveis de salinidade, o húmus de minhoca proporcionou maior AP (53,12 cm), aos 20 DAT, superando as alturas de plantas observadas nas testemunhas (40,71 cm) e nas plantas sob adubação química (44,75 cm), em 23,3% e 15,71%, respectivamente. Contudo, a AP das plantas sob adubação mineral superou os valores de AP observados nas testemunhas em 8,45% (Figura 6C). A maior AP ocasionada pelo húmus aos 20 DAT, ocorreu devido, possivelmente, aos diversos efeitos benéficos do material orgânico, tais como melhoria nas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, aumentando, desta forma, o fornecimento de nutrientes às plantas (SANTANA et al., 2012). Percebe-se, assim, que a adubação com húmus foi mais eficiente no crescimento inicial das plantas.

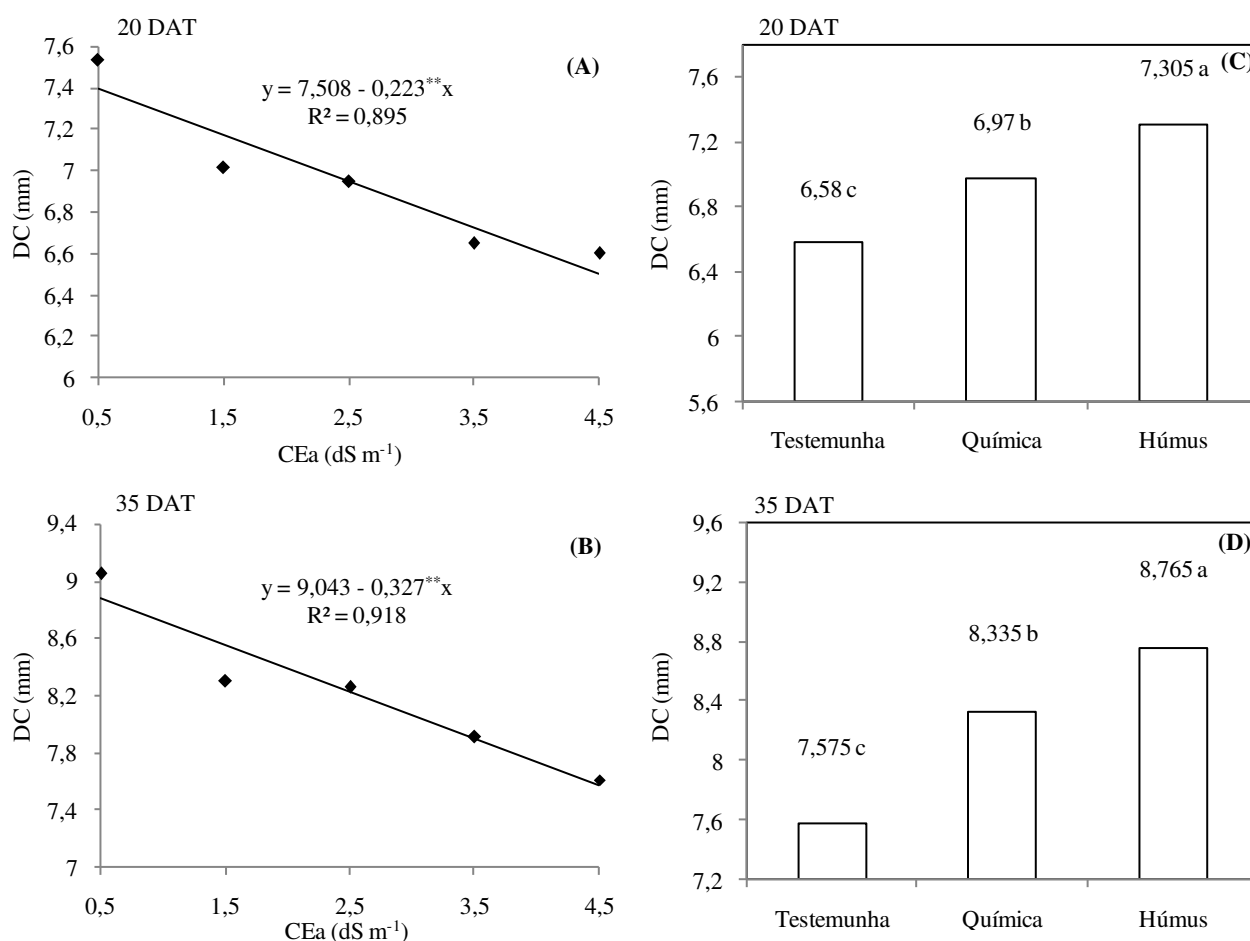
Aos 35 DAT, apesar de a adubação química ter proporcionado menor valor de AP (60,605 cm) em relação à adubação com húmus (65,163 cm), constata-se que não houve diferença estatística entre as duas, indicando uma recuperação na altura das plantas adubadas quimicamente em relação ao período anterior de análises (20 DAT). As plantas sem nenhum tipo de adubação obtiveram altura média de 52,04 cm, sendo menor em 20,13% e 14,13% em relação às alturas das plantas proporcionadas pelo húmus e pela adubação mineral, respectivamente (Figura 6D). O aumento da AP em função da adubação mineral é explicado pelo fornecimento de N, P e K nas condições recomendadas para a cultura (CAVALCANTI, 2008), pois são macronutrientes essenciais que exercem importantes funções fisiológicas nas plantas, tais como: o N é constituinte de todos os aminoácidos, proteínas, nucleotídeos e outros compostos; o P tem papel-chave em todos os metabólitos relacionados com aquisição e utilização de energia; e o K é capaz de ativar numerosas enzimas (PRADO et al., 2010).



**Figura 6.** Altura de planta de tomateiro tipo cereja (AP) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 35 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

No período de 20 DAT, observa-se que houve redução do diâmetro caulinar do tomateiro quando foi acrescida a condutividade elétrica na água de irrigação e, conforme regressão linear (Figura 7A), constatou-se decréscimo na ordem de 2,97% por aumento de cada unidade da CEa, ou seja, ocorreu redução total de 11,88% no DC das plantas irrigadas entre o maior e o menor níveis de salinidade hídrica. Aos 35 DAT (Figura 7B), o diâmetro do caule decresceu 3,61% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, as plantas irrigadas com CEa correspondente a 4,5 dS m<sup>-1</sup> obtiveram redução no DC de 14,46% em relação às que receberam irrigação com água de condutividade elétrica igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>. A diminuição do crescimento do tomateiro ao longo do ciclo é consequência dos altos níveis salinos impostos à cultura, que proporcionaram implicações negativas sobre os processos fisiológicos, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade

meristemática e o alongamento celular, resultando, como consequência, na redução no crescimento das plantas (AYERS e WESTCOT, 1999).



**Figura 7.** Diâmetro caulinar de tomateiro tipo cereja (AP) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 35 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

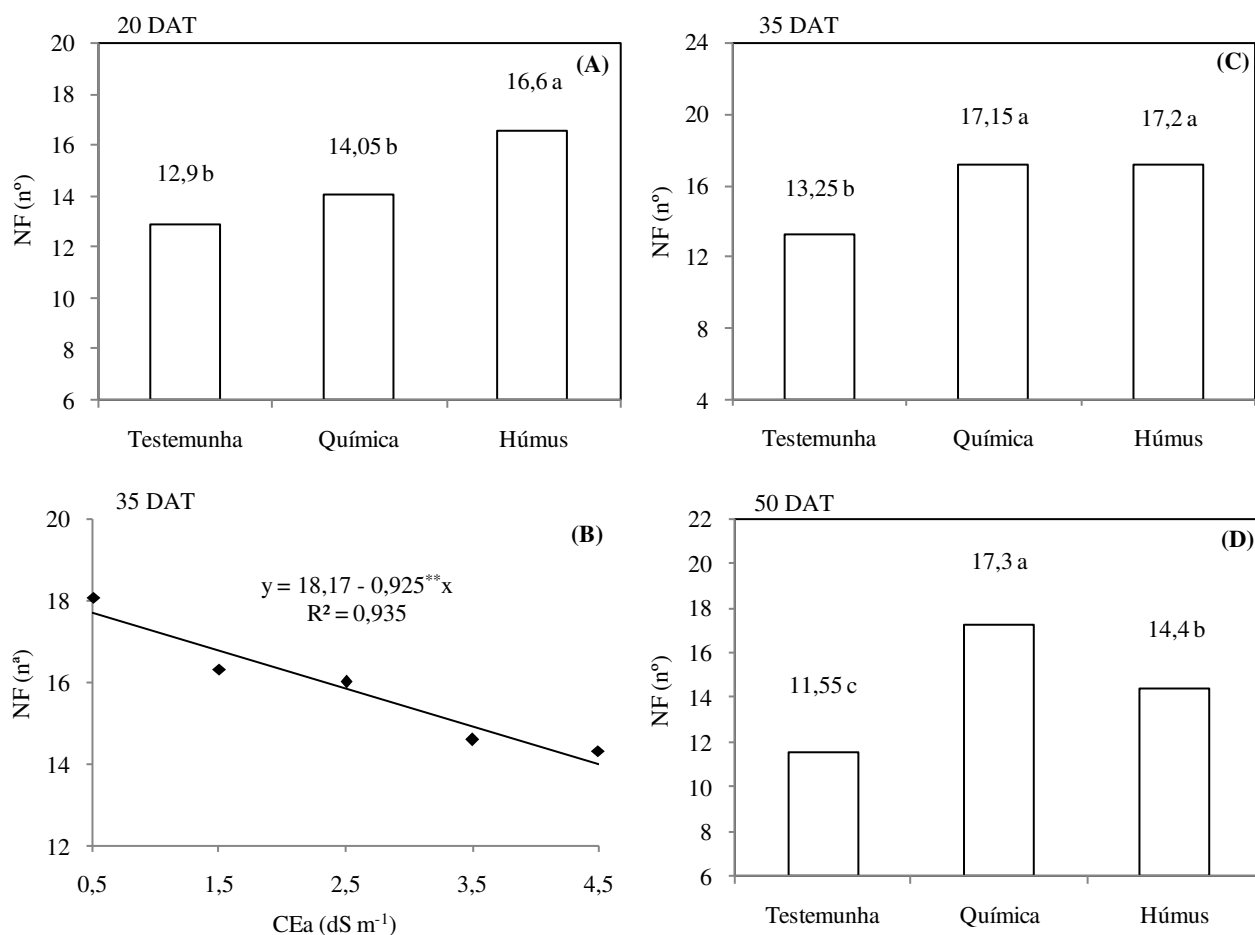
O diâmetro do caule do tomateiro submetido a diferentes formas de adubação, em todas as épocas de avaliação, obteve seus maiores valores quando se utilizou o húmus de minhoca na fundação seguido da adubação química e pela testemunha sem adubação (Figura 7C e D). De acordo com Borchart et al. (2011), o aumento do teor de matéria orgânica promovido pela adição de insumos orgânicos, como húmus de minhoca, pode aumentar a disponibilização de nutrientes à cultura atendendo às exigências nutricionais das plantas e ainda contribuir para a melhoria da capacidade de armazenamento de água no solo e da sua capacidade de troca de cátions, proporcionando melhor aproveitamento, pela cultura, dos nutrientes originalmente presentes no solo, resultando em maior crescimento das culturas.

Com relação ao número de folhas, observou-se que só houve efeito significativo da salinidade hídrica aos 35 DAT (Tabela 3), indicando que durante este período a cultura pode ser mais sensível à salinidade que durante os demais períodos analisados. Pela equação de regressão (Figura 8B) constata-se decréscimo linear do NF na ordem de 5,09% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> sofreram reduções no NF de 20,36% (média de 3,69 folhas) em comparação com as tratadas com água de CEa de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Alterações morfológicas e anatômicas são mecanismos comuns em plantas sob estresse salino (OLIVEIRA et al., 2011a). A diminuição no número de folhas é um exemplo desses mecanismos, pois é reduzida a superfície transpirante da planta como alternativa para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração (SIQUEIRA et al., 2005).

Medeiros et al. (2011) afirmam que as folhas são órgãos sensíveis, que reduzem em tamanho e número na presença de concentrações elevadas de sais, visto que provocam redução ou inibição da divisão e expansão celular, o que pode ocasionar senescência foliar. Esses autores, avaliando o tomateiro cereja submetido à salinidade na água de irrigação entre 0,5 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, constataram que a emissão de folhas foi reduzida com o aumento dos níveis salinos, o que mostra o efeito depreciador dos sais nesta variável. Oliveira et al. (2010) também verificaram, estudando a cultura do rabanete, que o número de folhas foi reduzido com o incremento da salinidade da água da irrigação, em que o maior valor foi observado nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>), enquanto que nas maiores salinidades (de 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), foram observados os menores valores. Sá et al. (2013) constataram que o número de folhas em mudas de mamoeiro foi reduzido com o incremento na condutividade elétrica da água de irrigação, sendo o pior resultado obtido no nível de 4,8 dS m<sup>-1</sup>.

Com relação às formas de adubação, o NF foi menor em todas as épocas de avaliação quando não houve qualquer tipo de adubação (testemunha), com valores médios de 12,9, 13,25 e 11,55 folhas aos 20, 35 e 50 DAT, respectivamente (Figuras 8A, C e D). Por sua vez, a adubação química propiciou, na época de 20 DAT, valores de NF menores em 15,36% (14,05 folhas) em relação ao húmus de minhoca (16,6 folhas) (Figura 8A); já, aos 35 DAT o NF proporcionado pela adubação mineral (17,15 folhas) foi praticamente igual ao NF promovido pelo húmus (17,20 folhas), sem diferenças significativas entre os mesmos (Figura 8C); e aos 50 DAT o NF ocasionado pelo húmus de minhoca (14,4 folhas) foi superado pelo NF propiciado pela adubação química (17,3 folhas), em que a emissão de folhas promovida pelo húmus foi 16,76% menor que os valores obtidos com a adubação química (Figura 8D), o

que ressalta o fato de que os benefícios dos adubos orgânicos para as culturas é maior nos primeiros dias de aplicação pelo fato da taxa de mineralização do N nesses insumos ser maior no período inicial de incorporação ao solo (MUELLER et al., 2013).



**Figura 8.** Número de folhas de tomateiro tipo cereja (NF) em função da salinidade da água de irrigação (B) e de formas de adubação (A, C e D), aos 20 (A), 35 (B e C) e 50 DAT (D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Ressalta-se que houve redução do número de folhas na análise realizada aos 50 DAT em relação ao período de 35 DAT (Figuras 8C e D), o que pode ter ocorrido em razão do processo natural de senescência de folhas velhas, ou em razão do elevado tempo em que a cultura ficou exposta aos sais, pois, de acordo com Willadino e Camara (2005), quando as plantas são submetidas ao estresse salino, como mecanismo de adaptação, suas folhas acumulam quantidades consideráveis de sais e logo após ocorrem morte e queda das mesmas para eliminação dos sais acumulados. Porém, essa redução no NF ocorreu apenas nas plantas sem qualquer tipo de adubação e nas adubadas com húmus, o que indica maior eficiência da



adubação mineral fornecendo as quantidades adequadas de macronutrientes necessários ao crescimento e ao desenvolvimento da planta (CAVALCANTI, 2008).

### 5.1.2. Área foliar

Na Tabela 4, encontram-se os resultados referentes ao Teste F para área foliar das plantas (AF), aos 20 dias DAT, onde pode-se observar que houve efeito significativo da salinidade sobre a referida variável ( $p < 0,05$ ). Com relação ao fator adubação, também foi constatada significância estatística ( $p < 0,01$ ). Porém, não foram verificadas diferenças significativas na área foliar em relação à interação dos fatores.

**Tabela 4.** Resultados do Teste F para área foliar de tomateiro tipo cereja (AF), aos 20 dias após o transplântio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F
	AF
Salinidade (S)	*
Regressão Linear	**
Regressão Quadrática	ns
Adubação (A)	**
Interação (S x A)	ns
C. V. (%)	21,46

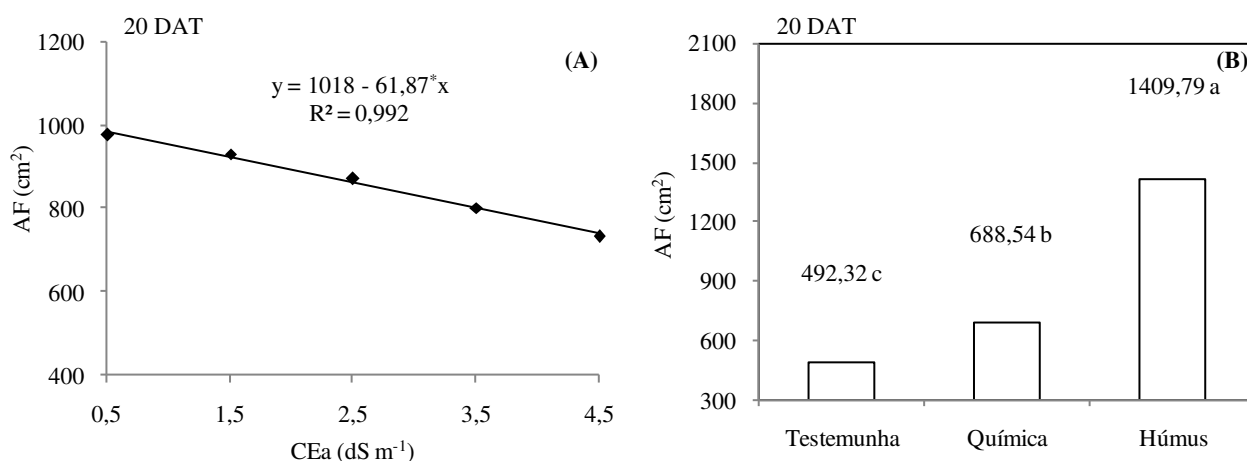
C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente

A área foliar é um índice de fundamental importância em estudos de crescimento vegetal, visto que determina a capacidade fotossintética e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (OLIVEIRA et al., 2013b). A redução da AF propicia uma diminuição na capacidade da planta de aproveitar a energia solar (REIS et al., 2013).

A salinidade crescente da água de irrigação provocou decréscimos lineares na área foliar das plantas de tomateiro tipo cereja e, de acordo com equação de regressão (Figura 9A), houve reduções na ordem de 6,07% por aumento unitário da condutividade elétrica da água, onde as plantas irrigadas com água de CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  tiveram sua área foliar reduzida em  $277,47 \text{ cm}^2$  quando comparadas às plantas irrigadas com água de condutividade elétrica igual a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Dentre os mecanismos de adaptação à salinidade, a redução da área foliar é uma das estratégias utilizadas pelas plantas para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma taxa fotossintética menor, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condição de estresse salino (COELHO et al., 2014).

Os resultados obtidos são contrários aos de Medeiros et al. (2011), onde, ao avaliarem os efeitos do aumento da salinidade no crescimento inicial do tomateiro cereja, verificaram que os níveis salinos não exerceram efeitos significativos sobre a área foliar das plantas, apesar de terem inibido a emissão das folhas.

As mensurações de área foliar no presente estudo foram realizadas aos 20 DAT, portanto tem-se ideia dos efeitos da salinidade sobre essa variável no período intermediário do ciclo da planta. Devido a problemas de abscisão foliar, não foi possível realizar a medição de AF no fim do ciclo da cultura, pois as folhas já estavam muito velhas, secas e curvadas e, se inseridas no aparelho de mensuração de áreas, não seriam obtidos dados concretos. Porém, como houve redução do número de folhas aos 35 DAT (Figura 8B), possivelmente a área foliar também deve ter sido influenciada negativamente pela salinidade neste período.



**Figura 9.** Área foliar de tomateiro tipo cereja (AF) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Ao se analisar a área foliar em função do fator isolado formas de adubação (Figura 9B), percebe-se que, no único período em que foram realizadas mensurações de AF (20 DAT), o maior valor da variável foi obtido quando foi realizada a adubação com húmus de minhoca (1409,79 cm<sup>2</sup>). As áreas foliares das plantas sem nenhum tipo de adubação (409,21 cm<sup>2</sup>) e das plantas com adubação química (688,54 cm<sup>2</sup>) foram menores, respectivamente, em 65,07 e 51,16% em relação à AF das plantas submetidas à adubação orgânica. Segundo Leite et al. (2012), a incorporação de matéria orgânica melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes, deixando o ambiente ideal para o desenvolvimento

das plantas, o que pode explicar o aumento observado no crescimento vegetativo do tomateiro.

Ressalta-se que, de acordo com as Figuras 8A, C e D, a emissão de folhas nas plantas sob adubação química foi menor aos 20 DAT, porém, foi aumentada nos períodos seguintes (35 e 50 DAT), superando o número de folhas verificado nas plantas sob adubação com húmus de minhoca aos 50 DAT, fato este que, acredita-se, também, que tenha ocorrido com a área foliar. Contudo, não foi possível a sua medição nos períodos subsequentes, devido a problemas já explicitados.

### 5.1.3. Taxas de crescimento absoluto

Verifica-se, através dos resultados do Teste F (Tabela 5), que houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre as taxas de crescimento absoluto de altura de planta (TCA AP) ( $p < 0,01$ ) e de diâmetro caulinar (TCA DC) ( $p < 0,01$ ) apenas no período entre 0-20 dias após o transplântio (DAT). Com relação ao fator adubação, constata-se efeito significativo sobre a TCA AP apenas entre 0-20 DAT e sobre a TCA DC nos períodos entre 0-20 e 20-35 DAT. Não houve efeito significativo na interação entre os fatores salinidade x adubação sobre as variáveis em questão.

**Tabela 5.** Resultados do Teste F para taxas de crescimento absoluto da altura de planta (TCA AP) e do diâmetro do caule (TCA DC) de tomateiro tipo cereja, de 0-20, 20-35 e 35-50 dias após o transplântio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

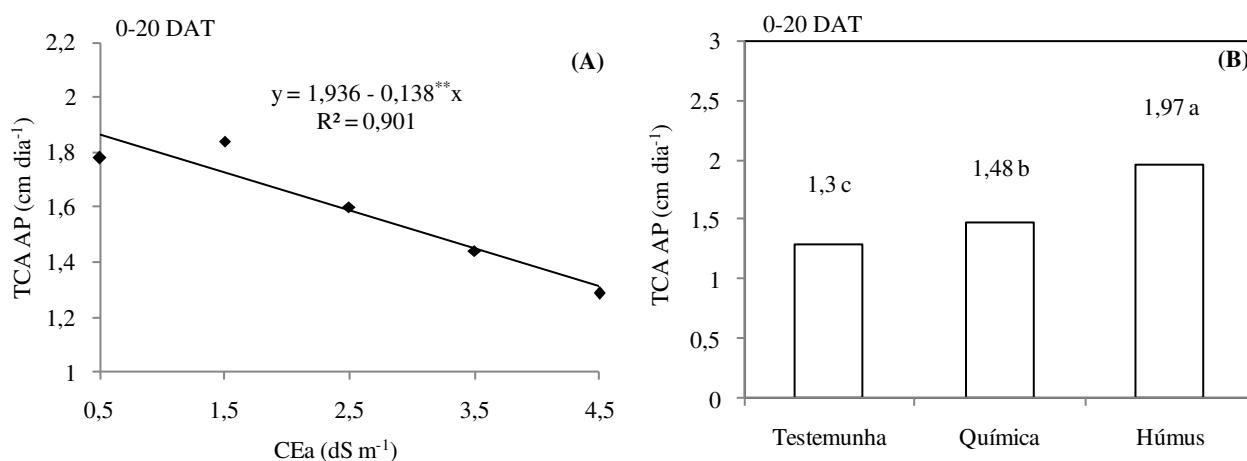
Fonte de Variação	Teste F					
	TCA AP			TCA DC		
	0-20	20-35	35-50	0-20	20-35	35-50
Salinidade (S)	**	ns	-	**	ns	-
Regressão Linear	**	-	-	**	-	-
Regressão Quadrática	ns	-	-	ns	-	-
Adubação (A)	**	ns	-	**	**	-
Interação (S x A)	ns	ns	-	ns	ns	-
C. V. (%)	11,97	41,55	-	26,95	45,89	-

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$ , respectivamente

Aos 50 DAT, as plantas já tinham cessado seu crescimento, dessa forma, não foi possível realizar as análises estatísticas para taxas de crescimento absoluto em altura e diâmetro caulinar no período de 35-50 DAT, pois quase todos os valores observados se igualaram a 0 cm dia<sup>-1</sup>.

Entre 0-20 DAT, observa-se redução linear de 28,51% na TCA AP quando compara-se o valor obtido nas plantas submetidas a irrigação com água de CEa igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup> com o valor obtido nas plantas irrigadas com água de CEa igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, ou seja, houve decréscimos na taxa de crescimento absoluto da altura de planta na ordem de 7,12% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 10A). As médias tiveram ajuste ao modelo linear simples. Os efeitos negativos dos sais sobre o crescimento das plantas têm sido associados ao componente de tensão osmótica, provocado pela diminuição do potencial de água no solo e, por conseguinte, pela restrição de absorção de água pelas raízes (COELHO et al., 2014).

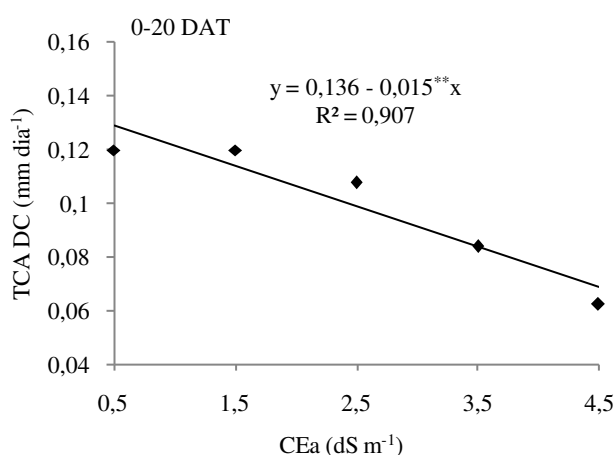
A taxa de crescimento absoluto em altura de planta, entre 0 e 20 dias após o transplante, foi reduzida em 34,01% e 24,87% quando as plantas não receberam nenhum tipo de adubação (1,3 cm dia<sup>-1</sup>) e quando receberam adubação química (1,48 cm dia<sup>-1</sup>), respectivamente, em relação as plantas adubadas com húmus (1,97 cm dia<sup>-1</sup>) (Figura 10B), indicando, mais uma vez, os benefícios do emprego da adubação orgânica no crescimento inicial das plantas. Maia Filho et al. (2013) afirmam que o uso de adubos orgânicos é uma prática de suma importância para suprir os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas agrícolas.



**Figura 10.** Taxa de crescimento absoluto da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCA AP), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

A TCA AP não foi afetada significativamente pela salinidade e nem pelas formas de adubação, entre 20-35 DAT (Tabela 5), porém, foi observada uma taxa média de crescimento absoluto da altura de planta de 0,77 cm dia<sup>-1</sup>.

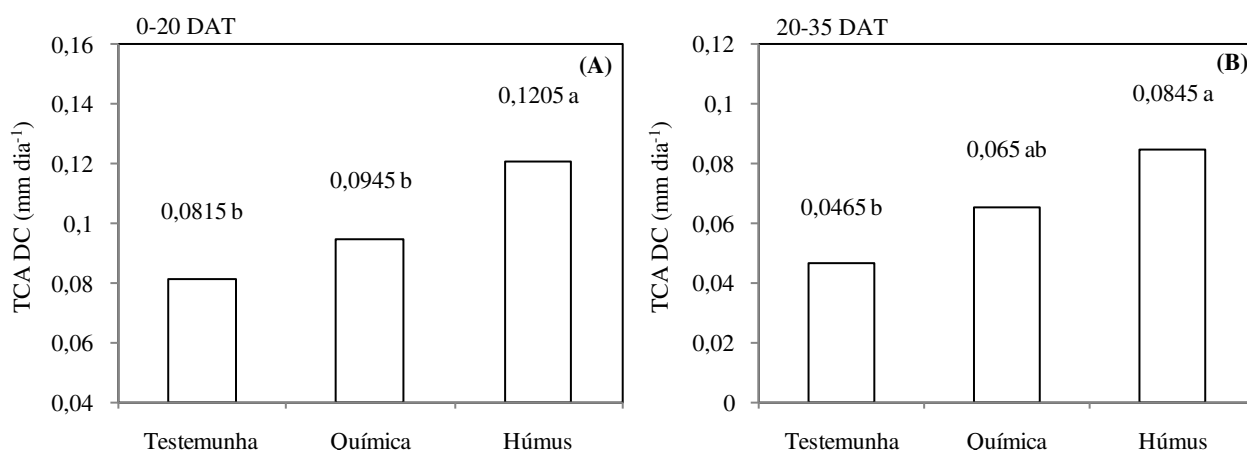
A taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar decresceu linearmente em 11,02% por cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, quando as plantas foram irrigadas em todo o ciclo com água de CEa no valor de 4,5 dS m<sup>-1</sup>, houve uma redução na variável de 44,11% (0,05 mm dia<sup>-1</sup>) (Figura 11). As plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou se a cultura tiver baixa capacidade de ajustamento osmótico, o que tende a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e, como consequência, a capacidade das plantas crescerem e desenvolverem é afetada negativamente (ARRUDA et al., 2002).



**Figura 11.** Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de tomateiro tipo cereja (TCA DC), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013

Nas Figuras 12A e B, observa-se que as plantas sem nenhuma forma de adubação tiveram taxas de crescimento absoluto do diâmetro do caule inferiores às plantas adubadas quimicamente e com húmus de minhoca nos dois períodos analisados (0-20 e 20-35 DAT). No período entre 0-20 DAT, a TCA DC promovida pela adubação química foi 21,57% menor que TCA DC observada nas plantas que receberam adubação orgânica (Figura 12A). Todavia, entre 20-35 DAT, apesar de a TCA DC das plantas submetidas à adubação química (0,065 mm dia<sup>-1</sup>) ter sido menor em relação à TCA DC das plantas sob adubação com húmus (0,084 mm dia<sup>-1</sup>) (Figura 12B), não foram constatadas diferenças significativas entre as duas médias, de acordo com o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), indicando similaridade estatística entre as mesmas, o que sugere que houve uma recuperação das plantas adubadas quimicamente, provavelmente devido à segunda aplicação dos fertilizantes minerais (aos 28 DAT), e que a adubação orgânica continua proporcionando benefícios no crescimento das plantas, porém, tem seus efeitos benéficos maximizados nos primeiros dias de aplicação.

Oliveira et al. (2013a), estudando o crescimento de mudas de tomate em função da adubação com húmus de minhoca e composto orgânico, também observaram o efeito benéfico da adubação orgânica no crescimento inicial do tomateiro, quando afirmaram que apenas o uso do composto orgânico com o húmus de minhoca já foi suficiente para produzir mudas com altura cerca de 4 cm maiores do que quando se utilizou apenas o substrato comercial; e o uso apenas do húmus de minhoca como substrato foi estatisticamente similar à mistura de húmus e composto para a altura de planta.



**Figura 12.** Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCA DC) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35 DAT (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

#### 5.1.4. Taxas de crescimento relativo

Os resultados do Teste F para as taxas de crescimento relativo da altura de planta (TCR AP) e diâmetro caulinar (TCR DC) estão contidos na Tabela 6, onde observa-se que não houve efeito significativo na interação entre os fatores em nenhum dos períodos de avaliação, porém foi constatada significância estatística isolada dos fatores.

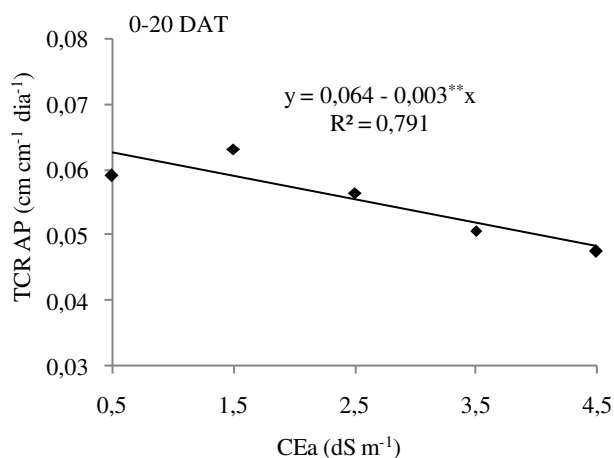
Observam-se efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) da salinidade sobre a TCR AP e a TCR DC apenas entre 0-20 DAT. Com relação à adubação, foram constatados efeitos significativos sobre a TCR AP e a TCR DC entre 0-20 e 20-35 DAT. Para a TCR AP, os efeitos significativos da adubação foram em nível de  $p < 0,01$  de 0-20 DAT e de  $p < 0,05$  de 20-35 DAT e, para a TCR DC, a significância foi de  $p < 0,05$  no período entre 0-20 DAT e  $p < 0,01$  entre 20-35 DAT (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resultados do Teste F para taxas de crescimento relativo da altura de planta (TCR AP) e do diâmetro do caule (TCR DC) de tomateiro tipo cereja, de 0-20, 20-35 e 35-50 dias após o transplante (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F					
	TCR AP			TCR DC		
	0-20	20-35	35-50	0-20	20-35	35-50
Salinidade (S)	**	ns	-	**	ns	-
Regressão Linear	**	-	-	**	-	-
Regressão Quadrática	ns	-	-	*	-	-
Adubação (A)	**	*	-	*	**	-
Interação (S x A)	ns	ns	-	ns	ns	-
C. V. (%)	14,55	43,83	-	34,37	45,89	-

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente

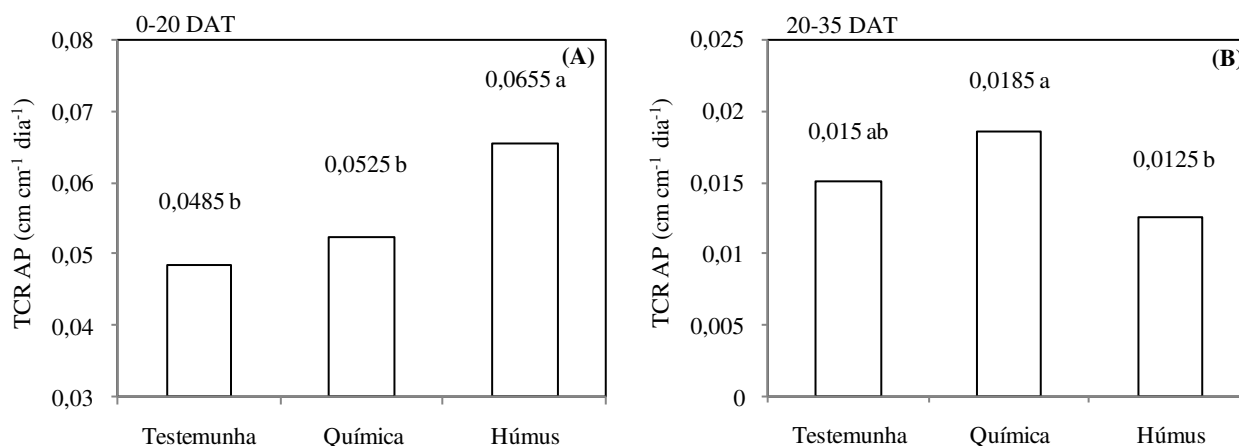
Observa-se, na Figura 13, que os dados referentes à TCR AP em função da CEa, entre 0-20 DAT, se ajustaram ao modelo linear e, conforme equação de regressão, houve decréscimos TCR AP por aumento unitário da CEa na ordem de 4,68%. Dessa forma, quando as plantas foram submetidas à água com CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , a taxa de crescimento relativo da altura de planta foi reduzida em 18,75% em relação às testemunhas.



**Figura 13.** Taxa de crescimento relativo da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCR AP), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013

A adubação química, na primeira época de avaliação (0-20 DAT), proporcionou valores de TCR AP ( $0,0525 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) inferiores àqueles proporcionados pela adubação orgânica ( $0,0655 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) em 19,84% (Figura 14A). Contudo, na segunda época de análises (20-35 DAT), a TCR AP expressada pela fertilização química ( $0,0185 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) superou em 48% os valores verificados nas plantas sob fertilização orgânica ( $0,0125 \text{ cm cm}^{-1}$

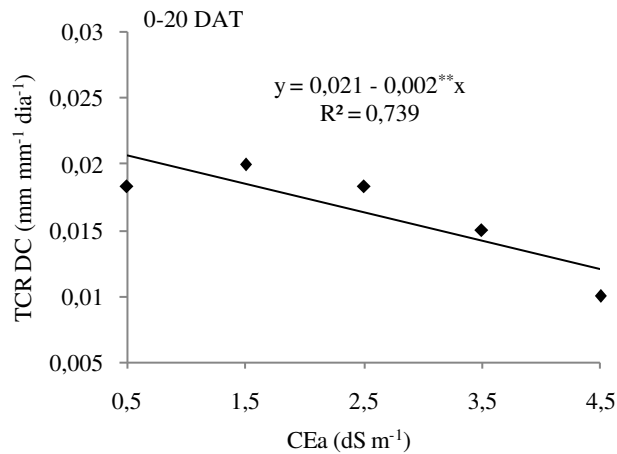
dia<sup>-1</sup>) (Figura 14B). Atribui-se este fato a uma provável diminuição da taxa de mineralização no nitrogênio presente no húmus após os 35 DAT (AZEEZ e AVERBEKE, 2010).



**Figura 14.** Taxa de crescimento relativo da altura de planta de tomateiro tipo cereja (TCRAP) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35 DAT (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

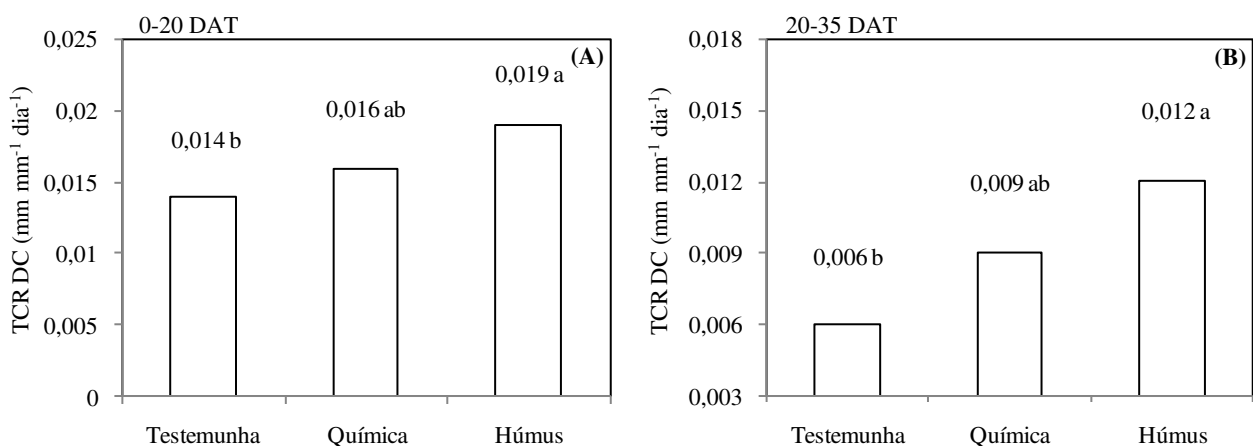
A TCR DC foi decrescida linearmente devido ao aumento da salinidade, somente entre 0-20 DAT. Conforme equação de regressão (Figura 15), observa-se que os decréscimos foram na ordem de 9,52% por aumento unitário da CEa. A TCR DC observada quando a irrigação do tomateiro foi feita com água de CEa no valor de 4,5 dS m<sup>-1</sup> foi menor em 38,09% quando comparadas às plantas irrigadas com água de CEa igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Flowers (2004) ressalta que a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos. Arruda et al. (2002) comentam que o crescimento também pode ser inibido se a cultura em questão tiver baixa capacidade de ajustamento osmótico, como é o caso do tomateiro.





**Figura 15.** Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCR DC), entre 0-20 DAT, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande/PB, 2013

Analisando-se a TCR DC em função das formas de adubação (Figuras 16A e B), independentemente dos níveis salinos, verifica-se que, nas duas épocas de análises (0-20 e 20-35 DAT), os menores valores da variável foram observados nas testemunhas, indicando que a adubação é uma prática indispensável para se obter crescimento satisfatório. Fabris et al. (2013) afirmam que o manejo adequado da adubação é imprescindível para viabilizar a rentabilidade agrícola dos solos tropicais brasileiros. Os valores de TCR DC, entre 0-20 e 20-35 DAT, propiciados pelas adubações química e orgânica superaram aqueles observados nas testemunhas e se mantiveram estatisticamente similares entre si, mostrando os benefícios da adubação mineral e com húmus para o tomateiro tipo cereja.



**Figura 16.** Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de tomateiro tipo cereja (TCR DC) em função de formas de adubação, de 0-20 (A) e de 20-35 DAT (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

As análises dos dados referentes às taxas de crescimento relativo do período entre 35-50 DAT não foram realizadas (Tabela 6) pelos mesmos motivos já explicados para as taxas de crescimento absoluto.

### 5.1.5. Fitomassa

Com base nos resultados do Teste F, observa-se, na Tabela 7, que a salinidade hídrica afetou significativamente as variáveis fitomassa foliar (FMF) ( $p < 0,05$ ), fitomassa caulinar (FMC) ( $p < 0,01$ ) e fitomassa da parte aérea da planta (FMA) ( $p < 0,01$ ), durante os dois períodos analisados (20 e 80 DAT). Todas as variáveis citadas também foram afetadas de maneira significativa ( $p < 0,01$ ) pelo fator formas de adubação, aos 20 e aos 80 DAT.

Quano à interação salinidade x adubação, não se observou significância estatística para nenhuma das variáveis referentes à fitomassa do tomateiro tipo cereja, sinalizando que os efeitos da salinidade crescente da água de irrigação foram semelhantes dentro das diferentes formas de adubação e vice versa. Esses resultados são contrários aos de Medeiros et al. (2011), que observaram efeitos significativos na interação entre a salinidade da água de irrigação e formas de adubação (com biofertilizantes e sem adubação) sobre as fitomassas secas da parte aérea e das raízes do tomateiro tipo cereja, aos 95 dias após a emergência, com registros de atenuação dos efeitos maléficis da salinidade quando as plantas foram adubadas com biofertilizantes.

**Tabela 7.** Resultados do Teste F para fitomassa foliar (FMF), fitomassa caulinar (FMC) e fitomassa da parte aérea (FMA) de tomateiro tipo cereja, aos 20 e 80 dias após o transplântio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F					
	FMF		FMC		FMA	
	20	80	20	80	20	80
Salinidade (S)	*	*	**	**	**	**
Regressão Linear	**	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	*
Adubação (A)	**	**	**	**	**	**
Interação (S x A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. V. (%)	26,92	17,29	20,35	24,15	23,67	16,63

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente

A salinidade da água de irrigação causou decréscimos na fitomassa foliar do tomateiro cereja, aos 20 e aos 80 DAT. Conforme a análise de regressão, constata-se que aos 20 DAT (Figura 17A), houve declínio de 6,43% na FMF por aumento unitário da CEa, ou

seja, a fitomassa foliar das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  reduziu  $1,29 \text{ g}$  ( $27,92\%$ ) quando comparadas com as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ; aos 80 DAT (Figura 17B), após a colheita, a fitomassa foliar decresceu  $4,21\%$  por aumento de cada unidade da condutividade elétrica da água de irrigação, resultando em uma redução total de  $0,77 \text{ g}$  ( $16,84\%$ ) nas plantas irrigadas com água de maior CEa ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação às irrigadas com água de menor CEa ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ).

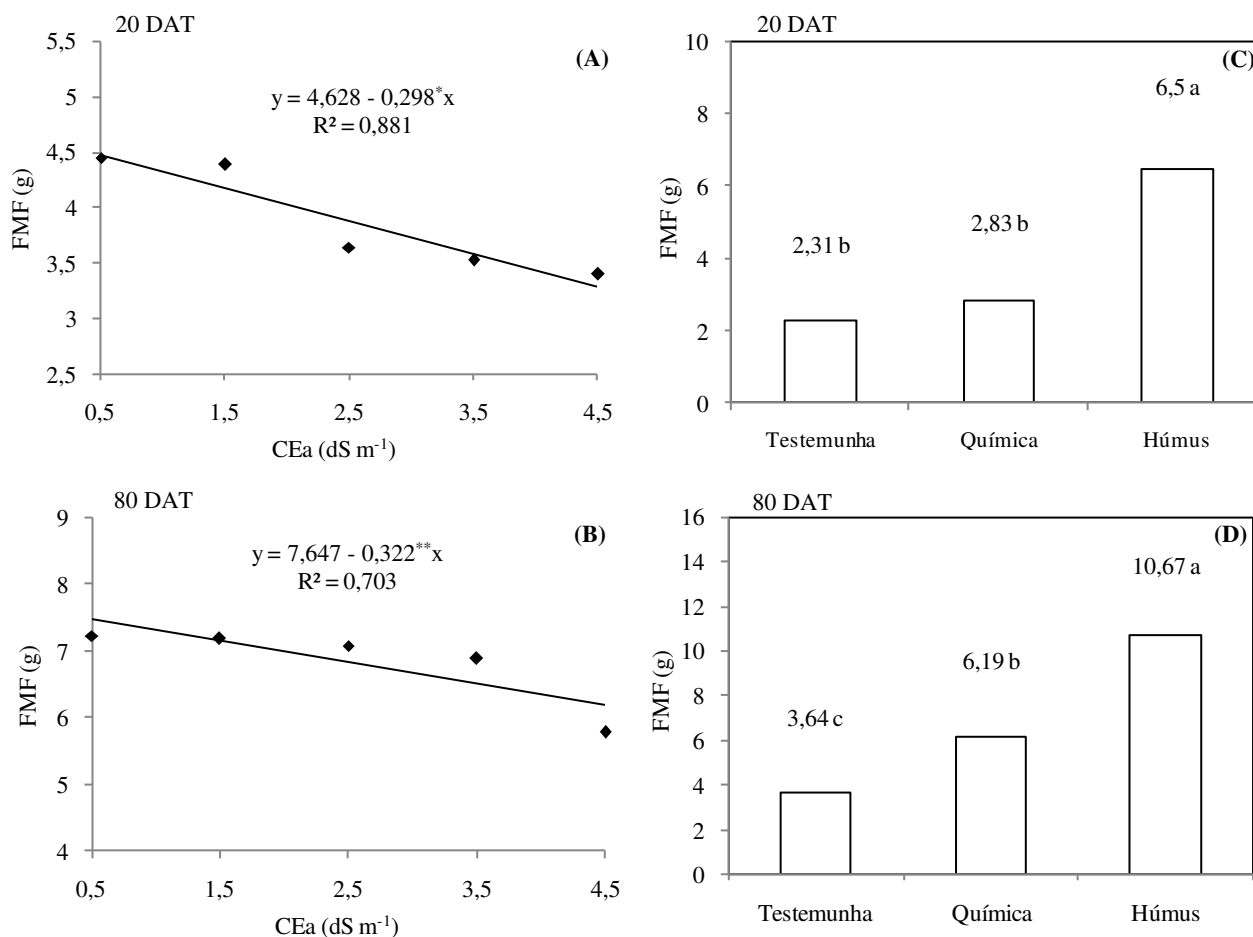
Esta redução na produção de fitomassa pode ser atribuída ao estresse hídrico induzido pelo efeito osmótico em virtude da alta concentração salina que, segundo Freire et al. (2010), reduz o crescimento das plantas não apenas pelos seus efeitos na fotossíntese, mas também pela redução da taxa de divisão e de alongamento celulares. Esse estresse favorece a redução na pressão de turgescência em virtude da diminuição do conteúdo de água, resultando em declínio na expansão da parede celular, menor crescimento e baixa produção de matéria seca.

Em referência às formas de adubação, observa-se, nas Figuras 17C e D, que a produção de fitomassa foliar no tomateiro foi reduzida drasticamente quando não foi utilizado tipo algum de adubo; aos 20 DAT, a massa seca foliar das plantas adubadas com húmus de minhoca ( $6,5 \text{ g}$ ) superou em  $181,38\%$  a FMF das plantas sem qualquer tipo de adubação ( $2,31 \text{ g}$ ) e, em  $129,68\%$ , a das plantas adubadas quimicamente ( $2,83 \text{ g}$ ), enquanto que a FMF das plantas tratadas com adubos químicos, por sua vez, superou a FMF das testemunhas em  $22,51\%$  (Figura 17C).

Ao final do ciclo da cultura (80 DAT) a FMF ocasionada pelo húmus de minhoca ainda foi maior que a FMS causada pelas demais formas de adubação devido, possivelmente, ao crescimento inicial mais acentuado proporcionado pela adubação orgânica que, em contrapartida, pode resultar em aumento na produção de matéria seca (FREIRE et al., 2010). Neste período de análises, a FMF ocasionada pelo húmus ( $10,67 \text{ g}$ ) foi  $193,13\%$  maior que a FMF das plantas que não receberam adubação ( $3,64 \text{ g}$ ) e  $72,37\%$  maior que a FMF daquelas adubadas quimicamente ( $6,19 \text{ g}$ ), as quais, por sua vez, acumularam uma fitomassa foliar  $70,05\%$  maior que a FMF observada nas testemunhas (Figura 17D).

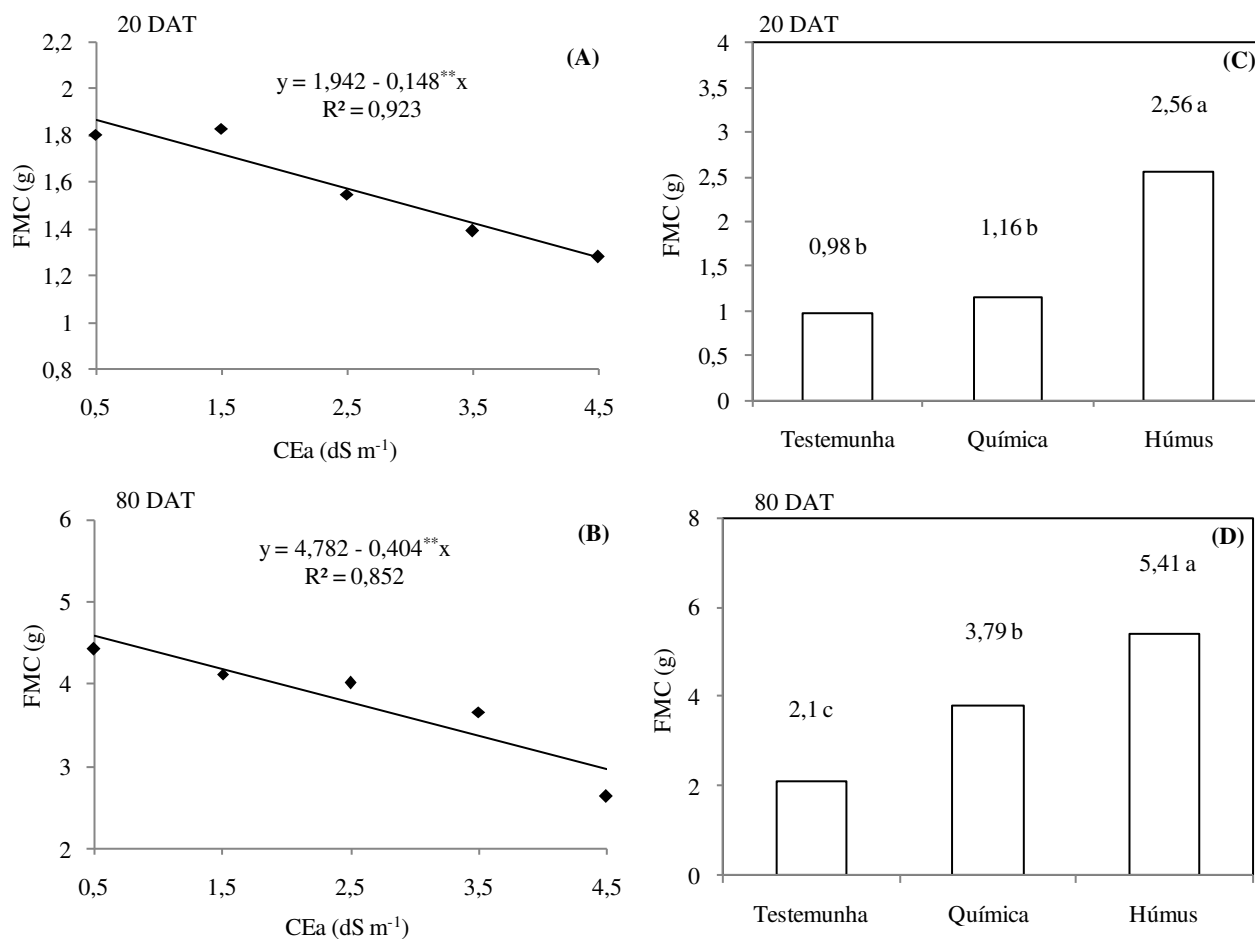
Em termos de ganho de fitomassa foliar entre os períodos de avaliação, verificou-se que o menor acréscimo na variável foi registrado nas plantas sem nenhum tipo de adubação, ou seja, as testemunhas tiveram aumento de  $57,57\%$  ( $1,32 \text{ g}$ ) na massa seca das folhas, no período de 80 DAT ( $63,64 \text{ g}$ ) em relação ao período de 20 DAT ( $2,31 \text{ g}$ ). A produção de FMF observada nas plantas adubadas com húmus no período de 80 DAT ( $10,67 \text{ g}$ ), aumentou

64,15% (4,16 g) em relação à FMF das plantas com a mesma forma de adubação, aos 20 DAT (6,5 g). A fitomassa das folhas registrada nas plantas adubadas quimicamente, no período de 80 DAT (6,19 g), foi a que mais aumentou, em termos de percentagem, em relação à FMF das plantas, também sob adubação química, no período de 20 DAT (2,83 g), registrando-se um aumento da ordem de 118,72% (3,35 g) (Figura 17C e D).



**Figura 17.** Fitomassa foliar de tomateiro tipo cereja (FMF) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Na fitomassa seca do caule também foram registrados decréscimos lineares nos dois períodos de análises em função da salinidade crescente da água de irrigação. De acordo com as equações de regressão, observa-se que houve reduções de 30,48% (0,59 g) e 33,79% (1,61 g) na FMC das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às submetidas à água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, aos 20 e aos 80 DAT, respectivamente (Figura 18A e B). As reduções observadas na maioria das variáveis devido aos níveis salinos na água, expressam o caráter moderadamente sensível do tomateiro à salinidade (SILVA et al., 2013c).



**Figura 18.** Fitomassa caulinar de tomateiro tipo cereja (FMC) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Nas plantas sem forma alguma de adubação, foram constatados os menores valores de fitomassa caulinar; entretanto, aos 20 DAT a FMC das plantas sob adubação química não diferiu estatisticamente da FMC das testemunhas (Figura 18C); só aos 80 DAT ocorreu recuperação na fitomassa caulinar das plantas adubadas quimicamente, superando os valores da FMC das testemunhas em 80,47% (1,68 g), porém ainda foi menor em 29,94% (1,61 g) em relação à FMC das plantas sob adubação com húmus (Figura 18D). Novamente a adubação orgânica mostrou-se superior no crescimento de plantas de tomateiro, quando avaliada a fitomassa do caule. Os maiores valores de FMC, aos 20 (2,56 g) e aos 80 DAT (5,41 g), foram registrados nas plantas submetidas à adubação com húmus de minhoca (Figura 18C e D).

Os benefícios da adubação orgânica para o cultivo do tomateiro tipo cereja são notáveis. Pereira et al. (2013b) afirmam que a adubação orgânica vem sendo utilizada como forma de nutrição para os vegetais, com redução na aplicação de fertilizantes químicos implicando, conseqüentemente, em maior conservação dos recursos naturais. De acordo com

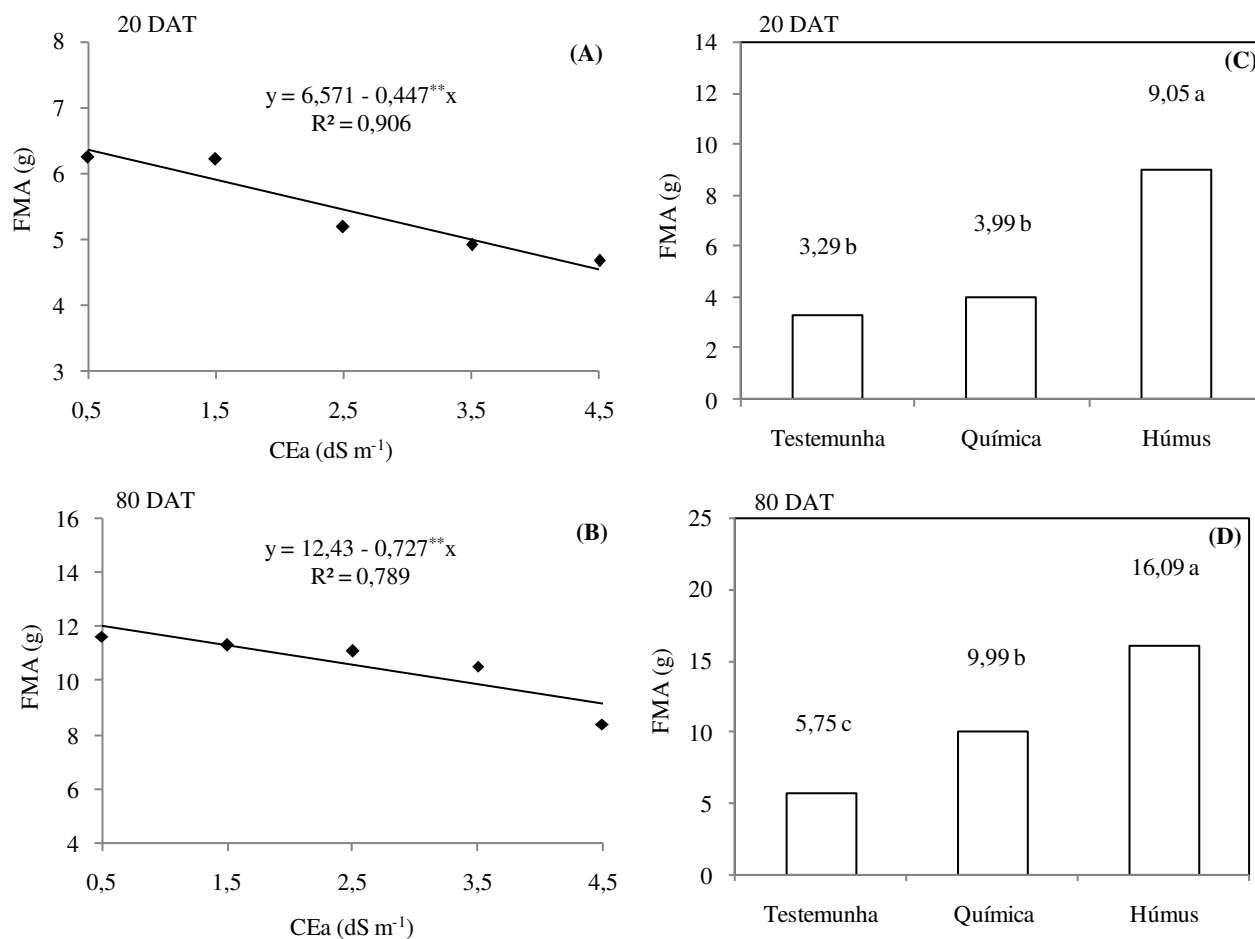
Marouelli et al. (2011), o uso eficiente dos recursos naturais é fundamental para alcançar o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade do sistema produtivo.

Conforme equação de regressão, verifica-se que os dados referentes à fitomassa da parte aérea em função dos níveis de salinidade, aos 20 DAT (Figura 19A) foram melhor ajustados ao modelo linear, havendo decréscimo na variável de 6,8% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 1,78 g na massa seca da parte aérea das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação à FMA das plantas submetidas à irrigação com água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Com relação à FMA e em função da salinidade, observou-se, aos 80 DAT (Figura 19B), melhor ajuste da variável também ao modelo linear, com reduções de 5,84% a cada aumento unitário da CEa e redução total de 2,9 g na FMA das plantas irrigadas com o maior (4,5 dS m<sup>-1</sup>) em relação ao menor nível de salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>).

Corroborando com os resultados obtidos, Freire et al. (2010) observaram, estudando os efeitos da salinidade sobre o tomateiro, que a massa seca da parte aérea da cultivar ‘Santa Adélia’ reduziu de forma linear com o aumento da salinidade da água de irrigação, chegando a diferir em, aproximadamente, 17% quando se compara o tratamento controle (0,4 dS m<sup>-1</sup>) com o nível de salinidade mais alto (6,0 dS m<sup>-1</sup>). Todavia, esses autores observaram que na cultivar ‘Meia Estaca’, não houve efeito significativo dos tratamentos de salinidade, indicando que esta cultivar foi indiferente ao estresse salino.

Gomes et al. (2011), em estudo sobre tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização, verificaram que a fitomassa seca da parte aérea teve reduções de 12,58 g por planta para cada unidade de aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva acima de 2,1 dS m<sup>-1</sup>. Silva et al. (2013c) constataram, ao analisar o efeito da salinidade e do manejo de fertirrigação no cultivo de tomateiro cereja em ambiente protegido, que quando os adubos foram aplicados em fertirrigação obedecendo à curva de absorção de nutrientes da cultura, a fitomassa seca total da planta reduziu linearmente, registrando-se decréscimo na variável de 1,97% por aumento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, a partir de 1,62 até 5,82 dS m<sup>-1</sup>.

Para Gomes et al. (2011), o estresse salino reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas em diferentes fases fisiológicas; esta redução pode estar relacionada com os efeitos adversos do excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético.



**Figura 19.** Fitomassa da parte aérea de tomateiro tipo cereja (FMA) em função da salinidade da água de irrigação (A e B) e de formas de adubação (C e D), aos 20 (A e C) e 80 DAT (B e D). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

As plantas submetidas à adubação com húmus de minhoca acumularam maior fitomassa em sua parte aérea, tanto aos 20 (9,05 g), quanto aos 80 DAT (16,09 g) (Figura 19C e D); aos 20 DAT, os valores de FMA das plantas submetidas à adubação mineral (3,99 g) e das testemunhas (3,29 g) não diferiram estatisticamente entre si (Figura 19C), porém, aos 80 DAT, as plantas adubadas quimicamente tiveram recuperação na produção de fitomassa superando as testemunhas em 73,73% (4,24 g); contudo e mesmo com esta recuperação, a fitomassa da parte aérea registrada nas plantas sob adubação mineral ainda foi 37,91% (6,1 g) menor que a FMA das plantas sob adubação orgânica (Figura 19D).

Medeiros et al. (2011) observaram ação positiva da adubação com biofertilizantes na produção de matéria seca da parte aérea das plantas de tomateiro cereja. Os autores explicam que tal superioridade pode ter sido resultado da melhoria física, química e biológica do solo, que é proporcionada por diversos insumos orgânicos, que podem promover proliferação de microrganismos capazes de exercer efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas,

resultando em maior volume, distribuição das raízes e, conseqüentemente, maior crescimento e produção de matéria seca.

## 5.2. Variáveis relacionadas às trocas gasosas das plantas

Na Tabela 8, se encontram os resumos do Teste F para as trocas gasosas do tomateiro tipo cereja, observando-se que, aos 20 dias após o transplântio (DAT), a condutância estomática (*gs*), a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), a transpiração (*E*) e a fotossíntese líquida (*A*) das plantas foram afetadas significativamente pela salinidade da água de irrigação; também se constata que todas as variáveis relacionadas às trocas gasosas foram significativamente afetadas pelo fator formas de adubação; contudo, aos 20 DAT não foi observada significância estatística na interação salinidade x adubação para nenhuma das variáveis referentes às trocas gasosas.

**Tabela 8.** Resultados do Teste F para condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), transpiração (*E*) e fotossíntese líquida (*A*) em tomateiro tipo cereja, aos 20 e 40 dias após o transplântio (DAT), em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F			
	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>A</i>
	-----20 Dias Após o Transplântio-----			
Salinidade (S)	**	**	**	*
Regressão Linear	**	**	**	**
Regressão Quadrática	ns	ns	*	ns
Adubação (A)	**	**	*	**
Interação (S x A)	ns	ns	ns	ns
C. V. (%)	10,42	4,90	7,02	22,02
Fonte de Variação	Teste F			
	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>A</i>
	-----40 Dias Após o Transplântio-----			
Salinidade (S)	**	ns	**	**
Regressão Linear	**	-	**	**
Regressão Quadrática	ns	-	ns	ns
Adubação (A)	ns	**	ns	**
Interação (S x A)	*	ns	*	**
C. V. (%)	32,59	10,05	23,14	31,37

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente

Verificou-se aos 40 DAT, significância estatística na interação entre salinidade e adubação sobre as seguintes variáveis: condutância estomática, transpiração e fotossíntese



líquida; enquanto que, aos 40 DAT, a concentração interna de CO<sub>2</sub> foi afetada significativamente apenas pelas diferentes formas de adubação (Tabela 8).

### 5.2.1. Condutância estomática

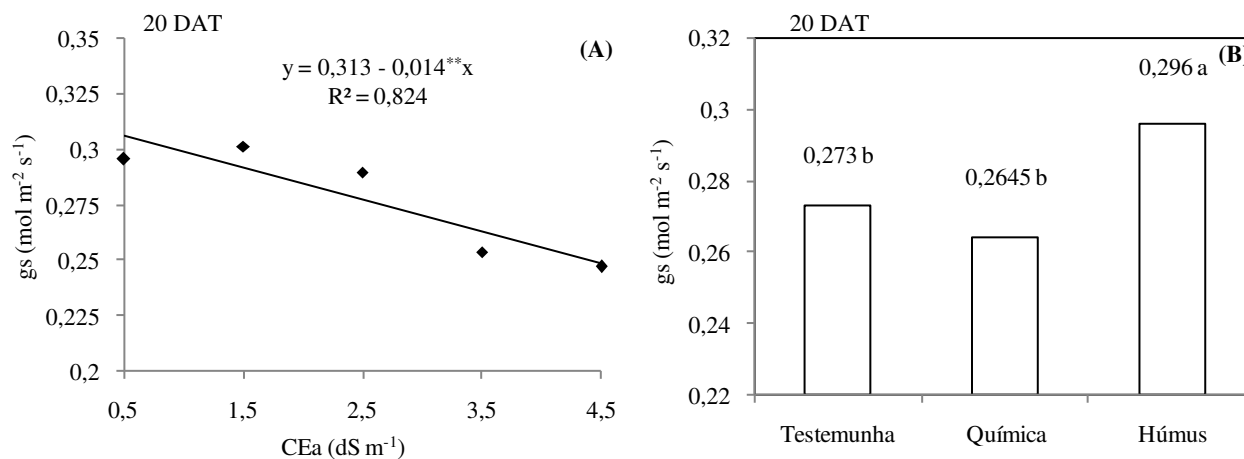
A condutância estomática (gs) registrada nas folhas do tomateiro tipo cereja, aos 20 DAT, diminuiu linearmente com o aumento da salinidade da água, tendo-se observado uma redução de 4,47% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas, quando irrigadas com água de 4,5 dS m<sup>-1</sup>, sofreram diminuição na gs de 17,89% (0,0559 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em relação às plantas que receberam água de 0,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 20A).

Silva et al. (2013b) afirmam que a salinidade é um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas e compromete a abertura dos estômatos. Esta redução na condutância estomática pode ser decorrente do efeito osmótico associado ao estresse salino (SOARES et al., 2013b), passível de ocasionar redução no potencial hídrico foliar (TAVORA et al., 2001), resultando em fechamento dos estômatos para minimizar as perdas de água por transpiração, o que proporciona uma taxa fotossintética menor e ocasiona redução no crescimento vegetal (COELHO et al., 2014). Kusvuran (2012) afirma que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas por aumentar a resistência à difusão de CO<sub>2</sub>.

Com referência ao fator isolado adubação e como já observado anteriormente, os maiores valores de crescimento inicial e acúmulo de fitomassa foram registrados nas plantas adubadas com húmus de minhoca, o que não foi diferente para a condutância estomática, aos 20 DAT. A gs proporcionada pela adubação orgânica (0,296 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) superou em 8,42 e 11,90% os valores de gs observados nas testemunhas (0,273 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e nas plantas adubadas quimicamente (0,2645 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), respectivamente (Figura 20B).

É notório que a adubação orgânica melhora as qualidades físicas do solo, aumentando a capacidade de absorção e armazenamento de água e, em contrapartida, deixando-a mais disponível para os vegetais do que em solos sem adubação ou apenas com adubação mineral, o que reduz a possibilidade de ocorrência de estresses nas plantas pela deficiência hídrica (PEREIRA et al., 2013b). Wanderley et al. (2012) ressaltam que o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos se baseia no grau de turgescência das células-guarda, em que em folhas com estresse leve os estômatos tendem a permanecer abertos; já em condições severas de estresse hídrico, tende a ocorrer o fechamento estomático, devido à difusão do ácido abscísico para as células-guarda, razão se acredita que a maior condutância estomática observada neste estudo nas plantas sob adubação com húmus, ocorreu

pela maior retenção de umidade no solo ocasionada pelo insumo orgânico, deixando a água disponível às plantas por um período maior de tempo que nos solos que não receberam adubação e quando receberam apenas adubação química.



**Figura 20.** Condutância estomática (gs) em folhas de tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

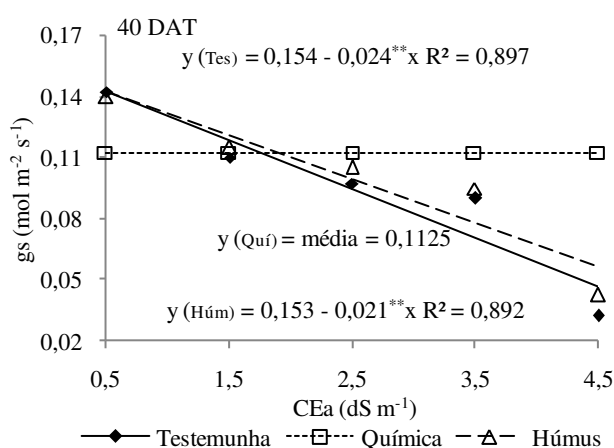
Por meio do desdobramento da salinidade dentro de cada forma de adubação sobre a condutância estomática em folhas do tomateiro cereja (Apêndice 1), aos 40 DAT, observou-se que só houve efeito significativo dos níveis de CEa nas plantas que não receberam tipo algum de adubação ( $p < 0,01$ ) e nas plantas que receberam adubação orgânica ( $p < 0,01$ ), enquanto que a gs das plantas adubadas quimicamente não foi afetada significativamente pela salinidade da água de irrigação. Em ambos os casos significativos, a variável melhor ajustou-se ao modelo linear decrescente (Figura 21).

Conforme estudos de regressão (Figura 21), constata-se que a condutância estomática das plantas sem nenhum tipo de adubação foi a que sofreu queda mais acentuada com o aumento da salinidade, registrando-se decréscimos de 15,58% por incremento unitário da CEa, ou seja, houve redução de 62,33% (0,095 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na gs das plantas irrigadas com o maior (4,5 dS m<sup>-1</sup>) em relação ao menor nível salino (0,5 dS m<sup>-1</sup>); as plantas sob adubação com húmus, tiveram redução de 13,72% na condutância estomática por aumento unitário da CEa, ou seja, quando o tomateiro foi irrigado com água de maior nível salino (4,5 dS m<sup>-1</sup>), obteve redução de 0,083 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (54,9%) em sua condutância estomática em relação às plantas que receberam irrigação com água de CEa igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, enquanto nas plantas adubadas quimicamente a condutância estomática se manteve constante, sem quedas significativas, obtendo uma média de 0,1125 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, evidenciando que a adubação

química pode ter mitigado os efeitos danosos da salinidade sobre a condutância estomática em folhas de tomateiro cereja. Este resultado deve ter ocorrido devido à maior solubilidade dos adubos químicos que ficam rapidamente disponíveis às plantas proporcionando rápido crescimento e desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2010).

Os resultados obtidos são contrários aos de Medeiros et al. (2011), que observaram efeitos atenuantes da adubação orgânica no crescimento inicial do tomateiro tipo cereja, embora as fontes de adubação orgânica utilizadas (dois tipos de biofertilizantes) tenham sido diferentes da fonte usada na presente pesquisa (húmus de minhoca). Os autores concluíram que a adubação com os biofertilizantes bovinos foi eficiente na redução dos efeitos depressivos dos sais das águas de irrigação às plantas, sobressaindo-se o insumo enriquecido com melão, leite bovino e gesso agrícola.

Tendências similares às deste estudo foram observadas em outras pesquisas, com diferentes culturas. Fernandes et al. (2010) verificaram, estudando o meloeiro sob níveis de salinidade e adubação química com nitrato de cálcio, que houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e doses de N na forma de nitrato de cálcio para fotossíntese, transpiração e condutância estomática, evidenciando que a adubação química com nitrogênio na forma de nitrato de cálcio, até a dose de 6,50 g por planta, foi eficiente em reduzir o efeito estressante devido à salinidade da água de irrigação. Diniz Neto et al. (2014) observaram que o cloreto de potássio atenua a ação degenerativa da salinidade das águas às mudas de oiticica, mas em menor proporção que o biofertilizante bovino.

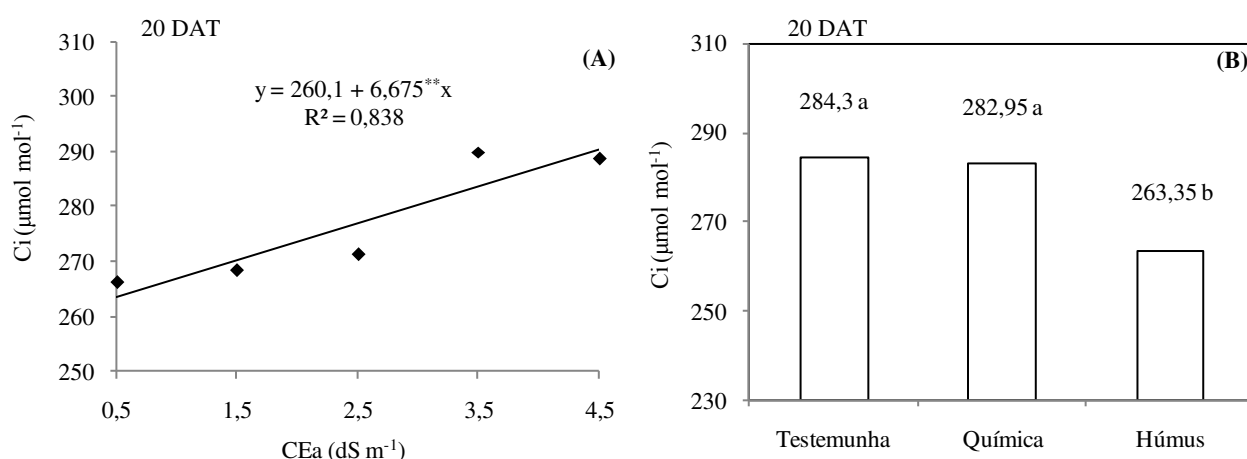


**Figura 21.** Condutância estomática (gs) em folhas de tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013

### 5.2.2. Concentração interna de CO<sub>2</sub>

A concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) nas folhas de tomateiro, aos 20 DAT, aumentou sempre que se aumentou a salinidade hídrica e os dados se ajustaram ao modelo linear crescente (Figura 22A). Foram observados acréscimos na variável, da ordem de 2,56% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, quando as plantas foram irrigadas com água de CEa igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, a Ci aumentou 26,68 μmol mol<sup>-1</sup> (10,26%) em relação às plantas que receberam irrigação com água de CEa no valor de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, o que caracteriza os efeitos negativos da salinidade excessiva no metabolismo do carbono nas plantas (FREIRE et al., 2014), pois valores considerados elevados na Ci no interior das folhas indicam que o CO<sub>2</sub> não está sendo utilizado para a síntese de açúcares pelo processo fotossintético, com acúmulo deste gás, indicando, também, que algum fator não estomático está interferindo neste processo (LARCHER, 2000).

Este incremento na Ci pode ser atribuído à diminuição na condutância estomática com o aumento da salinidade da água (Figura 20A), uma resposta comum das plantas ao estresse salino (SOARES et al., 2013b). Ressalta-se que esse tipo de reação evidencia a ocorrência não só de dano ao aparato fotossintético na etapa de carboxilação, mas também, aumento no processo de fotorrespiração (SOARES et al., 2013b), já que é a enzima Rubisco que também catalisa o primeiro passo desta rota, além da atividade carboxilase na fotossíntese, também possui atividade oxigenase na fotorrespiração, o que significa que o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> competem pela mesma enzima e pelo mesmo substrato ribulose 1,5-bifosfato (TAIZ e ZEIGER, 2013), podendo resultar em maior concentração interna de CO<sub>2</sub> nas folhas.

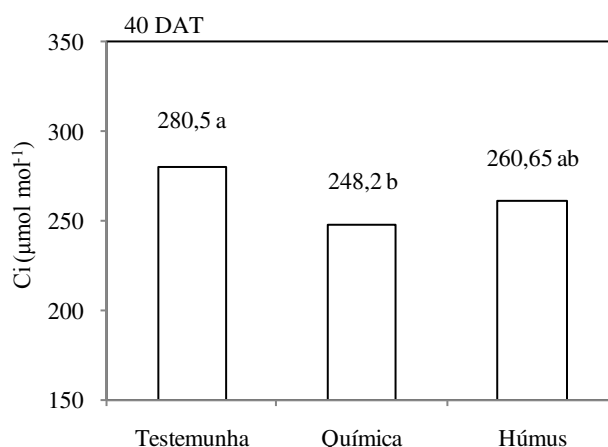


**Figura 22.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) em folhas de tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

As plantas que receberam aplicação de húmus foram as que obtiveram menor  $C_i$  nas folhas ( $263,35 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), aos 20 DAT (Figura 22B), o que ocorreu em razão do aumento da abertura dos estômatos (Figura 20B), podendo indicar maior aproveitamento do  $\text{CO}_2$  no processo fotossintético e menor taxa de fotorrespiração (SOARES et al., 2013b). Os valores de concentração interna de  $\text{CO}_2$  nas folhas de tomateiro proporcionados pela falta de adubação ( $284,3 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e pela adubação química ( $282,95 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), aos 20 DAT, não diferiram estatisticamente entre si, de acordo com o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Figura 22B).

Aos 40 DAT, a concentração interna de  $\text{CO}_2$  foi afetada de maneira significativa apenas pelas formas de adubação. Pode-se verificar, na Figura 23, que a  $C_i$  registrada nas plantas submetidas à adubação química foi a menor obtida ( $248,2 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) embora não tenha diferido estatisticamente da  $C_i$  proporcionada pela adubação orgânica ( $260,65 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ).

Os maiores valores de  $C_i$  na folha foram observados no tomateiro sem nenhuma forma de adubação (Figura 23), o que é comum em plantas com falta de nutrientes. Ferraz et al. (2012) afirmam que uma concentração maior de  $\text{CO}_2$  no interior das folhas das plantas pode decorrer em resposta aos estresses abióticos, como a deficiência de nutrientes em plantas sob ausência de adubação. Grassi e Magnani (2005) ressaltam que o aumento de  $C_i$  pode estar relacionado a fatores, como a redução da atividade e concentração da Rubisco, fotoinibição, taxa de transferência de elétrons e redução da eficiência fotoquímica do fotossistema II, que são processos bastante comuns em plantas com deficiência nutricional.

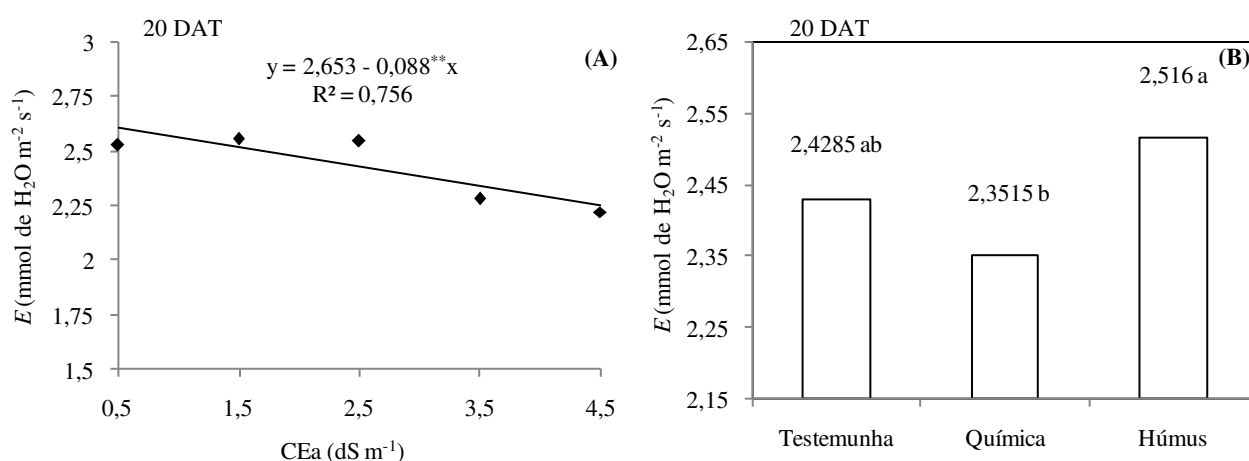


**Figura 23.** Concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) em folhas de tomateiro tipo cereja em função de formas de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013

### 5.2.3. Transpiração

A transpiração ( $E$ ) em folhas de tomateiro, aos 20 DAT, decresceu linearmente em 3,31% por cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Desta forma, registrou-se uma redução total de 13,26% ( $0,3517 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) na  $E$  das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica mais elevada ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação à  $E$  das plantas irrigadas com a água do tratamento controle ( $\text{CEa} = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Figura 24A). Esta redução na transpiração nas folhas do tomateiro pode ser atribuída ao fechamento estomático ocorrido com o aumento do nível salino na água de irrigação (Figura 20A), corroborando com Silva et al. (2013b), quando afirmam que o estresse salino reduz a quantidade de água transpirada pelas plantas. A redução da transpiração pode ser provocada, em maior parte, pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e pela redução do potencial total da água ocasionado pelo aumento da concentração salina (SILVA et al., 2011b).

Como a condutância estomática aos 20 DAT foi mais elevada nas plantas que receberam adubação orgânica (Figura 20B), conseqüentemente, a taxa de transpiração das plantas adubadas com húmus ( $2,516 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) também foi mais elevada em relação à  $E$  das testemunhas ( $2,4285 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e das plantas adubadas quimicamente ( $2,3515 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (Figura 24B), em virtude de a transpiração na planta ser comandada pela demanda atmosférica e pelo controle estomático (MARTINS et al., 2008), havendo redução na transpiração quando os estômatos se fecham em consequência de estresses abióticos.



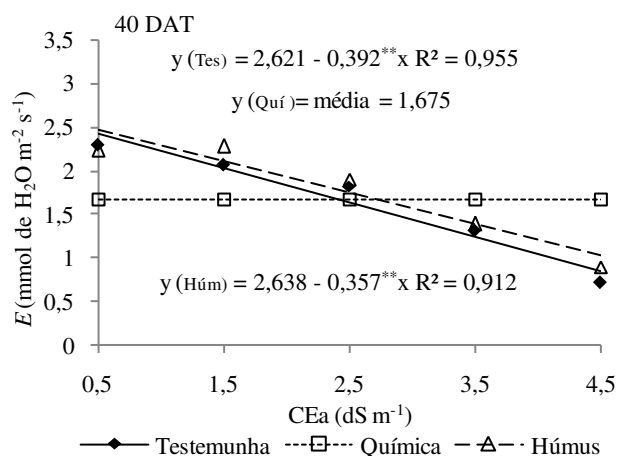
**Figura 24.** Transpiração ( $E$ ) em folhas de tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Acredita-se que a adubação com húmus tenha causado benefícios ao tomateiro, aos 20 DAT, reduzindo a ocorrência de estresses nutricionais e hídricos, visto que, de acordo com Galbiatti et al. (2011), a elevação da matéria orgânica, advinda de insumos como o húmus de minhoca, aumenta a porosidade dos solos, a absorção e a capacidade de armazenamento de água e nutrientes, além de facilitar o crescimento do sistema radicular das plantas.

A transpiração do tomateiro aos 40 DAT, foi afetada de maneira significativa pela interação entre salinidade e adubação (Tabela 8). No desdobramento estatístico dos fatores (Apêndice 2), observaram-se efeitos significativos dos diferentes níveis de salinidade da água apenas sobre as plantas sem nenhuma forma de adubação (testemunhas) ( $p < 0,01$ ) e sobre as plantas adubadas com húmus ( $p < 0,01$ ).

Constata-se, a partir dos estudos de regressão (Figura 25), que o aumento da salinidade da água de irrigação ocasionou decréscimo linear à transpiração do tomateiro que não recebeu tipo algum de adubação, com reduções da ordem de 14,95% por aumento unitário da CEa, proporcionando, assim, redução de 59,82% ( $1,56 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) na  $E$  das plantas submetidas a CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , em relação às que receberam irrigação com CEa de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Quanto às plantas adubadas com húmus de minhoca, verifica-se, na Figura 25, que a transpiração foi reduzida com o aumento do teor salino na água de irrigação, registrando-se reduções de 13,53% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas submetidas ao maior nível de salinidade tiveram sua transpiração reduzida em 54,13% ( $1,42 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) quando comparadas com as plantas submetidas à salinidade controle. Tais reduções na transpiração das plantas podem ter ocorrido em razão do fechamento estomático observado nas testemunhas e nas plantas sob adubação orgânica (Figura 21).

Nas plantas que receberam adubação mineral, a transpiração não foi afetada de maneira significativa pela salinidade da água de irrigação (Figura 25), permanecendo constante, mesmo com o aumento da condutividade elétrica da água até o nível de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ . A transpiração média observada foi de  $1,675 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , evidenciando que a reposição de nutrientes com adubos minerais beneficia o tomateiro tipo cereja, atenuando os efeitos deletérios do estresse salino sobre as trocas gasosas da cultura. A fertilização mineral nitrogenada, além de promover o crescimento das plantas pode, também, atenuar o efeito da salinidade sobre as mesmas (FLORES et al., 2002), pois um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma absorção maior de cloreto pela planta (NOBRE et al., 2013b).



**Figura 25.** Transpiração ( $E$ ) em folhas de tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013

#### 5.2.4. Fotossíntese líquida

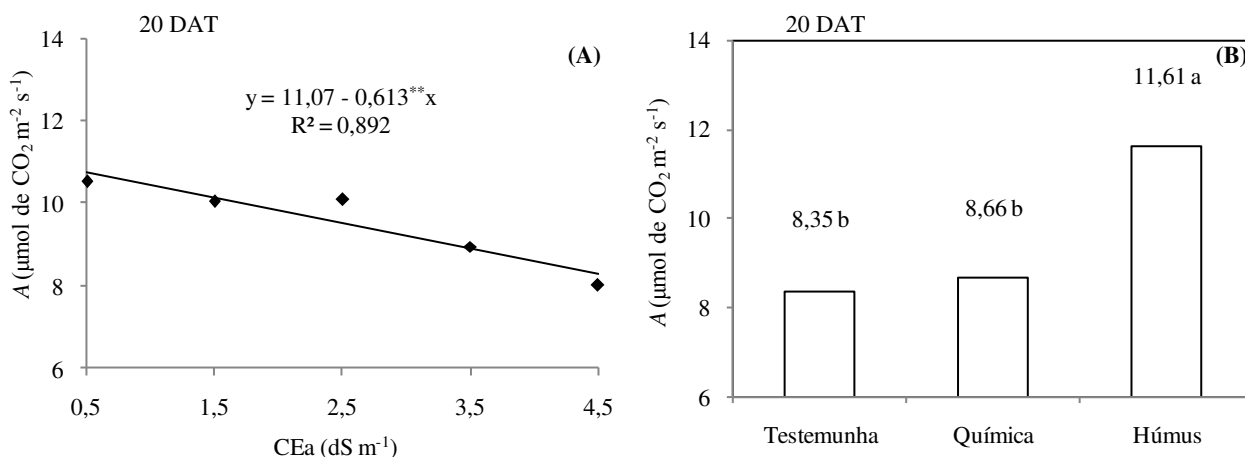
Os dados obtidos referentes à fotossíntese líquida ( $A$ ) do tomateiro tipo cereja, aos 20 DAT, corroboram com Freire et al. (2014), quando afirmam que, em função da redução da condutância estomática (Figura 20A) e da transpiração (Figura 24A) e do aumento da concentração interna de  $\text{CO}_2$  nas folhas (Figura 22A), a taxa fotossintética é comprometida quando as plantas são irrigadas com água de alta salinidade. A fotossíntese líquida do tomateiro, aos 20 DAT, foi reduzida com o aumento da salinidade da água de irrigação, cujos dados obtiveram melhor ajuste ao modelo linear simples e, conforme estudos de regressão (Figura 26A), percebe-se que a variável decresceu 5,53% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas submetidas ao maior nível de salinidade ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) sofreram redução na  $A$  de 22,14% ( $2,45 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação às plantas sob o tratamento controle (CEa =  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Oliveira et al. (2010) afirmam que, em condições de estresse salino, as plantas fecham os estômatos para reduzir a transpiração tendo, como consequência, uma redução da taxa fotossintética, podendo esta alteração morfofisiológica ser uma das principais causas na diminuição do crescimento das espécies, nessas condições. Para Neves et al. (2009), além das reduções nas taxas fotossintéticas pelo estresse salino estarem ligadas às limitações estomáticas inerentes aos efeitos osmóticos, também podem estar relacionadas com os danos no aparelho fotossintético e/ou no sistema enzimático de fixação do  $\text{CO}_2$ , ocasionados pela toxicidade iônica sobre o metabolismo.

Aos 20 DAT e com relação ao fator isolado adubação, a maior fotossíntese líquida foi registrada nas plantas adubadas com húmus de minhoca ( $11,61 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ),



superando em 39,04% e 34,06% a *A* das testemunhas ( $8,35 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e das plantas sob adubação química ( $8,66 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 26B). O uso de material orgânico proporciona melhoria na fertilidade, aumenta a retenção de água, a agregação e a porosidade do solo, aumentando, assim, a capacidade de troca de cátions, a fertilidade e a vida microbiana do solo, que potencializam a produtividade das culturas (MUELLER et al., 2013)



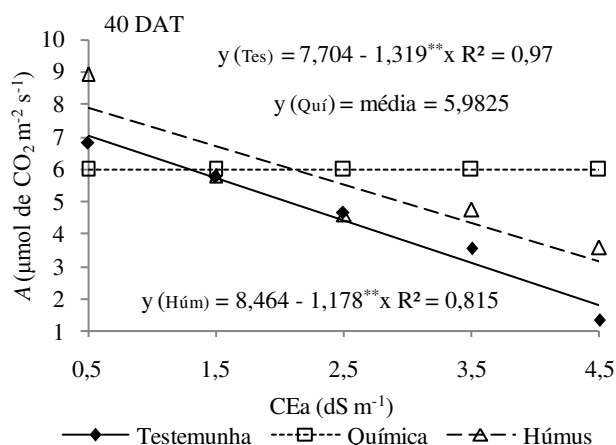
**Figura 26.** Fotossíntese líquida (*A*) em tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B), aos 20 DAT. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Aos 40 DAT ocorreu, para a fotossíntese líquida, efeito significativo na interação da salinidade x adubação (Tabela 8). Ao se desdobrar os níveis de CEa dentro de cada tipo de adubação (Apêndice 3), só foram constatados efeitos significativos da salinidade dentro da testemunha ( $p < 0,01$ ) e das plantas adubadas com húmus de minhoca ( $p < 0,01$ ). Em ambos os casos, o melhor ajuste foi no modelo linear simples.

Nas plantas que não receberam nenhum tipo de adubação, quando a irrigação foi realizada com água de maior nível salino ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), a redução observada na fotossíntese foi de 68,48% ( $5,27 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação às plantas irrigadas com água de menor nível salino ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), ou seja, ocorreram decréscimos de 17,12% por incremento unitário da condutividade elétrica da água (Figura 27). Quando o tomateiro foi adubado com húmus, as reduções na fotossíntese líquida foram menos acentuadas em função do aumento da salinidade da água e registrados decréscimos de 13,91% por incremento unitário da CEa. Desta forma, a fotossíntese líquida das plantas sob adubação orgânica e irrigação com água de CEa igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  foi reduzida em  $4,71 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (55,67%) quando comparadas à das plantas que também receberam adubação orgânica, porém foram irrigadas

com água de CEa igual a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 27). O estresse salino reduz a taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ , taxa de transpiração e condutância estomática em glicófitas, ou seja, uma consequência indireta do fechamento estomático, em condições de salinidade elevada, é a restrição à entrada de  $\text{CO}_2$  nas células, o que pode aumentar a susceptibilidade a danos fotoquímicos, haja vista que baixas taxas de assimilação do  $\text{CO}_2$  causam energia luminosa excessiva no FSII (FREIRE et al., 2014).

Como ocorreu na condutância estomática (Figura 21) e na transpiração (Figura 25) do tomateiro tipo cereja, constata-se que também houve atenuação dos efeitos nocivos da alta salinidade sobre a fotossíntese líquida, aos 40 DAT, quando as plantas receberam adubação mineral com macronutrientes. A A do tomateiro se manteve estável, sem significância estatística, mesmo quando as plantas foram irrigadas com a água com o maior nível de salinidade estudado ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). A média geral registrada na A das plantas adubadas quimicamente em função da salinidade crescente da água, foi de  $5,9825 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 27).



**Figura 27.** Fotossíntese líquida (A) em tomateiro tipo cereja em função da salinidade da água de irrigação dentro de cada forma de adubação, aos 40 DAT. Campina Grande/PB, 2013

Acredita-se que a atenuação dos efeitos deletérios da salinidade sobre a condutância estomática (Figura 21), a transpiração (Figura 25) e a fotossíntese líquida (Figura 27) do tomateiro tipo cereja, durante a segunda avaliação de trocas gasosas (aos 40 DAT), somente ocorreu em virtude da segunda aplicação de cloreto de potássio e ureia, pois, na primeira avaliação (aos 20 DAT), ainda não haviam sido aplicadas as segundas doses de  $\text{K}_2\text{O}$  e N. Desta forma, aos 20 DAT, esses macronutrientes ainda não estavam disponíveis às plantas nos teores necessários, de acordo com a recomendação da análise do solo (CAVALCANTI,

2008), o que explica o fato de que, aos 20 DAT, os efeitos da salinidade sobre as referidas variáveis fisiológicas não foram atenuados nas plantas cuja adubação realizada foi a química.

Existem evidências de uma provável competição entre alguns íons, isto é, um aumento na concentração de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ou  $\text{K}^+$  (provenientes dos adubos), na zona radicular, pode inibir uma maior absorção de  $\text{Cl}^-$  ou  $\text{Na}^+$  (advindos das águas salinizadas) pela planta (LIMA, 2013). Deste modo, acredita-se que a segunda aplicação dos adubos pode ter suprido as necessidades nutricionais da cultura, fazendo com que houvesse uma redução dos efeitos de natureza nutricional da salinidade sobre as plantas, com inibição da absorção de cloreto e sódio em razão da maior disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio, resultando em um efeito atenuante nas trocas gasosas das plantas sob estresse salino.

### 5.3. Variáveis relacionadas à produção das plantas

Na Tabela 9, pode-se observar os resumos dos testes de significância (Teste F) para as variáveis de produção do tomateiro tipo cereja, verificando-se que não houve significância estatística na interação da salinidade com a adubação para nenhuma das variáveis em questão. Constata-se que houve efeito significativo do fator isolado salinidade sobre as seguintes variáveis: número de flores por planta (NFL) ( $p < 0,05$ ), massa de frutos por planta (MFP) ( $p < 0,01$ ), número de frutos por planta (NFP) ( $p < 0,05$ ) e número de cachos por planta (NCP) ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 9.** Resultados do Teste F para número de flores por planta (NFL), percentagem de abortamento de flores (PAF), massa de frutos por planta (MFP), número de frutos por planta (NFP), massa média de um fruto (MMF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), número de cachos por planta (NCP) e número de frutos por cacho (NFC) em plantas de tomateiro tipo cereja, em função de níveis de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F							
	NFL	PA	MFP	NFP	MMF	DLF	NCP	NFC
Salinidade (S)	*	ns	**	*	ns	ns	*	ns
Regressão Linear	**	-	**	**	-	-	**	-
Regressão Quadrática	ns	-	ns	ns	-	-	ns	-
Adubação (A)	**	**	**	**	**	ns	**	**
Interação (S x A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. V. (%)	25,59	29,61	18,61	30,60	23,02	5,97	30,82	34,72

C. V. - coeficiente de variação; ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente

As diferentes formas de adubação afetaram, de maneira significativa, o NFL, a percentagem de abortamento de flores (PAF), a MFP, o NFP, a massa média de um fruto

(MMF), o NCP e o número de frutos por cacho (NFC), todas a  $p < 0,01$ . Apenas o diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) não foi afetado de maneira significativa por nenhum dos fatores em estudo (salinidade e adubação) nem pela interação entre os mesmos (Tabela 9); todavia, nos tomates colhidos no experimento, constatou-se um diâmetro longitudinal médio de 22,21 mm.

### **5.3.1. Número de flores por planta**

O número de flores por planta (NFL) de tomateiro reduziu em função do aumento crescente da salinidade da água de irrigação. De acordo com a equação de regressão (Figura 28A), a emissão de flores foi reduzida em 23,42% (média de 7,51 flores) nas plantas submetidas à irrigação com água de condutividade elétrica igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  em relação às plantas sob irrigação com água de condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , registrando-se decréscimos de 5,85% no número de flores por incremento unitário da CEa. Esta diminuição no NFL pode ser atribuída ao fato de que, como o estresse salino propicia redução no crescimento, os ramos produtivos são mais limitados em comprimento, provocando redução do número de gemas floríferas e, conseqüentemente, a floração e a produção por planta (VIANA et al., 2013).

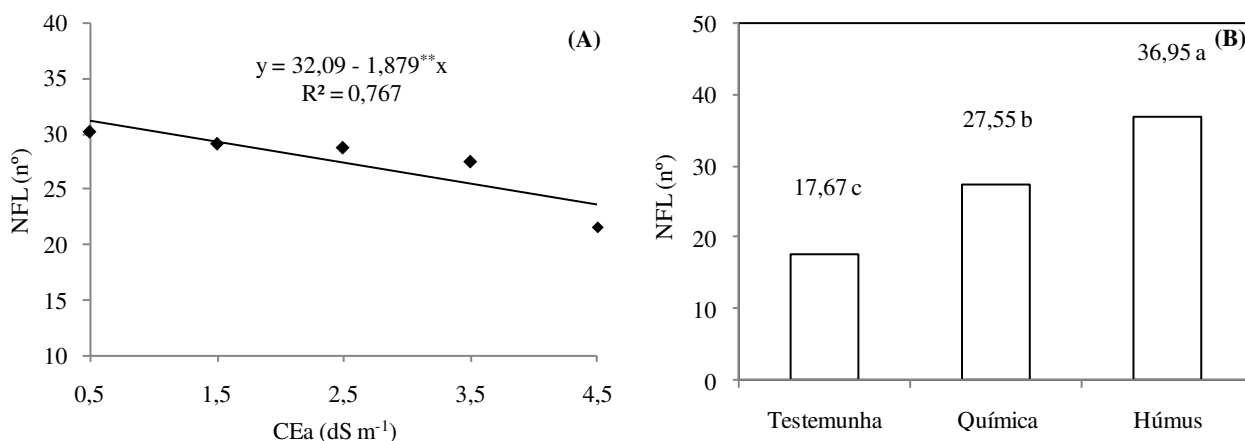
Em condições de alta salinidade ocorre diminuição do processo de absorção de água pela redução do potencial osmótico do substrato e a entrada de íons em quantidade suficiente para provocar toxicidade, que são apontadas como as principais causas da redução da velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos; com isto, as plantas resultantes deste meio, com menor grau de umidade, apresentam menor desenvolvimento (KLAFKE et al., 2012). Assim, as mudanças de fases na planta podem ser afetadas negativamente, prejudicando, também, a emissão de flores pela mesma; contudo e de acordo com os autores supracitados, ainda que a mudança na concentração de sais do meio ocasione prejuízos à planta, a contribuição de processos subsequentes, como divisão, expansão e aceleração da morte celular, ainda não foi bem elucidada.

Resultados semelhantes foram observados em diferentes culturas. Botía et al. (2005) registraram, estudando a cultura do meloeiro sob estresse salino, que a salinidade da água de irrigação reduziu o número de flores e retardou a floração das plantas. Aragão et al. (2009) observaram, também avaliando a cultura do melão submetida à salinidade, que a emissão de flores por planta foi, de maneira geral, severamente afetada pela concentração salina de  $6,1 \text{ dS m}^{-1}$ , havendo redução do número de flores de até 80% em uma das cultivares analisadas. Santana et al. (2003) constataram que o aumento da condutividade elétrica da água de

irrigação, até o nível de 5,5 dS m<sup>-1</sup>, reduziu linearmente a emissão de flores no feijoeiro *Phaseolus vulgaris*.

O número de flores por planta aumentou quando as plantas foram adubadas com húmus de minhoca (média de 36,95 flores), superando o NFL propiciado pela adubação química (média de 27,55 flores) e o NFL observado nas testemunhas (média de 17,67 flores) em 34,11% e 109,11%, respectivamente (Figura 28B). Esta superioridade no NFL, devida à adubação orgânica, pode ter ocorrido em função da maior disponibilidade de nutrientes e aumento da capacidade de retenção de água, que ocorrem com a incorporação de matéria orgânica no solo (REINA et al., 2010).

Ressalta-se que o solo, antes da instalação do experimento, possuía teor de matéria orgânica de 0,64%, considerado muito baixo ( $\leq 0,70\%$ ), de acordo com Alvarez et al. (1999), o que pode justificar a elevação da variável ao se incorporar matéria orgânica ao solo, onde podem ter supridas as necessidades da cultura no período de formação de flores, sobretudo, porque foi utilizado húmus de minhoca. Em trabalho de Pereira et al. (2013b), observou-se superioridade do húmus de minhoca quando comparado com outras fontes de matéria orgânica sobre a produção de feijoeiro vigna, visto que o húmus possui elevada taxa de mineralização de N.



**Figura 28.** Número de flores por planta de tomateiro tipo cereja (NFL) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

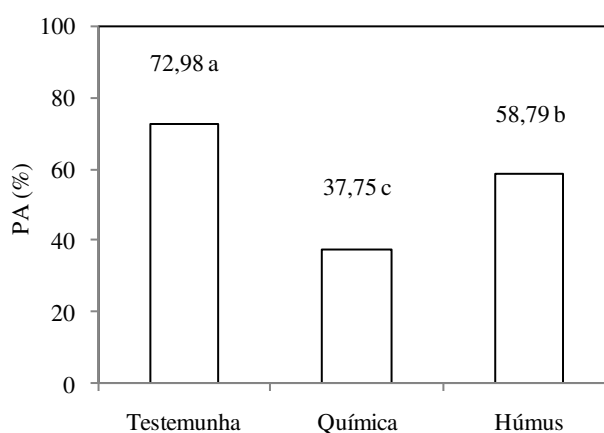
Apesar de as plantas adubadas quimicamente terem emitido menos flores (27,55 flores) em relação às plantas sob adubação orgânica (36,95 flores), seus valores foram superiores aos das plantas sem nenhuma forma de adubação (testemunhas) (17,67 flores) em

55,91% (Figura 28B), evidenciando que, para que o tomateiro cereja emita um número de flores satisfatório, é conveniente a prática da adubação, seja orgânica ou química.

### 5.3.2. Percentagem de abortamento de flores

A percentagem de abortamento de flores (PAF) foi afetada de maneira significativa apenas pelas diferentes formas de adubação (Tabela 9). Observa-se, na Figura 29, que a maior percentagem de abortamento de flores ocorreu nas plantas que não receberam forma de adubação alguma, quando 78,98% das flores caíram e não formaram frutos.

Atribui-se o aumento da taxa de abortamento nas testemunhas a uma provável deficiência nutricional em razão da falta de adubação, de vez que em tomateiro, entre outros motivos, o abortamento de flores pode ser acentuado em condições de estresse hídrico, excesso ou deficiência de nitrogênio e/ou desequilíbrio nutricional. As plantas que receberam adubação orgânica (58,79% de flores abortadas) e adubação química (37,75% de flores abortadas) obtiveram taxas de abortamento inferiores às testemunhas (72,98% de abortamento) em 19,44% e 48,27%, respectivamente (Figura 29).



**Figura 29.** Percentagem de abortamento de flores em tomateiro tipo cereja (PAF) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Esta menor percentagem de abortamento de flores (37,75%) observada nas plantas de tomateiro que receberam adubação mineral (Figura 29) pode estar atrelada à disponibilização de nutrientes à cultura, através dos adubos, em condições consideradas adequadas (CAVALCANTI, 2008), fazendo com que não ocorresse desequilíbrio nutricional tão acentuado na planta, durante a floração, como o verificado nas plantas que não receberam tipo algum de adubação e nas plantas sob adubação orgânica.

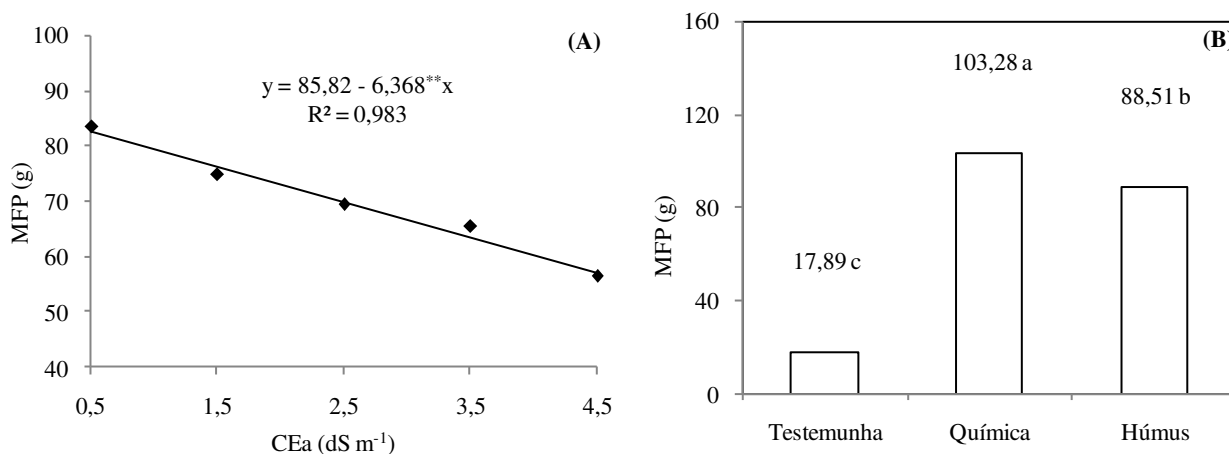
### 5.3.3. Massa fresca de frutos por planta

A salinidade crescente da água de irrigação diminuiu a produção de tomates, verificando-se reduções na massa de frutos por planta (MFP) da ordem de 7,42% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Desta forma, quando as plantas foram irrigadas com água de CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup>, a MFP obtida foi de 89,00 g, enquanto que as plantas irrigadas com água de CEa igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, obtiveram uma MFP de 60,35 g, ou seja, ocorreu um decréscimo de 29,68% (25,47 g) na massa de frutos das plantas irrigadas com o maior em relação ao menor nível salino (Figura 30A). Nobre et al. (2013b) relatam que os efeitos adversos dos sais dissolvidos nas águas ou nos solos refletem, na maioria dos casos, em declínio na capacidade produtiva e na qualidade dos produtos obtidos das plantas cultivadas devido aos efeitos diretos sobre o potencial osmótico, desbalanceamento nutricional e efeito tóxico de íons, principalmente o cloro e o sódio.

Reduções na produção de frutos de tomateiro em razão de estresse salino foram observadas por diversos autores. Freire et al. (2010) constataram declínio na produção de frutos de duas cultivares de tomate com o aumento da salinidade da água de irrigação, em que na cultivar ‘Santa Adélia’ a redução da produção foi de 10,0%, enquanto na cultivar ‘Meia Estaca’ foi de 6,78%, quando se compara o controle (0,4 dS m<sup>-1</sup>) com o mais alto nível de salinidade (6,0 dS m<sup>-1</sup>) Medeiros et al. (2012) verificaram, em estudo sobre a cultura do tomate em relação à tolerância a salinidade do solo, a partir de dois manejos de fertirrigação e seis níveis iniciais de salinidade (entre 1,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), que as variáveis produção total e produção comercial de frutos foram prejudicadas com o aumento da salinidade do solo. Gomes et al. (2011) constataram, cultivando o tomateiro cereja em sistema hidropônico, que a produtividade total de frutos e a produtividade de frutos comerciáveis obtiveram reduções de 10,9% e 9,9%, respectivamente, para cada aumento de uma unidade da condutividade elétrica da solução nutritiva.

Deferente ao fator isolado adubação, pode-se observar, na Figura 30B, que a maior massa de frutos ocorreu nas plantas submetidas à adubação com fertilizantes minerais (103,28 g), superando a produção de frutos das plantas sem adubação (17,89 g) em quase cinco vezes (477,30%) e a das plantas sob adubação orgânica (88,51 g) em 16,68%. As plantas que foram adubadas com húmus de minhoca e apesar de terem obtido uma massa de frutos inferior àquela observada nas plantas sob fertilização mineral, produziram mais frutos que as plantas sem nenhuma forma de adubação, observando-se um aumento de quase quatro vezes (394,74%).

Mueller et al. (2013) concluíram, cultivando o tomateiro sobre adubação mineral e orgânica, que as maiores produtividades comerciais de tomate são obtidas com a aplicação apenas da adubação mineral ou com a aplicação de adubo orgânico complementado com adubo mineral, ou seja, a adubação orgânica com cama de aviário sem a suplementação da adubação mineral, não permite obter produtividades comerciais de tomate, semelhantes à adubação mineral.



**Figura 30.** Massa de frutos por planta de tomateiro tipo cereja (MFP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

No geral, foi observado e discutido, ao longo da apresentação dos dados, sobre o fato de a adubação com húmus de minhoca ter proporcionado um crescimento inicial melhor às plantas, valores mais satisfatórios nas trocas gasosas à cultura, na primeira análise (aos 20 DAT), e maior número de flores no tomateiro tipo cereja, porém se observa que a massa de frutos propiciada pela adubação orgânica (55,51 g) foi menor do que nas plantas adubadas quimicamente (103,28 g) (Figura 30B), ou seja, apesar de a adubação com húmus ter sido mais eficiente do que a adubação mineral no crescimento inicial, nas trocas gasosas iniciais e na emissão de flores no tomateiro, a fertilização química foi mais eficiente na produção de frutos, em termos de massa.

Este fato pode ser atribuído à possibilidade da existência da falta de sincronismo entre a mineralização dos nutrientes do adubo orgânico e as épocas de maior acúmulo de nutrientes pela cultura, visto que a época de maior absorção de nutrientes coincide com o início da frutificação (MUELLER et al., 2013). Azeez e Averbeke (2010) verificaram, avaliando a taxa de mineralização de N de esterco de origem animal, que o N é mineralizado



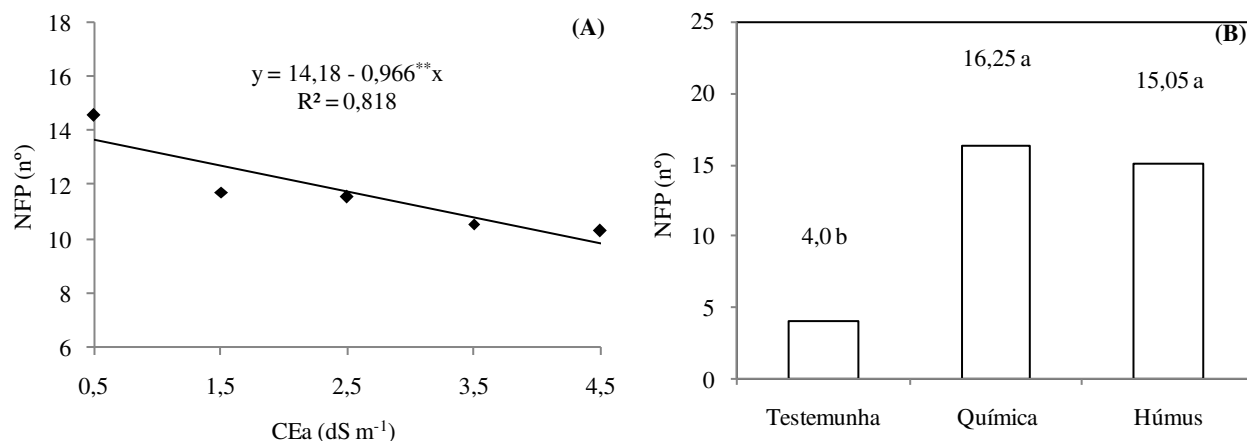
rapidamente nos primeiros 30 dias de aplicação podendo implicar em perdas de N por lixiviação se o período de maior absorção de N pelas culturas não coincidir com esta época.

Acredita-se, portanto, que a maior taxa de mineralização de nitrogênio do húmus de minhoca utilizado no presente estudo pode ter ocorrido no período que abrange desde o transplante das mudas até a época de florescimento, havendo redução a partir do início da fecundação das flores e da formação dos frutos, o que também é comprovado pelo fato de ter ocorrido grande taxa de abortamento de flores nas plantas que foram submetidas à adubação com húmus (58,79%), prejudicando a massa dos frutos produzidos pelo tomateiro tipo cereja.

#### **5.3.4. Número de frutos por planta**

Verificou-se declínio no número de frutos por planta de tomateiro (NFP) com o aumento da salinidade da água de irrigação. Conforme equação de regressão (Figura 31A), o NFP decresceu 6,81% por incremento de cada unidade da condutividade elétrica da água. Comparando os valores obtidos no menor nível salino ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) com os encontrados nas plantas irrigadas com água de maior salinidade ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), verifica-se redução em cerca de 27,24% (média de 3,86 tomates) no número de frutos por planta. Terceiro Neto et al. (2013) comentam que diminuições no número de frutos podem ser atribuídas às reduções na formação e ao aumento no abortamento de flores e/ou frutos, que são processos que ocorrem quando as plantas são expostas a altas concentrações salinas na fase de floração (TERCEIRO NETO et al., 2013).

Silva et al. (2013c) constataram, em estudo sobre a tolerância do tomateiro à salinidade em ambiente protegido, que nos tratamentos com os maiores níveis de salinidade do solo houve reduções severas no número de frutos por planta e fitomassa fresca de frutos, sugerindo que, nas plantas submetidas às maiores salinidades, ocorreu maior abortamento das flores femininas e, conseqüentemente, redução na produção de frutos comerciais, porém no presente estudo não foram constatados efeitos significativos na percentagem de abortamento de flores em função do aumento da salinidade da água (Tabela 9); portanto, pode-se atribuir as reduções no número de frutos (Figura 31A) às reduções observadas na formação de flores (Figura 28A) quando as plantas foram irrigadas com água de altos níveis salinos.



**Figura 31.** Número de frutos por planta de tomateiro tipo cereja (NFP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

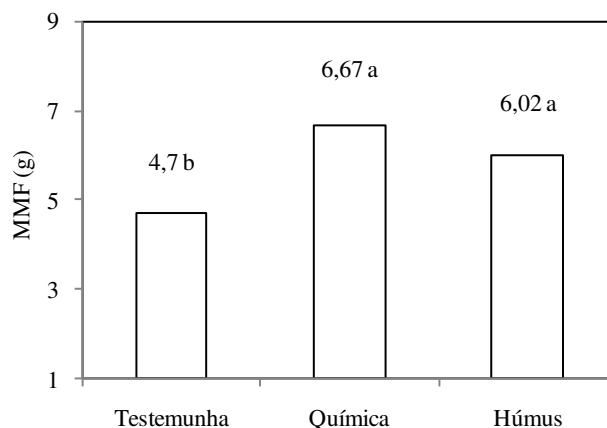
Com referência ao fator isolado adubação, observa-se (Figura 31B), que o menor número de frutos ocorreu nas plantas que não receberam nenhuma forma de adubação (média de 4,0 frutos), o que pode ser atribuído às condições de baixa fertilidade do solo utilizado no experimento, havendo necessidade de adubação para que a cultura obtivesse uma produção mais elevada (ALVAREZ et al., 1999).

A adubação mineral proporcionou maior de frutos no tomateiro cereja (média de 16,25 tomates), superando o NFP observado nas testemunhas (4,0 tomates) em mais de três vezes (306,25%) e o NFP observado nas plantas sob adubação orgânica (15,05 tomates) em 7,97%; entretanto, não houve diferença significativa entre os números de frutos das plantas sob adubação química e das plantas sob adubação orgânica (Figura 31B). Os resultados obtidos corroboram com os constatados por Mueller et al. (2013), que observaram, em seu estudo sobre tomateiro submetido à adubação orgânica e à mineral, que as maiores produtividades comerciais de frutos foram obtidas nas plantas sob doses de adubo orgânico em associação à adubação mineral, não diferindo da adubação exclusiva com adubo mineral, em duas safras, concluindo que o adubo orgânico, quando associado à complementação com adubação mineral, supre a demanda da cultura pelos macronutrientes.

### 5.3.5. Massa média de um fruto

Apesar de a massa de frutos por planta e o número de frutos por plantas terem sido afetados significativamente pela salinidade crescente da água de irrigação, não foram observados efeitos significativos dos níveis de CEa sobre a massa média de um fruto (MMF) (Tabela 9). Esta, por sua vez, foi afetada de maneira significativa apenas pelas formas de

adubação, podendo-se observar, na Figura 32, que a maior MMF foi obtida nas plantas que foram submetidas à fertilização mineral (6,67 g); contudo, não diferiu estatisticamente da massa média de um fruto observada nas plantas sob adubação orgânica (6,02 g).



**Figura 32.** Massa média de um fruto de tomateiro tipo cereja (MMF) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

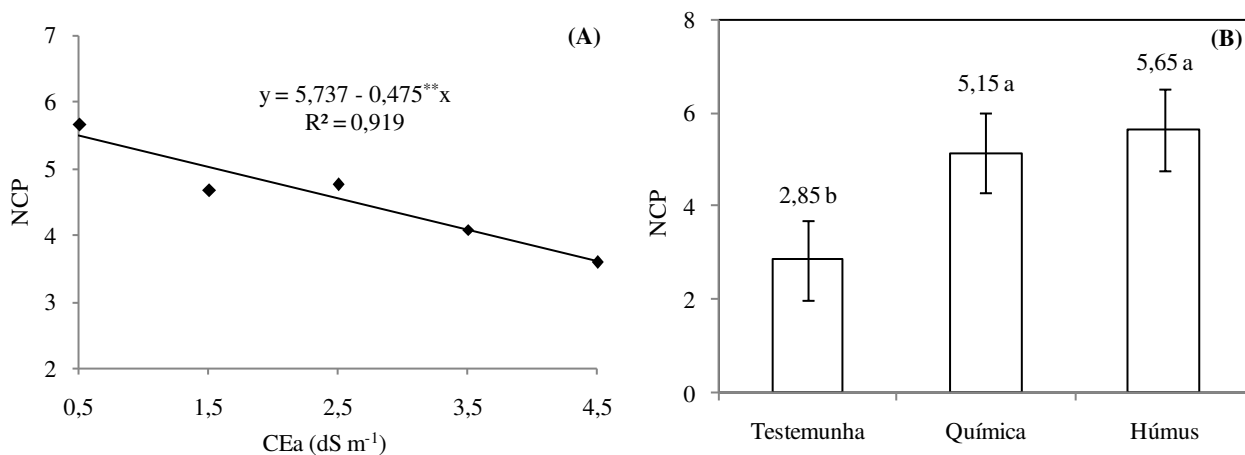
Percebe-se, ainda, que a menor massa média de um fruto foi verificada nas plantas sem qualquer forma de adubação (4,7 g), registrando-se reduções percentuais na ordem de 29,53% e 21,92% em relação às plantas submetidas à fertilização química e às plantas sob fertilização com húmus, respectivamente (Figura 32).

São notáveis as melhorias em algumas variáveis referentes à produção de frutos nas plantas sob adubação orgânica ou mineral em relação às testemunhas, inclusive na massa média de um fruto, porém, de acordo com a classificação de tomate cereja em função do peso dos frutos, proposta por Fernandes et al. (2007), mesmo os frutos que obtiveram maior massa média (6,67 g nas plantas sob adubação química e 6,02 g nas plantas sob adubação orgânica) são considerados pequenos (entre 5,0 e 10,0 g). Nas plantas sem nenhuma forma de adubação, a massa média de fruto observada (4,7 g) está abaixo das classes de peso de frutos sugeridas pelos autores supracitados (gigante, se maior que 20 g; grande, entre 15 e 20 g; médio, entre 10 e 15 g; e pequeno, se possuir massa entre 5 e 10 g), podendo ser considerados muito pequenos.

### 5.3.6. Número de cachos por planta

O número de cachos por planta de tomateiro tipo cereja (NCP) foi reduzido com o aumento da salinidade hídrica. Por meio da equação de regressão (Figura 33A), nota-se que o

efeito foi linear decrescente, ocorrendo redução no NCP de 8,27% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 1,89 fruto (33,11%) nas plantas submetidas ao nível salino 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação a 0,5 dS m<sup>-1</sup> na água de irrigação. A redução do potencial osmótico da solução do solo, provocada pelo sal, dificulta a entrada de água nas células da planta e, conseqüentemente, prejudica o desempenho da cultura (TESTER e DAVENPORT, 2003). Desta forma, o estresse salino representa um dos mais sérios fatores a limitar o crescimento e a produção das culturas, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores (CARNEIRO et al., 2007), pois, além de reduzir a disponibilidade de água às plantas, exerce efeitos tóxicos de íons específicos sobre os processos fisiológicos e metabólitos das plantas, comprometendo o rendimento e a qualidade da produção (MEDEIROS et al., 2009).



**Figura 33.** Número de cachos por planta de tomateiro tipo cereja (NCP) em função da salinidade da água de irrigação (A) e de formas de adubação (B). Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

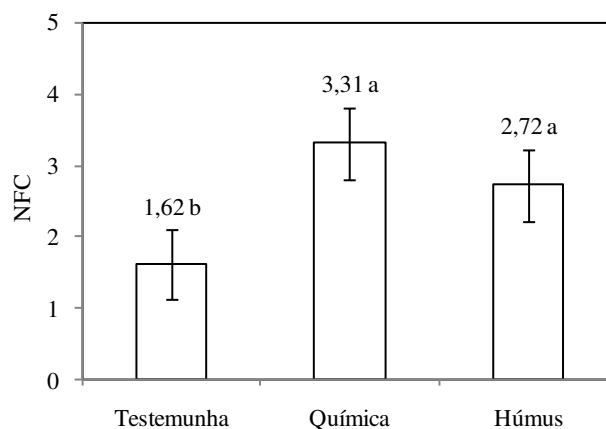
Com relação ao fator isolado adubação (Figura 33B), observou-se que o número de cachos por planta foi reduzido quando não foi utilizado nenhum tipo de adubação (testemunhas) (média de 2,85 cachos por planta). Quando as plantas foram submetidas à adubação com húmus de minhoca, o número de cachos foi beneficiado, atingindo o valor médio de 5,65 cachos por planta, aumentando 98,24% em relação às testemunhas. Quando a adubação foi feita com fertilizantes minerais à base de macronutrientes primários, o número de cachos obtido (5,15 cachos por planta) foi um pouco inferior ao NCP observado nas plantas sob adubação orgânica (5,65 cachos); entretanto, não foram constatadas diferenças significativas entre as duas, de acordo com o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), indicando similaridade estatística entre as mesmas. Percebe-se que, tal como a adubação com húmus, a

adubação química também proporcionou um número de cachos (5,15 cachos) superior àquele registrado nas plantas que não foram submetidas a qualquer tipo de fertilização (2,85 cachos), com aumento percentual da ordem de 83,92%.

### **5.3.7. Número de frutos por cacho**

Na maioria das variáveis analisadas, constatou-se forte tendência ao declínio, tanto no crescimento como na fisiologia, no florescimento e na produção, quando as plantas não receberam nenhum tipo de adubação, atribuindo-se este fato às condições de baixa fertilidade do solo utilizado no experimento (ALVAREZ et al., 1999). Desta forma, referida tendência de redução nos atributos das testemunhas também foi verificada no número de frutos por cacho (NFC) do tomateiro tipo cereja (Figura 34). Esta variável não foi afetada de maneira significativa pelos níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (Tabela 9).

Nas testemunhas, o número de cachos produzidos por planta (média de 1,62 cachos) foi inferior em 51,05% e 40,44% em relação ao NFC das plantas submetidas à fertilização química (3,31 cachos) e ao NFC das plantas submetidas à fertilização com húmus de minhoca (2,72 cachos) (Figura 34). Observa-se, na referida Figura, que as plantas sob adubação mineral produziram um número de cachos levemente superior às plantas sob adubação orgânica; contudo e de acordo com o teste de comparação de médias (Teste de Tukey), não há diferença estatística entre as médias de NFC referentes a essas duas formas de adubação, ou seja, o NFC das plantas sob adubação mineral é estatisticamente semelhante ao NFC produzidos das plantas fertilizadas com húmus. Assim e em concordância com Azeez e Averbeke (2010), acredita-se que o húmus de minhoca ainda possuía alta taxa de mineralização do nitrogênio no período de formação dos cachos (Figura 33B), permanecendo elevada até a formação das flores (Figura 28B); entretanto, a partir deste ponto, é provável que a mineralização do N pode ter começado a decrescer, o que é comprovado pelo aumento da percentagem de abortamento de flores nas plantas sob adubação orgânica (Figura 29), prejudicando a produção de massa (Figura 30B) e de número de frutos (Figura 31B) pelo tomateiro tipo cereja.



**Figura 34.** Número de frutos por cacho de tomateiro tipo cereja (NFC) em função de formas de adubação. Campina Grande/PB, 2013. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Observou-se, ao longo de todo o experimento, que algumas características morfofisiológicas e de produção do tomateiro cereja submetido à adubação mineral e à adubação orgânica, atingiram valores satisfatórios e similares entre si, superando os atributos verificados nas plantas sem qualquer tipo de adubação; entretanto, diversos autores observaram que a adubação orgânica pode ser mais eficiente quando associada à adubação química (FERREIRA et al., 2003; MUELLER et al., 2013; PRIBETIC et al., 2000; SAMAWAT et al., 2001), pois, a associação de adubos minerais aos adubos orgânicos, principalmente nitrogenados, pode auxiliar na decomposição do material orgânico, aumentando a velocidade de liberação dos nutrientes para a solução do solo (MUELLER et al., 2013).

## 6. CONCLUSÃO

1. O aumento da salinidade da água de irrigação até o nível de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , prejudica o crescimento do tomateiro cereja;
2. O tomateiro cereja tem maior sensibilidade ao estresse salino no crescimento inicial, porém, esta maior sensibilidade inicial prejudica o crescimento da planta ao longo de todo o ciclo;
3. O húmus de minhoca proporciona maior crescimento do tomateiro cereja no início do ciclo (20 DAT);
4. A aplicação de uma segunda dose de nitrogênio e potássio (aos 28 DAT), em função da análise de solo, proporciona recuperação no crescimento das plantas de tomateiro cereja sob adubação química, aos 35 e aos 50 DAT, igualando-se ao crescimento das plantas sob adubação orgânica;
5. A adubação mineral proporciona menor queda das folhas de tomateiro cereja;
6. O maior acúmulo de fitomassa da parte aérea no tomateiro cereja ocorre quando as plantas são adubadas com húmus de minhoca;
7. Aos 20 dias após o transplântio das mudas de tomateiro cereja, a adubação orgânica com húmus de minhoca propicia melhores índices de trocas gasosas à cultura;
8. As trocas gasosas em plantas de tomateiro cereja são prejudicadas com o aumento da salinidade hídrica;
9. A adubação química com NPK, conforme recomendação da análise de solo, atenua os efeitos deletérios dos sais sobre a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese líquida das plantas de tomateiro cereja, aos 40 dias após o transplântio;
10. A alta salinidade da água favorece a redução na emissão de cachos e flores e, conseqüentemente, reduz a produção de frutos pelo tomateiro cereja;
11. A maior produção de frutos ocorre quando as plantas são submetidas à fertilização mineral;
12. Nas plantas sem nenhuma forma de adubação, ocorrem menor crescimento, danos nas trocas gasosas, maior taxa de abortamento de flores e menor produção de frutos.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 613-619, 2012
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004.
- ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, NAIRAM, F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALAVAREZ, V. H. (Org.). **Recomendação para o uso de fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 25- 32.
- ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO, E.; SILVA, J. A. L.; GONÇALVES, E. P.; COSTA, C. C. Produção de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 215-221, 2000.
- AMARAL, J. A. T; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- ARAÚJO, E. R.; SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 9, p. 890-895, 2011.
- ARRUDA, F. P.; ANDRADE, A. P.; I. SILVA, F.; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.
- ASHRAF, M., HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n.1, p. 3-16, 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEEZ J. O.; AVERBEKE W. V. Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a sandy clay loam soil. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 1, p. 5645-5651, 2010.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; MENDEZ, M. E. G.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 180-184, 2007.



- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança - PB. **Horticultura Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 482-487, 2011.
- BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, v. 23, n. 3, p. 243-253, 2005.
- CALIMAN, F. R. B. **Enriquecimento com CO<sub>2</sub> por meio de compostagem para a cultura do tomateiro em ambiente protegido**. 2008. 79 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- CARNEIRO, P. T.; CAVALCANTI, M. L.; BRITO, M. E. B.; GOMES, A. H. S.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 150-155, 2007.
- CARVALHO, D. O.; POZZA, E. A.; CASELA, C. R.; COSTA, R. V.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, C. O. Adubação nitrogenada e potássica na severidade da antracnose em dois cultivares de milho. **Ceres**, v. 60, n. 3, p. 380-387, 2013.
- CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, USP/ESALQ. **Hortifruti Brasil**, v. 6, n. 58, p. 6-14, 2007.
- CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; BARBOSA, M. R. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Ciência Agrônoma**, v. 36, n. 3, p. 396-399, 2005.
- CASTRO, R. S. **Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluente de piscicultura**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2003.
- CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 2. ed. rev. Recife: IPA, 2008.
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.
- COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 25-30, 2014.

COELHO, J. B. M.; BARROS, M. F. C.; BEZERRA NETO, E.; CORREA, M. M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 379-385, 2013.

COLARICCIO, A.; EIRAS, M.; CHAVES, A. L. R.; HARAKAVA, R.; ARAUJO, J.; CHAGAS, C. M. Caracterização do *Tomato Chlorotic Spot virus* isolado de jiló no Vale da Paraíba Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 285-291, 2002.

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

COSTA, P. H. A.; SILVA, J. V.; BEZERRA, M. A.; ENÉAS FILHO, J.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n. 3, p. 289-297, 2003.

CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como Estratégia de Adaptação de Pequenos Agricultores às Mudanças Climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 2, p. 369-386, 2013.

D'ARCY, W. G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: HAWKES J. G.; LESTER R. N.; NEE M.; ESTRADA N. (Eds.). **Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1991. p. 75-137.

DEL AMOR, F. M.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Gas exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, n. 9, p. 1315-1325, 2000.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 146-151, 2005.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

EPSTEIN, E., BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Londrina: Planta, 2006.

FABRIS, L. B.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; SANTOS, D. H.; SANTOS, G. S.; SILVA, P. C. G. Produtividade e desempenho de cana-de-açúcar cultivada em diferentes espaçamentos e doses de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 252-258, 2013.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2007.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 3, p. 93-103, 2010.

FERNANDES, P. D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2005.

FERRAZ, R. L. **Crescimento, fisiologia e produção do algodoeiro sob efeito do silício via foliar**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 5.3** - software de análises estatísticas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 468-473, 2003.

FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Ciência Agrônoma**, v. 38, n. 1, p. 7-16, 2007.

FILGUEIRA, J. A. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

FLORES, P. BOTELLA, M. A.; MARÍNEZ, V.; CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: nitrate uptake and reduction. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n. 1, p. 177-187, 2002.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: UPF, 2004.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; GALETTI, G.; FERNANDES, D. M.; CORRÊA, J. C. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.385-392, 2013.

FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1133-1144, 2010.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991.

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 850-856, 2011.

GRASSI, G., MAGNANI, F. Stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis as affected by drought and leaf ontogeny in ash and oak trees. **Plant, Cell and Environmental**, v. 28, n. 7, p. 834-849, 2005.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Eds). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 60-66, 2011.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (Ed.). **Soil salinity under irrigation: processes and management**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p. 319-338.

KLAFKE, A. V.; LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Desempenho de sementes nuas e revestidas de azevém-anual em condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1093-1099, 2012.

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

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. p. 95-105.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LAUCHILI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, v. 38, n. 10, p. 18-21, 1990.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, v.12, n. 2, p.168-176, 2007.

LIMA, G. S. **Cultivo da mamoneira sob irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; DIAS, A. S. Interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 29-37, 2012.

LONGO, A. D. **Minhoca**: de fertilizadora do solo a fonte alimentar. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1995.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Produtividade de tomate 'Débora Pto' sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 489-494, 2010.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.103, n. 1, p.115-134, 1977.

MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of tolerant plants to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). **Crop tolerance to sub-optimal land conditions**. Madison: American Society Agronomy, 1978. p. 277-299.

MAIA FILHO, F. C. F.; PEREIRA, R. F.; ALVES, F. I. S.; CAVALCANTE, S. N.; MESQUITA, E. F.; SUASSUNA, T. C. Crescimento e fitomassa do girassol variedade 'Embrapa 122/V-2000' adubado com esterco bovino em dois solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 67-75, 2013.

MAIA, J. T. L. S.; CLEMENTE, J. M.; SOUZA, N. H.; SILVA, J. O.; MARTINEZ, H. E. P. Adubação orgânica em tomateiros do grupo cereja. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 37-44, 2013.

MALHEIROS, S. M. M.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1085-1092, 2012.

MARQUELLI, W. A.; MEDEIROS, M. A.; SOUZA, R. F.; RESENDE, F. V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 429-434, 2011.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 1297-1306, 2008.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-plantas em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Eds). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB e SBEA, 1997. p. 239-284.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S. Tolerância da cultura do pepino à salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 406-410, 2009.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, J. F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 51-55, 2012.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

MINAMI, K; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989.

MONTE, J. A. **Manejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica-RJ**. 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A. BECKER, W. F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 86-92, 2013.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 28, n. 2, p. 239-250, 2002.

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, (Suplemento), p. 873-881, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A.; Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013a.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S.; SILVA, A. O.; LOURENÇO, G. S. Crescimento e produção da mamoneira cultivada sob diferentes níveis

de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. **Semina**, v. 34, n. 3, p. 961-974, 2013b.

NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, S. S. Acúmulo de NPK e sódio na mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1066-1073, 2013c.

OLIVEIRA, F. A. CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 37-45, 2011a.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. F. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, p. 79-86, 2013a.

OLIVEIRA, J. T. L.; CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUEDES FILHO, D. H. Crescimento de cultivares de girassol ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 123-128, 2013b.

OLIVEIRA, V. C.; CUNHA, A. L. A.; SANTOS, A. J. G.; LIRA, A. K. N.; LEÃO, A. C. Crescimento inicial do tomateiro quando nutrido com diferentes tipos e concentrações de matéria orgânica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-4, 2011b.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido à diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

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

PEREIRA, R. F.; CAVALCANTE, S. N.; LIMA, A. S.; MAIA FILHO, F. C. F.; SANTOS, J. G. R. Crescimento e rendimento de feijão vigna submetido à adubação orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 91-96, 2013a.

PEREIRA, R. F.; LIMA, A. S.; MAIA FILHO, F. C. F.; CAVALCANTE, S. N.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 27-32, 2013b.

PEREIRA, R. F.; LIMA, A. S.; MELO, D. S.; SOUSA, P. M.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; SANTOS, E. C. X. R. Estudo do efeito de diferentes dosagens de

biofertilizante e de intervalos de aplicação sobre a produção do maracujazeiro-amarelo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, supl. esp. n. 1, p. 25-30, 2009.

PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; PUGA, A. P. Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cv. BRSMG 68 (Vencedora) cultivada em solução nutritiva. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 114-119, 2010.

PRIBETIC D.; JURISIC M.; VLAKETIC I. Tomato yield depending on fertilization. **Agronomski Glasnik**, v. 62, n. 5/6, p. 345-356, 2000.

REINA, E.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTT, M. A.; PELUZIO, J. M. Efeito de doses de esterco bovino na linha de semeadura na produtividade de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 158-164, 2010.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; S. JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954.

ROCHA, M. Q. **Crescimento, fenologia e rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidropônico**. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

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

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013.

SAMAWAT S.; LAKZIAN A.; ZAMIRPOUR A. The effect of vermicompost on growth characteristics of tomato. **Agricultural Sciences and Technology**, v. 15, n.2, p. 83-89, 2001.

SANTANA, C. T. C.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENEZES, C. B. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

SANTOS, J. W.; ALMEIDA, F. A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; CAVALCANTI, F. V. **Estatística experimental aplicada**. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Universidade Federal de Campina Grande, 2008.



SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, E. L.; Desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. ESAL 686) sob irrigação com água salina. **Irriga**, v. 8, n. 1, p. 29-36, 2003.

SASAKI, J. L. S.; SENO, S. Importância da adubação na qualidade de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). In: SÁ, M. E.; BUZZETI, C. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 331-343.

SILVA, A. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerante ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 33-40, 2011a.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 86-93, 2013a.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, E. 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, 2009a.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FEEIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013b.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011b.

SILVA, M. W.; JADOSKI, C. J.; ONO, E. O.; GOTO, R. Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro. *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia*, v. 2, n. 3, p. 103-106, 2009b.

SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1173-1180, 2013c.

SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, F. A. L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVACALTI, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, Suplemento, p. 363-367, 2005.

SOARES, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; DOMBROSKI, J. L. D.; LUCENA, R. R. M. Crescimento do tomateiro cultivado em solo coberto com polipropileno preto. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 790-797, 2013a.

SOARES, L. A. A.; FURTADO, G. F.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M.; GUERRA, H. O. C.; NASCIMENTO, R. Troca de CO<sub>2</sub> do feijão-caupi irrigado com água salina e

- fertilização nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 3, p. 30-37, 2013b.
- SOUZA, J. L. Tomate para mesa em sistema orgânico. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 219, p. 109-120, 2003.
- TAVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 3, p. 503-527, 2003.
- VERSLUES P. E.; BRAY, E. A. LWR1 and LWR2 are required for osmoregulation and osmotic adjustment in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 136, n. 1, p.2831-2842, 2004.
- VIANA, P. C.; LIMA, R. M. S.; LIMA, J. G. A.; VIANA, K. C.; GOMES, E. C. Análise de crescimento e desenvolvimento vegetativo de plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 66-71, 2013.
- WANDERLEY, J. A. C.; AZEVEDO, C. A. V.; BRITO, M. E. B.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA, F. A.; FERNANDES, P. D. Aspectos fisiológicos do girassol sob sistema de captação de água “in situ” e adubação orgânica. In: Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva, 8, 2012, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: ABCMAC, 2012.
- WILLADINO, L. G.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: fisiologia, genética e melhoramento. In: Workshop sobre uso e reuso de águas de qualidade inferior - realidades e perspectivas, 1, 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

## **APÊNDICES**

**Apêndice 1.** Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para condutância estomática (gs) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F				
	Formas de Adubação				
	Testemunha	Química	Húmus		
Salinidade	**	ns	**		
Regressão Linear	**	-	**		
Regressão Quadrática	ns	-	ns		
	Níveis de CEa (dS m <sup>-1</sup> )				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Formas de Adubação	ns	ns	ns	ns	*
	Médias (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )				
Testemunha	0,14 a	0,11 a	0,09 a	0,09 a	0,03 b
Adubação Química	0,11 a	0,13 a	0,08 a	0,12 a	0,09 a
Adubação com Húmus	0,14 a	0,11 a	0,10 a	0,09 a	0,04 ab

ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Apêndice 2.** Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para transpiração (*E*) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F				
	Formas de Adubação				
	Testemunha	Química	Húmus		
Salinidade	**	ns	**		
Regressão Linear	**	-	**		
Regressão Quadrática	ns	-	ns		
	Níveis de CEa (dS m <sup>-1</sup> )				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Formas de Adubação	ns	ns	ns	ns	**
	Médias (mmol de H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )				
Testemunha	2,30 a	2,06 a	1,82 a	1,30 a	0,71 b
Adubação Química	1,96 a	2,24 a	1,63 a	1,67 a	1,62 a
Adubação com Húmus	2,24 a	2,28 a	1,90 a	1,39 a	0,89 b

ns e \*\* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Apêndice 3.** Análise do desdobramento da interação entre os fatores (salinidade x adubação) para fotossíntese líquida (A) em folhas de tomateiro tipo cereja, aos 40 dias após o transplântio. Campina Grande/PB, 2013

Fonte de Variação	Teste F				
	Formas de Adubação				
	Testemunha	Química	Húmus		
Salinidade	**	ns	**		
Regressão Linear	**	-	**		
Regressão Quadrática	ns	-	ns		
	Níveis de CEa (dS m <sup>-1</sup> )				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Formas de Adubação	*	ns	ns	ns	**
	Médias (μmol de CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )				
Testemunha	6,80 ab	5,73 a	4,65 a	3,53 a	1,30 b
Adubação Química	5,67 b	7,96 a	4,39 a	5,98 a	6,82 a
Adubação com Húmus	8,93 a	5,78 a	4,58 a	4,73 a	3,56 b

ns, \*\* e \* - não significativo e significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Apêndice 4.** Características químicas do húmus de minhoca utilizado no cultivo de tomateiro tipo cereja. Campina Grande/PB, 2013

---

Cálcio (meq/100g de solo)	35,40
Magnésio (meq/100g de solo)	19,32
Sódio (meq/100g de solo)	1,82
Potássio (meq/100g de solo)	1,41
S (meq/100g de solo)	57,95
Hidrogênio (meq/100g de solo)	0,00
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00
T (meq/100g de solo)	57,95
Carbonato de Cálcio Qualitativo	pres.
Carbono Orgânico %	-
Matéria Orgânica %	-
Nitrogênio %	-
Fósforo Assimilável (mg/100g)	55,14
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	7,38
CE dS m <sup>-1</sup> (Suspensão Solo-Água)	2,11

---