



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL
CAMPUS DE POMBAL-PB**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM
ÁGUAS DE DISTINTAS SALINIDADES E DOSES DE
NITROGÊNIO**

LINHA DE PESQUISA: MANEJO DE SOLO E ÁGUA

**PÓS-GRADUANDA: LUANA LUCAS DE SÁ ALMEIDA VELOSO
ORIENTADOR: PROF. D.Sc. REGINALDO GOMES NOBRE**

POMBAL-PB

MAI/2017

LUANA LUCAS DE SÁ ALMEIDA VELOSO

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM
ÁGUAS DE DISTINTAS SALINIDADES E DOSES DE
NITROGÊNIO**

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: Prof. Dr. Sc. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL-PB

MAI/2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- V443p Veloso, Luana Lucas de Sá Almeida.
 Produção de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintas salinidades e doses de nitrogênio / Luana Lucas de Sá Almeida Veloso. – Campina Grande, 2018.
 f. 60: il. color.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.
 "Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".
 Referências.
1. *Ammona muricata* L. 2. Água Salina. 3. Manejo de Adubação.
 I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.
- CDU 634.41(043)

POMBAL-PB

MAI/2017

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM
ÁGUAS DE DISTINTAS SALINIDADES E DOSES DE
NITROGÊNIO**

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: 30 de maio de 2017.

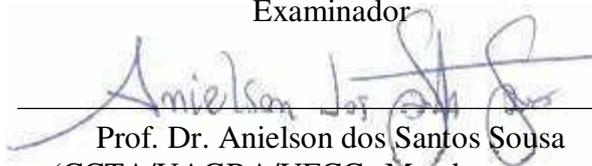
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre
(CCTA/UAGRA/UFCG)
Orientador



Prof. Dr. João Batista dos Santos
(CCTA/UAGRA/UFCG)
Examinador



Prof. Dr. Anielson dos Santos Sousa
(CCTA/UAGRA/UFCG- Membro externo)
Examinador



Prof. Dr. Hans Raj Ghey
(UFRB- Membro externo)
Examinadora

POMBAL-PB

MAI/2017

*Dedico a Deus pelo Seu Infinito amor
aos meus pais, Edmilson e Arlete;
ao meu querido esposo David Edson;
e aos meus avós Raimundo e Salete.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu Poderoso e Eterno Deus, por Sua preciosa Graça e amor incondicional.

Ao Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre, por todo ensinamento, amizade e confiança.

Ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT) pela oportunidade de realização do curso.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) pelo fornecimento da estrutura para desenvolvimento da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo;

Aos amigos Leandro, Wesley, Joyce, Jorge e toda equipe salinidade pelo apoio e dedicação na condução do trabalho.

Aos meus pais, meu esposo e avós por todo apoio, compreensão e incentivo para realização deste curso.

Aos professores Hans Raj Ghey e o Anielson dos Santos Sousa por se disporem à avaliação do trabalho e pelas sugestões para melhoria.

As queridas, Erbia Bressia e Raianny por toda ajuda e companherismos.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para realização desta conquista.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I		PAG.
Figura 1.	Mudas de gravioleira sobre bancada metálica	31
Figura 2.	Mensuração da Altura de planta (A), Diâmetro de caule (B) e Área foliar (C).....	33
Figura 3.	Altura de planta (AP)(A), diâmetro do caule (DC)(B) aos 45 e 90 DAT, e Área Foliar (AF)(C) aos 90 DAT de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação- CEa.....	36
Figura 4.	Número de folhas aos 90 DAT (A), Taxa de crescimento absoluto de mudas de gravioleira (TCAdc) no período compreendido entre 15-45 e 15-90 DAT (B), Taxa de crescimento relativo do diâmetro de caule (TCRdc) no período de 15-90 DAT (C) em função da salinidade da água – CEa.....	37
Figura 5.	Área foliar específica (A) e Razão de área foliar (B) - AFE e RAF, respectivamente, de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 45 dias após aplicação dos tratamentos – DAT.....	40
CAPITULO II		
Figura 6.	Fitomassa fresca de caule - FFC e folhas – FFF (A) e seca de caule - FSC e folhas - FSF (B) de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a aplicação de tratamentos - DAT	55
Figura 7.	Fitomassa seca de raiz - FSR e seca de parte aérea – FSPA (A) fitomassa seca total (FMSt) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) (B) de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a aplicação de tratamentos – DAT	56

Figura 8.	Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de gavioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após aplicação dos tratamentos –DAT	57
------------------	--	----

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I	PAG
Tabela 1.	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento..... 31
Tabela 2.	Resumo da análise de variância da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), área foliar (AF) e numero de folhas (NF) de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintas salinidades e adubação nitrogenada, aos 45 e 90 dias após tratamento – DAT..... 35
Tabela 3.	Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo (TCRdc) do diâmetro do caule aos 15-45 DAT e 15-90 DAT, área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) mudas de gravioleira avaliadas aos 45 e 90 DAT, sendo as mudas irrigadas com águas de distintas salinidades e adubação nitrogenada..... 38
CAPITULO II	
Tabela 4.	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento..... 51
Tabela 5.	Resumo da análise de variância referente à fitomassa fresca de folha (FFF) e caule (FFC), fitomassa seca de folha (FSF), caule (FSC), raiz (FSR), da parte aérea (FSPA) e total da planta (FST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintos níveis salinos e sob doses de adubação nitrogenada aos 90 DAT..... 54

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO GERAL	xi
GENERAL ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
3 REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 A cultura da gravioleira (<i>Annona muricata</i> L.).....	3
3.2 Qualidade de mudas.....	4
3.3 Qualidade da água de irrigação	5
3.4 Salinidade e seus efeitos sobre as culturas.....	7
3.4.1 Efeito Osmótico	8
3.4.2 Efeito Tóxico	9
3.4.3 Efeito nutricional.....	10
3.5 Tolerancia das plantas a salinidade	11
3.6 Adubação nitrogenada	13
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I	25
1 INTRODUÇÃO	28
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Localização do experimento	29
2.2 Tratamentos e delineamento estatístico	29
2.3 Descrição dos tratamentos	30
2.4 Produção das mudas	30
2.5 Aplicação dos tratamentos	32
2.6 Características analisadas.....	32
2.7 Análise estatística	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4 CONCLUSÕES	41

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA	42
CAPÍTULO II	46
1 INTRODUÇÃO	49
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Localização do experimento	50
2.2 Delineamento experimental e tratamentos	50
2.3 Descrições dos tratamentos	50
2.4 Produção das mudas	51
2.5 Aplicação dos tratamentos	52
2.6 Características analisadas	52
2.7 Análise estatística	53
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	53
4 CONCLUSÃO	57
5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58

RESUMO GERAL

VELOSO, Luana Lucas de Sá Almeida. **Produção de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintas salinidades e adubação nitrogenada.** 2017, 75 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.¹

O cultivo da gravioleira (*Annona muricata* L.) nas áreas irrigadas do nordeste brasileiro tem grande importância socioeconômica. No entanto, devido a limitação de água de baixa condutividade elétrica para irrigação nesta região, torna-se necessário a realização do estudo de técnicas que viabilizem o uso de água salina no cultivo da espécie. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância de mudas de gravioleira ao aumento da salinidade da água de irrigação sob adubação, com distintas doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus Pombal, PB. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições e duas plantas por parcelas, cujos tratamentos foram referentes à cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação-CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) em combinação com quatro doses de nitrogênio (70, 100, 130 e 160% de N da dose recomendada para mudas de gravioleira), no qual se avaliou a cultivar Morada Nova. Foram avaliadas aos 45 e 90 dias após aplicação dos tratamentos (DAT) as variáveis: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, razão de área foliar, área foliar específica e as fisiológicas referentes à taxa de crescimento absoluto e relativo de diâmetro do caule nos períodos de 15-45 e 45-90 (DAT). Por sua vez, as variáveis de fitomassa fresca e seca de caule e folhas, fitomassa seca de raiz, parte aérea e total, assim como o índice de qualidade de Dickson foram avaliados aos 90 (DAT). O crescimento das mudas de gravioleira cv. Morada Nova, submetidas a diferentes níveis de salinidade da água foi menos afetado na fase inicial (45 DAT). Na produção de mudas de gravioleira pode-se usar água de CEa de 2,1 dS m⁻¹ pois proporciona, redução média aceitável de 10% no crescimento. Doses de N superior a 70 mg de N dm⁻³ de solo não atenuam o estresse salino nem promovem maior crescimento de mudas de gravioleira cv. Morada Nova. A interação entre os fatores doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água não afetaram a fase de produção de mudas de gravioleira cv. Morada Nova.

Palavras-chave: *Annona muricata* L., água salina e manejo da adubação.

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

GENERAL ABSTRACT

VELOSO, Luana Lucas Sá Almeida. **Soursop seedlings production irrigated with waters of different salinities and nitrogen fertilization.** 2017, 75 p. Dissertation (Master of Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB.

The cultivation of soursop (*Annona muricata* L.) in the irrigated areas of the Brazilian northeast has great socioeconomic importance. However, due to the limitation of water of low electrical conductivity for irrigation in this region, it is necessary to carry out the study of techniques that make possible the use of saline water in the cultivation of the species. In this sense, the aim of this work was to evaluate the tolerance of soursop seedlings to the increase of salinity of irrigation water, under fertilization with different nitrogen doses. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande at the Agro-Food Science and Technology Center, Pombal campus, PB. The experimental design was a randomized block design in a 5 x 4 factorial scheme, with four replications and two plants per plot. The treatments were related to the five levels of electrical conductivity of the irrigation water (0.3, 1.1, 1, 9, 2.7 and 3.5 dS m⁻¹) in combination with four nitrogen doses (70, 100, 130 and 160% N of the recommended dose for soursop seedlings), in which the cultivar Morada Nova was evaluated. The plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, leaf area ratio, specific leaf area, and physiological variables were evaluated at 45 and 90 days after application of the treatments, with respect to the absolute and relative growth rate of the leaf diameter. Stem in the periods of 15-45 and 45-90 DAT. On the other hand, the variables of fresh and dry phytomass of stem and leaves, root dry matter, shoot and total, as well as Dickson quality index were evaluated at 90 days after application of the treatments. The growth of soursop seedlings cv. Morada Nova, submitted to different levels of salinity of water was less affected in the initial phase (45 DAT). In the production of soursop seedlings, CEa water of 2.1 dS m⁻¹ can be used as it provides an acceptable average reduction of 10% in growth. Doses of N higher than 70 mg of N dm⁻³ soil do not attenuate saline stress or promote greater growth of soursop seedlings cv. New address. The interaction between the factors nitrogen doses and water salinity levels did not affect the production stage of saplings cv. New address.

Keywords: *Annona muricata* L., salt stress, fertilization management.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é uma atividade de grande relevância para o setor agrícola brasileiro. Nos últimos anos, o Brasil tem se sobressaído a nível mundial como considerável produtor de frutas, em particular as tropicais e subtropicais, apresentando-se entre os três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção anual superior a 40 milhões de toneladas, estima-se que a cadeia produtiva das frutas abrange três milhões de hectares e gera seis milhões de empregos diretos, evidenciando a importância da fruticultura no agronegócio brasileiro (SEAB/DERAL, 2013).

Dentre estas fruteiras, a gravioleira (*Annona muricata* L.) pertencente à família das anonáceas, possui grande valor econômico, em especial para região Nordeste Brasileira onde é bastante cultivada, devido as condições edafoclimáticas favoráveis para o seu cultivo, além de ser bastante apreciada pela população graças a suas características de sabor, aroma e farmacêuticas (FREITAS et al., 2013).

Sua propagação pode ser realizada de forma sexuada ou assexuada, no entanto, os produtores têm preferido a propagação seminal da gravioleira devido à dificuldade de sua propagação por enxertia e pelo fato de que gravioleira de origem seminal frutifica antes de dois anos de plantio. Além disso, no Nordeste a maior parte da produção é vendida para agroindústrias, portanto sem exigência em uniformidade de frutos com relação ao peso e ao formato (FIGUEREDO et al., 2013).

O fato de a região Nordeste apresentar condições de solo e clima favoráveis para a produção de mudas de gravioleira, não é o bastante para que se tenha um grande potencial de exploração agrícola dessa região, pois esse progresso é limitado em virtude de seus regimes pluviais (SANTANA et al., 2003; SILVA et al., 2015), caracterizado por períodos prolongados de estiagens e irregularidade anual de precipitações, onde ocorre déficit hídrico para as plantas em razão da taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante e maior parte do ano (HOLANDA et al. 2010), o que causa a elevação dos níveis salinos nas fontes de águas. Com isso, a irrigação utilizando águas com alta concentração de sais solúveis, sobretudo de sódio, tornou-se a prática corriqueira, ademais, o emprego dessas águas por um tempo prolongado acaba provocando efeitos negativos sobre solos e plantações implantadas nessas áreas, comprometendo seu crescimento e desenvolvimento, devido aos efeitos tóxico, osmótico e desbalanço nutricional (NEVES et al., 2009).

Outrossim, a formação de mudas de gravioleira, na região semiárida do Nordeste, pode ser otimizada com uso de técnicas que viabilizem o manejo do solo e de águas degradadas por sais, podendo-se destacar o incremento da adubação nitrogenada na produção de mudas, pois além desse nutriente afetar positivamente o crescimento vegetativo das plantas também promove maior tolerância das plantas à seca e à salinidade (POMPEU JÚNIOR, 1991; SÃO JOSÉ et al., 2014).

Esses benefícios podem ser explicados pela influência do nitrogênio na capacidade de absorção, síntese de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofilas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Além disso, o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse salino e hídrico (SILVA et al., 2008).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio no crescimento de mudas de gravioleira irrigada com águas de diferentes níveis de condutividade elétrica – CEa.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob a qualidade de mudas adubadas com diferentes doses de nitrogênio.
- Determinar o nível de salinidade da água tolerado através das variáveis analisadas nas mudas de gravioleira.
- Identificar a melhor dose de nitrogênio, que contribua favoravelmente para o crescimento de mudas de gravioleira cv. Morada Nova.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.)

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma cultura pertencente ao gênero *Annona*, originária do continente Americano, com centro de origem, na região da América Central e dos Vales Peruanos, sendo considerada a mais tropical das anonáceas (OKIGBO & OBIRE, 2009). Foi disseminada pelos espanhóis e portugueses, desde o Caribe ao Sudeste do México e no Brasil (SILVA et al., 2013).

É dispersa nas regiões tropicais e subtropicais da América, Europa, Ásia e África (SACRAMENTO et al., 2009). Foi introduzida no Brasil no século XVI, tornando-se uma das frutíferas de maior importância econômica brasileira, de forma economicamente relevante especialmente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, destacando-se os Estados da Bahia, Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Pará onde existem condições edafoclimáticas favoráveis para seu cultivo. (SÃO JOSÉ et al., 2014).

Os dados sobre área plantada e a comercialização da graviola são conhecidas com exatidão, no entanto, sabe-se que o cultivo desta fruta tem avançado muito no Brasil nos últimos anos, especialmente no Estado da Bahia, na região do município de Irecê, cuja produção de graviola é de 8 mil toneladas, com perspectivas de crescimento devido ao aumento nas áreas plantadas no Estado (ADAB, 2010).

A cultura da gravioleira reveste-se de grande importância socioeconômica em função da geração de emprego e fixação de mão de obra, pois a produção além de destinada para a agroindústria, tem um volume significativo comercializado como fruta fresca, especialmente no mercado nacional (SÃO JOSÉ et al., 2000).

De importância alimentar, é uma fruteira que tem se destacado devido as suas características sensoriais de sabor e aroma, bastante utilizadas tanto para consumo in natura quanto para o aproveitamento pela agroindústria, visando obtenção de polpa, suco, néctar, entre outros (OLIVEIRA NETO et al., 2014; NOBRE et al., 2003). Outrossim, é uma fruteira rica em vitamina C, cálcio, carboidratos, água e substâncias com atividade antioxidante, tendo este último recebido grande atenção, pois auxiliam a proteger o organismo humano contra o estresse oxidativo, evitando e prevenindo uma série de distúrbios crônico-degenerativos (TACO, 2006; YAHIA, 2010).

A gravioleira apresenta hábito de crescimento ereto, com altura média de 4 a 8 metros na fase adulta, caule único e com ramificação assimétrica. As folhas apresentam pecíolo curto, são oblongo-lanceoladas ou elípticas, medem 14 a 16 cm de comprimento e 5 a 7 cm na maior largura; as nervuras são pouco perceptíveis (MANICA, 1997).

Esta anonácea possui o maior sistema radicular dentre as demais fruteiras da família e pode adaptar-se a diferentes tipos de solos, apesar de requerer solos profundos, ricos e bem drenados com pH ligeiramente ácido (5,5 - 6,5) (RAMOS, 1992). Possui frutos com forma variada, podendo apresentar ovoides, condiformes ou irregulares, com poupa branca, de cheiro forte e acre, quando verde tornando-se suave, agradável, sucosa, refrigerante, doce, ligeiramente ácida e um tanto cotonosa ao amadurecer (CASTRO et al., 1984).

As sementes apresentam dormências exógenas, provocadas pela dureza de sua película externa, sendo necessária sua escarificação e/ou imersão em água fria durante 24 horas para perfeita germinação. O espaçamento no plantio pode ser de 4,0 x 4,5 m até 8,0 x 8,0 m (RAMOS, 1992).

3.2 Qualidade de mudas

Um dos fatores que contribui para a formação de um pomar altamente produtivo depende, em grande parte, da qualidade das mudas que formarão o pomar (LIMA et al., 2007). Assim, na determinação de mudas consideradas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos morfológicos ou nos fisiológicos. Sendo que, a qualidade tanto morfológica quanto fisiológica das mudas depende da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais e dos métodos das técnicas de produção (AZEVEDO., 2003).

Os critérios das características morfológicas são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade, mas ainda carece de uma definição mais acertada para responder as exigências quanto a sobrevivência e crescimento das mudas, determinada pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Entre essas características morfológicas as mais estudadas são: altura da parte aérea, diâmetro do colo, peso da matéria seca das raízes e da parte aérea e o peso total, assim como a relação entre esses parâmetros e índices de qualidade são relevantes para melhor avaliar o processo de produção de mudas (GOMES et al., 2001; CARNEIRO et al. 2007).

No tocante as mudas de gravoleira em geral, elas são consideradas em condições de serem transplantadas para o campo quando alcançam entre 30-40 cm de altura, em função do maior índice de sobrevivência no campo devido à maior resistência às condições adversas do meio, tais como veranicos, competição com plantas daninhas e ataque de pragas (BARBOSA et al., 2003).

Em relação ao diâmetro, as mudas com maior diâmetro demonstram maior capacidade de sobrevivência, por apresentarem eficiência de formação e de crescimento de novas raízes. Em geral, o diâmetro do colo adequado para mudas de espécies frutíferas consideradas de qualidade para enxertia está em torno de 4,5 mm (TOMAZ, 2013).

3.3 Qualidade da água de irrigação

Ao estudar a qualidade da água, torna-se difícil encontrar uma definição simples e completa em face à grande complexidade dos fatores determinantes e da grande quantidade de opções de variáveis disponíveis para descrever as condições da água de irrigação. Apesar disso, para que se possa fazer correta interpretação da qualidade da água para fins agrícolas, os parâmetros analisados devem estar relacionados com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação, os quais serão necessários para controlar ou compensar os problemas relacionados com a qualidade da água (MELO, 2005; BERNARDO et al., 2006).

Quando se fala em qualidade de água para irrigação, geralmente se leva em consideração a salinidade, já que este parâmetro está relacionado com a salinização e sodificação dos solos, promovendo queda no rendimento das culturas e perda das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, formando áreas degradadas impossibilitadas para o cultivo (ALMEIDA, 2010; RIBEIRO, 2010; CARMO et al., 2011).

Segundo Ayers & Westcot (1999), a água de irrigação é classificada por meio de três parâmetros: o primeiro refere-se ao risco de salinidade, e ocorre quando há um acúmulo de sais na zona radicular em determinada concentração, ocasionando queda no rendimento; o segundo parâmetro se refere ao risco de sodicidade ou a problemas de infiltração que acontece quando teores relativamente altos de sódio ou baixos de cálcio e magnésio no solo e na água, através da ação dispersante do sódio nos colóides do solo,

reduzem a condutividade hidráulica; e o terceiro diz respeito à toxicidade por íons específicos, como sódio, cloreto e boro, os quais se acumulam nas plantas em altas concentrações, reduzindo o rendimento das culturas sensíveis a esses íons.

No tocante à sua composição química, as águas na natureza, qualquer que seja sua fonte, são constituídas em maiores proporções por sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, bicarbonatos e carbonatos, embora a quantidade e o tipo desses sais possam variar bastante, dependendo da fonte, localização geográfica e época de coleta (RICHARDS, 1954; MEDEIROS et al., 2003). São estabelecidos como Indicadores químicos de qualidade da água, os valores de pH (potencial hidrogeniônico), Alcalinidade, Dureza, Cloretos, Ferro e Manganês, Nitrogênio, Fósforo entre outros (FONTES et al., 2011).

Segundo Maas (1990), a qualidade da água é apenas um dos fatores que determinam o tipo e a intensidade das práticas de manejo para o uso seguro de águas salinas na irrigação; outros fatores, a exemplo da tolerância das culturas à salinidade, as propriedades do solo, o clima e o manejo das culturas deve ser considerados.

No Nordeste brasileiro existe uma grande quantidade de poços cujas águas são utilizadas para a irrigação, representando um importante insumo na cadeia produtiva. Contudo, o uso de água de má qualidade pode trazer danos aos cultivos e solos, com sérios reflexos socioeconômicos. A qualidade da água desses poços, podem variar no tempo e no espaço, salientando que na época de estiagem os níveis salinos são mais elevados, tanto quanto são mais altas as temperaturas e a evapotranspiração da região (LARAQUE, 1989; SILVA JÚNIOR et al., 1999).

O total de 85% das áreas do Nordeste do país se encontram sobre rochas cristalinas impermeáveis, onde a água subterrânea com elevado teor de sais se localiza nas fraturas das rochas, no entanto, a qualidade da mesma pode variar significativamente segundo o tipo e a quantidade de sais dissolvidos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e de outros minerais, sendo transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam a medida que a água evapora ou é consumida pelas culturas. Outrossim, o fato da taxa de precipitação anual da região ser menor que a evapotranspiração, acaba causando um acentuado aumento no acúmulo de sais nas fontes de água da região, em geral, tendo a predominância, principalmente de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, na proporção de 7:2:1. (MEDEIROS, 1992; AYERS; WESTCOT, 1999; FIGUEIREDO et al., 2009).

A utilização de águas de qualidade inferior e o manejo inadequado da irrigação e drenagem tem causado dano tanto aos solos e as plantas, quanto aos sistemas de irrigação, especialmente os do tipo localizado. Tal afirmação demonstra a importância do monitoramento das águas para a irrigação e ressalta que a utilização de água de má qualidade para a agricultura representa uma ameaça para a sustentabilidade e para a saúde pública (GARCIA et al., 2008; GHUNMI et al., 2009).

3.4 Salinidade e seus efeitos sobre as culturas

O uso de água salina na agricultura deve ser considerada como uma alternativa importante a utilização da água de boa qualidade, que atualmente é evidenciada como um recurso natural escasso. Contudo, os sais da água de irrigação ou aqueles já existentes no solo podem exercer efeitos prejudiciais às plantas nas suas distintas fases (CAVALCANTE et al., 2001).

De maneira geral, o estresse salino inibe o crescimento das plantas, por reduzir o potencial osmótico da solução do solo, ocasionando a redução da disponibilidade de água para os vegetais, podendo também ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, em virtude da acumulação excessiva de íons de NaCl, nos tecidos vegetais (MUNNS, 2002; FLOWERS & FLOWERS, 2005).

A presença de um alto teor de sais solúveis na rizosfera provoca alterações nas respostas fisiológicas das plantas (PARIDA & DAS, 2005). Em decorrência disso, as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condições de estresse salino (O'LEARY, 1971). Desta forma, o NaCl afeta a síntese e a translocação para a parte aérea da planta de hormônios sintetizados nas raízes, indispensáveis para o metabolismo foliar (PRISCO, 1980). No entanto, a tolerância à salinidade é variável entre e até mesmo dentro da espécie dependendo de diversos fatores, como estágio fenológico, intensidade e duração do estresse salino (NEVES et al., 2009, BUSTINGORRI & LAVADO, 2011).

A graviololeira durante a fase de formação de mudas, ajustou-se osmoticamente como planta moderadamente tolerante aos sais e sua área foliar e o rendimento biológico das plantas aumentaram com o nível de salinidade da água de irrigação até $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (CAVALCANTE et al., 2001).

Entretanto, Sá et al. (2015) ao avaliarem o balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira, sob substratos irrigados com água salina, constataram que altas concentrações de sais na água de irrigação inibiu a emergência, o crescimento e a formação de fitomassa das plantas de pinheira.

Níveis de salinidade de até $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ na água de irrigação não afetam a germinação de sementes de gravioleira Morada Nova, mas níveis a partir de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ diminuem significativamente a sua velocidade de emergência (NOBRE et al., 2003). O que pode ser explicado pelo fato de os sais presentes na água de irrigação reduzir o potencial osmótico da solução do solo, resultando em retardamento do tempo de embebição das sementes.

O aumento da condutividade elétrica do solo, provocado pela salinidade da água de irrigação interfere negativamente na germinação de sementes, crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, determinando a necessidade de estudos que possam minimizar os efeitos deletérios da salinidade e, adicionalmente, substituir parcial ou totalmente o fornecimento salino a partir da adubação mineral. (CAVALCANTE et al. 2001, 2002 e 2005).

3.4.1 Efeito Osmótico

Os efeitos causados às plantas, pela alta concentração de sais solúveis tanto no solo quanto na água de irrigação, de imediato é preciso voltar-se aos estudos para o componente osmótico, pois ele é de grande importância para a absorção de água pela planta (WILLADINO & CAMARA, 2010).

O aumento da salinidade da água utilizada na prática da irrigação, ocasionará um acréscimo significativo no teor de sais no extrato de saturação do solo, ocorrendo uma diminuição no potencial osmótico da solução do solo, que é identificado como o primeiro fator de redução do crescimento (MUNNS, 1993; FLOWERS, 2004).

De acordo com Dias & 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 dando origem ao estresse hídrico.

Esse fato trará uma série de implicações para a planta, como a não absorção de nutrientes, redução na taxa fotossintética, redução na expansão celular, assimilação líquida de CO_2 e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo,

consequentemente, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados (MUNNS, 2002; LACERDA et al., 2003).

De acordo com Munns (2002), o efeito osmótico pode estabelecer uma nova e mais reduzida taxa de alongação foliar e radicular em questão de horas, provocando, com o passar do tempo, alteração no início da floração e redução na produção de sementes. Assim sendo, faz-se necessário um ajuste osmótico na célula vegetal para assegurar a manutenção do turgor e a entrada de água para o crescimento celular. Um dos mecanismos comumente citados, para tolerância à salinidade tem sido a capacidade de algumas plantas em acumular íons, no vacúolo e, ou, solutos orgânicos de baixo peso molecular, no citoplasma, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (TESTER & DAVENPORT, 2003; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Esta compartimentação do sal 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 e a morte (DIAS & BLANCO, 2010).

3.4.2 Efeito Tóxico

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, essas plantas sofrem por toxicidade (SILVA, 2011). Geralmente, a maioria das culturas evoluíram sob condições de baixa salinidade do solo, assim, os mecanismos desenvolvidos para absorver, transportar e utilizar os nutrientes presentes em substratos não salinos podem não ser eficazes em condições salinas (GARCIA et al., 2007).

A toxicidade nas plantas pode ser provocada por determinados elementos, como sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em concentração elevada causam distúrbios fisiológicos (BATISTA et al., 2002). Nessas condições de toxidez, a concentração dos íons de Na^+ e/ou de Cl^- , frequentemente, excedem as concentrações de macro e micronutrientes reduzindo a absorção desses nutrientes minerais, especialmente o NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} (LARCHER, 2000).

Nos ambientes salinos o NaCl é, geralmente, o sal predominante e, consequentemente, aquele que causa maiores danos às plantas. Em vista disso, o excesso de Na^+ e, sobretudo, de Cl^- no protoplasma, ocasiona distúrbios em relação ao

balanço iônico, além dos efeitos específicos destes íons sobre as enzimas e membranas celulares (FLORES, 1990). Logo, os efeitos deletérios causados pela toxidade nas plantas podem expressar-se fisiologicamente propiciando reflexos morfológicos, pois, a elevada concentração de íons no fluxo transpiratório provoca injúrias nas folhas, além da senescência precoce (MUNNS, 2005; SILVA et al., 2008).

Ademais, os sintomas de toxidez por íons específicos nas folhas são relatados por Dias & Blanco (2010), sendo eles: A) o sintoma do cloreto é evidenciado pela queimadura do ápice das folhas, atingindo as bordas em estágios mais avançados, promovendo queda prematura; B) os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas nas folhas mais velhas, progredindo na área interneval até o centro da folha, a medida que se intensifica; C) os sintomas causados pelo boro na folha, se resumem em manchas amarelas ou secas nas bordas e no ápice das folhas velhas, se estendendo pelas áreas internevais até o centro da folhas.

3.4.3 Efeito nutricional

Além dos efeitos, osmótico e tóxico, causados as plantas pelo excesso de sais no solo ou na água de irrigação, é necessário destacar outro aspecto afetado pela salinidade que consequentemente atinge o crescimento e desenvolvimento das culturas. O desequilíbrio nutricional ocorre em virtude da significativa alteração nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, por exemplo, o excesso de Na, inibe a absorção de nutrientes, como o K e Ca. Além disso, o elevado pH encontrado em solo salino promove uma redução na disponibilidade de muitos micronutrientes como cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (FARIAS et al., 2009).

A planta, ao ser exposta a um solo salino por muito tempo, expressa sintomas fitotoxicidade iônica específica devido ao excesso de absorção de Na^+ ou Cl^- , ocasionando desbalanço iônico, interferindo no mecanismo estomático, e provocando distúrbios nas atividades metabólicas em geral (MANSOUR; SALAMA, 2004).

Na berinjela o estresse salino provocou o aumento dos teores dos íons Na^+ e Cl^- nas folhas, seguido da redução dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , refletindo o desequilíbrio nutricional consequentemente do estresse salino progressivo, o qual também diminui a concentração de K^+ e aumenta os teores de N, Cu^{2+} , Na^+ e Cl^- no caule (BOSCO et al., 2009)

3.5 Tolerância das plantas a salinidade

Em relação a resposta ao estresse salino, as plantas podem ser classificadas em dois grupos: as halófitas e glicófitas. As halófitas, são aquelas que se desenvolvem naturalmente em ambientes com elevadas concentrações salinas (tipicamente Na^+ e Cl^-) e, glicófitas, as que não são capazes de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas (ORCUTT & NILSEN, 2000).

Entre as espécies sensíveis ao estresse salino, o efeito da salinidade manifesta-se por severas reduções do crescimento e distúrbio na permeabilidade da membrana, atividade de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iônico (NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004). Esse efeito deletério do excesso de sais presente no solo e na água de irrigação, podem reduzir significativamente os rendimentos das culturas e sua magnitude depende do tempo, da concentração de íons, do uso da água pelas culturas e da tolerância das plantas (WILLIDIANO & CAMARA, 2010).

A capacidade de sobrevivência das plantas sensíveis ao estresse salino, é regida por mecanismos que conferem resistência à salinidade, outrossim, esses mecanismos são aspectos fundamentais para o crescimento de culturas, e envolvem alta atividade metabólica sob estresse moderado, e baixa sob estresse severo que permitem a planta suportar o estresse (WILLIDIANO & CAMARA, 2010).

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

Um das estratégias utilizadas pelas plantas é a extrusão do Na^+ para a solução do solo retirando o cátion da planta e a expulsão do Na^+ de alguns tecidos, especialmente o xilema, como forma de evitar o acúmulo do cátion no limbo foliar,

minimizando os efeitos deletérios da salinidade sobre o metabolismo foliar, em especial sobre o processo fotossintético (MUNNS et al., 2002). Além disso, também existem algumas espécies que apresentam capacidade de acumular íons no vacúolo e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, para baixar seu potencial hídrico a um patamar inferior ao do solo, o que lhes permitem um ajustamento osmótico a esse tipo de condição. Por sua vez, outras culturas apresentam tolerância devido às diferenças na aquisição, translocação, transferência ou acúmulo de íons de Na e Cl (FARIAS, 2008).

Os solutos compatíveis constituem um pequeno grupo de substâncias de natureza química distinta, destacando-se: aminoácidos (como a prolina), compostos amônio-quaternários (glicina betaína, β -alanina betaína, prolina betaína, colina-O-sulfato), compostos sulfonium-terciário (DMSP – dimetilsulfoniopropionato), polióis (ou álcoois poliídricos, como pinitol e manitol), açúcares solúveis (frutose, sacarose, trealose, rafinose) ou poliméricos (frutanas), além de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina). Também devem ser incluídas algumas enzimas que eliminam os radicais livres e proteínas que protegem a formação ou a estabilidade de outras proteínas (WILLIDINO & CÂMARA, 2010).

Dentre os fatores estudados, o estado nutricional das plantas é um fator que pode ser levado em consideração para a caracterizar a tolerância das plantas a salinidade, visto que, 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. Então, 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 (DIAS & BLANCO, 2010).

Como a aplicação de fertilizantes, aumenta a concentração de nutrientes no solo, alguns autores afirmam que a aplicação de fertilizantes em quantidade maior do que a quantidade recomendada traria benefícios em condições de salinidade moderada, pois haveria maior absorção de nutrientes, aumentando as relações K/Na, Ca/Na e $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$, pois o Ca, N e K, são nutrientes que podem conferir certo grau de tolerância das culturas à salinidade (CUATERO & MUÑOZ, 1999).

3.6 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é um elemento essencial às plantas e sua carência limita o crescimento e a produtividade das culturas, pois é requerido em todas as fases do desenvolvimento vegetal. Sua insuficiência é observada em quase todos os solos, consistindo o critério de identificação da deficiência no aparecimento de uma clorose generalizada nas folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas, o que está relacionado com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila (CARVALHO et al., 2003; SILVA et al., 2010).

No solo, o nitrogênio está disponível nas formas orgânicas (aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis) e minerais, com maior predominância das formas orgânicas (SOUSA & FERNANDES, 2006). O nitrogênio mineral do solo é representado pelas formas iônicas amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), e muito raramente, nitrito (NO_2^-), sendo as formas amoniacal e nítrica, as prontamente absorvidas pelas plantas (FURTINI NETO et al., 2001).

A utilização do nitrogênio por meio da adubação nitrogenada, além de promover o crescimento e o bom desenvolvimento das culturas, pode também reduzir os efeitos da salinidade nas espécies vegetais. A explicação pode estar relacionada às funções deste elemento nas plantas, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, entre outros (ALVES et al., 2012; DIAS et al., 2012).

De acordo com Barbosa et al. (2003) o nitrogênio é um dos macronutrientes mais exigentes por mudas de grávia, verificando que a ausência dos elementos N, Ca e P, nessa ordem, promoveu os resultados mais negativos, reduzindo a altura e diâmetro dos caules das plantas, bem como redução da matéria seca de folhas, caule e raízes.

Dentre as fontes de nitrogênio utilizadas na adubação, destaca-se a uréia. Que consiste no fertilizante nitrogenado mais usado no Brasil, principalmente em função do baixo custo por unidade de nitrogênio e da alta concentração em N (45%), o que diminui os custos de transporte. Além disso, possui alta concentração de N, facilidade de ser encontrada no comércio, e necessidade de duas reações até atingir a forma de nitrato (hidrólise e nitrificação). Essa última característica tende a retardar o início do processo de lixiviação, uma vez que o amônio (NH_4^+) é retido pelas cargas elétricas negativas do solo antes de ser nitrificado (ERNANI, 2003).

Mesmo sendo de grande necessidade de realização de adubação adequada em gravioleiras, são poucos os estudos experimentais sobre o tema, e a maioria das sugestões de adubação encontrada baseiam-se em outras culturas e não em resultados obtidos em campo com o estudo da espécie (SILVA & SILVA, 1997).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. I. R. Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ADAB. Agência de Defesa Agropecuária do Estado da Bahia. 2010 Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/modules/news/article.php?storyid=480>>. Acesso em: 21/05/2016.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação** - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, v. 227, 2010.

ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G.; CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS-energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, n. 2, p. 151-163, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. In: GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 29 Revisado, Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 153 p.1999.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 519-522. 2003.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. **Drenagem como Instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. 2.ed., Revista e ampliada. Brasília: CODEVASF, 216p. 2002.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006, p. 625.

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

BUSTINGORRI, C.; LAVADO, R. S. Soybean growth under stable versus peak salinity. **Scientia Agricola**, v.68, p.102-108, 2011.

CABANERO, F.J., MARTINEZ, V., CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant Science**, v.166, p.443-450, 2004.

CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de Pinus taeda, L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, p. 305 - 310. 2007.

CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.512-518, 2011.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E. O. A. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, p.445-450, 2003.

CASTRO, F. A. de, MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F. Características físicas e químicas da graviola, **Pesquisas Agropecuária Brasileira**, v.19, n.3, p. 361-365, 1984.

CAVALCANTE, L. F.; CARVALHO, S. S. DE, LIMA, E. M. DE. Desenvolvimento inicial da graviola sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.23, n.2, p. 455-459, 2001.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; OLIVEIRA, F. A. de; GONDIM, S C.; ARAÚJO, F A. R. de. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.515-519, 2005.

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

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FILHO, J. C. F.; LIMA, E. M. & CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 748-751, 2002.

CUARTERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1/4, p.83-125, 1999.

DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p. 2837-2848, 2012.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeito dos sais no solo e nas plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCT Sal, 2010, p.129-14.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. UDESC, 2003.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) 61f.** (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.

FARIAS, S. G. G. D., SANTOS, D. R. D. U., & FREIRE, A. L. D. O. U. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1499-1505, 2009.

FIGUEIRÊDO, G. R. G. D.; VILASBOAS, F. S.; OLIVEIRA, S. J. R. D.; SODRÉ, G. A.; SACRAMENTO, C. K. D. Propagation of soursop tree through minicuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.3, p. 860-865, 2013.

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**, v. 29, n. 02, p. 231-240, 2009.

FLORES, H. E. Polyamines and plant stress. In: LASCHER, R. G.; CUMMING, J. R. **Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms**. New York, Wiley, 1990, p. 217-239.

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

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v. 78, n. 1, p. 15-24, 2005.

FONTES, R. L. F. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade de solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

FREITAS, A. L. G. E.; VILASBOAS, F. S.; PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização da Produção e do Mercado da Graviola (*Annona muricata* L.) no Estado da Bahia. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3, p.23-34, 2013.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, p. 261.

GARCIA, G. de O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F. dos MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. DE A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p. 7-18, 2008.

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

GHUNMI, L. A.; ZEEMAN, G.; AYYAD, M.; LIER, V.J.B. Grey water treatment in a series anaerobic - aerobic system for irrigation. **Bioresourse Technology**, v. 101, n.1, p. 41-50, 2009.

HERNÁNDEZ, L. V.; IDAL, N. A. M.; MOCTEZUMA, H. L. Propuesta de un plan de desarrollo integral del guanábano (*Annona muricata* L.) en el estado de veracruz méxico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.1, p. 94-101, 2014.

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

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FRRREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCTA Sal, p. 472, 2010.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.49, n.2, p.107, 2003.

LARAQUE, A. **Estudo e previsão da quantidade de água de açudes do Nordeste semi-árido brasileiro**. Recife: SUDENE,Série Hidrológica, v.26, p .95, 1989.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, Ed. RiMa Artes e Textos, São Carlos, 2000, p.531.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p.1358-1363, 2007.

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R. et al. (eds.). **Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia)**. Vitória da Conquista: UESB. p. 20- 3, 1997.

MANSOUR, M.M.F.; SALAMA, K.H.A. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.52, n.2, p.113-122, 2004.

MAAS, E. V. Crop salt tolerance. In: TANJI, K. K. **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 13, p. 262-304.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992, p. 173

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

MELO, A. D. Operação de reservatórios no semiárido considerando critérios de qualidade de água. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

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

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, and Cell Environment**, v.25, n.2, p.239-50, 2002.

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

NAVARRO, J.M., GARRIDO, C., MARTINEZ, V., CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulators**, v.41, p.237–245, 2003.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão de corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p. 758-765, 2009.

NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. SANTOS, F. J. D. S.; BEZERRA, I. L.; GURGEL, M. T. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino, **Pesquisa agropecuaria brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, 2003.

OKIGBO, R. N.; OBIRE, O. Mycoflora and production of wine from fruits of soursop (*Annona Muricata* L.). **International Journal of Wine Research**, v.1, p.1-9, 2009.

O'LEARY, J. W. High humidity overcomes lethal levels of salinity in hydroponically grown salt-sensitive plants. **Plant and Soil**, v.42, p.717-721, 1971.

OLIVEIRA NETO, E. A. de.; SANTOS, D. C. da.; SANTOS, Y. M. G. dos, Agroindustrial utilization of soursop (*Annona muricata* L.) for production of liqueurs: Sensory evaluation, **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 5, n.1, p. 33-42, 2014.

ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **Physiology of Plants Under Stress**. New York, John Willey & Sons, 2000.

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

POMPEU JÚNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F. C. P.; POMPEU JÚNIOR, J. *Citricultura brasileira*. 2. ed. Campinas: Fundação Gargill,. v.1, p.265-280, 1991.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” Salino. **Revista Brasileira de Botânica**, , v.3, p.85-94, 1980.

RAMOS, V. H. V. Cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.) In: DONADIO, L. C. *Fruticultura tropical*. Jaboticabal, FUNEP, 1992, p. 268.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, , 2010, p. 472.

RICHARDS, L. A. (ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, United States Salinity Laboratory: 1954. 160p. (USDA. *Agriculture Handbook*, 60).

SACRAMENTO, C. K.; MOURA, J. I. L.; COELHO JUNIOR, E. Graviola. In: SANTOS-SEREJO, J. A. et al. (eds.). **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 95-132, 2009.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, E. L.; MIGUEL, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e agrotecnologia**, v.27, n.2, p.443-450, 2003.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M.; FREITAS, A.; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. especial, p. 86-93, 2014.

SÃO JOSÉ, A. R.; PRADO, N. B. DO; BOMFIM, M. P. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, p. 176-183, 2014.

SÃO-JOSÉ, A. R.; ANGEL, D. N.; BONFIM, M. P.; REBOUÇAS, T. N. H. Cultivo da graviola. In: Semana Internacional de Fruticultura e Agroindústria, v.7, 2000, Fortaleza. Cursos. Fortaleza: Sindifruta, Instituto Frutal, p. 35, CD-ROM. 2000.

SEAB/DERAL. Fruticultura – Análise da conjuntura agropecuária. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf. 25 abr. 2013.

SILVA JUNIOR, F. C. **Manual d análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de tecnologia, p.370, 1999.

SILVA SÁ, F. V. da, BRITO, M. E. B., PEREIRA, I. B., NETO, P. A., ANDRADE SILVA, L. de, COSTA, F. B. da. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 20, n.3, p. 544, 2015.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. Situação atual e perspectiva de anonáceas no Estado da Bahia. In: SÃO JOSÉ, A. R. et al. (eds.). **Anonáceas: Tecnologia de produção e comercialização**, Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, p.168-172. 1997.

SILVA, E. M. F.; NASCIMENTO, R. B. C. de; BARRETO, F. S. Estudo *in vitro* do potencial citotóxico da *Annona muricata* L. **Revista Ciências Farmacéutica Básica Aplicada**, v. 36, n.2, p.277-283, 2015.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO N. F.; AZEVEDO NETO. Physiologi- Physiological responses to salt stress in Young umbu plants. **Enviromental and Experimental botany**, v. 63, p. 147-157, 2008.

SILVA, G. B. P. da ; LIMA, K. D. R. de; PROCÓPIO , I. J. S. Produção de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob doses de sulfato de amônio. **Revista Verde**, v.5, n.5, p. 204–209, 2010.

SILVA, I. N. Qualidade de água na irrigação. **ACSA – Agricultura Científica no Semi Árido**, v.07, n.3, p. 01–15, 2011.

SILVA, R. A. R. da.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J. de,. Lâminas de irrigação e cobertura do solo na produção e qualidade de frutos da gravioleira. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.441-447, 2013.

SOUSA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, p. 432, 2006.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. NEPA – UNICAMP – versão II – 2ed – Campinas, SP : NEPA-UNICAMP, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed.Porto Alegre: Artmed, Ed. 5. p. 918, 2013.

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

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

TOMAZ, Z. F. P. Pelotas. 2013. 159f. **Clonagem de portaenxertos e produção de mudas de pessegueiro em sistemas de cultivo sem solo**. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.L; Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos Fisiológicos e Bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.6, n.11; p.21, 2010.

YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In L. A. Rosa, E. Alvarez-Parrilla, & G. A. Gonzalez-Aguilara (Eds.), **Fruit and vegetable phytochemicals chemistry nutritional value and stability**. Wiley-Blackwell: Hoboken, 2010.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM ÁGUAS DE DISTINTAS SALINIDADES E ADUBAÇÃO NITROGENADA

POMBAL

JUN/2017

PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM ÁGUAS DE DISTINTAS SALINIDADES E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO: As características edafoclimáticas da região semiárida do Nordeste do Brasil, favorece a exploração da gravioleira. No entanto, devido a limitação hídrica em termos de quantidade e qualidade para irrigação nesta região, faz-se necessário o estudo de técnicas que viabilizem o uso de água salina no cultivo da espécie. Objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância de mudas de gravioleira a salinidade na água de irrigação, sob adubação com distintas doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus Pombal-PB, em delineamento experimental de blocos casualizados, num esquema fatorial 5 x 4, cujos os tratamentos foram referentes à cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) em interação com quatro doses nitrogênio - N (70, 100, 130 e 160% de N da dose recomendada). Utilizou-se quatro repetições, com duas plantas por parcela, onde se avaliou a cultivar “Morada Nova”. O efeito dos distintos tratamentos sobre as variáveis morfológicas foram avaliados aos 45 e 90 dias após aplicação dos tratamentos (DAT). O crescimento das mudas de gravioleira, submetidas a diferentes níveis de salinidade da água foi menos afetado na fase inicial (45 DAT). Na produção de mudas de gravioleira, pode-se usar água de CEa de 2,1 dS m⁻¹ pois proporciona redução média aceitável de 10% no crescimento. Doses de N superior a 70 mg de N dm⁻³ de solo não atenuam o estresse salino, nem promovem maior crescimento de mudas de gravioleira cv. Morada Nova. A interação entre os fatores doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água não afetaram a fase de crescimento de mudas de gravioleira.

Palavras-chave: *Annona muricata* L., estresse salino, adubação mineral.

PRODUCTION OF SOURSOP SEEDLINGS IRRIGATED WITH WATER OF DIFFERENT SALINITIES AND NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT: The characteristics of temperature, relative humidity, photoluminosity and physical nature of the soils of the semi - arid region of northeastern Brazil favors the rational exploitation of soursop under irrigation conditions. However, due to the water limitation in terms of quantity and quality for irrigation in this region, it is necessary to study techniques that allow the use of saline water in the cultivation of the species. In this sense, the aim of this work was to evaluate the tolerance of soursop seedlings to the increase of salinity in irrigation water under fertilization with different nitrogen doses. The experiment was carried out in a protected environment at the Federal University of Campina Grande at the Agro-Food Science and Technology Center, Pombal-PB campus. The experimental design was a randomized complete block design, in a 5 x 4 factorial scheme, with the treatments referring to the five levels of electrical conductivity of the irrigation water (CEa) of 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ in interaction with four nitrogen doses (N): 70, 100, 130 and 160% N of the recommended dose. Four replicates were used, with two plants per plot, where the cultivar "Morada Nova" was evaluated. The effect of the different treatments on the morphological variables were evaluated at 45 and 90 days after application of the treatments (DAT). The growth of soursop seedlings cv. Morada Nova, submitted to different levels of salinity of water was less affected in the initial phase (45 DAT). In the production of soursop seedlings, CEa water of 2.1 dS m⁻¹ can be used as it provides an acceptable average reduction of 10% in growth. Doses of N higher than 70 mg of N dm⁻³ soil do not attenuate saline stress or promote greater growth of soursop seedlings cv. New address. The interaction between the factors nitrogen doses and water salinity levels did not affect the production phase of soursop seedlings cv. New address.

Keywords: *Annona muricata* L., salt stress, fertilization management.

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de várias espécies frutíferas e, entre estas, destaca-se a gravioleira (*Annona muricata* L.), que é uma das mais importantes da família Annonaceae em termos de expressão econômica na região em razão de ser a preferência do consumidor (COSTA et al., 2008; SANTOS et al., 2014).

Todavia, a região Nordeste é caracterizada por baixas precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação ocasionando, naturalmente, déficit hídrico e incremento na concentração salina das fontes hídricas, neste sentido, o uso de águas com alta concentração de sais, tem se tornado frequente, de modo a comprometer a qualidade dos solos e o rendimento das culturas (NEVES et al., 2009). Outrossim, aliado aos fatores climáticos da região nordeste, a salinidade do solo tem sido incrementada devido ao manejo inadequado da irrigação e da adubação (HOLANDA FILHO et al., 2011).

O incremento da concentração de sais no solo acima do valor tolerado pela maioria das espécies, promove efeitos negativos que podem ser observados em todo “stand” da cultura, podendo afetar as plantas devido a redução do potencial osmótico da solução do solo, a toxicidade iônica e o desequilíbrio nutricional, prejudicando os processos fisiológicos como a assimilação do CO₂, a síntese de proteínas e em casos extremos, pode haver morte das plantas, as quais limitam a capacidade produtiva consequentemente, resultando em sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA et al., 2011).

Neste sentido, o conhecimento do teor médio de sais na zona radicular, tolerável pelas plantas nos distintos estádios de desenvolvimento, pode favorecer a utilização de águas com certo grau de salinidade, tão comuns no Nordeste brasileiro. Assim, é indispensável, a realização de estudos que visem à obtenção de índices de tolerância das culturas à salinidade, além de descoberta de técnicas que mitiguem os efeitos deletérios causados às culturas pela alta concentração de sais na água de irrigação e/ou do solo (CAVALCANTE et al., 2010).

Dentre as técnicas, a adubação nitrogenada vem sendo usada com o intuito de aumentar à tolerância das plantas a salinidade, em virtude da função do nutriente na

produção de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos e clorofilas que favorece essa tolerância (LIMA et al.,2014). Ademais, o acúmulo desses solutos orgânicos no interior da célula pode elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas, auxiliando e favorecendo o aumento da tolerância de certos níveis de estresses hídrico e salino (NASCIMENTO et al., 2015), produzindo mudas de melhor qualidade para a implantação do pomar, elevando a taxa de pegamento no campo, fato de grande importância, principalmente, nos primeiros meses após o plantio, quando elas são submetidas a condições ambientais mais adversas (OLIVEIRA et al., 2014).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de mudas de gravioleira irrigadas com águas salinizadas e adubação com distintas doses de nitrogênio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido no período de dezembro de 2015 a abril de 2016, sob condição de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), Campus de Pombal - PB, cujas coordenadas geográficas local são 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 184 m.

Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é do tipo BSh semiárido quente, com temperatura média anual de 28°C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO & SONCIN, 1982).

2.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) associados com quatro doses de nitrogênio: (70, 100, 130 e 160% de N, o que corresponde a 70, 100, 130 e 160 mg dm⁻³ da dose recomendada por Novais et al. (1991)). Os tratamentos foram distribuídos em

delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por duas plantas.

2.3 Descrição dos tratamentos

Os níveis salinos foram selecionados com base em estudo de Cavalcante et al. (2001), que classificaram a gravioleira na fase de crescimento inicial como moderadamente sensível à salinidade, ou seja, o rendimento biológico das plantas aumentou, com o nível de CEa de até 3,0 dS m⁻¹.

As águas salinas para irrigação foram preparadas a partir da adição dos sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmol_c L⁻¹ = CE x 10) (RHOADES et al. 1992). As doses de N foram determinadas com base na dose média padrão recomendada por Novais et al. (1991). Sendo 100 mg dm⁻³ de solo correspondente a dose de 100%.

Utilizou-se no experimento a cultivar de gravioleira Morada Nova, que de acordo com São José (2014), trata-se de um material genético que possui preferência dos agricultores no nordeste, além de ser a mais utilizada pelos viveristas de mudas. As sementes foram obtidas de frutos colhidos em um pomar comercial (Fazenda Boi Bravo) localizado no município de Sousa – PB. O processo de extração da semente ocorreu de forma manual, posteriormente foram secas ao ar e realizada o processo de quebra de dormência. Esse processo consistiu na imersão das sementes em solução com ácido giberélico na concentração de 750 mg L⁻¹, por um período de 9 horas (SANTOS et al., 2015).

2.4 Produção das mudas

Para a condução do experimento foram utilizadas sacolas que apresentavam capacidade 1,2 dm³ e continham orifícios nas laterais para permitir a livre drenagem. Estas foram dispostas em bancadas metálicas, a uma altura de 0,8 m do solo (figura1).



Figura 1. Mudanças de graviola sobre bancada metálica

No preenchimento das sacolas foi utilizado substrato composto de solo + areia + esterco bovino (bem curtido) na proporção (em volume) de 82, 15 e 3% respectivamente, cuja adição da matéria orgânica foi realizada em quantidade de modo a não mascarar os efeitos dos tratamentos, mas visando apenas a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. As características físicas e químicas do solo (Tabela 1), foram obtidas conforme Claessen (1997) e analisadas no Laboratório de Solo e Nutrição de Planta do CCTA/UFMG.

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento

Classificação textural	Densidade aparente g cm ⁻³	Porosidade total %	Matéria orgânica g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	Complexo sortivo					
					Ca ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
Franco arenoso	1,38	47,00	32	17	5,4	4,1	2,21	0,28		
Extrato de saturação										
pHes	CEes dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Saturação %
7,41	1,21	2,50	3,75	4,74	3,02	7,50	3,10	0,00	5,63	27,00

Em 13 de dezembro de 2015, foi realizada a semeadura, colocando-se duas sementes por sacola na profundidade de 1,5 cm. A emergência iniciou aos 20 dias após o semeio (DAS) e continuou até o quadragésimo dia. Aos 45 DAS realizou-se o desbaste, deixando apenas a plântula mais vigorosa por sacola, conduzidas até a fase de mudas.

Durante o período de germinação e emergência das plântulas, o substrato foi mantido com umidade próximo da capacidade de campo, usando água de abastecimento local (CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Para o controle fitossanitário foram realizadas pulverizações utilizando o inseticida Organofosforado na concentração de $150 \text{ ml } 100 \text{ L}^{-1}$ para controle de mosca branca, de acordo com recomendação do fabricante. As pulverizações eram realizadas as 17 horas.

2.5 Aplicação dos tratamentos

A aplicação dos níveis salinos teve início aos 7 DAE em irrigações diárias e de forma manual, conforme os tratamentos. As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica da planta, pelo processo de lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas colocado um coletor em cada), com aplicação diária do volume retido nas sacolas, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado na irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006), sendo realizada duas vezes ao dia, no início da manhã e final da tarde. Também foi aplicado quinzenalmente, uma fração de lixiviação de 0,15 com base no volume aplicado neste período, com o intuito de reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.

A adubação nitrogenada foi parcelada em 13 vezes, aplicadas semanalmente a partir de sete dias após a emergência total das plântulas, utilizando-se como fonte a Ureia (45% de N). As aplicações foram realizadas manualmente via água de irrigação de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos os tratamentos. As plantas foram conduzidas durante a fase de muda, por um período de 100 dias (após a germinação), tempo adequado para o transplântio recomendado por Andrade et al., (2014).

2.6 Características analisadas

Aos 45 e 90 DAT foram avaliadas as características de crescimento, altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e a área foliar (AF) além da área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF). As taxas de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo (TCRdc) do diâmetro do caule foram realizadas no intervalo de 15-45 e 15-90 DAT.

A AP (Figura 2A) foi mensurada medindo-se da superfície do solo até ponto de inserção do meristema apical (em cm). O DC (Figura 2B) à uma altura de 3 cm acima

do nível do solo utilizando um paquímetro digital (mm). Na determinação do NF considerou-se as folhas cujo limbo foliar estava totalmente aberto.

A AF (Figura 2C) foi determinada, conforme recomendação de Almeida et al. (2006), considerando a equação 1, onde AF = área foliar (dm²) e X= é o produto do comprimento pela largura (cm).

$$AF = 5,71 + 0,647X \quad R^2 = 0,91 \quad \text{eq. 1}$$

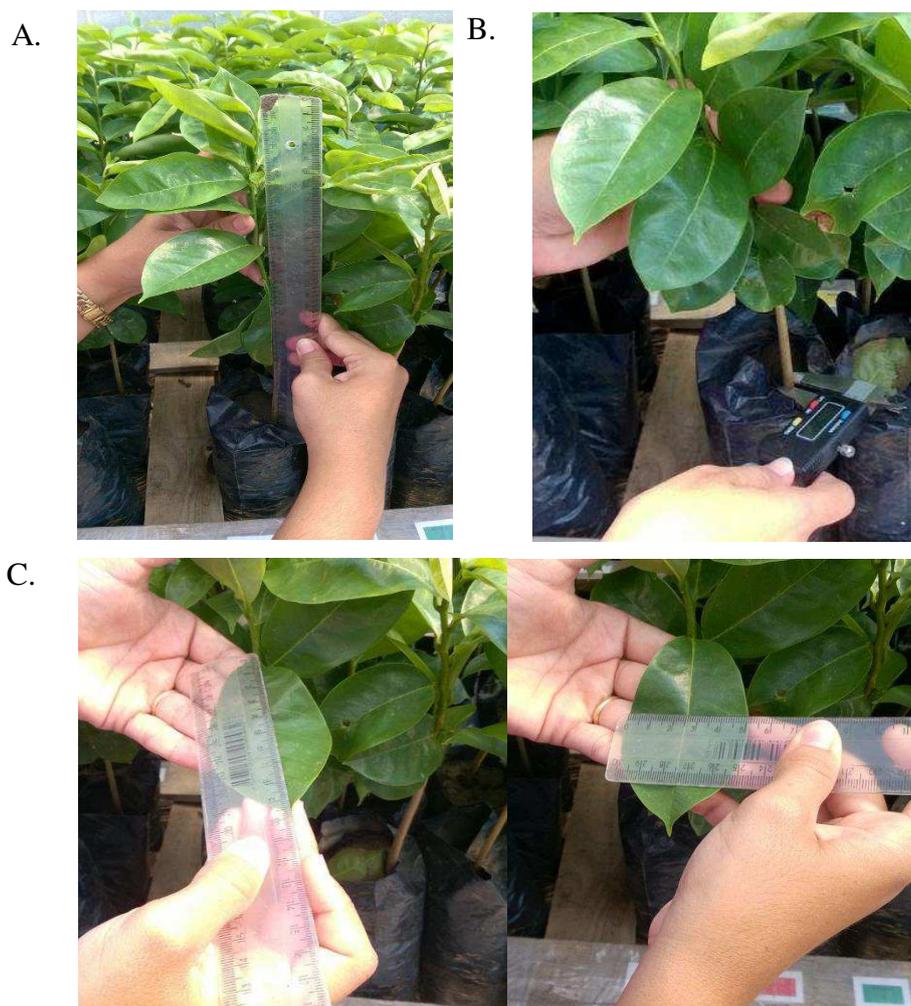


Figura 2. Mensuração da Altura de planta (A), Diâmetro de caule (B) e Área foliar (C).

A TCAdc é utilizada para se ter ideia da velocidade média de crescimento, ao longo do período de observação, já a TCRdc considera o crescimento em relação ao que a planta apresentava anteriormente (material pré- existente), ou seja, é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial. As

mesmas foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme as Equações 2 e 3.

$$TCA_{dc} = \frac{(DC_2 - DC_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{eq.2} \quad TCR_{dc} = \frac{(\ln DC_2 - \ln DC_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{eq.3}$$

Em que:

TCA_{dc} = taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (mm dia⁻¹),

TCR_{dc} = Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (mm mm⁻¹ dia⁻¹),

DC₁ = diâmetro do caule (mm) no tempo t₁,

DC₂ = diâmetro do caule (mm) no tempo t₂,

ln = logaritmo natural.

As variáveis RAF e AFE foram determinadas conforme as eq. 4 e 5 (BENINCASA, 2003).

$$RAF = \frac{AF}{MSPA} \quad \text{eq.4} \quad AFE = \frac{AF}{MSF} \quad \text{eq.5}$$

Em que:

AF: Area foliar (dm²)

MSPA: Fitomassa seca da parte aérea (g)

MSF: Fitomassa seca de folha (g)

2.7 Análise estatística

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (P ≤ 0,05 de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R²) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resumos das análises das variâncias, verifica-se efeito significativo ($p < 0,01$) dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) aos 45 e 90 DAT, e sobre a área foliar (AF) e número de folhas (NF) das mudas de gravioleira aos 90 DAT (Tabela 2).

Apesar da variação das doses de adubação nitrogenada ($30 \text{ mg de N dm}^{-3}$) fornecida as plantas, não foi constatada ocorrência de efeito significativo (Tabela 2) sobre as variáveis estudadas, denotando que a salinidade da água pode ter comprometido a absorção de N devido a competição iônica nos sítios de adsorção (NOBRE et al., 2010). Bosco et al. (2009), explicam que as plantas cultivadas sob salinidade tendem a absorver menos nitrogênio enquanto que os níveis de Cl absorvidos e acumulados são acrescidos.

Tabela 2. Resumos das análises das variâncias da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), área foliar (AF) e número de folhas (NF) de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintas salinidades e adubação nitrogenada, aos 45 e 90 dias após tratamento – DAT.

Fonte de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		AP		DC		AF		NF	
		45	90	45	90	45	90	45	90
Sal (dS m^{-1})	4	28,51**	108,79**	1,02**	2,62**	1,07 ^{ns}	8,64**	4,23 ^{ns}	34,29**
Reg. Linear	1	24,41 ^{ns}	146,30*	0,01 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,06 ^{ns}	25,77**	6,07 ^{ns}	90,13**
Reg. quadrática	1	82,57**	230,04**	3,17**	8,61**	1,51 ^{ns}	3,14 ^{ns}	6,48 ^{ns}	40,02**
Doses de N (%)	3	2,96 ^{ns}	58,33 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,79 ^{ns}	3,77 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Reg. Linear	1	2,13 ^{ns}	3,37 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,18*	0,27 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,61 ^{ns}
Reg. quadrática	1	2,19 ^{ns}	30,31 ^{ns}	2×10^{-3} ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,61 ^{ns}	3,26 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Int. (S x N)	12	6,83 ^{ns}	23,63 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,89 ^{ns}	4,01 ^{ns}	7,38 ^{ns}	8,29 ^{ns}
Bloco	3	427,32**	658,87**	9,08**	6,11**	2,76*	2,37 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,95 ^{ns}
CV (%)		11,65	12,83	8,83	8,88	20,94	19,86	14,36	10,30

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Conforme equações de regressão (Figura 3A), constata-se que o incremento da salinidade da água de irrigação promoveu efeito quadrático ($p < 0,01$) sobre a altura de plantas aos 45 e 90 DAT, havendo aumento na AP até o nível de CEa de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$

(34,68 cm) e 1,5 dS m⁻¹ (44,09 cm), respectivamente e, a partir desta condutividade elétrica, ocorreram reduções. Logo, diante das reduções na AP, percebe-se comportamento de sensibilidade das mudas de gravioleira ao aumento da salinidade da água. Denota-se que a deficiência hídrica, induzida pelo efeito osmótico, possa ter provocado alterações morfológicas e anatômicas nas plantas a ponto de ter prejudicado a absorção de água e a taxa de transpiração (SILVA et al., 2008).

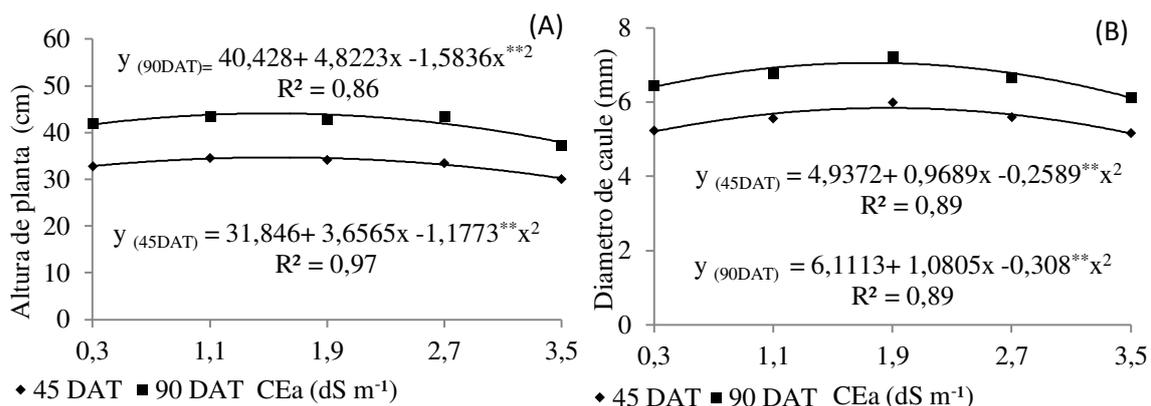


Figura 3. Altura de planta (AP) (A), diâmetro do caule (DC) (B) aos 45 e 90 dias após aplicação dos tratamentos - DAT, e de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação - CEa.

O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação propiciou redução ($p < 0,01$) no diâmetro de caule aos 45 e 90 DAT, e de acordo com as equações de regressão (Figura 3B), verifica-se um comportamento quadrático, onde os maiores valores estimados de DC 5,84 e 7,05 mm, foram obtidos nas CEa de 1,9 e 1,6 dS m⁻¹ respectivamente. Nota-se que, inicialmente, a gravioleira teve maior tolerância ao estresse, ou seja, no período de até 45 DAT, de acordo Cavalcante et al. (2001) esta superioridade não indica que se possa produzir mudas de gravioleira com águas de concentração salina igual ou superior a 1,9 dS m⁻¹, uma vez que, as sucessivas irrigações podem elevar o caráter salino do substrato a ponto de atingir valores não tolerados pela cultura e, em consequência, aumentar a perda de qualidade das mudas. Fato observado aos 90 DAT, visto que a tolerância foi reduzida para CEa = 1,6 dS m⁻¹. Esta redução no diâmetro, possivelmente, pode ser uma resposta ao fechamento dos estômatos e redução nas trocas gasosas, consequentemente, diminuição na absorção de

água e nutrientes pelas plantas, o que resulta em menor crescimento (LIMA et al., 2015).

A área foliar foi afetada pelo estresse salino apenas aos 90 DAT, ocorrendo decréscimo linear na AF na ordem de 7,23%, ou seja, 0,058 dm² por aumento unitário da CEa, isto é, as plantas quando submetidas a CEa de 3,5 dS m⁻¹ reduziram diâmetro caulinar em 1,85 dm² em relação as sob 0,3 dS m⁻¹ (Figura 4A). A medida que se aumenta o tempo de exposição aos sais, as plantas ficam expostas a um maior grau de retenção de águas, chegando a um ponto que não tenham energia suficiente para absorver água em proporção necessária para realização de suas atividades metabólicas (NOBRE et al., 2014), sendo assim, em condições de deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico, é comum ocorrerem alterações morfológicas nas plantas, como folhas menores e em menor número, o que também contribui para um menor consumo de água pela planta (COELHO et al., 2013).

De acordo com a Figura 4B, para o número de folhas (NF) aos 90 DAT, constata-se melhor ajuste dos dados em regressão quadrática pelo aumento da CEa, cujo o maior valor correspondente a 18,86, que foi obtido quando as plantas estavam sob irrigação com água de CEa de 1,2 dS m⁻¹. A redução no número de folhas pode ser resultante de mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante. Desta forma, a redução do número de folhas sob tais condições é relevante para a manutenção de elevado potencial hídrico na planta (NOBRE et al., 2014).

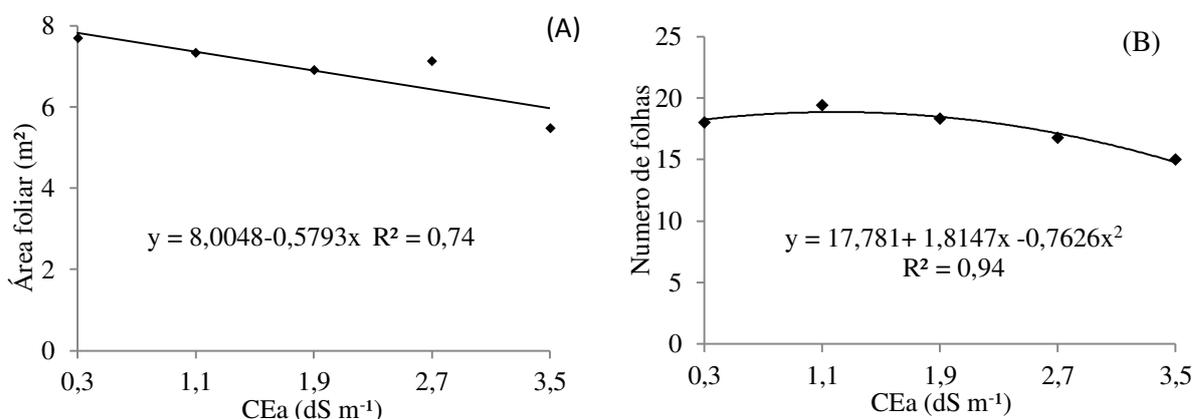


Figura 4. Área foliar (A) e número de folhas (B) de gravioleira em função da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 90 após aplicação dos tratamentos - DAT.

Conforme Tabela 3, verifica-se efeito significativo ($p < 0,01$) do fator salinidade da água sobre a taxa de crescimento absoluto do diâmetro aos 15-45 e 15-90 DAT, para taxa de crescimento relativo no intervalo compreendido entre 15-90 DAT e sobre a área foliar específica e razão de área foliar aos 45 DAT. Em relação ao fator dose de nitrogênio, assim como, para interação entre os fatores (salinidade da água x doses de N) não se observa efeito significativo ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 3. Resumos das análises de variâncias para taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo (TCRdc) do diâmetro do caule aos 15-45 DAT e 15-90 DAT, área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) mudas de gravioleira avaliadas aos 45 e 90 DAT, sendo as mudas irrigadas com águas de distintas salinidades e adubação nitrogenada.

Fonte de variação	GL	QUADRADO MÉDIO							
		TCAdc		TCRdc		AFE		RAF	
		15-45	15-90	15-45	15-90	45	90	45	90
Sal (dS m^{-1})	4	$3 \times 10^{-4*}$	$2 \times 10^{-4**}$	$9 \times 10^{-6\text{ns}}$	$5 \times 10^{-6*}$	0,49*	3,53 ^{ns}	0,24**	0,77 ^{ns}
Reg. Linear	1	$2 \times 10^{-4\text{ns}}$	$3 \times 10^{-4*}$	$1 \times 10^{-5\text{ns}}$	$1 \times 10^{-5*}$	1,44**	5,03 ^{ns}	0,61**	0,90 ^{ns}
Reg. quadrática	1	$6 \times 10^{-4*}$	$6 \times 10^{-4**}$	$1 \times 10^{-5\text{ns}}$	$7 \times 10^{-6*}$	0,18 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,30**	0,45 ^{ns}
Doses de N (%)	3	$1 \times 10^{-4\text{ns}}$	$9 \times 10^{-5\text{ns}}$	$5 \times 10^{-6\text{ns}}$	$2 \times 10^{-6\text{ns}}$	0,01 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Reg. Linear	1	$1 \times 10^{-4\text{ns}}$	2×10^{-4}	$8 \times 10^{-6\text{ns}}$	$6 \times 10^{-6\text{ns}}$	$8 \times 10^{-4\text{ns}}$	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Reg. quadrática	1	$2 \times 10^{-6\text{ns}}$	$1 \times 10^{-5\text{ns}}$	$1 \times 10^{-6\text{ns}}$	$1 \times 10^{-6\text{ns}}$	0,01 ^{ns}	3,78 ^{ns}	$1 \times 10^{-4\text{ns}}$	0,45 ^{ns}
Int. (S x N)	12	$6 \times 10^{-5\text{ns}}$	$7 \times 10^{-5\text{ns}}$	$4 \times 10^{-6\text{ns}}$	$2 \times 10^{-6\text{ns}}$	0,16 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Bloco	3	$4 \times 10^{-4*}$	$3 \times 10^{-5\text{ns}}$	$9 \times 10^{-6\text{ns}}$	$1 \times 10^{-4**}$	0,263 ^{ns}	4,43 ^{ns}	0,15*	1,08 ^{ns}
CV (%)		34,98	20,44	18,96	19,72	30,52	64,78	25,88	52,22

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$;

A TCAdc foi influenciada pelo aumento da salinidade da água de irrigação e de acordo com as equações de regressão (Figura 5A) verifica-se efeito quadrático sobre ambos intervalos de avaliação (15-45 e 15-90 DAT), sendo que, no período correspondente ao intervalo de 15-45, o maior valor da TCAdc ($0,033 \text{ mm dia}^{-1}$), assim como na variável diâmetro do caule, foi observado quando as mudas foram submetidas a uma condutividade elétrica de $1,9 \text{ dS m}^{-1}$; já no intervalo de 15-90 o maior valor ($0,039 \text{ mm dia}^{-1}$) foi percebido na CEa de $2,0 \text{ dSm}^{-1}$. Entende-se que a redução no crescimento, a partir destes pontos ($1,9$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente) pode estar relacionada com o gasto energético para síntese de compostos orgânicos osmoticamente

ativos e necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons (LOPES & KLAR 2009).

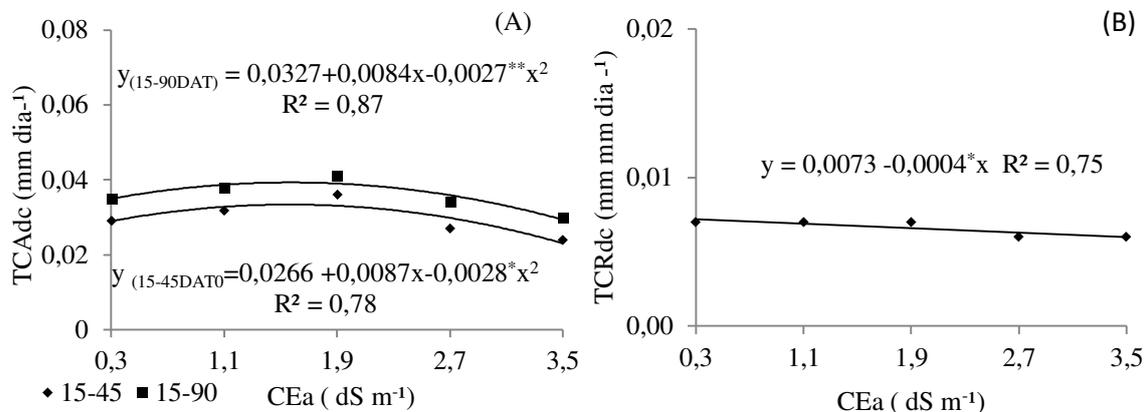


Figura 5: Taxa de crescimento absoluto de mudas de gravioleira (TCAdc) no período compreendido entre 15-45 e 15-90 DAT (A), Taxa de crescimento relativo do diâmetro de caule (TCRdc) no período de 15-90 DAT (B) em função da salinidade da água – CEa.

A partir da equação de regressão (Figura 5B), vê-se que o aumento da salinidade na água de irrigação causou efeito linear decrescente sobre a TCRdc no período de 15-90 DAT, onde as plantas irrigadas com água de CE de 3,5 dS m⁻¹ tiveram redução na TCRdc de 0,007 mm mm⁻¹ dia⁻¹ (17,53%) em relação as plantas irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹. O decréscimo no crescimento relativo, pode está em acordo com o acúmulo crescente de sais no solo pela irrigação ao longo do período experimental, que contribuiu negativamente sobre a absorção de água pelas plantas devido ao efeito osmótico e/ou devido ao efeito de toxicidade dos sais sobre as plantas de forma a promover redução no crescimento da planta (TRAVASSOS et al., 2012), pois foi observado desuniformidade no estande, queimaduras das bordas e coloração das folhas não característica da cultura.

A área foliar específica foi influenciada significativamente aos 45 DAT pela salinidade da água de irrigação, tendo conforme equação de regressão (Figura 4 A) resposta linear crescente, na ordem de 13,65% por aumento unitária na CEa, ou seja, a maior AFE (1,49 cm² g⁻¹) foi obtida sob nível salino de 3,5 dS m⁻¹, isto é, houve acréscimo na AFE de 43,69% quando as plantas foram submetidas a maior condutividade elétrica (3,5 dS m⁻¹) em relação as plantas irrigadas com água de CEa de 0,3 dS m⁻¹. Nesse contexto, nota-se maior tolerância de mudas de gravioleira a

salinidade da água de irrigação, na fase inicial de crescimento (45 DAT) pois, obteve crescimento satisfatório mesmo quando submetidas a CEa de 3,5 dS m⁻¹.

Segundo Tester & Davenport (2003), a resposta das plantas a salinidade pode variar em função da espécie, fatores ambientais, tipo e nível salino da água e/ou do solo de forma que, as plantas quando expostas ao estresse tendem a desenvolver mecanismos de tolerância como: a compartimentação intracelular e a sinalização bioquímica; e o controle da absorção e transporte interno de sais, além do acúmulo de Na. No presente estudo, provavelmente contata-se que as mudas de gravioleira desenvolveram algum tipo mecanismo de tolerância, principalmente na fase inicial de crescimento de forma a contribuir com a obtenção de maior AFE.

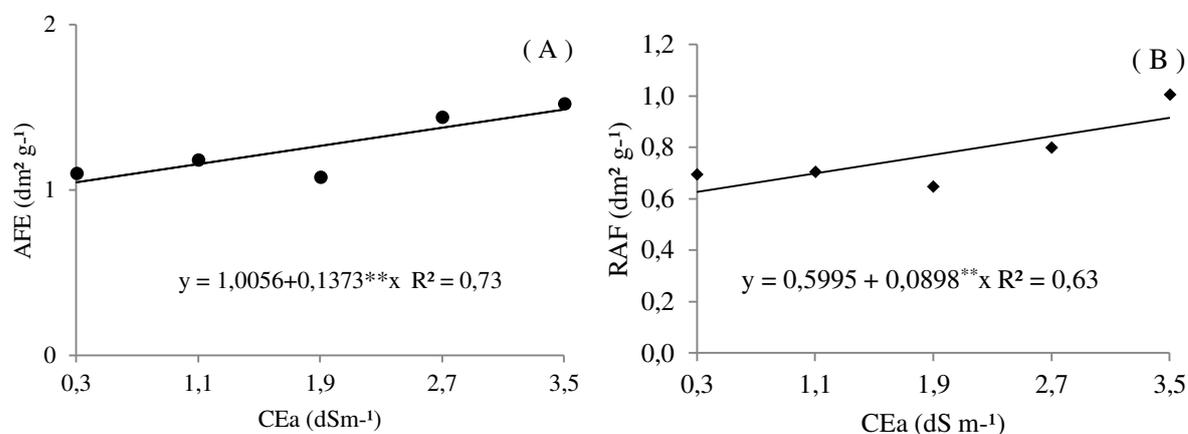


Figura 6. Área foliar específica- AFE (A) e Razão de área foliar- RAF (B), de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 45 dias após aplicação dos tratamentos – DAT.

Assim como ocorrido para a AFE, nota-se (Tabela 3) que a RAF foi influenciada ($p < 0,01$) pelo incremento da salinidade da água de irrigação apenas aos 45 DAT, e conforme equação de regressão (Figura 6B) vê-se comportamento linear crescente, ocorrendo aumento na RAF de 14,97% por incremento unitário da CEa, ou seja, acréscimo de 0,28 dm² (52,89%) nas plantas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em comparação as plantas irrigadas com água de abastecimento. Identifica-se que aos 45 DAT, as plantas sob níveis mais elevados de salinidade da água, tiveram maior quantidade de material fotossintetizante em relação à massa seca da parte aérea. Fato que pode está relacionado com o ajustamento do potencial hídrico da cultura, permitindo a absorção de nessas condições (COELHO et al. 2014).

4 CONCLUSÕES

O crescimento das mudas de gravioleira cv. Morada Nova, submetidas a diferentes níveis de salinidade da água foi menos afetado na fase inicial (45 DAT).

Na produção de mudas de gravioleira pode-se usar água de CEa de 2,1 dS m⁻¹ pois proporciona, redução média aceitável de 10% no crescimento.

Doses de N superior a 70 mg de N dm⁻³ de solo não atenuam o estresse salino nem promovem maior crescimento de mudas de gravioleira cv. Morada Nova.

A interação entre os fatores doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água não afetaram a fase de crescimento de mudas de gravioleira cv. Morada Nova.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, G.; SANTOS, J.; ZUCOLOTO, M.; VICENTINI, V.; MORAES, W., BREGONCIO, I.; COELHO, R.. Estimativa de área foliar de graviola (*Annona muricata* L.) por meio de dimensões lineares do limbo foliar. **Revista UNIVAP**, v. 1, n.24, p.1035-1037, 2006.

ANDRADE, B. B. de, MELO, B. DE, SILVA, A. A. da; SOUZA, C. H. E. de. Recipientes e proporções de cama de frango na produção de mudas de gravioleira. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, n. 5, 116 – 123, 2014.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, p. 625, 2006.

CAVALCANTE, L. F.; CARVALHO, S. D.; LIMA, E. D.; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, D. A. Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.2, p.455-459, 2001.

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

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

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

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

COELHO, D. S. et al. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.1, p.25-30, 2014.

COSTA, A. M. G.; COSTA, J. T. A.; JUNIOR, A. T. C.; CORREIA, D.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.3, p. 299-305. 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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

LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; ANJOS SOARES, L. A. dos; SILVA, S. S.. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 130-136, 2014.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A. de; ALVES, R. DE C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A. de; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agroambiente**, v.9, n.1, p.27-34, 2015.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Irriga**, v.14, n.1, p.68-75, 2009.

MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1992. 173 f. Dissertação mestrado.

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

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, n.3, 758-765, 2009.

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

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R., SOARES, L. A. A. dos; SILVA, A. O. da. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.148-158, 2014.

NOVAIS, R. D.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. D.; OLIVEIRA, A. D.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D.; LOURENÇO, S. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília-DF: Embrapa – SEA, 1991, p. 189-253.

OLIVEIRA NETO, E. A. de.; SANTOS, D. C. da.; SANTOS, Y. M. G. dos, Agroindustrial utilization of soursop (*Annona muricata* L.) for production of liqueurs: Sensory evaluation, **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 5, n.1, p. 33-42, 2014.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production** (Org). Roma: FAO, 1992.

SANTOS, H. H. D.; MATOS, V. P.; ALBUQUERQUE, A. P. C. da ; SENA, L. H. MOURA de; FERREIRA, E. G. B. S. de. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas de dois estágios de maturação. **Ciencia Rural**, v. 44 ,n.11, 1995-2002, 2014.

SANTOS, T. H. ; SILVA, G. V. ; SANTOS, A. S. ; NOBRE, R. G. . Avaliação de métodos de superação de dormência de pinha (*Annona Squamosa* L.) no sertão paraibano. In: XIX Congresso Brasileiro de Sementes, 2015, Foz de Iguçu - PR. XIX Congresso Brasileiro de Sementes. Foz de Iguçu - PR, 2015.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. M. de; FREITAS, A. L. G. E. de; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 1, n.36, p. 86-93, 2014.

SILVA, S. M.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. D. M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. 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.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p. 390-394, 2011.

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

TRAVASSOS, K. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; BARROS, H. M. M., SILVA DIAS, N. da, UYEDA, C. A.; SILVA, F. V. da. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, v.1, n.1, p. 324 – 339, 2012.

CAPÍTULO II

FITOMASSA E QUALIDADE DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA COM DIFERENTES ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO

**POMBAL
JUN/2017**

FITOMASSA E QUALIDADE DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA COM DIFERENTES ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO: O uso de água salina em atividades agrícolas, deve ser considerada como uma alternativa importante para a exploração racional, principalmente em regiões onde frequentemente ocorre escassez hídrica, como é o caso do semiárido brasileiro. Neste sentido, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar as fitomassas e a qualidade de mudas de graviroleira cv. 'Morada Nova' irrigadas com águas de distintas salinidades e adubadas com doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (Pombal – PB), utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de N (70, 100, 130 e 160 mg de N dm⁻³ de solo), com quatro repetições e duas plantas por parcela. Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, avaliou-se a fitomassa fresca e seca do caule e folhas e da parte aérea, de raízes e total de planta, e o índice de qualidade de mudas de Dickson. Irrigação com água de condutividade elétrica de até 2,0 dS m⁻¹ possibilita a produção de mudas de graviroleira cv. Morada Nova com redução aceitável no crescimento. A dose de 70 mg dm⁻³ de nitrogênio estimula a produção de fitomassa e qualidade das mudas. Não houve interação entre os fatores sobre as variáveis avaliadas em mudas aos 90 dias após aplicação dos tratamentos.

Palavras-chave: *Annona muricata* L., estresse salino, produção de mudas.

PHYTOMASSES AND QUALITY OF GRAVIOLEIRA MUDAS WITH DIFFERENT SALT WATERS AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT: The use of saline water in agricultural activities should be considered as an important alternative for rational exploration, especially in regions where water scarcity frequently occurs, as in the case of the Brazilian semi-arid region. In this sense, the aim of this research was to evaluate the production of Phytomasses and the quality of soursop seedlings cv. 'Morada Nova' irrigated with waters of different salinities and fertilized with doses of nitrogen. The experiment was carried out in a greenhouse at the Agro - Food Science and Technology Center of the Federal University of Campina Grande (Pombal - PB), using the experimental design of randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme, corresponding to five levels of electrical conductivity And N rates (70, 100, 130 and 160 mg of N dm⁻³ of soil) , With four replicates and two plants per plot. At 90 days after application of treatments, fresh and dry stem and leaf biomass, shoot dry matter, root and total plant biomass, and Dickson quality index were evaluated. Irrigation with water conductivity of up to 2.0 dS m⁻¹ makes possible the production of soursop seedlings cv. New housing with acceptable reduction in growth. The dose of 70 mg dm⁻³ of nitrogen stimulates the phytomass production and quality of the seedlings. There was no interaction between the factors on the variables evaluated in seedlings at 90 days after application of the treatments.

Key words: *Annona muricata* L., saline stress, seedling production.

1 INTRODUÇÃO

Pertencente à família das anonáceas e considerada a mais tropical dentre elas, a gravioleira (*Annona muricata*, L.) ocupa posição promissora na fruticultura brasileira principalmente no Nordeste brasileiro, onde seu consumo tem aumentado, seja *in natura* ou processada industrialmente, devido a importância nutricional e formas de uso na alimentação humana, além das propriedades medicinais de suas folhas, frutos, sementes e raízes (CAMPOS et al., 2008).

Apesar da importância desta fruteira para o nordeste brasileiro, na área semiárida ocorre irregularidade de precipitações e os recursos hídricos disponíveis para irrigação, frequentemente são escassos e com variação de distribuição espacial e temporal. Com isso, a qualidade destes recursos hídricos varia também, sendo comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais (BEZERRA et al. 2010).

De acordo com Sairam & Tyagi (2004), estima-se que 20% das terras cultivadas no mundo, as quais correspondem a cerca de metade das áreas irrigadas, estejam afetadas por sais. As concentrações de sais na água de irrigação e/ou no solo em quantidades superior ao tolerado pelas plantas, podem provocar redução no potencial osmótico do solo e desta forma, reduzir a disponibilidade de água para as plantas além de promover toxicidade e desequilíbrio nutricional (NOBRE et al., 2010). Assim, o uso de águas salinas na irrigação fica condicionado à tolerância das culturas à salinidade, além de práticas de manejo da irrigação e adubação, as quais devem evitar impactos ambientais e consequentes prejuízos às culturas (AMORIM et al., 2010; RIBEIRO et al., 2015).

No processo produtivo, além da importância do fornecimento adequado de água em termos de quantidade e qualidade, a adubação surge como fator preponderante a obtenção de resultado positivo e, dentre os macronutrientes exigidos pelas plantas o nitrogênio é um dos mais importantes em razão de participar da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila, dentre outras moléculas, ademais é um nutriente que está diretamente relacionado às características ligadas ao crescimento da planta (CHAVES et al., 2011). Outrossim, estudos têm demonstrado que o acúmulo deste soluto orgânico eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade (SILVA et al., 2008).

Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a produção de fitomassas e a qualidade de mudas de gravioleira cv. Morada Nova irrigadas com diferentes níveis de salinidade da água e distintas doses de adubação nitrogenada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O estudo foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são “6°48’16” S, “37°49’15” O e altitude média de 184 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, semiárido quente, temperatura média de 28 °C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições e duas plantas por parcela cujos tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) associados a quatro doses de adubação nitrogenada (70; 100; 130 e 160% da dose recomendada para a cultura, conforme Novais et al. 1991) sendo a dose de 100% correspondente a 100 mg de N dm⁻³ de solo.

2.3 Descrições dos tratamentos

Os níveis salinos foram selecionados com base em citações de Cavalcante et al. (2001), que classificaram a gravioleira na fase de crescimento inicial como moderadamente sensível à salinidade, ou seja, o rendimento biológico das plantas aumentou com o nível de CEa de até 3,0 dS m⁻¹.

As águas de distintos níveis salinos para a irrigação, foram obtidas a partir da adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$) (RHOADES et al. 1992). As doses de N foram determinadas com base na dose média padrão recomendada por Novais et al. (1991). Sendo, 100 mg dm⁻³ correspondente a dose de 100%.

Utilizou-se no experimento a cultivar de gravioleira Morada Nova, que de acordo com São José (2014), trata-se de um material genético que possui preferência dos agricultores no Nordeste, além de ser a mais utilizada pelos viveiristas de mudas. Usou-se sementes provenientes de frutos maduros colhidos em um pomar comercial (Fazenda Boi Bravo) localizado no município de Sousa – PB. O processo de extração da semente ocorreu de forma manual, posteriormente foram secas ao ar e realizado o processo de quebra de dormência. Esse processo consistiu na imersão das sementes em solução com ácido giberélico na concentração de 750 mg L⁻¹, por um período de 9 horas (SANTOS et al., 2015).

2.4 Produção das mudas

Para o semeio e condução das mudas, foi utilizado sacolas plásticas com capacidade 1,2 dm³, cujas laterais possuíam furos para permitir a livre drenagem. Foram preenchidas com substrato composto de 82% de solo, 15% de areia e 3% de esterco bovino curtido. A adição do esterco visou a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma a melhorar a capacidade de retenção e infiltração da água. As características físicas e químicas do solo (Tabela 1) usadas no experimento, foram obtidas conforme Claessen (1997) e analisadas no Laboratório de Solo e Nutrição de Planta do CCTA/UFCG.

Tabela 4. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento

Classificação textural	Densidade aparente g cm ⁻³	Porosidad e total %	Matéria orgânica g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	Complexo sortivo					
					Ca ²⁺ ----- -----	Mg ²⁺ ----- -----	Na ⁺ ----- -----	K ⁺ ----- -----		
Franco arenoso	1,38	47,00	32	17	5,4	4,1	2,21	0,28		
Extrato de saturação										
pHes	CEes dS m ⁻¹	Ca ²⁺ ----- -----	Mg ²⁺ ----- -----	K ⁺ ----- -----	Na ⁺ ----- -----	Cl ⁻ ----- -----	SO ₄ ²⁻ ----- -----	CO ₃ ²⁻ ----- -----	HCO ₃ ⁻ ----- -----	Saturação %
7,41	1,21	2,50	3,75	4,74	3,02	7,50	3,10	0,00	5,63	27,00

O semeio foi realizado em 13 de dezembro de 2015, onde foi semeado duas sementes por sacola na profundidade de 1,5 cm. A emergência das plântulas teve início aos vinte dias após o semeio (DAS) e continuou até o quadragésimo dia. Aos 5 dias após a total emergências das plântulas, foi realizado o desbaste deixando apenas a plântula mais vigorosa. Antes do semeio o solo foi colocado em capacidade de campo e durante o período de germinação e emergência, as mudas eram irrigadas com água de abastecimento local ($CEa = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$).

2.5 Aplicação dos tratamentos

A aplicação dos distintos níveis salinos teve início aos 7 dias após a emergência (DAE) em irrigações diárias e de forma manual, conforme os tratamentos. As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica das plantas, determinada pelo processo de lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas colocado um coletor em cada), sendo realizada duas vezes ao dia, no início da manhã e ao final da tarde, às 17 h. Quinzenalmente, foi aplicada uma fração de lixiviação de 0,15 com base no volume aplicado neste período, com o intuito de reduzir a salinidade do substrato.

A aplicação da adubação nitrogenada, também se iniciou aos 7 DAE, e foi dividida em 13 aplicações, sendo realizadas com intervalo de 7 dias. A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N), sendo as aplicações realizadas via fertirrigação usando água de CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos os tratamentos. As plantas foram conduzidas durante a fase de muda, ou seja, conduzidas por um período de 100 dias (após a germinação), tempo adequado ao transplântio conforme Andrade et al. (2014).

Os tratos culturais realizados durante o período de condução consistiram em eliminações manuais de plantas espontâneas, escarificação superficial do solo e para o controle fitossanitário foram realizadas pulverizações utilizando inseticida Organofosforado na concentração de $150 \text{ mL } 100 \text{ L}^{-1}$ para controle de mosca branca de acordo com recomendação do fabricante.

2.6 Características analisadas

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) foram avaliadas a produção de fitomassa fresca e seca das plantas e a qualidade das mudas de gravioleira.

Determinou-se a fitomassa fresca de caule (FFC) e folhas (FFF), assim como, à fitomassa seca de caule (FSC), folhas (FSF), parte aérea (FSPA), raiz (FSR) e total (FST).

A haste de cada planta foi cortada rente ao solo e separados o caule e folhas, sendo pesados imediatamente em balança de precisão (0,001 g), para determinação da FFC e FFF. Após a pesagem das massas fresca, as distintas partes da planta (folhas, caule e raízes) foram acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar, mantida na temperatura de 65 °C até obtenção de massa constante, quando então foi determinada a FSF, FSC e FSR; com o somatório da FSC e FSF, determinou-se a FSPA, e desta com a FSR, calculou-se a FST. Salienta-se que as raízes foram extraídas do substrato com auxílio de uma peneira de 3 mm e água corrente. A qualidade das mudas foi determinada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula de Dickson et al. (1960), descrita pela equação 1.

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson

AP = altura de planta (cm),

DC = diâmetro do caule (mm).

FST = fitomassa seca total de planta (g)

FSPA = fitomassa seca da parte aérea de planta (g)

FSR = fitomassa seca de raiz de planta (g)

2.7 Análise estatística

Realizado de igual modo ao capítulo anterior.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme indicado na Tabela 2, a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo sobre todas as variáveis estudadas, ou seja, fitomassas fresca de folha (FFF) e caule (FFC), seca de folha (FSF), caule (FSC), raiz (FSR) e total (FST) e, sobre o índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de gravioleira aos 90 DAT. Ao contrário, a adubação nitrogenada e sua interação com a salinidade da água que não interferiram significativamente sobre nenhuma variável analisada. Indicando que as distintas doses de nitrogênio comportaram de maneira semelhante em diferentes níveis de salinidade da água utilizada na irrigação.

Tabela 5. Resumos das análises das variâncias referente à fitomassa fresca de folha (FFF) e caule (FFC), fitomassa seca de folha (FSF), caule (FSC), raiz (FSR), da parte aérea (FSPA) e total da planta (FST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de gravioleira irrigadas com águas de distintos níveis salinos e sob doses de adubação nitrogenada aos 90 DAT.

Fontes de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO							
		FFF	FFC	FSF	FSC	FSR	FSPA	FMS _t	IQD
Sal (dS m ⁻¹)	4	74,99**	22,65**	6,76**	2,19**	1,03**	15,25**	23,82**	0,27**
Reg. Linear	1	188,85**	24,36*	18,26**	3,42**	1,47*	38,34**	53,88**	0,40**
Reg. Quadrática	1	105,44**	54,03**	8,33**	5,29**	2,55**	22,27**	41,16**	0,60**
Doses de N (%)	3	16,71 ^{ns}	6,77 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,91 ^{ns}	4,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,24 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,224 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Sal X Doses	12	5,81 ^{ns}	3,32 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,67 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Bloco	3	33,92**	43,08**	3,27**	5,16**	2,08**	1,29 ^{ns}	27,31**	0,29**
Cv (%)		27,19	28,01	26,41	28,76	34,73	25,94	24,93	28,90

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

O acúmulo de massa fresca de caule e folhas de mudas de gravioleira foi afetado significativamente ($p < 0,01$) pela salinidade da água de irrigação (Tabela 5), cujos dados se ajustaram melhor em equações quadráticas (Figura 6A), obtendo maior fitomassa fresca de caule e folhas ao submeter às mudas a irrigação com água de 1,6 dS m⁻¹ (8,23 g) e 1,2 dS m⁻¹ (13,06 g), respectivamente, na qual obtiveram um aumento de 1,15 g e 0,78 g, em relação aquelas irrigadas com água de abastecimento.

A redução dos valores de FFF e FFC a partir dos níveis salinos descritos anteriormente, pode estar atribuído a redução do potencial osmótico da solução do solo, em razão do excesso de sais presentes, dificultando a absorção de água pelas plantas,

fazendo com que ela desprenda maior demanda energética para a absorção de água e nutrientes, reduzindo-se, assim, seu crescimento (NOBRE et al., 2010). De mesmo modo, o efeito dos sais, geralmente, provoca a ocorrência de toxicidade iônica, além disso as plantas tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em menor taxa fotossintética, e conseqüentemente, redução da produção de fitomassa das espécies sob estresse (CHEN & JIANG, 2010).

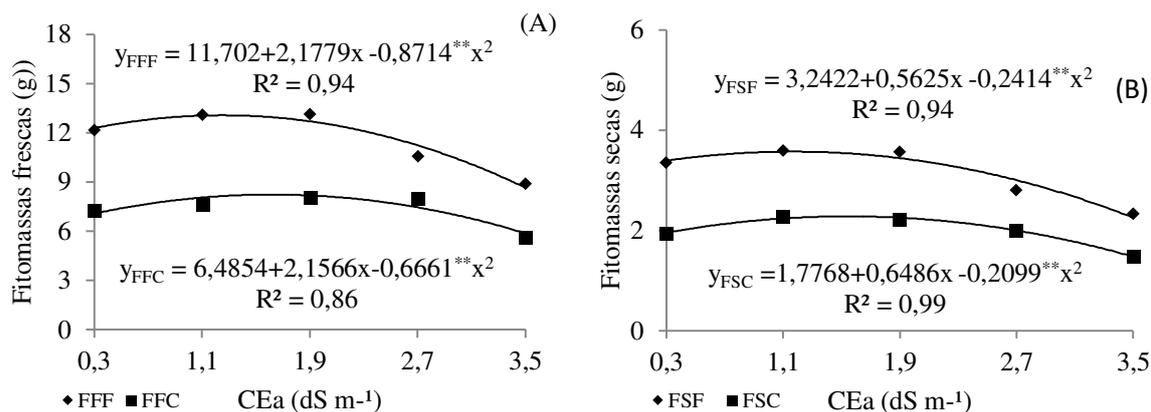


Figura 5. Fitomassa fresca de caule - FFC e folhas – FFF (A) e seca de caule - FSC e folhas - FSF (B) de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a aplicação de tratamentos - DAT.

A salinidade da água de irrigação influenciou significativamente ($p < 0,01$) as fitomassa secas de folha e caule e de acordo com as equações de regressão (Figura 6B), vê-se que o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, constatando-se acréscimo nas fitomassa até os níveis de 1,2 dS m⁻¹ (3,56 g) para FSC e 1,5 dS m⁻¹ (2,27 g) para a FSF. A redução da fitomassa seca a partir destes níveis de CEa está intimamente ligada aos efeitos do acúmulo da concentração de sais solúveis, que é um fator limitante ao desenvolvimento da maioria das culturas, deduzindo-se que este comportamento pode ser entendido como um possível mecanismo de ajustamento da planta para diminuir os efeitos da salinidade, isto porque as plantas podem sofrer modificações morfológicas ou fisiológicas como redução na biomassa, quando submetidas ao estresse salino (CENTENO et al., 2014). Fato semelhante foi encontrado por Távora et al. (2004), que verificaram redução na fitomassa seca de plantas jovens de gravioleira, quando submetidas a estresse salino.

Segundo as equações de regressão (Figura 7A), percebe-se que a fitomassa seca da parte aérea e das raízes apresentaram respostas quadráticas em função do aumento da

condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 (água de abastecimento) até 3,5 dS m⁻¹, sendo obtido um valor máximo de 6,42 (FSPA) e 1,54 g (FSR) ao irrigar com águas de 1,3 e 1,5 dS m⁻¹, respectivamente, e quando estas foram submetidas a irrigação com CEa de 3,5 tiveram respectiva redução de 2,80 e 0,64 g nas FSPA e FSR, desta maneira, observa-se a partir das funções de regressão que, o maior efeito da salinidade está evidenciado sob a parte aérea das plantas, constatado pelo maior decréscimo na FSPA em comparação a FSR.

Conforme comportamento da fitomassa da parte aérea e raízes de mudas de gravioleira aos 90 DAT constata-se (Figura 7A) tolerância da espécie até um nível médio de salinidade da água de 1,3 dS m⁻¹ pois, até este nível foi onde obteve-se os maiores valores de fitomassa. Nota-se ainda, que a medida em que aumentou o nível de CEa ocorreu redução da produção de fitomassa visto que, o aumento da concentração salina na solução do solo reduz o potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas plantas, promovendo efeitos negativos de ordem nutricional, de toxicidade e/ou interferindo na disponibilidade de outros íons (LIMA et al., 2014).

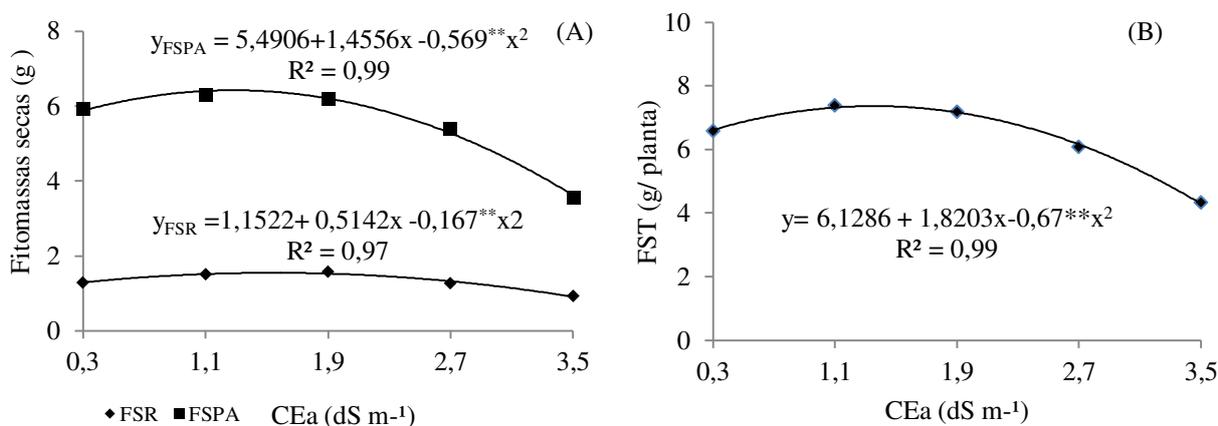


Figura 6. Fitomassa seca de raiz - FSR e de parte aérea – FSPA (A) fitomassa seca total (FMT) (B) de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a aplicação de tratamentos – DAT.

A crescente salinidade da água de irrigação promoveu também comportamento quadrático da fitomassa seca total (Figura 7B) cujo maior valor da FST (7,36 g) foi obtido ao irrigar as plantas com CEa de 1,4 dS m⁻¹, a partir da qual ocorreu decréscimo desta variável. Enfatiza-se que o estresse salino pode provocar desequilíbrio nutricional e fisiológico com influência direta na conversão de carbono assimilado pelas plantas e

promovendo reduções no crescimento e no acúmulo de biomassa das culturas (TAIZ & ZEIGER, 2009), que pode ser observado nesta pesquisa através da FST.

Na variável relacionada à qualidade de mudas de gravioleira (IQD), houve efeito significativo ($p < 0,01$) dos níveis de salinidade da água de irrigação e de acordo com a Figura 8, o modelo matemático que melhor os dados se ajustaram foi o quadrático, cujo maior IQD (0,73) foi obtido ao irrigar as mudas com água de CEa $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, a partir da qual verificou-se redução e, as plantas que estavam submetidas a CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram IQD de 0,41. Este fato é interessante pois, mesmo sob condições de estresse salino as mudas de gravioleira cv. Morada Nova, tiveram o IQD superior a 0,2, o que é considerado como mudas de boa qualidade para serem transplantadas, conforme critérios estabelecidos por Gomes (2001), uma vez que, quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda.

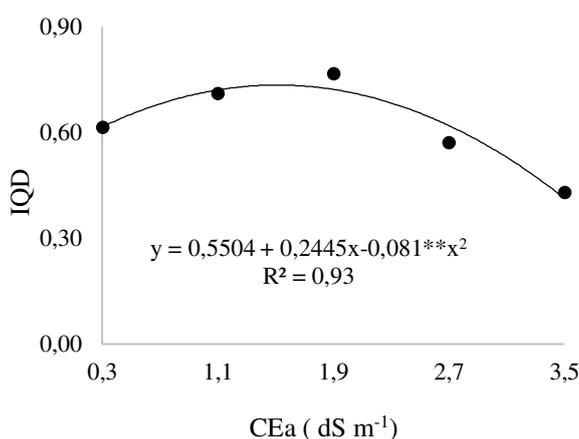


Figura 7. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 90 dias após aplicação dos tratamentos -DAT.

4 CONCLUSÃO

A irrigação com água condutividade elétrica de até $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ possibilita a produção de mudas de gravioleira cv. Morada Nova com redução aceitável no crescimento.

A dose de N de 70 mg dm^{-3} é suficiente para a produção de fitomassa e qualidade de mudas de gravioleira aos 90 DAT.

Não houve interação entre a salinidade da água de irrigação e a adubação nitrogenada sobre as variáveis avaliadas em mudas de gravioleira cv. Morada Nova.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, G.; SANTOS, J.; ZUCOLOTO, M.; VICENTINI, V.; MORAES, W., BREGONCIO, I.; COELHO, R.. Estimativa de área foliar de graviola (*Annona muricata* L.) por meio de dimensões lineares do limbo foliar. **Revista UNIVAP**, v. 1, n.24, p.1035-1037, 2006.

AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T., LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.1, p. 113-121, 2010.

ANDRADE, B. B. de, MELO, B. DE, SILVA, A. A. da; SOUZA, C. H. E. de. Recipientes e proporções de cama de frango na produção de mudas de gravioleira. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, n. 5, 116 – 123, 2014.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, p. 625, 2006.

BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F. de; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. da; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Revista Ciência Rural**, v.40, n. 5, p.1075-1082, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G. de; MENDONÇA, R. M. N. de. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata*, L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de biologia e ciências da terra**. v. 8, n. 1, p. 61-66, 2008.

CENTENO, C. R. M.; SANTOS, J. B. dos; XAVIER, D. A.; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYIR, H. R. Componentes de produção do girassol Embrapa 122-V2000 sob salinidade da água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.18, (Suplemento), p. 39-45, 2014.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v. 8, n. 1, p-126-133, 2011.

CHEN, H. & JIANG, J. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, v.18, n.A, p.309-319, 2010.

CLAESSEM, M. E. C. (Obg). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro: Embrapa- CNPS, p. 212, 1997. (Embrapa- CNPS. Documentos, 1).

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 112, 2001. Tese (Doutorado em Ciências Florestais).

LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. dos; SILVA, S. S. da. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 130-136, 2014.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R., SOARES, L. A. A. dos; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 148 -158, 2014.

NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. V. 48. Roma: FAO, 1992.

RIBEIRO, P. H. P.; SILVA, S.; NETO, J. D.; OLIVEIRA, C. S. da; CHAVES, L. H. G. Crescimento e componentes de produção do girassol em função da irrigação com água salina e adubação nitrogenada. **Engenharia na agricultura**, v.23 n.1, p.48-56, 2015.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v.86, n.03, p.407-421, 2004.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. M. de; FREITAS, A. L. G. E. de; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 1, n.36, p. 86-93, 2014.

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, 2008.

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

TÁVORA, F. J. A. F.; LIMA, E. C. C.; HERNANDEZ, F. F. F. Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino. **Ciência. Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, N.1, p. 44 – 51, 2004.