



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL**

IANNE GONÇALVES SILVA VIEIRA

**CULTIVO DO TOMATEIRO CEREJA IRRIGADO COM ÁGUAS
SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

**POMBAL - PB
2014**

IANNE GONÇALVES SILVA VIEIRA

**CULTIVO DO TOMATEIRO CEREJA IRRIGADO COM ÁGUAS
SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Reginaldo Gomes Nobre

**POMBAL – PB
2014**

IANNE GONÇALVES SILVA VIEIRA

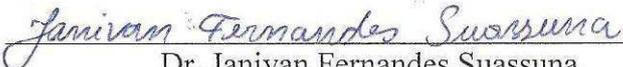
**CULTIVO DO TOMATEIRO CEREJA IRRIGADO COM ÁGUAS
SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Campina Grande, como parte das exigências
do programa de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 07 de julho de 2014.

Prof.: Dr. Reginaldo Gomes Nobre
CCTA/UAGRA/UFCG
Orientador

Prof.: Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
CCA/UAGRA/UFCG
Examinador


Dr. Janivan Fernandes Suassuna
Bolsista PNPB/CAPES/UEPB
Examinador

*A meu filho amado Francisco Vieira Neto, e
ao meu esposo Francisco Vieira Júnior.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me deu vida e inteligência, e que me dá força para continuar a caminhada em busca dos meus objetivos.

Aos meus pais Maria Betania Dantas Gonçalves Silva e Irton Otacílio da Silva por me apoiarem sempre, em especial a minha mãe por ser uma pessoa de grande caráter, determinação e dedicação total aos seus três filhos e a sua família.

Ao meu maior amor, meu filho Francisco Vieira Neto, que me deu forças para continuar, pois foi por ele que enfrentei as dificuldades para concluir com louvor o meu mestrado.

Ao meu marido Francisco Vieira Júnior pela paciência e incentivo para que eu conclui-se essa jornada. Te amo.

Aos meus irmãos Tatianne Gonçalves Silva e Irton Otacílio da Silva Júnior por fazerem parte da minha vida e a minha cunhada Flávia Maria por sua competência, auxílio e cuidados com meu filho durante esse processo.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre pela dedicação e paciência na realização deste trabalho.

Aos queridíssimos colegas Adaan Sudário e Wesley Pinheiro pelo apoio e desempenho durante todas as fases da pesquisa, muito obrigada, não conseguiria sem vocês.

A minha avó Terezinha, minha avó Maria do Céu, minha tia Maiza, Patrícia, Solange, Orinelma, Nayara e minha sogra querida Maria do Socorro por serem essas guerreiras da vida e por serem o exemplo de mulheres que quero ser, adoro vocês.

A todos os meus colegas de curso, aos funcionários, demais mestres e aos demais, que de alguma forma contribuíram na elaboração desta dissertação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 07 de agosto a 30 de novembro de 2013. UFCG, Pombal-PB, 2014.....	28
Figura 2.	Distribuição dos vasos para condução do experimento com tomateiro cereja irrigado com água salina e diferentes doses de N.....	29
Figura 3.	Tonéis com 200 L de capacidade com águas salinas em diferentes CEa.....	32
Figura 4.	Número de folhas - NF (A) e diâmetro de caule - DC (B) de plantas de tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação –CEa, aos 54, 90 e 125 dias após o transplântio – DAS.....	35
Figura 5.	Altura de planta - AP (A) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 54, 90 e 125 dias após o semeio – DAS e, Altura de planta (B) em função de doses de N, aos 125 DAS.....	38
Figura 6.	Área foliar (AF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 54 e 90 dias após o semeio - DAS (A) e em função da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) aos 125 DAS (B).....	39
Figura 7.	Massa fresca de folha (MFF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 e 125 dias após o semeio – DAS.....	42
Figura 8.	Massa seca de folha (MSF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 90 DAS (A) e em função da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) aos 125 DAS (B).....	43
Figura 9.	Massa fresca de caule (MFC) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 e 125 dias após o semeio – DAS.....	44
Figura 10.	Massa seca de caule (MSC) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 dias (A) e MSC do tomateiro cereja em função das doses de N aos 125 dias (B) após o semeio – DAS.....	45
Figura 11.	Massa fresca de raiz - MFR (A) e massa seca de raiz – MSR (B) de plantas de tomateiro cereja em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 125 dias após o semeio – DAS.....	48

Figura 12.	Número de cachos (NCAC) no tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 54; 69; 84 e 104 dias após o semeio – DAS.....	50
Figura 13.	Fotossíntese líquida (A) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.....	51
Figura 14.	Condutância estomática (gs) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 125 dias após o semeio – DAS.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resumo da análise de variância para número de folhas (NF) e diâmetro caulinar (DC) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 90 e 125 dias após o semeio (DAS)	34
Tabela 2.	Resumo da análise de variância para altura de planta (AP) e área foliar (AF) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 90 e 125 dias após o semeio (DAS).....	36
Tabela 3.	Resumo da análise de variância para massa fresca de caule (MFC) e de folhas (MFF), massa seca de caule (MSC) e de folha (MSF) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 90 e 125 dias após o semeio (DAS).....	41
Tabela 4.	Resumo da análise de variância para massa fresca (MFR) e seca de raiz (MSR) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 125 dias após o semeio (DAS).....	47
Tabela 5.	Resumo da análise de variância para número de cachos (NCAC) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 69; 84 e 104 dias após o semeio (DAS).....	49
Tabela 6.	Resumo da análise de variância para fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (<i>gs</i>) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2014.....	29
------------------	---	----

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. A cultura do tomateiro.....	15
3.1.1. O tomateiro cereja.....	15
3.2. Qualidade de água para irrigação	16
3.2.1 Utilização de água salina na agricultura.....	17
3.3 Salinidade e seus efeitos sobre as plantas.....	18
3.3.1 Efeito Osmótico.....	18
3.3.2 Efeito Tóxico.....	19
3.3.3 Efeito Indireto (efeito da natureza nutricional).....	20
3.4 Mecanismos de tolerância.....	21
3.4.1 Tolerância das plantas a salinidade.....	22
3.4.2 Tolerância do tomateiro cereja a salinidade.....	23
3.5. Salinidade e nutrição mineral.....	24
3.6 Adubação nitrogenada.....	24
3.6.1. Nitrogênio no solo.....	26
3.6.2. Nitrogênio nas plantas.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 Caracterização do local.....	28
4.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	29
4.3 Cultivar.....	29
4.4 Instalação e condução do experimento.....	30
4.5 Preparo das águas salinas.....	32
4.6 Descrição das variáveis analisadas.....	32
4.7 Análise estatística.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÕES	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

RESUMO

VIEIRA, IANNE GONÇALVES SILVA. **CULTIVO DO TOMATEIRO CEREJA IRRIGADO COM ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**, 2014. 65p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal- PB¹.

A utilização de águas salinizadas na agricultura tem-se aumentado na Região Nordeste devido à baixa disponibilidade de água de boa qualidade para agricultura irrigada, juntamente com a adubação nitrogenada que tem um papel fundamental para um melhor desenvolvimento vegetativo das plantas. O objetivo deste trabalho é estudar e definir o comportamento do tomateiro cereja, ao longo do seu desenvolvimento, quando submetido a diferentes doses de nitrogênio sendo irrigadas com águas de diferentes níveis salinos. Este experimento foi conduzido durante os meses de agosto /2013 à janeiro/2014 e desenvolvido em lisímetros de drenagem em condições de casa de vegetação pertencente ao CCTA da UFCG, Pombal, PB. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: salinidade da água de irrigação (CEa) em cinco níveis ($S_1 - 0,3$; $S_2 - 1,5$; $S_3 - 2,5$; $S_4 - 3,5$ e $S_5 - 4,5$ dS m^{-1}) e quatro doses de adubação nitrogenada [$(N_1 - 60$, $N_2 - 100$, $N_3 - 140$ e $N_4 - 180\%$ da indicação de adubação nitrogenada (100 mg kg^{-1})]. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, analisados em arranjo fatorial 5×4 com três repetições totalizando 60 unidades experimentais, em fileiras simples, espaçadas $0,9$ m entre fileiras e $0,30$ entre vasos dentro da fileira. As águas de irrigação foram obtidas a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local até alcançar a CEa desejada para cada tratamento, sendo acondicionadas em toneis plásticos de 200 L de capacidade. O crescimento do tomateiro foi avaliado aos 54, 95 e 125 DAS através da determinação do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro caulinar (DC) e da área foliar (AF); a matéria fresca (MFC) e seca de caule (MSC), massa fresca (MSF) e seca de folha (MSF) foram determinadas aos 90 e 125 DAS; no entanto, a massa fresca (MFR) e seca de raiz (MSR) foram determinadas apenas aos 125 DAS. Os números de cachos (NCAC) foram observados aos 54, 69, 84 e 104 DAS; a fotossíntese e a condutância estomática foram realizadas próximo ao fim do ciclo da cultura. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (LAVRAS, MG). As variáveis fisiológicas de crescimento e produção a (A) e a gs do tomateiro cereja decrescem de forma linear a partir da salinidade da água de irrigação $0,3$ dS m^{-1} ; o maior tempo de exposição das plantas ao estresse salino proporcionou as maiores reduções nas variáveis de crescimento, sendo a massa das raízes, a AF e o NCAC as variáveis mais sensíveis; A maior AP aos 125 DAS foi obtida com dose de N de 139%; Doses crescentes de nitrogênio reduziram o efeito da salinidade sobre o crescimento do tomateiro cereja aos 125 DAS.

Palavras-chaves: *Lycopersicon esculentum* Mill, doses de N; salinidade; crescimento.

¹Orientador: Dr. Reginaldo Gomes Nobre, CCTA/UFCG.

ABSTRACT

VIEIRA, IANNE GONÇALVES SILVA. CHERRY TOMATO GROWING CROP WITH WATER AND NITROGEN SALINIZED, 2014. 65p. Dissertation (MSc in Tropical Horticulture) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB¹.

The use of salty water in agriculture has been increased in the Northeast due to the low availability of good quality water for irrigated agriculture, together with the nitrogen fertilizer that has a key role to a better development of plant. The objective of this work is to study and define the behavior of cherry tomato throughout their development, when subjected to different levels of nitrogen being irrigated with water of different salinity levels. This experiment was conducted during the months of August / 2013 and developed the janeiro/2014 Lysimeter drainage conditions in a greenhouse owned by the CCTA UFCG, Pombal, PB. The treatments consisted of combinations of two factors: salinity of irrigation water (EC w) in five levels (S1 - 0.3; S2 - 1.5, S3 - 2.5; S4 - S5 and 3.5 - 4.5 dS m⁻¹) and four levels of nitrogen [(N1 - 60 N2 - 100, N3 and N4 -180% -140 indication of nitrogen (100 mg kg⁻¹)]. experimental design was a split completely randomized, in a factorial arrangement with three 5 x 4 reps totaling 60 experimental units in single rows, spaced 0.9 m between rows and 0.30 between vessels within the row. irrigation waters were obtained from the dissolution of sodium chloride (NaCl) in water from the local supply system to achieve the desired CEA to each treatment, are packed in plastic vats 200 L capacity. growth of tomato plants was evaluated at 54, 95 and 125 by determining of the number of leaves (NL), the plant height (PH), the stem diameter (DC) and leaf area (LA); fresh matter (MFC) and dried stem (MSC), fresh (MSF) and dried leaf (MSF) were determined at 90 and 125 DAS; however, the fresh (MFR) and dried root (MSR) were determined only at 125 DAS. The numbers of clusters (NCAC) were recorded at 54, 69, 84 and 104 DAS; photosynthesis and stomatal conductance were taken near the end of the crop cycle. Data were evaluated by analysis of variance by F test at 0.05 and 0.01 probability and in cases of significance analysis was performed linear and quadratic polynomial regression using the statistical software SISVAR-ESAL (LAVRAS , MG). The physiological parameters of growth and production (A) and *g_s* cherry tomato decrease linearly from the salinity of irrigation water 0.3 dS m⁻¹; the longer exposure of plants to salt stress led to higher reductions in growth variables, with the mass of roots, and the NCAC AF the most sensitive variables; Most AP at 125 DAS was obtained with N rate of 139%; Increasing levels of nitrogen reduced the effect of salinity on the growth of tomato at 125 DAS.

Keywords : *Lycopersicon esculentum* Mill , N rates ; salinity ; growth.

¹Orientador : Dr. Reginaldo Gomes Nobre , CCTA / UFCG .

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), originário da América do Sul, é cultivado em quase todo o mundo, e sua produção global duplicou nos últimos 20 anos. Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo. Entre 1985 e 2005, a produção mundial per capita de tomateiro cresceu cerca de 36%, passando de 14 kg por pessoa por ano para 19 kg (SIMÃO e RODRÍGUEZ, 2008).

Essa hortaliça foi introduzida no Brasil a partir de 1940, provavelmente por imigrantes europeus, e atualmente é uma das hortaliças mais cultivadas no país (PRADO et al., 2011). A cultura ocupa lugar de destaque na economia brasileira, não somente pelo seu valor econômico, mas também por ser uma atividade geradora de grande número de empregos. A produção é feita a custos elevados devido à necessidade de altas dosagens de adubos (SOUZA e MOREIRA, 2010).

Dentre as hortaliças, o tomateiro destaca-se entre as mais consumidas no Brasil e constitui importante fonte de vitaminas e sais minerais para o ser humano e de acordo com o levantamento do Prodetec (2014), constata-se que o Nordeste aumentou de 18% para 27% na sua participação no total de estabelecimentos rurais de produtores de tomateiro no Brasil; no intervalo entre os censos sua presença decresceu quanto à quantidade produzida e vendida. A produção nordestina de tomateiro no período caiu 29,6% e a do Brasil 20,1%. Esta cultura é a mais importante hortaliça cultivada em ambiente protegido, nos principais países do mundo. A maior parte das pesquisas dentro desse segmento da horticultura se concentra também sobre essa mesma espécie, no entanto, as informações referentes ao cultivo do tomateiro do tipo cereja são escassas principalmente quando associados a região semiárida brasileira.

No Estado da Paraíba a área plantada em 2006 foi de 896 ha com produção de 30.289 toneladas, correspondendo à produtividade de 36,8 t ha⁻¹, e participação de 0,96% da produção nacional, com rendimento no mínimo 50% mais baixo do que a média brasileira (IBGE, 2010). Muitos fatores contribuem para esses baixos rendimentos, dentre os quais merecem destaque algumas técnicas inadequadas de cultivo, como utilização de sementes de baixa qualidade, irrigação deficiente ou com água de má qualidade, manejo do solo nem sempre compatível com a exigência da cultura, controle inadequado de pragas e doenças e quase nenhuma proteção do solo contra as perdas hídricas por evaporação (CAVALCANTE et al., 2001).

O uso águas salina nas atividades agrícolas está condicionado à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais e consequentes prejuízos às culturas. Kafkafi (1984) relata que entre os diversos efeitos da salinidade sobre as plantas, 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 maior absorção de cloreto pela planta. Este mesmo autor demonstra que plantas mais tolerante à salinidade exibem valores mais elevados de certas relações de nutrientes nas folhas do que aquelas menos tolerantes, sendo as relações N/Cl, K/Na e Ca/Na as que mais se destacam.

Dessa forma, o aumento da dose de determinados fertilizantes aplicados em uma cultura sensível à salinidade poderá elevar estas relações nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade. No entanto, a grande preocupação está centrada hoje, na degradação dos solos, como resultado do excesso de sais presentes na água de irrigação, nos quais, independentemente do sistema de aplicação ou método utilizado, mesmo com água de boa qualidade, a irrigação transporta sais aos solos (Silva et al., 2005). Em decorrência disso, 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).

No contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade e devido à necessidade de maiores conhecimentos sobre o comportamento dos vegetais submetidos à interação estresse salino e nutrição mineral, este trabalho propõe avaliar a viabilidade do uso de águas salinizadas e doses de nitrogênio na produção do tomateiro tipo cereja, analisando-se os seus efeitos, de modo a proporcionar benefícios econômicos e a sustentabilidade ambiental da atividade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar e avaliar o comportamento do tomateiro tipo cereja, cultivado com doses de nitrogênio e irrigação com águas salinas.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a tolerância do tomateiro cereja à salinidade na irrigação com águas salinas;
- Determinar a dose de adubação nitrogenada mais adequada para o cultivo do tomateiro cereja;
- Avaliar o uso da adubação nitrogenada como atenuante dos efeitos nocivos dos sais no tomateiro cereja

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do tomateiro

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) é uma hortaliça de destaque, sendo atualmente cultivado e comercializado em todo mundo com diferentes finalidades, desde o consumo *in natura* até o processamento em forma de molhos e extratos. É uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, sendo rico em licopeno (agente anticancerígeno), vitaminam A e do complexo B, além de minerais essenciais para alimentação como fósforo, potássio e cálcio (ARAÚJO et al., 2011).

Embora tenha sido domesticado inicialmente no México, o tomateiro tem seu centro de origem na região dos Andes (NAIKA et al., 2006), onde, ainda hoje são encontradas numerosas espécies em sua forma primitiva, inclusive de tomateiro cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*) considerado, por diversos autores, o ancestral mais próximo dos genótipos tradicionalmente plantados atualmente (RODRIGUES et al., 2008). Este tipo de tomateiro é bastante consumido por apresentar diversas propriedades fitoquímicas, sendo a atividade antioxidante uma das mais destacadas (GUILHERME et al., 2008); além disso, tem grande quantidade de nutrientes e elevados teores de sólidos solúveis (SS).

3.1.1 Caracterização do tomateiro cereja

As espécies cultivadas são herbáceas, com caule flexível e, devido a isso, 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, ou seja, em cultivo rasteiro (CASTRO, 2003).

O gênero *Lycopersicon* possui grande variabilidade genética, apresentando frutos de distintos tamanhos, formatos e pesos (SILVA e GIORDANO, 2000). Giordano et al. (2003) relatam que esse gênero apresenta relativamente pequeno número de espécies cultivadas restritas a *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Dun.) Gray. Mesmo assim, torna-se muito difícil criar normas padrão para a classificação do tomateiro, seja ele de mesa ou industrial, devido à grande variabilidade genética apresentada por essa hortaliça.

O grupo cereja destaca-se por seu alto valor comercial e ampla aceitação pelo consumidor. Esse grupo apresenta muitas variedades regionais com boa tolerância a doenças foliares e pragas (SOUZA, 2003). É importante ressaltar que o tomateiro cereja pertencente à espécie *Lycopersicon pimpinellifolium* e se destaca pela rusticidade, sendo considerada por muitos como do grupo cereja, devido ao tamanho dos seus frutos (MINAMI e HAAG, 1989). Lorenzi e Matos (2002) admitem que o *Lycopersicon pimpinellifolium* possui propriedades semelhantes ao tomateiro comum, possuindo polpa com atividades antifúngicas, devido à presença de tomatina, além de atividades antihistamínica, anti-inflamatória e inibidora da absorção de colesterol. Os autores ainda alertam para o perigo da intoxicação na ingestão de 100 g das folhas ou fruto verdes dessa espécie.

3.2 Qualidade da água para irrigação

A agricultura é de longe a principal atividade que consome água no mundo, com cerca de 70% de todo consumo. Em alguns países com maior taxa de desenvolvimento este pode chegar a 90% das reservas naturais, tendo um grande papel na produção de alimentos, bem como na segurança alimentar. Estratégias que visam maior desenvolvimento no futuro de muitos países devem passar pelo uso correto e seguro das reservas. Por outro lado, a crescente pressão sobre os mananciais pela agricultura tem levado a problemas e degradação ambiental graves em muitas regiões (LABORSOLO, 2014).

Conforme Santana et al. (2007) o objetivo principal da irrigação é proporcionar às culturas, no momento oportuno, a quantidade de água necessária para seu ótimo crescimento, e assim evitar a diminuição dos rendimentos, provocada pela falta de água durante as etapas de desenvolvimento sensíveis à escassez. Assim, a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. A importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início deste século, e a falta de atenção a este aspecto foi devido à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização mas, esta situação vem mudando em vários lugares, em função do aumento de consumo de águas de boa qualidade, restando como alternativa o uso de águas de qualidade inferior (AYERS e WESTCOT, 1991). Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, leva-se em consideração a concentração de sais solúveis ou salinidade por ser um fator limitante ao desenvolvimento das culturas (BERNARDO, 1987).

Ayers e Westcot (1999) afirmam que a qualidade da água de irrigação pode variar significativamente, segundo o tipo e a quantidade de sais dissolvidos. Os sais encontram-se em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, e têm sua origem na dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e de outros minerais, além de serem transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam a medida em que a água se evapora ou é consumida pelas culturas.

Os requisitos de qualidade da água para os diversos usos dependem dos perigos associados à sua composição. Os riscos dizem respeito às condições que podem resultar em efeitos adversos aos organismos vivos ou ao meio ambiente e devem ser avaliados e gerenciados, geralmente através de padrões de qualidade. Os principais sais dissolvidos na água de irrigação são os de sódio, cálcio e magnésio em forma de cloretos, sulfatos e bicarbonatos. Normalmente, o potássio e o carbonato estão presentes em proporções relativamente baixas (EL-SWAIFY, 2000)

3.2.1 Utilização de água salina na agricultura

Torna-se difícil definir uma classificação para a água de irrigação que possa ser utilizada em qualquer condição ou em qualquer localização geográfica. Os riscos a serem considerados quando se avalia a adequabilidade de determinada água para irrigação são principalmente os riscos de salinização, sodificação e alcalinização por carbonatos para o solo; aspectos tóxicos em relação a cloretos e sódio para as plantas e prejuízos ao sistema de irrigação pela alta concentração de sais de baixa solubilidade (FAO 2002).

Em áreas do Nordeste, onde a falta de água é uma realidade, é comum o uso de águas de cacimbas e de poços escavados no álveo dos rios, mediante irrigação por aspersão, que molha a folhagem. Essas águas nem sempre são adequadas para irrigação, contribuindo para o aparecimento de problemas de salinidade e, conseqüentemente, nutricionais, com prejuízos para os agricultores. A água de irrigação, mesmo de baixa salinidade, pode tornar-se um fator de salinização do solo, se não for manejada corretamente (AYERS e WESTCOT, 1991, LAZOF e BERNSTEIN, 1999).

A qualidade da água para irrigação é avaliada não apenas pelo seu conteúdo total de sais, mas, também, pela composição individual dos íons presentes. Alguns cátions e ânions, quando em excesso, podem trazer prejuízos ao solo (pelo efeito direto na sodificação)

e às plantas cultivadas, dependendo do grau de tolerância destas aos sais (AYERS e WESTCOT, 1991; RICHARDS, 1995; ZONN, 1986).

3.3 Salinidade e seus efeitos sobre as plantas

Os efeitos do sal nas plantas podem ser de natureza osmótica, restringindo a disponibilidade de água e de nutrientes; por toxicidade, com acúmulo de íons específicos, principalmente Na^+ e Cl^- ; ou por distúrbios na nutrição das plantas, refletindo diretamente no metabolismo e crescimento das plantas (SHANNON, 1997; CHUSMAN, 2001). Assim, os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais são: seca fisiológica, proveniente da diminuição do potencial osmótico, desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e efeito tóxico de íons, particularmente o cloro e sódio (SILVA, 2011).

Ayers e Westcot (1999) relatam que existem problemas de salinidade quando os sais se acumulam na zona radicular a tal concentração, que ocasiona perdas na produção. Estes sais são, geralmente, provenientes dos sais contidos nas águas de irrigação ou nas águas de lençol freático alto. O rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal que não permite que as culturas retirem água suficiente da zona radicular provocando, assim, estado de escassez de água nas plantas, por tempo significativo.

3.3.1 Efeito osmótico

De acordo com Dias e Blanco (2010) as plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta. O aumento da pressão osmótica (PO) causado pelo excesso de sais solúveis poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar esse PO e, em consequência, a planta não irá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica).

Em geral, pode-se dizer que, devido à afinidade dos sais com a água, as plantas têm que exercer maior força de embebição para extrair do solo uma unidade de água com sais, do que para extrair outra com menor quantidade de sais, sendo necessária uma quantidade adicional de energia para absorção de água de uma solução de solo salino (AYERS e

WESTCOT, 1991). Existe evidência de que a diminuição da água disponível no solo ocasionada pela concentração de sais determina sempre diminuição na absorção de água pela planta e, conseqüentemente, um menor crescimento e produção mais baixa. O processo de adaptação da pressão osmótica da planta à salinidade do solo pode constituir um fator limitante de crescimento nas condições salinas (BERNSTEIN, 1974).

Plantas mais tolerante ao meio salino aumentam a concentração salina no seu interior, de modo que permaneça um gradiente osmótico favorável para absorção de água pelas raízes. Este processo é chamado ajuste osmótico e se dá com o acúmulo dos íons absorvidos nos vacúolos das células foliares, mantendo a concentração salina no citoplasma em baixos níveis, de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos nem com a hidratação de proteínas das células. Esta compartimentação do sal é que permite, às plantas tolerantes, viverem em ambientes salinos, porém as plantas sensíveis à salinidade tendem a excluir os sais na solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico descrito e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico, por osmose (DIAS e BLANCO, 2010).

3.3.2 Efeito tóxico

De acordo com Silva (2011) os problemas de toxicidade aparecem quando certos íons do solo ou da água são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente altas a um ponto que possa provocar danos a cultura e reduzir o seu rendimento. Esses efeitos acontecem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água havendo, nessas regiões, acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de sais (DIAS e BLANCO, 2010)

Os elementos encontrados nas águas de irrigação não poluídas pelo homem que mais comumente causam problemas de toxidez às plantas são íons de cloro, sódio e boro. Esses problemas de toxidez frequentemente estão relacionados aos de salinização e ou solidificação do solo. Os íons de cloro e sódio, além de serem os mais presentes nas águas de irrigação, podem ser absorvidos pelas raízes, translocados e acumulados nas folhas, ou diretamente pelas folhas molhadas durante a irrigação por aspersão (SILVA, 2011).

Normalmente, a toxicidade é provocada pelos íons cloreto, sódio e boro; entretanto, muitos outros oligoelementos são tóxicos às plantas, mesmo em pequenas concentrações. A absorção foliar acelera a velocidade de acumulação de sais dos íons tóxicos na planta sendo, muitas vezes, a fonte principal da toxicidade. Os íons, sódio e cloreto podem, também, ser absorvidos via foliar, quando se molham durante a irrigação por aspersão e, sobretudo, durante períodos de altas temperaturas e baixa umidade.

Os problemas de toxicidade são devidos, com maior frequência, ao boro contido na água do que no solo. A toxicidade pode afetar praticamente todas as culturas, porém, como ocorre com a salinidade, existe uma grande gama de tolerância. Os sintomas aparecem, em geral, como manchas amarelas ou secas nas bordas e no ápice das folhas mais velhas. À medida que o boro se acumula, os sintomas se estendem pelas áreas internervurais até o centro da folha (AYERS e WESTCOT, 1991).

3.3.3 Efeito indireto (efeito de natureza nutricional)

Os efeitos indiretos da salinidade ocorrem, usualmente, devido à concentração elevada de sódio ou outros cátions na solução, que interferem nas condições físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente (MEDEIROS e GHEYI, 1997). Em muitos casos a concentração de sais não atinge níveis de potencial osmótico capazes de prejudicar a absorção de água pelas plantas; no entanto, a concentração de diversos íons pode provocar interferências indiretas e ser um obstáculo à absorção de nutrientes pelas plantas, afetando negativamente o processo metabólico (CRUCIANI, 1987).

Quando expostas à salinidade, as plantas apresentam aumento na produção de alguns tipos de oxigênio reativo, tais como oxigênio singlet ($\frac{1}{2}O_2$), radical superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radical hidroxila (OH) (ASHRAF e HARRIS, 2004). Esses compostos causam danos oxidativos, como inativação enzimática, peroxidação de lipídeos, degradação de proteínas e danos no DNA (ZUSHI e MATSUZOE, 2009).

A deficiência de nutrientes e a toxicidade de íons ocorrem tanto em solos salinos quanto em sódicos. Todavia, os mecanismos do efeito prejudicial no crescimento das plantas em solos sódicos diferem dos solos salinos. A fertilidade dos solos sódicos depende de: (a) presença de água, oxigênio e nutrientes na forma iônica; (b) capacidade do solo em liberar oxigênio e nutrientes por fluxo de massa e difusão para a superfície das raízes; (c) presença de

uma composição iônica favorável e (d) ausência de substâncias que reduzam o movimento de nutrientes para as raízes. O fornecimento de água, oxigênio e nutrientes para as raízes em solos sódicos é restringida pela deterioração da estrutura do solo causada pela sodicidade. A maior concentração de Na^+ em relação ao Ca^{++} nesses solos é a maior causa dos problemas físicos e de disponibilidade de nutrientes (SANTOS e MURAOCA, 1997).

3.4. Mecanismos de tolerância

O grau de tolerância à salinidade das plantas depende da ativação de múltiplas vias bioquímicas que promovem a acumulação de água nas células, resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica (ESTEVEES e SUZUKI, 2008).

Dentre as estratégias bioquímicas utilizadas pelas plantas pode-se citar a acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons em nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas), síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios (ESTEVEES e SUZUKI, 2008). Dessa forma, o nível de tolerância de determinada espécie irá depender da adoção de um ou mais desses mecanismos e de sua eficiência na redução dos danos causados pelos sais em excesso.

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a 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 (AYERS e WESTCOT, 1999). Neste sentido, Medeiros et al. (2008) estudando o manejo da frequência de irrigação com água salina, constataram que a cultivar de melão Trusty é mais tolerante à salinidade que a Orange flesh.

Nobre et al. (2013) verificaram que plantas de girassol foram significativamente afetadas quando submetidas a irrigação com água salina (até $4,9 \text{ dS m}^{-1}$) e Silva et al. (2009) estimaram a redução do crescimento de plantas de pinhão manso em até 50%, quando irrigadas com solução salina de $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, o que demonstra que plantas dessas espécies podem ser consideradas glicófitas, e portanto, não desenvolvem mecanismos eficientes de ajustamento osmótico e bioquímico para resistir a condições de salinidade.

Pode-se observar que a solução de grande parte dos problemas da salinidade na produção agrícola depende da compreensão dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas cultivadas sob essas condições, contribuindo para o esclarecimento dos mecanismos de tolerância e susceptibilidade à salinidade e conseqüentemente para o desenvolvimento de cultivares que produzam economicamente sob condições de estresse (PRISCO e GOMES-FILHO, 2010).

Segundo Santana et al. (2007) as culturas respondem diferentemente à salinidade, podendo se apresentar desde extremamente sensíveis em níveis de salinidade relativamente baixos ou até produzir rendimentos aceitáveis em condições altamente salinas. As plantas mais adaptadas aos ambientes salinos são conhecidas como halófitas; por outro lado, as plantas sensíveis à salinidade ou mais bem adaptadas aos ambientes não salinos, são chamadas de glicófitas (LARCHER, 2000).

No caso das halófitas, observa-se uma compartimentalização eficiente de íons inorgânicos no vacúolo, acompanhada do acúmulo de solutos orgânicos compatíveis no citoplasma, os quais mantêm o equilíbrio osmótico entre os compartimentos celulares. Nas glicófitas, o ajustamento osmótico celular também ocorre, porém a compartimentalização dos íons não é tão eficiente como nas halófitas (HASEGAWA et al., 2000).

O controle do balanço iônico é um dos processos mais importantes na determinação da tolerância das plantas a ambientes salinos. Nesse processo, as plantas desenvolvem mecanismos para acumulação de solutos, através da absorção de íons do meio externo ou pela mobilização de seus próprios constituintes orgânicos, tornando o potencial osmótico mais negativo (YAMAGUCHI e BLUMWALD, 2005).

3.4.1 Tolerância das plantas a salinidade

A salinização é um fator limitante para o desenvolvimento e produtividade das plantas (ALLAKHVERDIEV et al., 2000) e vem afetando os recursos hídricos de zonas áridas, semiáridas e mediterrâneas (ESTEVES e SUZUKI, 2008). O excesso de sais na zona radicular tem em geral um efeito deletério no crescimento das plantas que se manifesta por uma equivalente redução na taxa de transpiração e crescimento. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento devido ao aumento de energia que precisa ser despendida para absorver água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse (RHOADES et al., 1992).

De acordo com Zhu (2001), para tolerar a salinidade faz-se necessária a interconexão de três importantes aspectos das atividades metabólicas, que levam a planta a evitar ou aliviar os danos causados pelo estresse (exclusão iônica); restabelecer as condições homeostáticas (iônica e osmótica) e retomar o crescimento, ainda que a uma taxa reduzida.

Os diferentes níveis de adaptação das espécies à salinidade permitem uma elevada variação quanto ao crescimento e desenvolvimento das plantas em resposta a essa condição. Expressando os níveis de salinidade a partir da CE, estudos confirmam que os valores limites de condutividade elétrica do extrato de saturação - CE_{es} para evitar efeitos generalizados no desenvolvimento das plantas, em $dS\ m^{-1}$, é de 7,7 para o algodoeiro, 7,0 para beterraba açucareira, 6,8 para sorgo, 8,0 para grãos de cevada, 6,0 para trigo, 5,0 para soja e 4,0 para beterraba hortenses (SILVA, 1991), no entanto, plantas de feijão, milho, laranja, limão e maçã já apresentam problemas em solos com $2,0\ dS\ m^{-1}$ de CE (DIAS e BLANCO, 2010).

3.4.2 Tolerância do tomateiro a salinidade

O tomateiro é considerado uma cultura moderadamente sensível à salinidade (DOORENBOS e KASSAM, 1994). No entanto, o seu cultivo em áreas com salinidade moderada tem sido empregado como alternativa para melhorar a qualidade do produto, pois, segundo Cuartero e Fernández-Muñoz (1999), o estresse salino promove aumento na concentração de açúcares, de ácidos orgânicos e na porcentagem de massa seca dos frutos, apesar de ocorrer redução no seu tamanho e na produção.

Segundo o U. S. Salinity Laboratory, o tomateiro é moderadamente sensível à salinidade e uma CE_{es} entre 4 e $10\ dS\ m^{-1}$ espera-se decréscimo de produção de 50% em comparação com a produção, num solo não salino, sob as mesmas condições de crescimento. Ayers (1977) reporta que para reduções de 0 e 50% na produção do tomateiro é necessário que a condutividade elétrica da água de irrigação, em $dS\ m^{-1}$, a $25^{\circ}\ C$, seja de 1,7 e 5,0 respectivamente. O limite de salinidade ao iniciar o decréscimo de produção é $2,5\ dS\ m^{-1}$ (CE_{es} a $25^{\circ}\ C$), o decréscimo, em porcentagem (%), de produção por unidade de salinidade que excede o limite é 9,9% e o grau de tolerância relativa é moderadamente sensível (CRUCIANI, 1980). Barreto et al. (1999) afirmam que o tomateiro, no geral é classificado como uma cultura moderadamente tolerante à salinidade. Entretanto, entre os diversos cultivares, existe diferenças no grau de tolerância à salinidade.

Segundo Cuartero e Muñoz (1999), sob salinidade moderada a redução no rendimento do tomateiro deve-se, principalmente, à redução no peso médio de frutos, enquanto em condições de alta salinidade a redução na produtividade é resultado do menor número de frutos por planta; o número de cachos por planta diminui apenas quando a água de irrigação apresenta elevada concentração de sais e sob longos períodos de exposição, sendo esta uma característica pouco sensível à salinidade. Além disso, a salinidade aumenta a incidência de podridão apical (MARTINEZ et al., 1987), tomando os frutos inutilizáveis tanto para o consumo quanto para a indústria.

3.5 Salinidade e nutrição mineral

Dentre os fatores estudados para caracterizar a tolerância das plantas à salinidade, uma grande atenção deve ser dada ao estado nutricional das plantas. Incrementos na concentração de NaCl na solução do solo prejudicam a absorção radicular de nutrientes, principalmente de K e Ca, e interferem nas suas funções fisiológicas (ZHU, 2001; YOSHIDA, 2002).

A habilidade dos genótipos de plantas em manter altos teores de K e Ca e baixos níveis de Na dentro do tecido é um dos mecanismos chaves que contribui para expressar a maior tolerância à salinidade. Na maioria dos casos, genótipos tolerantes à salinidade são capazes de manter altas relações K/Na nos tecidos (MANSOUR, 2003; ZENG et al., 2003). Pelo aumento da absorção de K e conseqüente redução da absorção de Na, o K contribui para manter a relação K/Na alta na planta conforme constatado em plantas de pimentão (RUBIO et al., 2003). A habilidade dos genótipos de excluir Na da raiz é uma importante característica da planta, contribuindo para aumentar a relação K/Na e expressar a alta tolerância aos sais (YOSHIDA, 2002; ZHU, 2002).

3.6 Adubação nitrogenada

Os nutrientes minerais podem influenciar os níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados. Vários autores pesquisaram o efeito da disponibilidade de nitrogênio para as plantas de tomateiro sobre a qualidade dos seus frutos (FERREIRA et al., 2006).

As principais características que devem ser consideradas na determinação da qualidade do tomateiro são: pH, concentração de sólidos solúveis, acidez total titulável, teores de vitamina C e de nitrato, coloração e peso fresco e essas características podem ser afetadas pela fertilização nitrogenada (ARMENTA-BOJORQUEZ et al., 2001; OBERLY et al., 2002; FLORES et al., 2003; VALENCIA et al., 2003; WARNER et al., 2004).

De modo geral sugere-se a aplicação de 80 a 120 kg ha⁻¹ de N, 300 a 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 a 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Entretanto, ressalta-se que as doses devem ser ajustadas de acordo com o solo a ser fertilizado, observando que a dose de N pode ser menor que 80 kg ha⁻¹ se o solo for rico em matéria orgânica. A exigência do nitrogênio no tomateiro é maior nos primeiros estádios de crescimento. Na sua falta ou insuficiência, o crescimento da planta é retardado e as folhas mais velhas tornam-se verde-amareladas. Se a falta do nutriente for prolongada, toda a planta apresentará este sintoma. Em casos mais severos ocorre redução do tamanho dos folíolos e as nervuras principais apresentarão uma coloração púrpura, contrastando com um verde-pálido das folhas (EMBRAPA, 2013).

As fontes de nitrogênio (N na quantidade de 400 kg ha⁻¹: 100% nítrica; 100% amoniacal; 100% amídica; 67% nítrica + 33% amoniacal; 67% nítrica + 33% amídica; e 33% nítrica + 67% amídica) não afetam de forma significativa a produção e a qualidade de frutos de tomateiro de mesa e processamento. No entanto, dentre estas a uréia apresenta o maior retorno financeiro em tomateiro. Mas, o uso contínuo de uréia e, principalmente, sulfato de amônio pode comprometer a produção em cultivos subsequentes, principalmente sob estrutura de proteção contra chuva (SILVA et al., 2003).

Para alcançar nutrição nitrogenada ótima e, conseqüentemente, altas taxa de crescimento, produção e qualidade dos frutos do tomateiro, a taxa de aplicação de fertilizante nitrogenado deve ser igual à alta demanda que ocorre durante os estádios de crescimento dos frutos, uma vez que a acumulação de sólidos solúveis ocorre durante este período e não no estágio de amadurecimento dos frutos (YRISARRY et al., 1993).

Entre os diversos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral das plantas, 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 maior absorção de cloreto pela planta. Por outro lado, nitrogênio amoniacal reduz os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular, provocando aumento na

absorção de cloreto, quando o mesmo encontra-se em concentração elevada no meio (KAFKAFI, 2005). Nesse sentido, o mecanismo de seletividade de absorção iônica confere à planta a capacidade de discriminar elementos similares como o Na^+ e o K^+ , uma característica primordial no processo de adaptação à salinidade (SHANNON e GRIEVE, 1999).

3.6.1 Nitrogênio no solo

O nitrogênio (N) é absorvido fundamentalmente pelas plantas na forma de NO_3^- e NH_4^+ . A forma com que é absorvido não é indiferente, uma vez que o íon NH_4^+ reduz a absorção de outros cátions (Ca e Mg). A absorção inicial do N pela planta se dá a forma de NO_3^- e NH_4^+ , entretanto a forma oxidada do N deve sofrer redução para a entrada no metabolismo vegetal, sendo por isso, necessária a redução do NO_3^- a NH_4^+ , processo este que ocorre tanto nas folhas como nas raízes. No caso do tomateiro, a maior parte do nitrato é reduzida nas folhas a amônio (CASTRO et al., 2005). As transformações e perdas do nitrogênio que ocorrem no solo são por processos de mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização. A volatilização é um dos processos na forma de gás NH_3 , que ocorre principalmente quando se utiliza a uréia como fonte de N aplicada na superfície do solo (BONO et al., 2008).

A forma nítrica no nitrogênio é a mais susceptível à lixiviação, seguida da amídica e da amoniacal. Ao contrário do nitrato e do amônio, a uréia não é absorvida diretamente pelas plantas, mas somente após ser hidrolisada a amônio. Contudo, a uréia é uma das fontes mais utilizadas pelos agricultores por apresentar o menor custo por unidade de N (SILVA et al., 2003). Para evitar as perdas por volatilização de NH_3 , o meio mais eficiente é incorporar o fertilizante ao solo, a uma profundidade mínima de 3 a 5 cm, por meio mecânico ou irrigação (CANTARELLA e MARCELINO, 2008).

3.6.2 Nitrogênio nas plantas

O nitrogênio em forma de nitrato é absorvido pelas raízes das plantas, podendo ser reduzido ou armazenado nos vacúolos, ou translocado para a parte aérea, onde será reduzido ou armazenado nos vacúolos foliares. O primeiro passo na redução do nitrato ocorre no citosol e envolve a ação da enzima nitrato redutase (NR), produzindo nitrito, o qual adentra os plastídios ou cloroplastos em folhas, sendo reduzido a amônio por ação da enzima nitrito redutase (NiR), o qual é fixado via GS/GOGAT em aminoácidos, glutamina e glutamato, que

por sua vez servem de substrato para reações de transmissão, para a produção de todos os outros aminoácidos necessários à síntese de proteínas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O N é facilmente redistribuído na planta via floema e, conseqüentemente, as plantas deficientes em N apresentam os sintomas primeiramente nas folhas velhas onde ocorre decréscimo no teor de clorofila. A longevidade das folhas pode ser modificada pela falta de N, que é um elemento móvel e desloca-se para as partes novas da planta, provocando senescência precoce das partes mais velhas (BUSATO, 2007).

A maior parte do N das folhas encontra-se nos cloroplastos (70%), sendo este elemento facilmente translocado. A deficiência deste elemento se dá em folhas velhas, através de clorose uniforme. Em casos severos, essas folhas tornam-se completamente amarelo-pardas e senescem. As folhas novas permanecem verdes por um tempo maior, por receberem formas solúveis de N, muitas vezes provenientes do processo de translocação do N das folhas velhas. Em plantas de tomateiro, a deficiência de N pode também ser expressa pelo acúmulo de antocianina (arroxamento) de caules, pecíolos e folhas inferiores (MARENCO e LOPES, 2005).

À medida que os frutos começam a se desenvolver, há um incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. As folhas são até este estágio o órgão da planta com maior concentração de nutrientes e massa seca. A partir de então alguns nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio passam gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos. Dessa forma temos que os frutos são o grande dreno de nutrientes e fotoassimilados, sendo tais nutrientes exportados juntamente com os frutos (ARAÚJO, 2003).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto de 2013 à janeiro de 2014, em ambiente protegido tipo casa de vegetação, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB nas coordenadas geográficas 6°47'20'' de latitude S e 37°48'01'' de longitude W, e altitude de 194 m.

O clima da região, conforme a classificação climática de Koppen adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982), é do tipo BSh, que representa clima semiárido quente e seco com precipitação média de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm.

A Figura 1 mostra a variação média da temperatura e da umidade relativa no decorrer do ano no período de realização do experimento. A temperatura média durante os meses observados fica em torno dos 31,0°C e a umidade relativa média fica em torno dos 40%. Os estresses causados devido à altas temperaturas está relacionado a uma maior taxa de evapotranspiração das culturas.

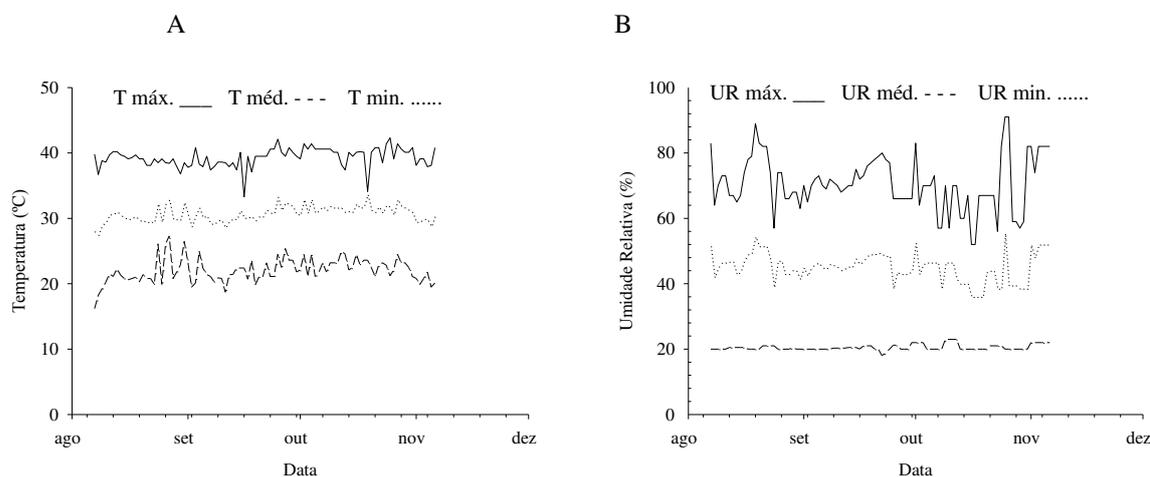


Figura 1. Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 07 de agosto a 30 de novembro de 2013. UFCG, Pombal-PB, 2014.

A temperatura é um fator limitante para o cultivo do tomateiro em estufa sendo que, a máxima que devemos admitir, é 30°C e mínima, 12°C. A planta exige também uma termoperiodicidade (diferença entre temperaturas diurnas e noturnas) ao redor de 6°C para que ocorra um desenvolvimento vegetativo moderado e desejado (PEREIRA et al., 2014).

4.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos testados resultaram da combinação entre dois fatores: salinidade da água de irrigação (CEa) em cinco níveis ($S_1 - 0,3$; $S_2 - 1,5$; $S_3 - 2,5$; $S_4 - 3,5$ e $S_5 - 4,5$ dS m⁻¹) e quatro doses de adubação nitrogenada [$N_1 - 60$, $N_2 - 100$, $N_3 - 140$ e $N_4 - 180\%$ da indicação de adubação nitrogenada (100 mg kg⁻¹)] para ensaios em vaso, conforme Novais et al. (1991) correspondendo a 8,88 g de ureia e 33,34 g de fosfato monoamônio por vaso. Objetivando maior controle dos tratamentos a serem testados usou-se lisímetros de drenagem (vasos plásticos), para monitoramento do consumo hídrico.

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, organizados em esquema fatorial 5 x 4 (5 níveis de CEa x 4 doses de N) com três repetições totalizando 60 unidades experimentais, em fileiras simples, espaçadas 0,9 m entre fileiras e 0,30 m entre vasos dentro da fileira (Figura 2).



Figura 2 – Distribuição dos lisímetros para condução do experimento com tomateiro cereja irrigado com água salina e diferentes doses de N.

4.3 Cultivar

Utilizou-se a cultivar de tomateiro variedade 261 tipo cereja, cujas sementes foram obtidas no comércio tendo um ciclo de 90 dias. Essa variedade destaca-se por ser uma das mais resistentes a pragas e doenças potenciais do tomateiro (ISLA, 2013). O fruto tem

característica globular apresentando diâmetro de 3 a 4 cm e peso de aproximadamente 20g, ideal para consumo em saladas.

4.4 Instalação e condução do experimento

O semeio foi realizado em uma bandeja plástica de 200 células sendo colocadas duas sementes por célula. Aos 45 DAS às mudas foram transplantadas para lisímetros plásticos de 20 L de capacidade, perfurados na base para permitir drenagem sendo cada recipientes usado como lisímetros de drenagem, com o intuito de estimar o consumo de água pela cultura, onde para tal, terão uma mangueira de 8 mm de diâmetro conectando à sua base a um recipiente (2 L de capacidade), para acompanhamento do volume drenado.

Os lisímetros foram preenchimento com 0,8 kg de brita espalhados na parte inferior do vaso, seguido de 1 kg de areia, além do material de solo não salino e não sódico misturado com as respectivas doses de nitrogênio, conforme tratamentos. Utilizou-se o material de solo (Neossolo Regolítico Eutrófico tipo franco-arenoso), não salino e não sódico coletado à profundidade de 0-30 cm, devidamente destorroado e proveniente do município de Pombal, PB, cujas características físicas e químicas (Quadro 1), foram determinadas conforme metodologias recomendadas pela Claessem (1997).

Quadro 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2014

Densidade (kg dm ⁻³)	Porosidade total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo sortivo					
		0,33 atm	15,0 atm		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	pH _{ps}	CE _{es}
1,34	48,26	18,01	9,45	8,56(cmol _c kg ⁻¹).....				-	(dS m ⁻¹)
					3,95	3,70	0,37	0,43	5,01	0,09

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; pH_{ps} - pH da pasta de saturação; CE_{es} - condutividade elétrica do extrato de saturação

Na adubação de fundação aplicou-se por lisímetro, fósforo e potássio de acordo com a análise química do solo e seguindo a necessidade nutricional da planta para condução em vasos; aplicou-se ainda em fundação, 2% de esterco bovino curtido (6,3 g de N kg⁻¹; 1,28 g de P kg⁻¹ e 0,53 g de K kg⁻¹) por vaso visando melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma a aumentar a capacidade de retenção e a infiltração da água, estimular a disponibilidade de nutrientes às plantas além de contribuir para a diversificação e

aumento populacional da biota do solo. Depois de acondicionado nos lisímetros a unidade do solo foi elevada a capacidade de campo através do método de saturação por capilaridade, seguido por drenagem livre, usando-se as águas de diferentes níveis salinos. O fósforo foi aplicado todo em fundação e a adubação potássica feita em três épocas, (sendo 1/4 em fundação e 3/4 dividido em 3 coberturas), em cova de 4 cm de profundidade e 8 cm de distância do caule da planta.

A fonte de nitrogênio utilizada no experimento foi a ureia, uma fonte amídica. Já o fator doses de adubação nitrogenada foi parcelado em quatro vezes, sendo 1/4 do total aplicado em fundação e os 3/4 restantes, dividido em três adubações de coberturas, aos 60, 75 e 90 dias após o semeio (DAS).

Aos 90 DAS, foi realizada adubação foliar com Albatroz[®] (N - 10%, P₂O₅ - 52%, K₂O - 10%, Ca - 0,1%, Zn - 0,02%, B - 0,02%, Fe - 0,15%, Mn - 0,1%, Cu - 0,02% e Mo - 0,005%) na concentração de 1 g L⁻¹ do adubo, aplicando-se 5 L da solução nas plantas com auxílio de um pulverizador costal.

Da semeadura até os 45 DAS realizaram-se irrigações diárias, às 07 h e 17 h, aplicando-se em cada célula água de abastecimento local. Após o transplântio (45 DAS), as irrigações foram realizadas conforme o tratamento.

As irrigações com os distintos tratamentos eram realizadas diariamente ao final da tarde (17 h) no período de 18/09/2013 á 05/01/2014 levando-se em consideração o balanço de água na zona radicular, ou seja, as plantas eram mantidas sob solo a capacidade de campo com irrigações diárias, mensuradas pelo consumo de água obtido pelo método dos lisímetros de drenagem, ou seja, aplicando-se um volume de água conhecido nestas plantas (Va) no dia anterior a irrigação; pela tarde do outro dia observava-se o volume de água drenado (Vd), sendo a diferença relacionava-se ao consumo destas plantas (Vc) como na equação 1. A fração de lixiviação (FL) usada foi de 10%.

$$V_c = \frac{V_a - V_d}{1 - FL} (L) \quad \text{Eq. 01}$$

O controle fitossanitário foi realizado de forma preventiva e/ou curativa mediante a incidência de eventuais pragas e doenças. As pulverizações foram realizadas no final da tarde, como forma de amenizar a ocorrência de morte de insetos polinizadores, quando da

aplicação dos agroquímicos. Realizou-se ainda capinas manuais, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e tutoramento das plantas.

4.5 Preparo das águas salinas

As águas de irrigação foram obtidas a partir da dissolução do 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 $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ em que a CEa representa o valor pré-estabelecido da condutividade elétrica da água. Após preparadas, respectivas soluções salinas eram acondicionadas em toneis plásticos de 200 L de capacidade (Figura 3).



Figura 3 – Tonéis com 200 L de capacidade com águas salinas em diferentes CE.

4.6 Descrição das variáveis avaliadas

O crescimento do tomateiro foi avaliado aos 54, 95 e 125 DAS através da determinação do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro caulinar (DC) e da área foliar (AF). A matéria fresca do caule (MFC), massa seca de caule (MSC), massa fresca de folha (MSF) e massa seca de folha (MSF) foram determinadas aos 90 e 125 DAS. Já a massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) foram determinadas aos 125 DAS. O número de cachos (NCAC) foi observado aos 54, 69, 84 e 104 DAS. A fotossíntese (A) e a condutância estomática (gs) foram realizadas aos 105 DAS.

Na quantificação do NF foram considerados apenas as folhas com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e o comprimento mínimo de 3 cm; a AP (cm) foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical; o DC (mm) foi determinado a 5 cm do colo das plantas utilizando-se paquímetro digital; e a AF (cm^2) foi obtida de acordo com a metodologia de Reis et al. (2013) conforme Eq. 2.

A área foliar foi determinada pela medição do comprimento (C) e a largura (L) de todas as folhas das plantas marcadas, em que o comprimento foi definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha, enquanto a largura, como a maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento, com fator de forma “f” cujo valor encontrado foi 0,59".

$$AF = CL.f \qquad \text{Eq. 2}$$

em que:

AF: área foliar, cm²

C: comprimento da folha, cm

L: largura da folha, cm

f: fator de forma (0,59)

Para obtenção dos valores da MFC, MFF e MFR obteve o auxílio de uma balança de precisão graduada em gramas. Após a pesagem da matéria fresca, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em uma estufa de secagem à 60 °C até atingir peso constante para as variáveis de MSC, MSF e MSR, sendo novamente pesado em balança graduada para obtenção dos respectivos valores.

A contagem do número de cachos foi realizada de forma manual, onde considerava-se apenas os cachos que continham flores.

As leituras das variáveis fisiológicas (A e *gs*) vegetais foram feitas com um equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda. As leituras foram realizadas no período da manhã de 6:00 às 11:00, as folhas escolhidas eram as folhas nem muito novas nem muito velhas.

4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade para os fatores Salinidade da água e doses de nitrogênio e, nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (LAVRAS, MG) (FERREIRA, 2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme indicado na Tabela 1, a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) sobre o número de folhas do tomateiro cereja aos 54, 90 e 125 DAS, e sobre o diâmetro do caule apenas aos 95 e 125 DAS. Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada assim como, a interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) constata-se não haver (Tabela 1) haver efeito significativo sobre as variáveis NF e DC em nenhuma época de estudo, indicando que as plantas sob distintas doses de N comportaram-se forma semelhante nos diferentes níveis de CEa.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para número de folhas (NF) e diâmetro caulinar (DC) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 90 e 125 dias após o semeio (DAS).

Fonte de Variação	Quadrados médios					
	NF			DC		
	54 DAS	90 DAS	125 DAS	54 DAS	90 DAS	125 DAS
Níveis salino (S)	699,500**	3868,233**	94342,225**	0,743 ^{ns}	13,658**	16,835**
Reg, Linear	2448,033**	14300,833**	354579,408**	1,587	45,880**	64,386**
Reg, Quadrática	4,023 ^{ns}	696,214	1927,148	0,440	6,248	0,167
Doses de N (N)	98,778 ^{ns}	64,578 ^{ns}	8328,311 ^{ns}	0,508 ^{ns}	6,329 ^{ns}	0,990 ^{ns}
Reg, Linear	37,453	37,453	24336,013 ^{ns}	1,470	1,178	2,745
Reg, Quadrática	141,067	147,267	589,06	0,042	13,632	0,140
Interação (S x N)	99,889 ^{ns}	51,911 ^{ns}	2450,936 ^{ns}	0,794 ^{ns}	1,627 ^{ns}	2,185 ^{ns}
Bloco	68,467 ^{ns}	200,717	438,650	0,365	0,944	0,428
CV (%)	18,84	15,29	20,22	7,56	12,34	11,87

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste de F $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

O NF do tomateiro cereja reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e conforme o estudo de regressão (Figura 4A) houve decréscimos no NF de 7,41%, 11,48% e 16,25% respectivamente aos 54; 90 e 125 DAS por incremento unitário da CEa, resultando em decréscimos na ordem de 31,12%, 48,22% e 68,24% no NF das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Segundo Tester e Davenport (2003), o aumento da concentração salina na solução do solo reduz o potencial osmótico, dificultando a absorção de água pelas plantas, promovendo efeitos negativos de ordem nutricional, de toxicidade e/ou interferindo na disponibilidade de outros íons e desta forma, afeta os componentes de crescimento das plantas. Leithya et al. (2009) estudando o crescimento inicial do tomateiro com distintas níveis de salinidade da água e adubado com biofertilizante também encontraram número elevado de folhas em

gerânio (*Pelargonium graveolens*), mas decrescente com o aumento da salinidade. Gonçalves (2010) em estudo com o tomateiro sob irrigação com águas de distintas CE também encontrou decréscimo no número de folhas conforme aumentava-se a CEa.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou o DC das plantas de tomateiro (Figura 4B) promovendo decréscimos linear de 4,80% e 4,99% respectivamente aos 90 e 125 DAS por incremento unitário da CEa, ou seja, decréscimos na ordem de 2,71 mm e 3,06 mm no DC das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. O estresse salino restringe a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas, refletindo diretamente no metabolismo e crescimento das plantas (CHUSMAN, 2001). Hashen et al. (1993) e Wen e Pill (1994), constataram declínio no crescimento, desenvolvimento e produção do aspargo, tomateiro e pimentão em função do aumento da salinidade.

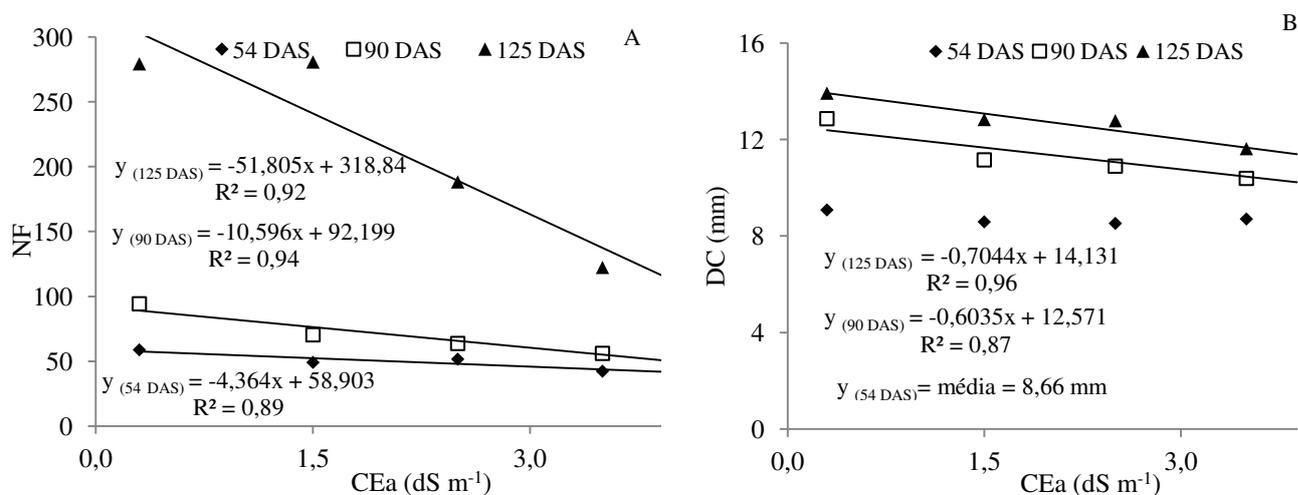


Figura 4 – Número de folhas (A) e diâmetro de caule - DC (B) de plantas de tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 54, 90 e 125 dias após o transplântio – DAS.

As plantas quando expostas a condições de estresse tendem a desenvolver mecanismos que contribuam para sua sobrevivência (OSMOND, 1987; BRAY et al., 2000; CAMARA e WILLADINO, 2005) neste sentido, a redução do NF assim como, outras alterações morfológicas e anatômicas nas plantas em condições de estresse salino são alternativas que promovem redução da transpiração da planta de forma a necessitar de uma menor absorção de água (VIANA et al., 2001). Mahmoud e Mohamed (2008) mencionam que

os sais provocam redução ou inibição da divisão e expansão celular, o que pode ocasionar a morte das folhas. A morte das folhas ocorreu devido ao estresse ocasionado pelo estresse salino e calor intenso ocorrido na época de execução do experimento.

A diminuição do DC em função do estresse salino também foi observado por Lima et al. (2008) e Silva et al. (2008) estudando adubação nitrogenada na mamoneira. Esses pesquisadores relataram que a salinidade da água de irrigação afeta o crescimento das plantas, impedindo que ela tenha condições de se desenvolver de forma satisfatória. É comum haver diferenças dos efeitos salinos nas espécies vegetais, entre genótipos de uma mesma espécie e estádios de desenvolvimento de um mesmo genótipo (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Em relação a altura de plantas de acordo com a Tabela 2 constata-se haver efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade da água de irrigação sobre a altura de planta e a área foliar do tomateiro cereja aos 54, 90 e 125 DAS. Em relação ao fator doses de N verifica-se efeito significativo sobre a AP ($p < 0,05$) e a AF ($p < 0,01$) apenas aos 125 DAS. Quanto à interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) vê-se efeito significativo ($p < 0,01$) apenas sobre a AF aos 125 DAS.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP) e área foliar (AF) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 90 e 125 dias após o semeio (DAS).

Fonte de Variação	Quadrados médios					
	54DAS	AP 90DAS	125DAS	54DAS ¹	AF 90DAS ¹	125DAS
Níveis salino (S)	152,789 ^{**}	432,006 ^{**}	4034,875 ^{**}	7135493,165 ^{**}	82968752,910 ^{**}	493001958,036 ^{**}
Reg, Linear	505,941 ^{**}	1274,008 ^{**}	15255,075 ^{**}	25737986,625 ^{**}	314470678,145 ^{**}	1678409899,552 ^{**}
Reg, Quadrática	64,877	277,714 [*]	345,720	1314526,217	10518458,104	47953,754
Doses de N (N)	19,305 ^{ns}	46,250 ^{ns}	342,689 [*]	641245,558 ^{ns}	4175173,521 ^{ns}	49957751,148 ^{**}
Reg, Linear	55,126	2,803	417,720 ^{ns}	1536915,660	3204366,750	148015277,012 ^{**}
Reg, Quadrática	0,024	13,066	516,267 [*]	29024,602	6419533,760	1406177,577
Interação (S x N)	28,994 ^{ns}	76,725 ^{ns}	247,063 ^{ns}	2813565,806 ^{ns}	8615055,039 ^{ns}	17493102,245 ^{**}
Bloco	109,940	212,554	498,600	1097384,214	13561485,762	2248439,994
CV (%)	12,5	13,53	7,46	17,28	13,32	20,14

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste F à $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

A AP do tomateiro cereja decresceu linearmente em todas as avaliações de crescimento realizados ao longo do ciclo da cultura, em função do aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 5A) houve decréscimos na AP de 3,59%, 4,65% e 6,41% respectivamente aos 54, 90 e 125 DAS por incremento unitário da CEa, que corresponderam a decréscimos percentuais de 15,07%, 19,54% e 26,91% na AP irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas irrigadas com água de CEa de 0,3 dS m⁻¹.

A redução do crescimento da planta devido o estresse salino pode estar relacionado com os efeitos adversos do excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (ZHU, 2001; MUNNS, 2002). Contudo os mecanismos pelos quais o estresse salino deprecia as plantas ainda é uma questão discutida devido à natureza muito complexa do estresse salino na planta, de forma que, a inibição no crescimento e produção de fitomassa pelas plantas em geral, é resposta do desequilíbrio nutricional e toxicidade, que resultam em perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO₂ (WILLADINO et al., 2011).

O aumento das doses de N fornecidas às plantas exerceram efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a AP do tomateiro cereja aos 125 DAS e através da equação de regressão (Figura 5B) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, onde se nota que a maior AP (147,3 cm) foi obtida com a aplicação de 139% de N, e partir desta dose houve redução da AP. Segundo Malavolta (2006) o nitrogênio promove efeito positivo sobre as plantas devido às funções que desempenha no metabolismo vegetal uma vez que é constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos e proteínas, sendo ainda ativador de muitas enzimas.

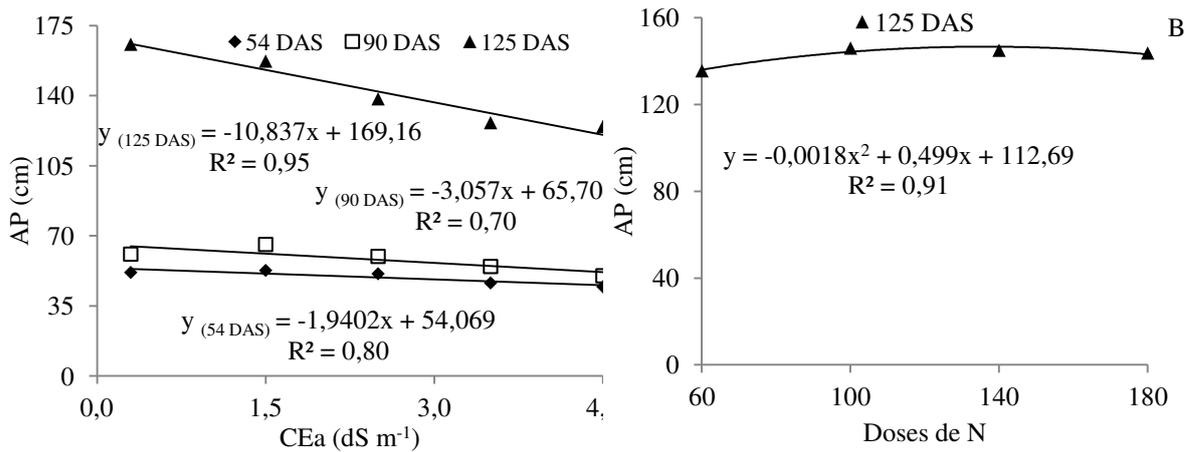


Figura 5 – Altura de planta - AP (A) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 54, 90 e 125 dias após o semeio – DAS e Altura de planta (B) em função de doses de N, aos 125 DAS.

Eloi et al. (2007) também obteve declínio linear na altura de plantas para o tomateiro o decréscimo na altura das plantas foi da ordem de 0,9417; 1,0595 e 1,6143 cm, respectivamente, para 7, 21 e 28 DAT, por aumento unitário na condutividade elétrica (CE: 1,5; 2,5 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹). De acordo com Dias (2004), dentre os estádios do ciclo de diversas culturas, a germinação e o desenvolvimento inicial até 45 DAS são as mais sensíveis aos efeitos da salinidade e sua toxicidade entretanto, as culturas podem apresentar diversidade de resposta ao estresse; os danos causados pela toxicidade podem reduzir significativamente os rendimentos e sua magnitude, depende do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso de água pelas culturas.

Oliveira et al. (2007) avaliando a irrigação com água salina sobre diferentes características produtivas para o cultivo de tomateiro, verificaram que o decréscimo na altura de plantas foi de 4,76 cm por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, com percentuais de redução de 18, 22, 26, 40 e 78% para os níveis de salinidade (5,7; 6,8; 8,3; 12,7 e 24,5 dSm⁻¹) na água de irrigação reduzindo de forma significativa, a altura de plantas ao longo de todo o ciclo da cultura.

Badr e Talaab (2008) trabalhando com doses crescentes de nitrogênio e níveis salinos, verificaram haver incremento no crescimento de plantas de tomateiro, de acordo com o aumento das doses de N aplicada, mesmo em condições de salinidade moderadas. Rodrigues et al. (2010) em estudos com a cultura da mamoneira, verificaram também que, doses elevadas de N proporcionaram menor altura de plantas.

A área foliar do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 6A) houve redução na AF de 9,21% e 11,49% respectivamente, aos 54 e 90 DAS por incremento unitário da CEa, resultando em decréscimos na ordem de 1642,66 cm² e 6477,565 cm² na AF das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em relação às plantas cultivadas sob baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹).

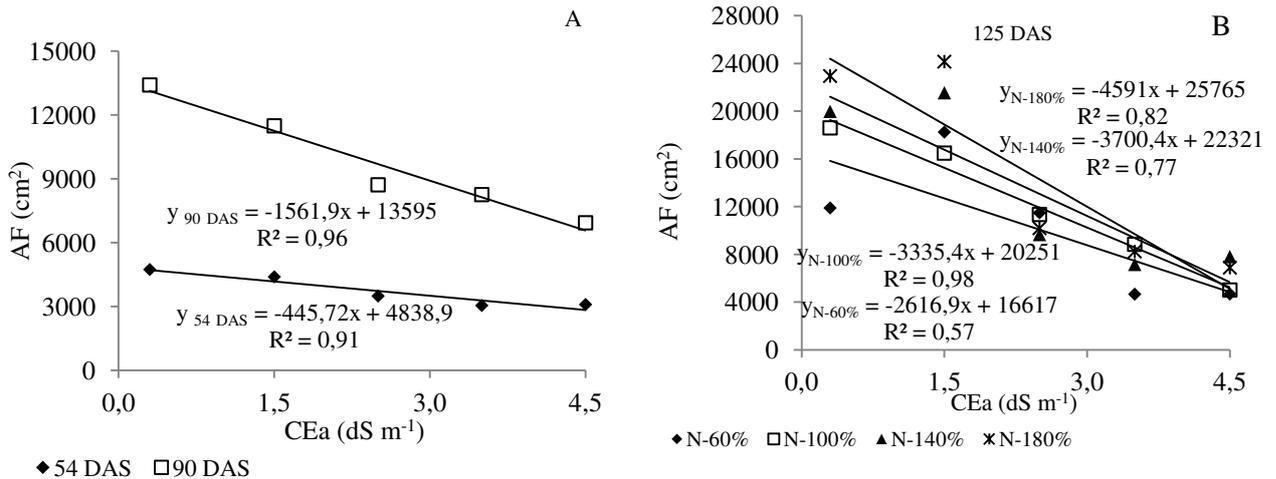


Figura 6 – Área foliar (AF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 54 e 90 dias após o semeio - DAS (A) e em função da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) aos 125 DAS (B).

A AF das plantas cultivadas em condições salinas é uma das variáveis mais afetadas, seu decréscimo, possivelmente, está relacionado à diminuição da disponibilidade e da absorção de água, o que afeta a divisão e o alongamento celular. Conforme Tester e Davenport (2003) o decréscimo da área foliar das plantas sob condições salinas pode estar relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante, mecanismo importante pois permite manter um elevado potencial hídrico na planta, obtido através da diminuição na transpiração. A redução na área foliar provoca também queda no número de cachos por planta atingindo a produção.

Silva et al. (2011), estudando o incremento da salinidade da água de irrigação (0,5 – 6,0 dS m⁻¹) sobre plantas quiabeiro, observaram que o aumento da CEa provocou também, assim como na altura e diâmetro do caule, declínio na área foliar das plantas. Oliveira et al. (2010) encontraram reduções em variáveis de crescimento na cultura do rabanete, dentre as

quais, a área foliar e a massa seca das raízes foram as mais afetadas em função do aumento da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 5,0 dS m⁻¹.

Na Figura 6 estão representados os dados para o desdobramento da interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de N sobre a AF(cm²) aos 125 DAS, e de acordo com as equações de regressão verifica-se que as plantas quando submetidas à adubação com doses de 60; 100; 140 e 180 mg N kg⁻¹ de solo tiveram decréscimos linear na ordem de 15,75%, 16,47%, 16,58% e 17,82% por incremento unitário da CEa, correspondente à redução em cerca de 7211,17 cm², 8585,33 cm², 12171,66 cm² e 16063,33 cm² na AF das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Vê-se ainda (Figura 6B) que, apesar de ter ocorrido decréscimos na AF em virtude do incremento da CEa, a medida em que se aumentou a dosagem de N houve incremento na AF. Conforme Silva et al. (2008) estudos têm demonstrado que o acúmulo deste soluto orgânico eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade (SILVA et al., 2008).

A redução da AF é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob estresse salino, de forma que nessas condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do transporte de íons de Na⁺ e Cl⁻ no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2013). Munns (1993) relata que o decréscimo da AF pode ser devido à redução no tamanho das folhas das plantas, quando expostas a salinidade elevada; sendo esse efeito devido à mudança no turgor causada pela elevada pressão osmótica na zona das raízes, assim como por mudanças na permeabilidade das membranas celulares, causadas por íons tóxicos nos espaços internervais e parede celular, que levam a diminuição da divisão celular e diminuição no alongamento celular.

Oliveira et al. (2012) citam que o maxixeiro apresentou maior tolerância para a área foliar do que para o número de folhas, resultado encontrado neste trabalho. Tal comportamento demonstra que o efeito da salinidade foi mais expressivo para emissão de novas folhas do que na expansão do limbo foliar. Estudos desenvolvidos com outras culturas têm demonstrado que em espécies mais tolerantes, a manutenção da área foliar se relaciona com uma redução do número de folhas, o que indica uma priorização da expansão foliar em detrimento da emissão de novas folhas (WILLADINO et al., 2011).

Conforme os dados da Tabela 3 vê-se que os níveis salinos da água de irrigação proporcionaram efeito significativo ($p < 0,01$) sobre a massa fresca e seca de folhas e de caule

aos 90 e 125 DAS. Quanto às doses de N observa-se efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para a MSC aos 125 DAS, já na interação entre os fatores (S x N), o efeito significativo ocorreu para MSF ($p < 0,05$) e de MSC ($p < 0,05$) aos 125 DAS.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para massa fresca de caule (MFC) e de folhas (MFF), massa seca de caule (MSC) e de folha (MSF) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 90 e 125 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	Quadrados médios							
	MFF 90DAS ¹	MSF 90DAS ¹	MFC 90DAS ¹	MSC 90DAS ¹	MFF 125DAS	MSF 125DAS	MFC 125DAS	MSC 125DAS
Níveis salino (S)	385,09**	18,91**	185,22**	5,09**	45463,54**	1756,72**	194319,00**	18228,85**
Reg, Linear	1217,30**	69,73**	492,92**	18,40**	143846,10**	6526,87**	726294,12**	61908,82**
Reg, Quadrática	16,29 ^{ns}	0,27 ^{ns}	16,26 ^{ns}	0,82 ^{ns}	6010,85**	436,50**	47601,30**	10333,59**
Doses de N (N)	96,08 ^{ns}	0,20 ^{ns}	42,86 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2748,13 ^{ns}	29,64 ^{ns}	1857,70 ^{ns}	164,13*
Reg, Linear	244,98	0,32	37,82	2,16	6903,36	55,29	4493,84	357,54*
Reg, Quadrática	35,17	0,09	24,94	0,71	786,98	33,45	899,38	37,93 ^{ns}
Interação (S x N)	63,69 ^{ns}	2,18 ^{ns}	84,94 ^{ns}	2,04 ^{ns}	1197,00 ^{ns}	31,19*	3317,28 ^{ns}	146,88**
Bloco	97,73	0,11	84,44	0,59	2068,12	28,54	23985,14	2,84
CV (%)	11,95	13,20	14,07	15,99	14,97	10,70	13,92	11,78

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste F $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X}

A MFF do tomateiro cereja aos 90 DAS decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo a equação de regressão (Figura 7) houve decréscimos na MFF de 7,49% por incremento unitário da CEa, resultando em decréscimos na ordem de 31,45% na MFF das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Houve decréscimo também aos 125 DAS onde de acordo com a equação de regressão (Figura 7) o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, em que se vê a maior MFF (277,3 g) nas plantas sob irrigação de baixa salinidade CEa de 0,3 dS m⁻¹ e a menor (140,0g) foi obtido nas sob CEa de 4,5 dS m⁻¹. A redução na quantidade de água disponível em função do estresse salino e a conseqüente diminuição na quantidade de água absorvida provocam reduções consideráveis no crescimento das plantas, as quais apresentam, como resultado, menor produção de massa verde (BRESLER et al., 1982). Tais informações embasam os resultados encontrados para esta variável no presente trabalho.

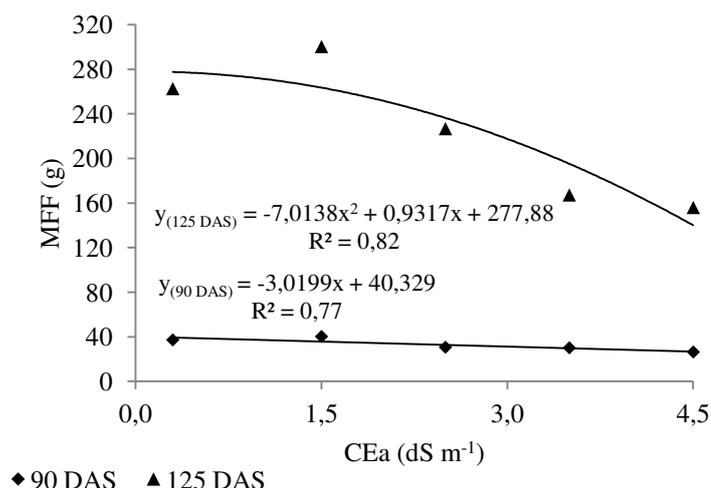


Figura 7 – Massa fresca de folha (MFF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 e 125 dias após o semeio – DAS.

Ressalta-se que a falta de água reduz a pressão de turgor e, conseqüentemente, o fluxo de seiva pelos vasos condutores (TAIZ e ZEIGER, 2013), fato que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, resultando em perda da biomassa vegetal (CHAVES, 2001; SILVA et al., 2001).

A massa seca das folhas aos 90 DAS decresceu linearmente (Figura 8A) quando se aumentou o nível salino da água de irrigação ocorrendo redução da MSF de 10,72% por incremento unitário da CEa, ou seja, diminuição de 2,65g na MSF das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Os efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais decorrentes da quantidade e acúmulo de sais na zona radicular da planta afetam a assimilação líquida de CO₂, inibem o número e a expansão foliar e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo assim, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados (MUNNS, 2002; LACERDA et al., 2006; WILSON et al., 2006).

Oliveira et al. (2011) avaliando o efeito da salinidade no crescimento de plantas de berinjela, verificaram que a MSF apresentou respostas significativas para o aumento da salinidade, uma vez que, comparando-se os valores obtidos nas plantas irrigadas com água de baixo nível salino (0,5 dS m⁻¹) com aquelas cultivadas sob maior salinidade (4,5 dS m⁻¹), foi verificada redução total de 49,2% na MSF. Neves et al. (2011) avaliando o crescimento do feijão-corda observaram que a aplicação contínua de água salina reduziu a produção de

matéria seca de folhas, de hastes e total da parte aérea, em relação às plantas irrigadas com água do canal.

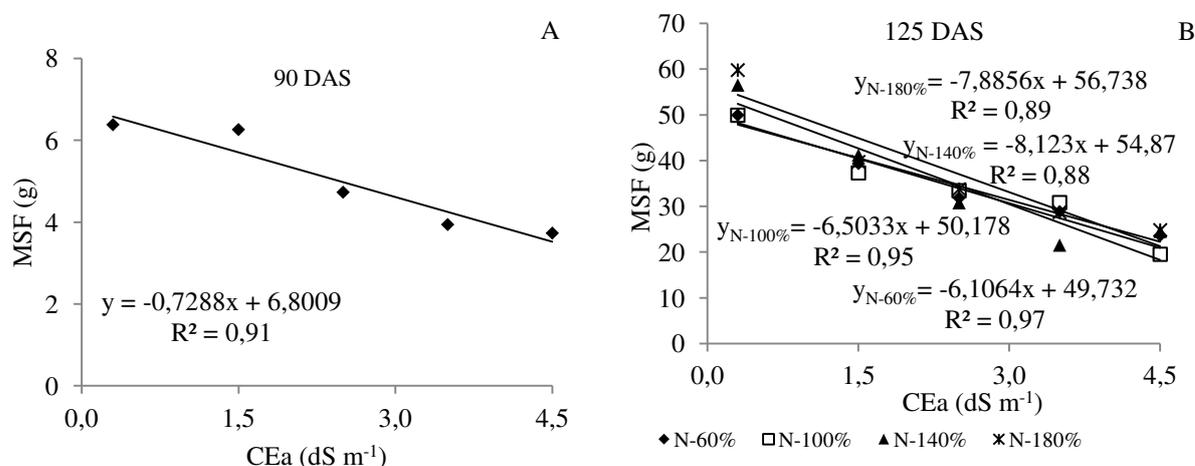


Figura 8 – Massa seca de folha (MSF) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 90 DAS (A) e em função da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de N) aos 125 DAS (B).

Aos 125 DAS constata-se (Figura 8B) efeito significativo da interação entre os fatores (S x N) sobre a MSF e segundo as equações de regressão vê-se que as plantas de tomateiro cereja quando submetidas à adubação com doses de 60; 100; 140 e 180 mg N kg⁻¹ de solo tiveram decréscimos de 12,28%, 12,96%, 14,80% e 13,90% por incremento unitário CEa ou seja, houve decréscimos na ordem de 51,57%, 54,43%, 62,18% e 58,37% na MSF das plantas irrigadas com CEa de 4,5 dS m⁻¹ em comparação as sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Observa-se ainda na Figura 8B, assim como constatado na AF (Figura 6B) que, apesar de ter ocorrido decréscimos na MSF aos 125 DAS em função do incremento da CEa, quando se aumentou a dose de N aplicada houve incremento na MSF. Sendo observado que quando aumentada a dose de N amenizavam os efeitos dos sais contidos na água de irrigação dos tratamentos utilizados, sendo o menor efeito sobre os sais observado na dose de 180%.

Medeiros et al. (2011) estudando adubação no tomateiro cereja a base de diferentes biofertilizantes (enriquecido e não-enriquecido) e irrigado com águas de distinto níveis salinos (0,5 – 4,0 dS m⁻¹) observaram-se que, na produção de matéria seca da parte aérea das plantas, houve ação positiva dos biofertilizantes com o aumento do teor salino das águas de irrigação, porém, com superioridade para o biofertilizante enriquecido.

Campos (2001) destacou que a fitomassa seca da parte aérea do tomateiro decresceu linearmente com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação CEa ($1 - 5 \text{ dS m}^{-1}$). Segundo Pessaraki e Tucker (1988), a produção de matéria seca de tomateiros é significativamente diminuída, quando se reduz o potencial osmótico da solução do solo, fato que pode explicar os resultados encontrados para o tomateiro cereja neste trabalho.

A massa fresca do caule do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 9) houve decréscimos na MFC de 6,78% e 15,73% respectivamente aos 90 e 125 DAS por incremento unitário da CEa, resultando em decréscimos na ordem de 5,51g e 309,17g na MFC das plantas irrigadas com água de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$.

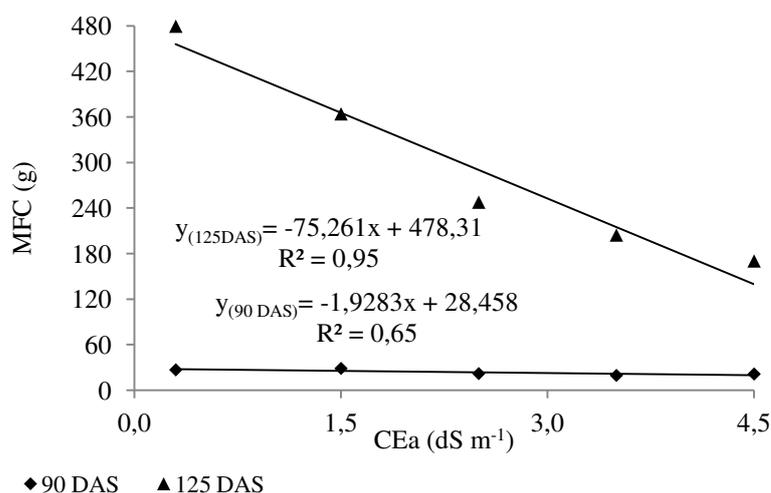


Figura 9 – Massa fresca de caule (MFC) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 e 125 dias após o semeio – DAS.

Queiroz et al. (2013) estudando a tolerância da berinjela a salinidade em substrato de fibra de coco concluiu que para massa fresca de caule não se identificou diferença significativa assim como para a massa seca do caule. Silva et al. (2013) avaliando o efeito de diferentes níveis iniciais de salinidade do solo ($0,0$ a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$), causados por excesso de fertilizantes, sobre as variáveis fenológicas e de produção da berinjela em ambiente protegido, constataram aumento na MSC próximo a solução com $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e reduções nos valores dessa variável à medida que se aumentou o nível de salinidade na solução do solo acima de $3,3 \text{ dS m}^{-1}$.

As culturas não apresentam resultados semelhantes quando submetidas a distintas condições de cultivo e segundo Maas e Hoffman (1977) a tolerância das culturas aos sais é expressa com o decréscimo na produção para um dado nível salino na zona radicular, quando comparado à produção sob condições não salinas, havendo diferenças entre espécies e cultivares, tendo observado ainda, que dentro de um mesmo genótipo podem também existir diferenças entre fases fenológicas. Todavia, ao estudarem a cultura do tomateiro sob salinidade, Gonçalves (2010) estudando a produção de matéria fresca do caule de três variedades de tomateiro e encontraram comportamentos semelhantes, decrescendo linearmente com o aumento da salinidade da água.

Assim como ocorrido para a MFC, a MSC do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da CEa aos 90 DAS e segundo a equação de regressão (Figura 10A) houve decréscimos na MSC na ordem de 8,83% por incremento unitário da CEa, resultando em decréscimos de 37,08% na MSC das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹.

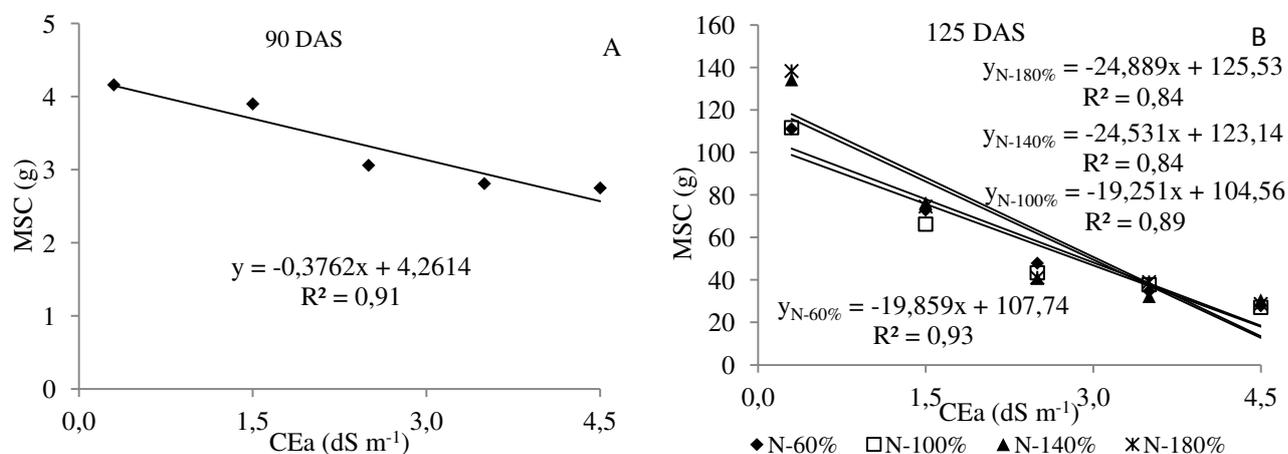


Figura 10 – Massa seca de caule (MSC) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 90 dias (A) e MSC do tomateiro cereja em função das doses de N aos 125 dias (B) após o semente – DAS.

Na avaliação da MSC aos 125 DAS verifica-se (Figura 10B) que houve efeito significativo da interação entre os fatores (S x N) e, conforme equações de regressão, as plantas que estavam sob adubação com doses de 60; 100; 140 e 180 mg N kg⁻¹ de solo tiveram decréscimos lineares de 18,43%; 18,41%; 19,92% e 19,83% por incremento unitário

da CEa, ou seja, redução de 77,41%; 77,33%; 83,67% e 83,27% de MSC das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Vê-se ainda na Figura 8B, assim como constatado na AF (Figura 6B) e MSF (Figura 8B) aos 125 DAS, que apesar da ocorrência de redução em função do incremento da CEa, quando se aumentou a dose de N aplicada ocorreu incremento na MSC.

A massa seca de caule, das folhas e das raízes do tomateiro é reduzida em condições salinas (CUARTERO e MUÑOZ, 1999) e a redução no consumo de água também tem sido frequentemente observada (KATERJI et al., 1998; STANGHELLINI et al., 1988; ARANDA et al., 2001) e desta forma, o crescimento, desenvolvimento e produção da cultura é afetada. Rodriguez et al. (1997) verificaram redução expressiva na matéria seca de caule, folhas e raízes de plantas de tomateiros cultivadas em solução contendo 100 mM NaCl, sendo a raiz a parte mais afetada, seguida das folhas e caule. Dantas et al. (2002), Costa et al. (2003) e Cavalcanti (2005), em estudos com feijoeiro caupi e Correia et al. (2005) estudando a cultura do amendoim, verificaram redução da biomassa seca com o aumento da condutividade elétrica.

De acordo com a Tabela 4 constata-se haver efeito significativo ($p < 0,01$) dos diferentes níveis salinos da água de irrigação sobre a massa fresca (MFR) e seca de raiz (MSR) aos 125 DAS. Em relação ao fator dose de N assim como para a interação entre fatores (S x N) observa-se não haver efeito significativo sobre essa variável. Segundo Morales et al. (2001) nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade, bem como, a adaptação ao estresse salino varia entre espécies e em um mesmo genótipo pode variar entre estádios fenológicos, neste experimento com o tomateiro cereja, constata-se que todas as partes (folhas, caule e raízes) foram afetadas pelo estresse salino.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para massa fresca (MFR) e seca de raiz (MSR) de plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 125 dias após o semeio (DAS).

Fonte de Variação	Quadrados médios	
	MFR 125 DAS ¹	MSR 125 DAS ¹
Níveis salino (S)	38958,425**	8654,372**
Reg, Linear	119334,747**	24487,347**
Reg, Quadrática	32475,962**	8153,786**
Doses de N (N)	769,659 ^{ns}	154,906 ^{ns}
Reg, Linear	154,083	99,532
Reg, Quadrática	116,482	220,416
Interação (S x N)	487,531 ^{ns}	192,065 ^{ns}
Bloco	952,716	1086,179
CV (%)	11,74	24,92

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste F a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

A massa fresca (Figura 11A) e seca (Figura 11B) de raízes do tomateiro cereja decresceram com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão, vê-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, onde nota-se que as maiores MFR (150,2 g) e MSR (69,4 g) foram obtidas em plantas irrigadas com água de CEa de 0,3 dS m⁻¹, ou seja, houve redução na MFR de 91,3% e na MSR de 90,5% nas plantas irrigadas com água de CE igual a 4,5 dS m⁻¹ em comparação as sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. Assim, o estresse salino acarreta mudanças no crescimento e desenvolvimento das raízes, e desta forma, interfere na absorção de água e de íons pela planta comprometendo o desenvolvimento da cultura.

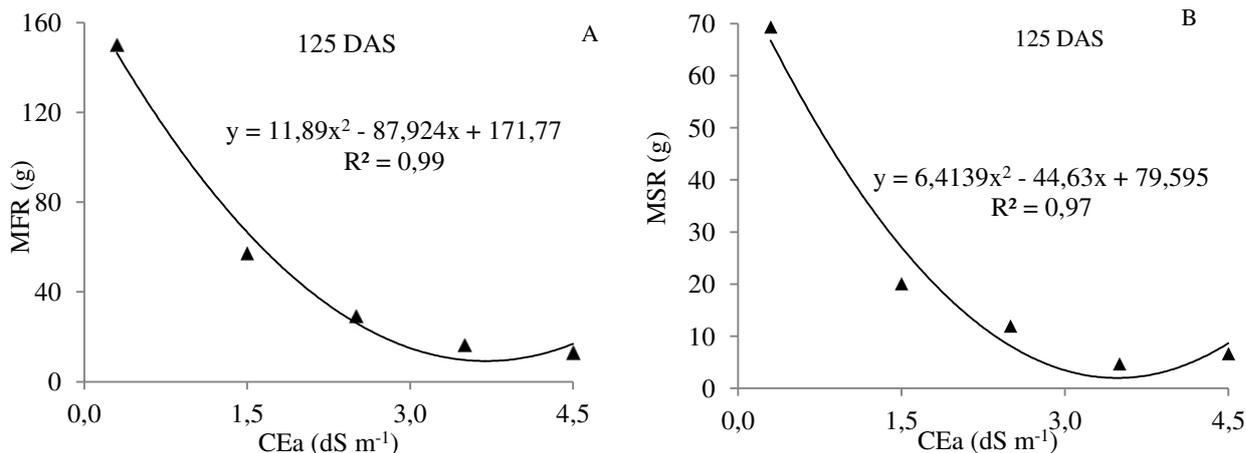


Figura 11 – Massa fresca de raiz - MFR (A) e massa seca de raiz – MSR (B) de plantas de tomateiro cereja em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 125 dias após o semeio – DAS.

Várias são as razões pelas quais o estresse salino causa redução no crescimento das raízes, dentre os quais restrição ao crescimento celular, interferência dos sais na nutrição vegetal ou a toxicidade de íons acumulados, levando à morte das células (CUARTERO e FERNÁNDEZ-MUÑOZ, 1999).

Segundo Soares et al. (2011) em condições de elevada salinidade a fitomassa seca de haste, raízes e folhas de plantas do tomateiro são reduzidas assim como o consumo de água. Para tanto, a fitomassa do sistema radicular é fundamental na avaliação de plantas, pois um sistema radicular bem desenvolvido pode proporcionar melhores condições de suprimento da demanda de água e nutrientes para as plantas principalmente nas primeiras semanas quando as condições adversas podem comprometer sua sobrevivência.

Medeiros et al. (2011) estudando o crescimento inicial do tomateiro cereja adubado com biofertilizantes observaram que a massa seca de raízes foi afetada com o aumento da salinidade das águas de irrigação, independente da aplicação dos biofertilizantes, já Freire et al. (2010), estudando o efeito da irrigação com água de diferentes CEa (0,4 a 6,0 dS m⁻¹) sobre cultivares de tomateiro convencional em ambiente protegido, não constataram efeito significativo do estresse salino sobre a produção de MSR.

Conforme a Tabela 5, observa-se haver efeito significativo dos níveis salinos da água de irrigação sobre o número de cachos de tomateiro cereja aos 54; 69; 84 e 104 dias após o semeio (DAS). Em relação ao fator dose de N assim como para a interação entre fatores (S x N) não houve efeito significativo sobre esta variável em nenhuma época estudado.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para número de cachos (NCAC) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 54; 69; 84 e 104 dias após o semeio (DAS)

Fonte de Variação	Quadrados médios			
	NCAC			
	54 DAS	69 DAS	84 DAS ¹	104 DAS ¹
Níveis salino (S)	60,191**	153,108**	2241,941**	13021,016**
Reg, Linear	224,133**	554,700**	7987,008**	46768,008**
Reg, Quadrática	12,595 ^{ns}	38,095	976,339**	4789,339**
Doses de N (N)	3,261 ^{ns}	4,822 ^{ns}	43,750 ^{ns}	746,327 ^{ns}
Reg, Linear	3,203	5,880	90,750	2054,083
Reg, Quadrática	4,817	4,266	10,417	0,816
Interação (S x N)	8,413 ^{ns}	12,919 ^{ns}	82,763 ^{ns}	397,327 ^{ns}
Bloco	70,467	43,216	156,050	510,466
CV (%)	17,77	20,71	11,78	14,46

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste F a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

O NCAC do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 12) houve decréscimos no NCAC de 6,72%; 8,10%; 12,85% e 16,36% respectivamente aos 54; 69; 84 e 104 DAS por incremento unitário da CEa, ou seja, resultando em decréscimos na ordem de 5,8; 9,1; 32,1 e 76,7 cachos em plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, comparando as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. O rendimento das culturas é reduzido significativamente quando o teor de sais na solução do solo prejudica a absorção de água e nutrientes pelas culturas, resultando em perdas no crescimento, desenvolvimento e na produção (AYERS e WESTCOT, 1999; GHEYI, 2000; LACERDA, 2005) sendo os efeitos do estresse salino incrementados com o passar do tempo.

Blanco e Folegatti (2008) ressaltam que nas plantas de tomateiro irrigados com água salinas não houve efeito significativos sobre o NCAC quando analisada entre 52 e 76 DAS (Dias após o semeio); já Freire et al. (2010), conduzindo experimento em ambiente protegido e estudando o efeito da irrigação com água de diferentes CEa no cultivo de cultivares de tomateiro, verificaram redução de 10% na produção da cv. Santa Adélia e 6,8% na cv. Meia estaca, quando se comparou plantas sob CEa de 6,0 dS m⁻¹ em relação as com CEa de 0,4 dS m⁻¹ durante o ciclo da cultura.

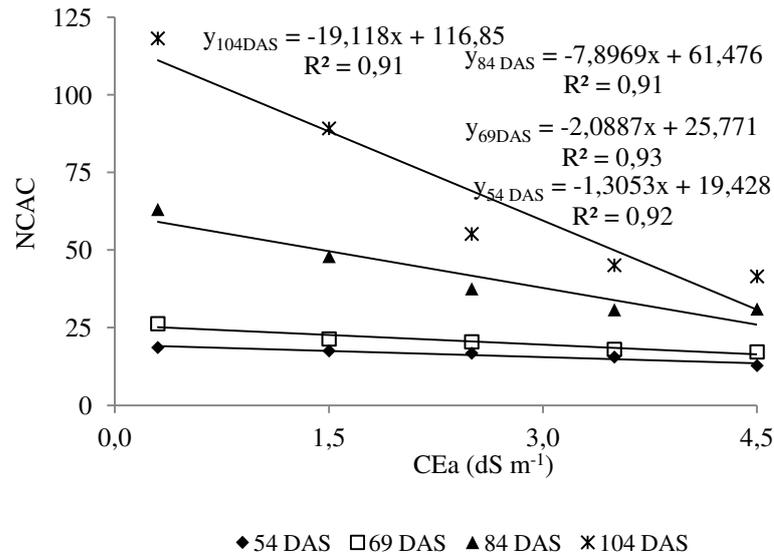


Figura 12 – Número de cachos (NCAC) no tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 54; 69; 84 e 104 dias após o semeio – DAS.

Assim como ocorrido com as variáveis de crescimento constata-se com a produção (Figura 12) que, quanto maior o tempo de exposição das plantas ao estresse salino mais severo foram os danos.

Observa-se na Tabela 6 que houve efeito significativo ($p < 0,01$) do fator níveis de salinidade da água de irrigação sobre a fotossíntese e condutância estomática de plantas de tomateiro cereja. Não houve entretanto, significância estatística para o fator doses de N e nem para interação S x N.

A taxa de fotossíntese líquida do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 13) houve decréscimos na (A) de 7,81% por incremento unitário da CEa, resultando no decréscimo na ordem de 32,78% na (A) das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. O crescimento de plantas observado nesse trabalho sugere que o suprimento adequado de água poderia ter favorecido a fotossíntese, que por sua vez, teria promovido maior incremento em altura e acúmulo de massa seca, conforme relata Kirkhan (2005).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (gs) em plantas de tomateiro cereja sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de variação	Quadrados médios	
	A ¹	gs ¹
Níveis salino (S)	4,529**	0,002**
Reg, Linear	13,940**	0,008**
Reg, Quadrática	3,094	0,001
Doses de N (N)	1,742 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Reg, Linear	0,193	0,000
Reg, Quadrática	0,513	0,000
Interação (S x N)	0,789 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Bloco	7,551	0,004
CV (%)	14,82	23,14

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo pelo teste F a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X}

A fotossíntese líquida (Figura 13) possui relação direta com a condutância estomática (Figura 14), de modo que o aumento na atividade de uma é provocado pelo aumento proporcional da outra. Neste sentido, observa-se que a fotossíntese do tomateiro cereja apresentou comportamento semelhante na condutância estomática, ou seja, a medida em que se aumentou os níveis salinos da água de irrigação ocorreu reduções na fotossíntese e na condutância estomática, sendo o efeito mais pronunciado na gs.

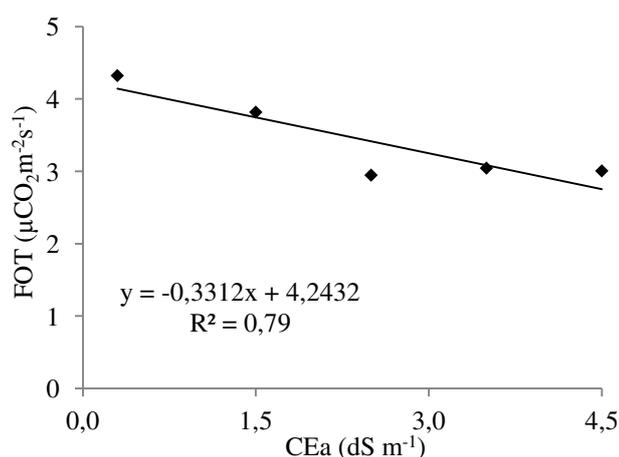


Figura 13 – Fotossíntese líquida (A) do tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

A menor produção de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em condições salinas reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela

planta (FIGUEIRÊDO et al., 2009) e, conseqüentemente, reduzindo seu crescimento e produção. Este fato, possivelmente explica os resultados encontrados para o crescimento do tomateiro, onde a solução do solo apresentando nível de CE elevado devido a aplicação dos tratamentos corroboram para esse resultado.

A condutância estomática do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e segundo as equações de regressão (Figura 14) houve decréscimos na g_s de 11,59% aos 125 DAS por incremento unitário da CEa, resultando no decréscimo de 48,67% na g_s das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹.

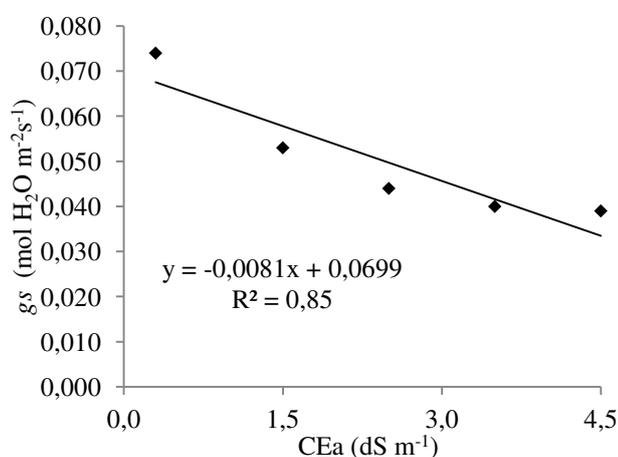


Figura 14 – Condutância estomática (g_s) em plantas de tomateiro cereja, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 125 dias após o semeio – DAS.

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico descrito e sofrem com diminuição de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose (LIMA, 1997). O ajustamento osmótico envolve tanto a absorção e a acumulação de íons inorgânicos quanto a síntese de solutos orgânicos, como carboidratos e ácidos orgânicos (KRAMER, 1983; FAGERIA, 1984, 1989).

Existe evidência de que a diminuição da água disponível no solo ocasionada pela concentração de sais determina sempre uma diminuição na absorção de água pela planta e, conseqüentemente, um menor crescimento e produção mais baixa. O processo de adaptação da pressão osmótica da planta à salinidade do solo pode constituir um fator limitante de crescimento e produção em condições salinas (BERNSTEIN, 1974).

Estudando o feijão corda Silva et al. (2013) observaram que a fotossíntese e a condutância estomática foram influenciadas pelas concentrações de sais da água de irrigação CEa (0,5; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹). Geralmente, o estresse salino, reduz a disponibilidade de água para os vegetais e pode, em consequência, afetar as trocas gasosas e inibir a expansão foliar (MUNSS, 2002; NEVES et al., 2009).

Para Assis Júnior et al. (2007), a aplicação contínua de água com 5,0 dS m⁻¹ reduz a transpiração, independentemente do estado fenológico das plantas de feijão de corda. Larcher (2006) acrescenta ainda, que o estresse salino reduz a quantidade de água transpirada, podendo contribuir para redução na absorção e carregamento de íons Na⁺ e Cl⁻ para o interior das plantas.

6 CONCLUSÕES

1. O número de folhas, a altura de planta, o diâmetro de caule, a área foliar, a massa fresca e seca de folhas caule e raízes, o número de cachos, a fotossíntese e a condutância estomática do tomateiro cereja decrescem de forma linear a partir da salinidade da água de irrigação $0,3 \text{ dS m}^{-1}$;
2. O maior tempo de exposição das plantas ao estresse salino proporcionou as maiores reduções nas variáveis de crescimento e produção, sendo a massa das raízes, a área foliar e o número de cachos por plantas as variáveis mais sensíveis;
3. A maior altura de planta aos 125 dias após o semeio foi obtida com dose de N de 139%;
4. Doses crescentes de nitrogênio reduziram o efeito da salinidade sobre a área foliar, a massa seca de folhas e de caule do tomateiro cereja aos 125 dias após o semeio.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAKHVERDIEV S. I., SAKAMOTO A., NISHIYAMA Y., MURATA N. Inactivation of photosystems I and II in response to osmotic stress in *Synechococcus*: contribution of water channels. **Plant Physiol**, v. 122, p. 1201–1208, 2000.

ARANDA P, DOSTALOVA J, FRIAS J, LOPEZJURADO M, KOZLOWSKA H, POKORN Y J, URBANO G, VIDALVALVERDE C, ZDYUNCZYK Z Nutrition. *in* Carbohydrates in Grain Legume Seeds. **Improving Nutritional Quality and Agronomic Characteristics**. ed Hedley CL (CAB International, Wallingford, UK), p. 61–8, 2001.

ARAÚJO, A. P. B.; COSTA, R. N. T.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, CE. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 377-382, 2011.

ARAÚJO, J.A.B. **Aplicação de inversor de frequência para economia de energia elétrica, em sistema de irrigação por aspersão**. Botucatu, 2003. 62p. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP, 2003.

ARMENTA-BOJORQUEZ A. D.; BACA-CASTILLO G. A.; ALCANTAR-GONZALES G.; KOHASHI-SHIBATA J.; VALENZUELA-URETA J. G.; MARTINEZ-GARZA A. Nitrate and potassium ratios in a drip fertigation system on production, quality and nutrient uptake in tomato. **Revista Chapingo-Série Horticultura**, v. 7, p. 61-75, 2001.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, Logan, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.

ASSIS JUNIOR J. O.; LACERDA C. F.; SILVA F. B.; FRANCISCO SILVA L. B.; BEZERRA M. A.; GHEYI H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p.702-713, 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de H. R. GHEYI, J. F. de MEDEIROS e F. A. V. Damasceno. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. **Irrigação e Drenagem**, 29).

AYERS, R.S. Quality of water for irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, n.1R2, p. 135-154, 1977.

AYERS, R.S., WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 218p., (Estudos FAO **Irrigação e Drenagem**, 29), 1991.

BARRETO, L.P.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, A.B.; TEMÓTEO, A.S. Acúmulo de matéria seca do tomateiro sob estresse salino e adição de gesso. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.73, Suplemento, 1999.

BADR, M.A; TALAAB A.S. Response of tomatoes to nitrogen supply through drip irrigation system under salt stress Conditions Australian. **Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 2 n. 1, p.149-156, 2008.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 488p., 1987.

BERSTEIN, L. Crop growth and salinity. **In: Drainage for Agriculture**. van J. Schilfgaard. Agronomy Journal 17, p.39-54, 1974.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.122– 127, 2008.

BONO, J.A.M.; CONTREIRAS, D. P.A.; MAUAD, R.M.; ALBUQUERQUE, J.C.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S; FREITAS, M.E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agronomia**, v.1, n.2, p.91-102, out./dez. 2008.

BRAY, M., DRISCOLL, J.; HUGGINS, J. W. Treatment of lethal Ebola virus infection in mice with a single dose of an S-adenosylhomocysteine hydrolase inhibitor. **Antiviral Res.** 45, 135-147, 2000.

BRESLER, E.; MCNEAL, B.L.; CARTER, D.L. **Saline and sodic soils – Principles Dynamics Modeling**. Springer-Verlag, New York, 1982. 236 p.

BUSATO, C. **Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio**. UFV, 2007 (Dissertação de Mestrado), 2007.

CAMARA, T.R.; WILLADINO, L. Compreendendo o estresse abiótico *in vitro*. **In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L.; CAVALCANTE, U.M.T.** (eds). Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife. MXM Gráfica e Editora. Parte.V, cap.29, p.325-335, 2005.

CAMPOS, C.A.B. **Germinação, desenvolvimento e produção de tomateiro tipo industrial, sob estresse salino**. 2001. Dissertação Mestrado Campina Grande, 149p. 2001.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Técnicas do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC**, N° 122 – JUNHO/2008 Campinas/SP.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Editora Agrônômica Ceres, 2005. 650 p.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, K. L.; FEITOSA FILHO, J. C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e o crescimento de pinheira. **Engenharia Agrícola**, v.21, p.135-144, 2001.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, C. J. O.; CAVALCANTE, I. H. L.; FEITOSA FILHO, J. C. ZANINI, J. R. **Qualidade de água para irrigação e fertirrigação**. Areia: UFPB, 2001. 17 p. (Boletim Técnico Científico, n. 7).

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, Suplemento, p. 57-61, 2005.

CHAVES, J. H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. 2001. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CHUSMAN, J. C. Osmoregulation in plants: implications for agriculture. **American Zoology**, Oxford, v.41, n.4, p.758-769, 2001.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997. 212p. (Embrapa-CNPq. Documentos, 1).

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Ed. Moderna. 1982. 368p.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GURGEL, M. T.; RODRIGUES, L. N. Crescimento do amendoim irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.81-85, 2005.

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.

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337p.

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. São Paulo: Nobel, 1980. 333p.

CUARTERO, J.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. Tomato and salinity. **Science Horticultural**, v.78, n.1- 4, p.83-125, 1999.

DANTAS, J.P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M.S.N.; ANDRADE, S.I.O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.425-430, 2002.

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado em ambiente protegido**. 2004. 110f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

DIAS, N. S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **In:** GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F.. (Org.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010, p. 133-144.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos da FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.83-89, 2007

EL-SWAIFY, S. A. Soil and water salinity. In: SILVA, J. A.; UCHIDA, R. (Ed.). **Plant nutrient management in hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture**. Manoa: University of Hawaii, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 1997. 412p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de Produção**, Versão Eletrônica. Jan/2003. Disponível:<
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomateiro/TomateiroIndustrial/adubacao.htm>> Acessado: Jul/2013.

ESTEVES, B. S., SUZUKI, M. S. Efeitos da salinidade em plantas. **Ecologia Brasileira**, v. 12, p. 662-679, 2008.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus; Goiânia: EMBRAPA, 1984. Cap. 10, p.302-2

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA-CNPAF.Documento, 18).

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. World water day: irrigation could help fight hunger and poverty. <http://www.fao.org>, 2002.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4,6 - programa de análise estatística**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA GB; FONTES PCR; DANTAS JP. Qualidade do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 141-145, 2006

FIGUEIREDO, V. B. MEDEIROS, J. F. ZOCOLER, J. L. SOBRINHO, J. S. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 02, p.231-240, abr. 2009.

FLORES P; NAVARRO JM; CARVAJAL M; CERDA A; MARTINEZ V. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. **Agricultural**, v. 23, p. 249-256, 2003.

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

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JR., R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi árido**. Fortaleza: DCS/UFC, 2000. p. 329-346.

GONÇALVES, I. V. C. **Atributos químicos de Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com tomateiro irrigado com águas salinas.** 69p. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2010.

GUILHERME, D. O.; PINHO, L.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, A. C.; PAES, M.C. D.; RODRIGUES, R. J. A.; CAVALCANTI, T. F. M.; TELES FILHO, S.C.; MENEZES, J. B. C.; SALES, S. S. Análise sensorial e físico- química em frutos de tomateiro cereja orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.171-175, 2008.

HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.-K. and Bohnert, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463–499, 2000.

HASHEM, A.R., 1993. Soil analysis and Mycoflora of the industrial Yanbu City. **Saudi Arabia Gulf Journal Science. Res.**, 11: 91–103.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da produção agrícola.** Brasília: IBGE. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 10.03.2014.

ISLA. **Tomateiro cereja.** Disponível em: <http://isla.com.br/cgi-bin/detalhe.cgi?id=261>. Acesso em : 12/03/2013.

KAFKAFI, N., BENJAMINI, Y., SAKOVA, E., G.I. e GOLANI, I. Genotype–environment interactions in mouse behavior: a way out of the problem. **Proc Natl Academy Science**, v. 102, p. 4619–4624, 2005.

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.

KATERJI, N., VAN HORN, J.W., HAMDY, A., MASTRORILLI, M., 1998. Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. **Agricultural Water Manage**, 38, 59-68.

KIRKHAM, M. B. **Principles of Soil and Plant Water Relations.** Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. 519p.

KRAMER, P.J. 1983. **Water relations of plants.** New York: Academic Press, Inc. 489 p.

LABORSOLO. **Análise de água para a agricultura: água para irrigação.** Disponível em: <http://www.laborsolo.com.br/site/servicos/analise-de-agua-para-agricultura/>. Acesso em: 27/02/2014.

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: Imprensa Universitária, p.95-105, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.

- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Ed. Rima Artes e Textos, 2000. 531p.
- LAZOF, D. B.; BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. **The New Phytologist**, Cambridge, Inglaterra, v. 144, n. 1, p. 85-94, 1999.
- 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, p.168-176, 2007.
- LEITHYA, S.; GABALLAH, M. S.; GOMAA, A. M. Associative impact of bio and organic fertilizers on geranium plants grown under saline conditions. **International Journal of Academic Research**, v.1, p.17-23, 2009.
- LIMA C. B.; SANTOS FILHO, S. V. dos; SANTOS, M. A. dos; OLIVEIRA, M. de. Desenvolvimento da mamoneira, cultivada em vasos, sob níveis de salinidade da água em latossolo vermelho-amarelo eutrófico. **Revista Caatinga**, v. 21, n.5, p.50-56, 2008.
- LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997. p.113-136.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance Current assessment. **Journal of Irrig and Drainage Div.**, ASCE, v.103, p.115-134, 1977.
- MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences.**, v.4, p.520-528, 2008.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 631p.
- MANSOUR, M.M.F. Transport proteins and salt tolerance in plants. **Plant Science**, v.164, p.891-900, 2003.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 451 p.
- MARTINEZ, V.; CERDA, A.; FERNANDEZ, F. G. Salt tolerance of four tomato hybrids. **Plant and Soil**, v.97, n.2, p.223-242, 1987.
- MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. da S.; BARROS, A. D. de; Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.**, v.3, n.3, p.242-247, 2008.
- MEDEIROS, J.F. DE.; GHEYI, H.R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: Gheyi, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. DE (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.

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**. Campinas: Fund. Cargill, 1989. 397p.

MORALES, M.A.; OLMOS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCON, J.J. Differences in water relations, leaf ion accumulation and excretion rates between cultivated and wild species of *Limonium* sp. grown in conditions of saline stress. **Flora**, Jena, v.196, n.5, p.345-352, 2001.

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

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

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; VAN DAM, B. **A cultura do tomateiro: produção, processamento e comercialização**. 1ª ed. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006. 104p.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARAES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-cordas irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, p.758-765, 2009.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**, São Paulo: CitrusBR, 2011. 138p.

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

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. 1991. Ensaio em ambiente controlado. **In:** Oliveira, A.J.; Garrido, W.E.; Araújo, J.D.; Lourenço, S. (Eds.). Métodos de Pesquisa em Fertilidade do Solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, Brasília, Df. p. 189-255.

OBERLY A; KUSHAD M; MASIUNAS J. 2002. Nitrogen and tillage effects on the fruit quality and yield of four tomato cultivars. **Journal of Vegetable Crop Production**, v. 8, p. 65-79.

OLIVEIRA, A. L. T.; SALES, R. O.; FREITAS, J. B. S.; RAFAEL, M. S. S. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em fortaleza. **In:** III Congresso Cearense de Agroecologia. Agricultura Familiar e Agronegócio. Convivência com o semi-árido de 7 a 9 de novembro de 2012, Sobral – CE.

OLIVEIRA, B. C., CARDOSO, A. A., OLIVEIRA, J. C., OLIVEIRA, F. A. CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 11-16, 2007.

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. **Revista Ciências Agrárias**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

OLIVEIRA, P. de et al. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1184-1192, out. 2011.

OLIVEIRA, P.G.F. de; MOREIRA, O. da C.; BRANCO, L.M.C.; COSTA, R.N.T.; DIAS, C.N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reúso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.153-158, 2012.

OSMOND, C.B.; AUSTIN, M.P.; BERRY, J.A.; BILLINGS, W.D.; BOYER, J.S.; DACEY, J.W.H. Stress physiology and the distribution of plants. **Bioscience**, v. 37, p. 38-48, 1987.

PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. **Produção de Tomateiro-caqui em estufa**. Boletim técnico, UFLV. Disponível em: http://www.geocities.ws/giuliano_marchi/boletim.html. Acesso em: 12/07/2014.

PESSARAKLI, M.; TUCKER, T. C. Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. **Soil Science, Society American Journal**, v. 52, p.698-700,1988.

PRADO et al. Alimentação e nutrição como campo científico autônomo no Brasil: conceitos, domínios e projetos políticos. **Revista Nutrição**, Campinas, 24(6):927-937, nov./dez., 2011.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; Fisiologia E Bioquímica Do Estresse Salino Em Plantas. **In:** Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (2010). Manejo Da Salinidade Na Agricultura: Estudos Básicos E Aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional De Ciência E Tecnologia Em Salinidade, P.11-19.

PRODETEC. **AGRICULTURA NORDESTE: PRODUÇÃO DE TOMATEIRO REGISTROU QUEDA EM 10 ANOS**. Disponível em: <http://www.agenciaprodetec.com.br/inicio/364-agricultura-nordeste-producao-de-tomateiro-registrou-queda-em-10-anos.html>. Acesso em: 20/02/2014.

QUEIROZ, I. S. R.; LEITÃO, A. R. F.; FERREIRA, L. L.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; MOTA, A. F. Tolerância da berinjela à salinidade cultivada em substrato de fibra de coco. **Agricultura Científica do Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 15-20, abr - jun, 2013.

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

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

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992.133p.FAO. **Irrigation and Drainage Paper**, 48

- RICHARDS, R.A. Improving crop production on salt affected soils: by breeding or management? **Expl. Agric.** Vol. 31, p. 395 - 408. 1995
- RJISBERMAN, F. R. Water scarcity: fact or fiction? **Agriculture Water Manage**, Amsterdam, v. 80, p. 5-22, 2006.
- RODRIGUES, M. B. et al. Características físico-químicas de frutos de 25 cultivares de tomateiro tipo cereja. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, 2008.
- RODRÍGUEZ, H. G.; ROBERTS, J. K. M.; JORDAN, W. R.; DREW, M. C. Growth, water relation, and accumulation of organic and inorganic solutes in roots of maize seedlings during salt stress. **Plant Physiology**., Rockeville, v. 113, n. 3, p. 881-893, 1997
- RUBIO, F., FLORES, P., NAVARRO, J.M., MARTINEZ, V. Effects of Ca²⁺ K⁺ and cGMP on Na⁺ uptake in pepper plants. **Plant Science**, v.165, p.1043–1049, 2003
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência Agrotec**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007
- SANTOS, R.V.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. **In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F.** Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 9, p.289-317.
- SETTI, A. A. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 3. ed. Brasília: ANEEL/ANA, 2002. 328p.
- SHANNON, M. C. Adaptation of plants of salinity. **Advence. in Agriculture**, San Diego, v.60, n.1, p.75-120, 1997.
- SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Science Horticultural**, v.78, p.5-38, 1999.
- SILVA et al. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, abril-junho, 2013.
- SILVA, E. F.; ASSIS JUNIOR, R. N.; SOUSA, J. I. G. efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.29, p.389-396. 2005.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, p.147-157, 2008b.
- SILVA, I. N. Qualidade de água na irrigação. **ACSA – Agricultura Científica no Semi Árido**, Patos v.07, n 03 julho – setembro, p. 01 – 15, 2011.
- SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. de, COSTA, P. H. A. da.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Braslian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n.2, p. 99-105, 2003.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomateiro para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, L.C. Efeitos da salinidade e regime de água do solo sobre as culturas. **In: AYERS, R.S. ; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

SILVA, R. P. DA.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujá- azedo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.23, n.2, p.337 – 381. 2001

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.335-342, 2008.

SILVA, S. M. S.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos; SOARES, F. A. L. Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.338-348, 2009.

SIMÃO, R.; RODRIGUEZ, T. A evolução do tomateiro de mesa no estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco (Acre). **Anais...** Rio Branco (Acre): SOBER, 2008.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T. SILVA SÁ, F. V. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 210-217, abril/junho, 2011.

SOUZA, E. R.; Levien, S. L. A.; Medeiros, J. F. de; Porto Filho, F. Q.; Gheyi, H. R.; Sousa Neto, E. R.; Silva Júnior, M. J. Crescimento de melão irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. **Caatinga**, v.16, n.1/2, p.31-38, 2003.

SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A. Avaliação de frutos de tomateiro de mesa produzidos com efluente do tratamento preliminar da água residuária da suinocultura. **Engenharia Ambiental**, v.7, n.4, p.152-165, 2010.

STANGHELLINI, M. E., WHITE, J. G., TOMLINSON, J. A. AND CLAY, C. Root rot of hydroponically grown cucumbers caused by zoospore producing isolates of *Pythium intermedium*. **Plant Disease**, v. 72, p. 358-359, 1988.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n.3, p. 503-527, 2003.

VALENCIA J; BIECHE B; BRANTHOMÉ X. Effect of fertilizers on fruit quality of processing tomatoes. **Acta Horticultural**, v. 613, p. 89-93, 2003.

VIANA, S.B.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R. Germinação e formação de mudas de alface em diferentes níveis de salinidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.259-264, 2001.

WARNER J; ZHANG TQ; HAO X. 2004. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, p. 865-871.

WEN, P. L., PILL, W. G.; Germination of osmotically primed asparagus and tomato seed after storage up to three month. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 119, p. 636-41, 1994.

WILLANDINO, L., ALVES, R. O. F., ARCANJO, E. S. J., GOUVEIA, A. N., RANGEL, T. C. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciências Agrárias**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 417-422, abr-jun, 2011.

WILSON, C. et al. Growth response of major USA cowpea cultivars: Biomass accumulation and salt tolerance. **Horticulture Science**, v.41, p.225-230. 2006.

YAMAGUCHI, T.; BLUMWALD, E. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. **Trend in Plant Science**, v.10, p.615-620, 2005.

YOSHIDA, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. **Journal Bioscience Bioengineering**, v.94, n.4, p.585-590, 2002.

YRISARRY JJB; LOSADA MHP; RINCÓN AR. 1993. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications. **Acta Horticultural** 355: 149-156.

ZENG, L., POSS, J., WILSON, C., DRAZ, A.S.E., GRIEVE, C.M. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. **Euphytica**, v.129, p.281-292, 2003.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **An. Rev. of Plant Biology**, v.53, p.247-273, 2002.

ZHU, J.-K. (2001b) Plant salt tolerance. **Trends Plant Science**, v. 6, p. 66–71, 2001.

ZONN, S.V. Saline (halomorphic)soils. In: ZONN, S.V. **Tropical and subtropical soil science**, Moscow: Mir Publishers, Chapter 5 p. 365-379, 1986.

ZUSHI, K., MATSUZOE, N. Seasonal and cultivar differences in salt-induced changes in antioxidant system in tomato. **Science Horticulture**, v. 120, p. 181–187, 2009.