



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

EVANDRO MANOEL DA SILVA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTO DE GOIABEIRA À
SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO SOB ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

POMBAL – PB

2015

EVANDRO MANOEL DA SILVA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTO DE GOIABEIRA À
SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO SOB ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

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

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL – PB

2015

EVANDRO MANOEL DA SILVA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTO DE GOIABEIRA À
SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO SOB ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

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

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

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

Prof^ª. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
(CCTA/UAGRA/UFCG)
Examinadora

Dr. Geovani Soares de Lima
(CTRN/UAEAGR/UFCG)
Examinador

POMBAL – PB

2015

*Dedico a Deus pelo dom da vida que me concedeu;
Aos meus pais, Francisco Manoel e Nazinha Maria;
À minha querida esposa Maria José Filgueira;
E a minha amada filhinha Ellen Filgueira.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus, pela saúde, força, proteção, oportunidades, e por ter me guiado em todos os aspectos nesta jornada.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pela atenção dedicada, amizade, confiança, compreensão, ensinamentos, credibilidade e orientação do trabalho.

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

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa;

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

À Empresa Mocó Agropecuária Ltda. pelo fornecimento de frutos para obtenção das sementes;

Aos amigos Wesley, Adaam e Leandro pelo apoio, dedicação e empenho na pesquisa.

Aos técnicos dos laboratórios do CCTA/UFCG, Joice Emanuelli e Francisco Alves pela contribuição na realização das análises;

Aos meus pais e minha esposa por todo apoio, compreensão e incentivo para realização deste curso.

Ao Dr. Geovani Soares de Lima e a Prof^ª. Dr. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo por se disporem à avaliação do trabalho e pelas sugestões para melhoria.

Aos amigos da turma de sala, Francisco Hélio, Alderlan, Aldair e Whallamis por lutarem juntos comigo, e contribuirem para superação das dificuldades enfrentadas no decorrer do curso.

Em fim, a todos que contribuíram forma direta ou indiretamente para realização desta conquista.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I.

		Pag.
TABELA 1.	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	55
TABELA 2.	Resumo do teste F da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 130 e 190 dias após a emergência – DAE.....	59
TABELA 3.	Resumo do teste F da taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo da altura de plantas (TCRap) e taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo do diâmetro do caule (TCRdc) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 130 e 190 dias após a emergência - DAE.....	65

CAPÍTULO II.

TABELA 1.	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	81
TABELA 2.	Resumo do teste F da fitomassa fresca de caule (FFC), seca de caule (FSC), fresca de folha (FFF), seca de folha (FSF), fresca da parte aérea (FFPA), seca da parte aérea (FSPA), seca da raiz (FSR), seca total (FST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada aos 190 dias após a emergência - DAE.....	85

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I.

	Pag.
FIGURA 1. Semeadura na profundidade de 1,5 cm em tubetes de 288 cm ⁻³ (A) e disposição dos tubetes nas bandejas em bancadas metálicas (B).....	54
FIGURA 2. Visão geral do experimento com os porta-enxerto de goiabeira aos 130 (A) e 190 dias após a emergência – DAE (B).....	57
FIGURA 3. Altura de planta – AP de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 130 dias após a emergência - DAE (A) e doses de nitrogênio aos 130 e 190 DAE (B).....	60
FIGURA 4. Diâmetro do caule - DC de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência - DAE.....	61
FIGURA 5. Número de folhas – NF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência - DAE.....	62
FIGURA 6. Área foliar-AF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência – DAE.....	64
FIGURA 7. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta - TCAap de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa no período de 25 a 130 dias após a emergência - DAE (A) e doses de nitrogênio de 25 à 130 e de 130 à 190 DAE (B).....	66
FIGURA 8. Taxa de crescimento relativo da altura de planta - TCRap de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) durante os período de 25 à 130 e 130 à 190 dias após a emergência – DAE.....	67
FIGURA 9. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule - TCAdc de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa durante o período de 25 à 130 dias após a emergência - DAE (A) e doses de nitrogênio no período de 25 à 130 e 130 à 190 DAE (B).....	68
FIGURA 10. Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule - TCRdc de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa durante o período de 25 a 130 dias após a emergência - DAE (A) e doses de nitrogênio no período de 25 a 130 e 130 e 190 DAE (B).....	69

CAPÍTULO II.

FIGURA 1.	Início de aplicação da água salina aos 25 dias após a emergência – DAE (A) e toneis com águas salinas dos respectivos tratamentos (B).....	83
FIGURA 2.	Pesagem da fitomassa fresca de folha (A), material posto para secar em estufa (B) e pesagem da fitomassa seca de raiz (C).....	84
FIGURA 3.	Fitomassa fresca de caule - FFC e seca de caule - FSC de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência - DAE.....	86
FIGURA 4.	Fitomassa fresca de folhas – FFF e seca de folhas – FSF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência - DAE.....	87
FIGURA 5.	Fitomassa fresca da parte aérea – FFPA e seca da parte aérea – FSPA de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência – DAE.....	89
FIGURA 6.	Fitomassa seca total – FST de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência - DAE.....	90
FIGURA 7.	Fitomassa seca de raiz – FSR de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 190 dias após a emergência – DAE.....	91
FIGURA 8.	Índice que qualidade de Dickson – IQD de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 190 dias após a emergência - DAE.....	92

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO GERAL	x
GENERAL ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Cultura da Goiabeira.....	15
3.1.1 Cultivar Paluma	17
3.2 Produção de mudas	18
3.3 Qualidade da água no semiárido.....	20
3.4 Uso de água salina na irrigação	21
3.4.1 Salinidade em mudas de goiabeira	23
3.5 Efeito da salinidade sobre as plantas	25
3.5.1 Efeito osmótico.....	25
3.5.2 Efeito tóxico	26
3.5.3 Efeito indireto	28
3.6 Tolerância das plantas à salinidade	28
3.6.1 Mecanismos de tolerância	30
3.7 Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral.....	33
3.8 Adubação nitrogenada	35
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO I. Morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira irrigado com águas salinizadas sob doses de nitrogênio	48
RESUMO	49
ABSTRACT	50
1 INTRODUÇÃO	51
2 MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1 Localização do experimento.....	52
2.2 Delineamento experimental e tratamentos	53
2.3 Descrição dos tratamentos	53
2.4 Produção dos porta-enxerto.....	54
2.5 Aplicação dos tratamentos.....	56

2.6 Variáveis analisadas	56
2.7 Análise estatística	58
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	59
4 CONCLUSÃO	70
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
CAPÍTULO II. Fitomassa e qualidade de porta-enxerto de goiabeira sob águas salinizadas e doses de nitrogênio	75
RESUMO	76
ABSTRACT	77
1 INTRODUÇÃO	78
2 MATERIAL E MÉTODOS	79
2.1 Localização do experimento	79
2.2 Delineamento experimental e tratamentos	80
2.3 Descrição dos tratamentos	80
2.4 Produção dos porta-enxertos	81
2.5 Aplicação dos tratamentos	82
2.6 Variáveis analisadas	83
2.7 Análise estatística	84
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	85
4 CONCLUSÃO	93
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

RESUMO GERAL

SILVA, Evandro Manoel. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada.** 2015, 97 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.¹

O cultivo da goiabeira nas áreas irrigadas do semiárido do nordeste brasileiro tem grande importância socioeconômica. Sobretudo, devido à limitação de água de qualidade para irrigação nesta região, é necessário o estudo de técnicas que viabilizem o uso de água salina no cultivo da espécie. Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a tolerância de porta-enxerto de goiabeira ao aumento da salinidade na água de irrigação, sob adubação com distintas doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), localizado no município de Pombal – PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 5 x 4, com os tratamentos referentes à de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 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 para mudas de goiabeira. Utilizaram-se quatro repetições, com duas plantas úteis por unidade experimental, onde se avaliou o genótipo de goiabeira Paluma. Iniciou-se a aplicação dos tratamentos a partir de 25 dias após a emergência de plântulas (DAE). Foram avaliadas as variáveis morfológicas de altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar aos 130 e 190 DAE, e as fisiológicas referentes à taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e do diâmetro do caule nos períodos de 25-130 e 130-190 DAE. As variáveis de fitomassa fresca e seca de caule, folhas e parte aérea, fitomassa seca de raiz, seca total e o índice de qualidade de Dickson foram avaliados aos 190 DAE. O aumento da CEa, a partir de 0,3 dS m⁻¹ afeta negativamente as variáveis morfológicas aos 130 DAE e as fisiológicas no intervalo de 25 à 130 DAE. Aos 190 DAE as variáveis morfológicas e as fitomassas dos porta-enxerto de goiabeira são tolerantes aos níveis de CEa de 2,1 a 2,8 dS m⁻¹. Referente às variáveis fisiológicas no período de 130-190 DAE, a taxa de crescimento relativo da altura de planta é tolerante ao nível de CEa de 3,5 ds m⁻¹. A dose de 70% de N estimula o crescimento das variáveis morfofisiológicas e a produção de fitomassa dos porta-enxerto de goiabeira nos períodos avaliados, com exceção da altura de plantas aos 130 DAE e suas taxas de crescimento absoluto e relativo de 25-130 DAE, em que os maiores valores são obtidos nas doses de 88 a 100% de N. O uso da adubação nitrogenada nas doses de 100 a 130 e de 70 a 130% de N reduz o efeito da salinidade da água de irrigação sob a fitomassa seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson, respectivamente, dos porta-enxerto de goiabeira aos 190 DAE.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., estresse salino, manejo da adubação, produção de mudas.

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

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Evandro Manoel. **Guava rootstock tolerance to salinity of irrigation water under nitrogen fertilization**. 2015, 97 p. Dissertation (Master of Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal – PB.¹

The crop of guava at the irrigated areas of the Brazilian semiarid northeast has great socioeconomic importance. Above all, due to limitation quality water for irrigation in this region, it is necessary to study techniques that make feasible the use of saline water in the species of cultivation. In this sense, aim of this work was to evaluate the guava rootstock tolerance to increased salinity in irrigation water, under fertilization with different nitrogen levels. The experiment was developed in greenhouse of the Center for Science and Technology Agrifood the Federal University of Campina Grande (CCTA / UFCG), located in the city of Pombal – PB. The experimental outline was a randomized block in a factorial 5 x 4, with treatments related to the five levels of electrical conductivity of irrigation water (ECw) 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ interacting with four nitrogen (N): 70, 100, 130 and 160% N of the recommended dose for guava seedlings. Four replications were used, with two plants per experimental unit, where to evaluate the guava genotype Paluma. Begin the application the treatments from 25 days after seedling emergence (DAE). The morphological variables plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area to 130 and 190 DAE, and physiological regarding absolute growth rate and relative plant height and stem diameter were evaluated in periods of 25 -130 and 130-190 DAE. The variables fresh biomass and dry stem, leaves and shoots, root dry biomass, total dry and Dickson quality index were evaluated at 190 DAE. The increase ECw from 0.3 dS m⁻¹ negatively affect the morphologic variables to 130 DAE and physiological in the range of 25 to 130 DAE. At 190 DAE morphological variables and fitomassas of guava rootstocks are tolerant to ECw levels from 2.1 to 2.8 dS m⁻¹. Physiological variables relating to the period of 130-190 DAE, relative growth rate of the height plant is tolerant to ECw level of 3.5 dS m⁻¹. The dose of 70% of N stimulates the growth of morphophysiological variables and biomass production of guava rootstock in the evaluated periods, with exception of plant height to 130 DAE and its absolute growth rates and relative of 25-130 DAE, where the highest values are obtained at doses of 88-100% of N. The use of nitrogen fertilizer in doses of 100 to 130 and 70-130% N reduces the effect of salinity of irrigation water under root dry biomass and the Dickson quality index, respectively, of guava rootstocks to 190 DAE.

Keywords: *Psidium guajava* L., salt stress, fertilization management, seedling production.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de goiaba, com uma produção de 345,3 mil toneladas numa área colhida de 15,2 mil hectares e, dentre as regiões mais produtivas destacam-se o Sudeste e o Nordeste representado 46,6% e 42,2%, respectivamente, da produção Nacional (IBGE, 2012).

Entre as fruteiras cultivadas e exploradas comercialmente nas áreas irrigadas do semiárido do Nordeste, a goiabeira reveste-se de grande importância, devido a grande utilização dos frutos para indústrias de processamento, sob diversas formas, e para o consumo 'in natura' (GONZAGA NETO et al., 2007). Nesta região, a irrigação surge como uma das tecnologias que mais têm contribuído para garantir a produção e a exploração da atividade agrícola, pois, é uma região caracterizada por períodos prolongados de estiagens, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante maior parte do ano (HOLANDA et al., 2010).

A irregularidade na distribuição de chuvas, altas temperaturas e elevadas taxas de evapotranspiração tem limitado a disponibilidade de água de boa qualidade no semiárido nordestino, onde se tem tornado necessário o uso de água salina na irrigação como uma alternativa para suprir a demanda hídrica das culturas, principalmente no período de estiagem, quando os poços e açudes da região apresentam níveis de sais mais elevados na água (SILVA JÚNIOR et al., 1999)

Por outro lado, o uso de água salina na irrigação pode provocar uma série de distúrbios metabólicos nas plantas. Incluem os efeitos tóxicos específicos dos íons; danos na permeabilidade das membranas celulares e de organelas citoplasmáticas; desequilíbrio metabólico nos processos fotossintético e respiratório; anabolismo e catabolismo de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos; reações enzimáticas e conversões de fitormônios (WILLADINO; CAMARA, 2005) e ainda, os efeitos osmóticos e deficiência de nutrientes induzida pela competição dos íons Na^+ com K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , e do Cl^- com NO_3^- durante o processo de absorção (APSE; BLUMWALD, 2007).

Deste modo, a utilização de águas com teor elevado de sais pode comprometer a formação de mudas e a capacidade produtiva das culturas, inclusive da goiabeira (CAVALCANTE et al., 2007), uma vez que a cultura é sensível à salinidade, havendo redução na sua capacidade produtiva quando condutividade elétrica solo e da água ultrapassa

1,2 dS m⁻¹ a 0,8 dS m⁻¹, respectivamente (TÁVORA et al., 2001). Diante disso, vale salientar que a formação de mudas no cultivo da goiabeira sob irrigação, na região semiárida do Nordeste, onde as águas nem sempre são de boa qualidade, está na dependência do uso de técnicas que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (CAVALCANTE et al., 2010).

Dentre as técnicas, incluem a avaliação da tolerância de porta-enxertos à salinidade, como tem sido desenvolvido em diversas fruteiras, como goiabeira (TÁVORA et al., 2001), aceroleira (GURGEL et al., 2003), citros (BRITO, 2007) e cajueiro (FERREIRA-SILVA et al., 2008). Fato que pode permitir a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzirem rendimentos economicamente aceitáveis sob condições de salinidade (MARCUM, 2001).

Outra técnica que vem sendo estudada é o uso da adubação nitrogenada, que além de promover o crescimento, pode também reduzir os efeitos da salinidade nas plantas (FLORES et al., 2001), explicada pela função do nutriente na produção de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos e clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Sendo que 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 (LACERDA et al., 2003; SILVA et al., 2008).

Embora não existam relatos sobre o efeito da adubação nitrogenada em porta-enxertos de goiabeira irrigada com água salina, alguns trabalhos com outras espécies de plantas, incluindo o meloeiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2011), tomateiro (BLANCO et al., 2008), mamoneira (SOARES et al., 2012) e girassol (OLIVEIRA, F. A., et al., 2010), concluem que o uso da adubação nitrogenada reduz o efeito da salinidade da água de irrigação nas plantas.

Neste contexto, salienta-se que a avaliação da tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação, subsidiada pelo uso da adubação nitrogenada, são fenômenos que devem ser estudados. Podendo estas, tornassem técnicas que auxiliem na viabilização do uso de águas de qualidade inferior na exploração da fruteira no semiárido Nordeste. Assim, maximizando a eficiência do uso deste recurso e contribuindo para maior disponibilidade de água de boa qualidade para o consumo humano e uso doméstico na região (HOLANDA FILHO et al., 2011). Além disso, abre possibilidades de potencializar ainda mais o cultivo da espécie em localidades do nordeste onde há água de baixa qualidade para irrigação.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a tolerância de porta-enxerto de goiabeira ao aumento da salinidade na água de irrigação, sob adubação com distintas doses de nitrogênio.

2.2 Específicos

Avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob a morfologia, fisiologia, produção de fitomassa e a qualidade de porta-enxerto de goiabeira adubado com diferentes doses de nitrogênio.

Determinar o nível de salinidade da água tolerado pelas variáveis analisadas dos porta-enxerto de goiabeira.

Identificar a melhor dose de nitrogênio assim como, a interação da mesma com a salinidade da água de irrigação que contribua para a produção de porta-enxerto de goiabeira.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é originária da região tropical do continente americano, com centro de origem, provável, na região compreendida entre o sul do México e o norte da América do Sul, localidade onde ainda existem plantas em estado silvestre (MEDINA, 1988). É disseminada em todas as regiões subtropicais e tropicais do mundo, devido a sua fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, e ainda, pela facilidade de propagação por sementes (GONZAGA NETO, 2007).

É dispersa pela América do Sul, América Central, África e Ásia, onde os maiores produtores são Índia, Paquistão, Egito e Brasil (FAO, 2011). Esta espécie, a mais brasileira das frutas tropicais (NATALE et al., 2007), é cultivada em todas regiões geográficas do Brasil (IBGE, 2012).

A cultura da goiabeira reveste-se de grande importância socioeconômica, principalmente nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, onde a produtividade é elevada (40 a 50 toneladas ha⁻¹ ciclo⁻¹), com produção concentrando-se durante o ano todo, possibilitando ao produtor comercializar sua produção no mercado local, do Sul e outros, inclusive o mercado de exportação (GONZAGA NETO, 2007).

De grande importância alimentar, o fruto pode ser comercializado para o consumo ‘in natura’ ou para industrialização de polpa, sucos, doces, geleias, compotas e sorvetes, néctar e como base para xaropes e bebidas (MENDONÇA et al., 2011; PIO et al., 2014). Apresenta elevado teor de açúcares, vitaminas A, B e um dos maiores teores de vitamina C, com valores superiores em até seis vezes aos do fruto cítrico, bons teores de ferro, fósforo e cálcio, e excelentes propriedades organolépticas, como moderado sabor e aroma e grande conteúdo de fibras (MANICA et al., 2001).

A goiabeira pertence ao reino vegetal, divisão Spermatophyta, subdivisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Myrtiflorae, subordem Myrtineae, família Myrtaceae, gênero *Psidium* e espécie *Psidium guajava* L. A família Myrtaceae contém cerca de 102 gêneros e 3.024 espécies conhecidas, apresentando plantas de porte variável, desde grandes árvores até arbustos e trepadeiras. Dentre as 150 espécies pertencentes ao gênero

psidium, a goiabeira é mais importante e a mais essencial dentro da família Myrtaceae (MANICA et al., 2001), possuindo o maior valor econômico e maior importância para a produção de frutos (FRANCO, 2006).

A goiabeira é uma árvore com porte que varia de pequeno a médio, geralmente com 3 a 5 m de altura, tortuosa, esgalhada, às vezes atingindo 8 a 9 metros de altura, sendo que com a prática da poda sistemática, atingem aproximadamente 2,5 a 4 metros de altura (MANICA et al., 2001).

Possui sistema radicular pivotante, onde surgem raízes laterais que se ramificam de forma exuberante próximo a superfície do solo, com grande número de radículas concentradas de 0 a 30 cm de profundidade (MANICA et al., 2001). Quando propagada por enraizamento de estaca têm apenas raízes secundárias, sendo mais rasas em relação às plantas propagadas por sementes (GONZAGA NETO, 2007).

O caule apresenta diâmetro médio variável entre 15 e 25 cm não totalmente cilíndrico, curto e tortuoso, nodoso e ramificado desde a base. Possui casca lisa, delgada, castanha arroxeadada, desprendendo-se em lâminas quando envelhece (MANICA et al., 2001).

As folhas são opostas colocadas de duas a duas, de formato elíptico-oblongo, com comprimento variando de 5-18 cm de comprimento e 3,5 a 6,5 cm de largura, com coloração variando de verde escura a verde amarelada e caem após a maturação (MANICA et al., 2001; GONZAGA NETO et al., 2001).

A inflorescência é do tipo dicásio, desenvolvendo-se no ramo de crescimento recente (ramo do ano). As flores são brancas ou ligeiramente rosadas, tetrâmeras ou pentâmeras, com 2-3 cm de diâmetro, hermafroditas e surgem em botões isolados ou em grupos de dois ou três botões, sempre na axila das folhas que brotam em ramos maduros de crescimento recente (MANICA et al., 2001). O processo de polinização vai da fecundação cruzada até a autopolinização, que é a principal forma (GONZAGA NETO et al., 2001).

O fruto é uma baga variando de forma arredondada a periforme ou globosa, com dimensões de 4 a 12 cm de comprimento e de 5 a 7 cm de largura, com coloração da casca variando de verde intensa quando jovem a amarelado quando maduro (MANICA et al., 2001). A coloração da polpa é variável, de acordo com a variedade, além de sabor, riqueza em nutrientes e elementos funcionais, podendo ser consumido 'in natura' ou nas formas de doces, geleias, compotas, sucos, dentre outras (CORRÊA, 2010).

As sementes são pequenas, muito duras, de coloração variando de esbranquiçada a quase marrom, de aspecto reniforme ou achatado, medindo de 3 a 5 mm de comprimento por 2 a 3 mm de largura (MANICA et al., 2001).

A goiabeira vegeta e produz bem, em uma grande faixa de altitudes, desde o nível do mar até 1.700 m de altitude, com umidade relativa favorável entre 50% e 80%. A temperatura ideal para vegetação e produção varia entre 25 e 30 °C, sendo que abaixo de 12°C a planta não vegeta, e, portanto, não emite inflorescência. É uma planta relativamente resistente à seca (PIO et al., 2014). Contudo, a quantidade de chuvas por ano não deve ser inferior a 600 mm, sendo que a faixa ideal é de 1000 a 1600 mm anuais, com boa distribuição ao longo do ano (GONZAGA NETO, 1990; MENDONÇA et al., 2011).

A planta tem melhor adaptação em solos areno-argilosos, profundos, drenados, com faixa de pH entre 5,5 a 6,8 (PIO et al., 2014).

3.1.1 Cultivar Paluma

É uma cultivar que foi obtida a partir da seleção de sementes de plantas de polinização aberta de *Ruby Supreme* pelo Prof. Dr. Fernando Mendes Pereira, UNESP/Jaboticabal/SP. Apresenta plantas com excelente produtividade (50 toneladas ha⁻¹), vigorosas, boa tolerância à doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.), e também à pragas. Possui frutos grandes (entre 140 a 250 g mesmo em plantas não desbastadas; podendo atingir até 510 g quando submetido a raleio intenso), formato piriforme, casca lisa, polpa vermelha e espessa e sabor agradável (MANICA et al., 2001). Os frutos são comercializados com finalidade de industrialização e consumo ‘in natura’ (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002).

Na fase inicial de crescimento, esta cultivar apresenta maior exigência de macronutrientes a partir dos 70 dias após o transplante quando propagadas por estacas herbáceas (FRANCO et al., 2007). A maior taxa de absorção dos macro e micronutrientes ocorre nos período de 75-90 dias após o transplante, sendo os macronutrientes absorvidos acumulados, preferencialmente, nos órgãos aéreos (folha e caule), enquanto os micronutrientes, em diferentes órgãos, em função da idade das plantas (PRADO; FRANCO, 2007). O acúmulo de macronutrientes pelas mudas de goiabeira da cultivar Paluma ocorre na seguinte ordem de: K: 726, N: 552, Ca: 293, S:73, P:64 e Mg: 39 mg planta⁻¹ (FRANCO et al., 2007).

Ultimamente tem sido desenvolvidos estudos, embora que escassos, avaliando a tolerância de porta-enxertos do genótipo Paluma à salinidade da água de irrigação, tanto na fase de germinação, quanto na fase de crescimento, onde tem-se constatado reduções

significativas na germinação de sementes e sob as variáveis morfofisiológicas (CAVALCANTE et al., 2005; CAVALCANTE et al., 2010).

3.2 Produção de mudas

A produção de mudas é uma das etapas fundamentais no processo de implantação de um pomar e pode ser determinante para o sucesso da cultura a ser implantada. As técnicas de produção devem atender às necessidades do produtor, levando-se em consideração a disponibilidade e a localização de áreas, o grau de tecnologia e os recursos financeiros disponíveis (BASTOS; RIBEIRO, 2011).

A qualidade da muda empregada na implantação dos pomares possui a mais alta relevância para a cultura da goiabeira (DIAS et al., 2014), pois, mudas de qualidade transplantadas para o local definitivo, resistem às condições adversas e apresentam um bom desenvolvimento em campo (WENDLING et al., 2006). Por isso, devem-se conhecer os métodos mais eficientes de propagação (MENDONÇA et al., 2011).

A propagação da goiabeira pode se dar tanto pela via sexual, mediante uso de sementes, processo também conhecido como gâmico, generativo ou reprodutivo (união de gametas), como pela via assexuada ou vegetativa através da multiplicação de células vegetativas, empregando os métodos da enxertia e do enraizamento adventício: estaquia e mergulhia (MANICA et al., 2001; MENDONÇA et al., 2011; BASTOS; RIBEIRO, 2011).

O uso de sementes para propagação da goiabeira, embora apresente maior facilidade e velocidade de obtenção das mudas (DIAS et al., 2014), é um processo que resulta em alta heterogeneidade de plantas no pomar (CALLOVY FILHO et al., 1995), com grande variação, quanto à forma, hábito de crescimento, estatura da planta, produtividade e características do fruto, constituindo um entrave para a valorização comercial desta cultura (DIAS et al., 2014). Por isso, tem sido utilizado apenas para formação de porta-enxertos para realização de enxertia por garfagem ou borbulhia e programas de melhoramento genético (MANICA et al., 2001; BASTOS; RIBEIRO, 2011).

Os métodos de propagação vegetativa por enxertia e a estaquia são os mais utilizados na fruticultura, por manter as características genéticas da planta-mãe, gerando maior uniformidade dos pomares, além do aumento de produtividade e qualidade dos frutos (PASQUAL et al., 2001; HARTMANN et al., 2002).

A enxertia em goiabeira por garfagem pode ser de fenda cheia, considerando que o porta-enxerto, no momento da enxertia, deve apresentar diâmetro entre 4 e 12 mm na altura de 8 a 10 cm do colo. Os garfos ou borbulhas devem ter o mesmo diâmetro do porta-enxerto e serem provenientes de ramos maduros (8 a 10 meses de idade) (CHAVES et al., 2000; BASTOS; RIBEIRO, 2011). Após a realização da enxertia, quando a muda atingir 40 a 50 cm de altura, geralmente entre o 18º ao 26º mês desde a semeadura do porta-enxerto, esta é aclimatizada e pode ser plantada em local definitivo (GONZAGA NETO; SOARES, 1994).

Na produção de mudas comerciais de goiabeira por estaquia, a estaca herbácea é a mais utilizada, devendo ser selecionada de plantas matrizes e retiradas de ramos do último fluxo vegetativo, ainda não lignificados com coloração verde e bastante angulares (MANICA et al., 2001). Devem apresentar dois nós, aproximadamente 12 cm de comprimento e dois pares de folhas cortadas ao meio. Na base da estaca é feito um corte em bisel para aumentar a área de enraizamento. Como as estacas são sensíveis à perda de água e ao ressecamento, devem ser colocadas em câmara de nebulização intermitente com temperatura e umidade controladas (BASTOS; RIBEIRO, 2011). Não há necessidade da aplicação de reguladores de crescimento. Após o enraizamento, que ocorre entre 55 a 75 dias após o plantio das estacas, faz-se a seleção das estacas com melhor desenvolvimento e formação de raízes (MANICA et al., 2001). Yamamoto et al. (2010) verificaram que o uso de ácido indolbutírico aumenta a porcentagem de enraizamento, o número, o comprimento e a massa seca de raízes em estacas herbáceas de goiabeira cv. 'Século XXI'.

As estacas herbáceas podem ser plantadas em bandejas, canteiros ou diretamente em sacos de polietileno, contendo como substrato vermiculita ou casca de arroz carbonizada, sendo que após o pegamento em bandejas e canteiros, serem transplantadas para sacos de polietileno (BASTOS; RIBEIRO, 2011). De maneira geral, recomenda-se, na produção de mudas de goiabeira uso de tubetes e sacos de polietileno (CHAVES et al.; 2000; OLIVEIRA, 2012). Para mudas em tubetes recomenda-se na composição de substratos solo hidromórfico, casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca, esterco bovino bem curtido, vermiculita e vermicomposto (CHAVES et al.; 2000, CORREIA et al., 2005). Na utilização de sacos de polietileno, pode ser utilizado solo hidromórfico, areia, húmus de minhoca e esterco bovino e ovino bem curtido (CHAVES et al.; 2000; OLIVEIRA, 2012; ZIETEMANN; ROBERTO, 2007).

3.3 Qualidade da água no semiárido

A água é um recurso essencial para vida, a saúde, os alimentos, o desenvolvimento econômico e o meio ambiente sustentável (ALMEIDA, 2010). Na atualidade, a situação da água é preocupante, não somente quanto à quantidade de recursos hídricos disponíveis, senão, também, quanto a sua qualidade (CORELLES et al., 2006 citado por ALMEIDA, 2010).

Na agricultura irrigada, quando se fala em qualidade de água, se tem certeza que se trata em termos de salinidade no sentido amplo (ALMEIDA, 2010), devido este parâmetro estar 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 (RIBEIRO, 2010; CARMO et al., 2011).

Em regiões áridas e semiáridas, a concentração salina nas águas pode atingir valores elevados, prejudicando o solo e as plantas. Atualmente, vastas áreas vêm sendo afetadas pela salinidade como resultado de ações antrópicas, tais como irrigações sem previsão de drenagem, lâmina insuficiente de irrigação, uso de água salina, ou mesmo a combinação destes fatores (FERREIRA et al., 2010).

No Nordeste do Brasil, o aumento da população e a pressão econômica pela produção de alimentos tem resultado no aumento de áreas de solos degradados por salinidade e sodicidade, em virtude da expansão das áreas irrigadas em terras marginais, do uso de água salina na irrigação, do manejo inadequado da água e do solo e da ausência de drenagem, gerando grandes prejuízos para a economia regional (RIBEIRO, 2010).

De acordo com Holanda et al. (2010), em torno de 30% das águas avaliadas em estados do Nordeste brasileiro que abrange a região semiárida são de baixa qualidade para irrigação, e que mesmo, áreas irrigadas com água de salinidade baixa a média nos perímetros irrigados do Nordeste, apresentam problema de acumulação de sais no solo, em consequência do manejo inadequado da irrigação.

Silva Júnior et al. (1999) avaliando a qualidade de águas do cristalino da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, concluíram que em geral são cloretadas sódicas, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem, com poucas restrições para o uso na irrigação. Moraes et al. (1998) citado por Holanda et al. (2010) observaram que 73,8% de águas da região semiárida são de salinidade média a baixa, entretanto, 60% apresentam perigo de toxidez de sódio ou cloreto.

Medeiros et al. (2003) verificaram que águas subterrâneas da chapada do Apodi nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará apresentavam níveis elevados de salinidade, altas concentrações de cloreto, baixa sodicidade e elevada alcalinidade. Da mesma forma, Andrade Junior et al. (2006) avaliando água de poços em municípios do Piauí, concluíram que, embora, parte possuíam água de boa qualidade para irrigação, os situados no embasamento cristalino do município de Simões apresentavam alta salinidade.

No tocante a concentração de principais sais, Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente, de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, na proporção de 7:2:1. Da mesma forma, Kovda (1973) citado por Silva Júnior et al. (1999) observou que os principais sais presentes nos solos e águas do semiárido nordestino são o cloreto de sódio (NaCl), o sulfato de magnésio (MgSO₄), o sulfato de sódio (Na₂SO₄), o cloreto de magnésio (MgCl₂) e o carbonato de sódio (Na₂CO₃).

Vale destacar que a qualidade da água de poços e açudes no Nordeste brasileiro varia no tempo e no espaço (SILVA JÚNIOR et al., 1999). Leprun (1983) notou que houve variação nas águas dos açudes da estação chuvosa para a seca, com aumento em valores percentuais de Na⁺ e Cl⁻, enquanto o Ca²⁺, K⁺, SO₄²⁻ e, principalmente, o HCO₃⁻, diminuíram, relativamente na estação seca.

Os sais presentes na água de irrigação são incorporados ao solo, e embora, parte seja eliminada por percolação, por meio de lâminas sucessivas de irrigação e chuvas, precipitações e pequena parte sejam absorvidas, outra parte fica acumulada no solo, promovendo situações drásticas ao solo e as plantas, isto, quanto superior ao limite de tolerâncias das culturas (DIAS et al., 2003).

Desse modo, devido à qualidade da água estar relacionada com a degradação de solos através dos processos salinização e sodificação, deve-se dar ênfase a estudos que busquem alternativas viáveis para viabilização do uso de águas salobras na irrigação, em regiões áridas e semiáridas.

3.4 Uso de água salina na irrigação

Em consequência da grande utilização de água na irrigação que corresponde a 73% do consumo mundial (SILVA et al., 2014) e da expansão de áreas irrigadas para atender a

demanda por alimentos da população crescente, vem aumentando, em todo o mundo, a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, priorizando o uso intensivo de água de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos (AYERS; WESTCOT, 1999).

O uso de água salina na irrigação deve ser considerado como uma fonte alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água. Entretanto, deve-se garantir o seu uso racional através de um manejo cuidadoso (RHOADES et al., 2000).

A utilização de água salina na irrigação aliada ao manejo irracional, como a drenagem deficiente para lixiviação dos sais, constitui um sério problema pelo acúmulo de excesso de sais no solo, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos (DIAS et al., 2003; DIAS; BLANCO, 2010).

No solo, os efeitos negativos da salinização são desestruturação causada, aumento da densidade aparente e da retenção de água no solo, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos, diminuição da porosidade e aeração (RHOADES et al., 2000), além da diminuição da fertilidade físico-química, caracterizado pela perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão (DIAS; BLANCO, 2010).

As alterações na estrutura do solo causada por excesso de íons específicos, como o sódio trocável, ocorrem pela interação eletroquímica existente entre os cátions e as argilas, o qual promove expansão das argilas quando úmidas e contração quando seca; na expansão exagerada ocorre fragmentação das partículas, causando dispersão das argilas, provocando compactação e entupimento de poros, seguido de problemas na permeabilidade, ocasionando encharcamento na superfície do solo, impedimento da germinação das sementes, crescimento das plantas e desenvolvimento radicular (DIAS et al., 2003)

Os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais são: seca fisiológica, proveniente da diminuição do potencial osmótico, desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e efeito tóxico de íons, particularmente o cloro e sódio (SANTANA et al., 2003).

Deve-se salientar que antes da utilização de água na irrigação, deve-se realizar análise para avaliação da qualidade, uma vez que a adequação de águas de qualidade inferior para serem utilizadas na irrigação, não depende unicamente da concentração total, mas também dos tipos de sais (AYERS; WESTCOT, 1999).

As águas que se destinam a irrigação devem ser analisadas, principalmente em três aspectos: salinidade em sentido restrito, sodicidade e toxidade. O critério de salinidade avalia o risco de que a água ocasione altas concentrações de sais, promovendo efeito osmótico e

diminuição no rendimento dos cultivos; o critério de sodicidade analisa o risco de que se induza uma elevada concentração de sódio trocável, com deterioração da estrutura do solo; e o critério de toxicidade estuda os problemas que podem criar determinados tipos de íons como o sódio, o cloreto e boro acumulados no tecido das plantas (ALMEIDA, 2010; HOLANDA et al., 2010).

Embora o uso de água salina na irrigação possa salinizar o solo e comprometer o crescimento, desenvolvimento das plantas e a produtividade de sistemas agrícolas, existem amplas evidências em todo o mundo, de que águas salinas, classificadas como inadequadas para irrigação, podem ser usadas na irrigação de várias culturas selecionadas sob certas condições (RHOADES et al., 2000).

3.4.1 Salinidade em mudas de goiabeira

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação em vários genótipos de mudas de goiabeira, onde tem sido constatado, que a cultura sofre efeitos negativos em seu crescimento e desenvolvimento pelo aumento do estresse salino.

Cavalcante et al. (2010), avaliando mudas de goiabeira Paluma aos 70 dias após a semeadura, verificaram que o aumento da salinidade na água de irrigação nos níveis de Condutividade elétrica da água (CEa) de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ds m^{-1} , refletiu em declínio no crescimento das plantas em altura, diâmetro caulinar, área foliar, crescimento de raízes e produção de biomassa pelas goiabeiras.

Gurgel et al. (2007), estudando efeitos da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira das cultivares Rica e Ogawa, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; e 4,5 dS m^{-1} , concluíram que o incremento da salinidade da água afetou o crescimento das cultivares em número de folhas, área foliar, diâmetro de caule e altura de planta e fitomassa seca, sendo mais afetados na cultivar Ogawa, enquanto na cv. Rica, o mais afetado foi o sistema radicular. No nível mais alto da salinidade (4,5 dS m^{-1}) ocorreu redução relativa na fitomassa seca em 77,4% na cv. Ogawa e 63,5% na cv. Rica. A área foliar teve efeito linear, com redução de 18,4 % e 17,2% e por aumento unitário da CEa, respectivamente, para as cultivares Ogawa e Rica.

Da mesma forma, Cavalcante et al. (2005), avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação, através dos níveis de condutividade elétrica (CEa) de 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ sobre a germinação de sementes, crescimento em altura, diâmetro do caule, área foliar e fitomassa das raízes, caules e folhas das plantas das cultivares de goiabeira Pentecoste, Paluma, Surubim e IPA B-38. Foi observado que a salinidade da água inibiu todas as variáveis. Após a germinação, as plântulas não sobreviveram aos efeitos salinos das águas de condutividade elétrica CEa 4,5 e 6,0 dS m⁻¹. Aos 180 dias, após a semeadura não se obtiveram mudas com qualidade agrônômica nos tratamentos irrigados com água de salinidade superior a 1,5 dS m⁻¹.

Távora et al. (2001), analisando os efeitos do estresse salino sobre o crescimento e as relações hídricas de mudas de goiabeira, variedade “Rica”, em solução nutritiva, observaram que o incremento dos níveis salinos de condutividades elétricas (CE) de 1,6; 4,5; 7,1; 9,7; 11,3; 13,9 e 16,2 dS m⁻¹, promoveram decréscimo nas variáveis de crescimento e fisiológicas. Plantas jovens de goiabeira se demonstraram sensíveis à salinidade, com uma salinidade limiar do extrato de saturação do solo de 1,2 dS m⁻¹. A área foliar foi a variável mais afetada, com redução de 92%, enquanto que a taxa de sobrevivência teve redução em 75% aos 50 dias sob estresse salino, ao nível de 16,2 dS m⁻¹.

Em trabalho desenvolvido por Ferreira et al. (2001), avaliando a distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira, variedade “Rica”, submetida ao estresse com CE de 1,6; 4,5; 7,1; 9,7; 11,3; 13,9 e 16,2 dS m⁻¹, concluíram que plantas sob estresse salino aos 30 e 50 aplicados após 30 dias do cultivo em solução nutritiva normal, obtiveram redução da matéria seca total, e da relação parte aérea/raiz. O estresse causou aumento nos níveis de Na⁺ e Cl⁻, com maior acúmulo nas folhas, seguido das raízes. Os teores de Ca²⁺ foram estáveis nas raízes, mas decresceram no caule e folhas. Já os teores de K⁺ foram reduzidos, particularmente nas folhas. Ao contrário, os teores de Mg²⁺ não foram afetados pela salinidade no caule e nas raízes, havendo, entretanto, redução nas folhas.

3.5 Efeito da salinidade sobre as plantas

3.5.1 Efeito osmótico

Embora a salinidade exerça processos complexos sobre os vegetais, pode-se dizer que os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água pela planta, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2003; DIAS; BLANCO, 2010).

O efeito osmótico provocado pelas elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo afeta as relações hídricas, reduzindo a absorção de água pela planta, e consequentemente, o movimento de nutrientes através das membranas das raízes para o interior da célula (RIOS, 2004; ALVES et al., 2011).

A presença de sais na solução do solo aumenta as forças de retenção de água no solo por efeito osmótico, elevando à magnitude de escassez de água na planta, devido às forças de embebição das raízes se tornarem inferiores as forças com que a água é retida no solo. O aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em consequência, a planta não irá absorver água, e consequentemente nutrientes, sendo este processo também denominado de seca fisiológica. Dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá perder a água que se encontra no interior das raízes, devido perda de água da célula para solução concentrada no solo através do processo conhecido por plasmólise (DIAS; BLANCO, 2010).

O componente osmótico do estresse salino, ou seja, a menor disponibilidade de água para a planta, não confere diretamente danos à membrana plasmática, e sim, o efeito tóxico de íons específicos (MANSOUR, 1995). Contudo, as taxas de alongação e divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular que está em função do balanço osmótico; desta forma, este componente é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino e qualquer falha neste balanço resultará em injúrias semelhantes à da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, por causar aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar

os ajustes bioquímicos necessários para sobreviver em condições de estresse (ASHRAF; HARRIS, 2004).

A salinidade reduz a disponibilidade de água no solo afetando o potencial osmótico, no entanto, nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo nível de salinidade, pois algumas são mais tolerantes que outras e podem extrair água com mais facilidade (DIAS et al., 2003).

Plantas tolerantes a salinidade, como no caso das halófitas, apresentam capacidade de realizar ajuste osmótico mesmo em condições de baixos potenciais de água no solo pelo acúmulo de íons salinos absorvidos no vacúolo das células foliares, mantendo a concentração salina no interior da célula em níveis baixos, sem que haja interferência na hidratação das proteínas e nos mecanismos enzimáticos e metabólicos da planta, assim, permanecendo uma gradiente favorável para absorção de água pelas raízes (SILVA et al., 2000; DIAS et al., 2003; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

As plantas sensíveis à salinidade (glicófitas) geralmente tendem a tentar excluir os sais na absorção da solução do solo, no entanto, não são capazes de realizar o ajuste osmótico necessário, sofrendo com decréscimo de turgor, levando as plantas a estresse hídrico, por osmose (DIAS; BLANCO, 2010).

3.5.2 Efeito tóxico

Os efeitos deletérios da salinidade referem-se essencialmente à ação dos efeitos tóxicos dos íons (MANSOUR, 1995). Esses efeitos ocorrem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente, na bordadura e no ápice das folhas, onde a planta mais transpira, havendo, nessas regiões, acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de sais (DIAS; BLANCO, 2010).

Normalmente, a toxidade é provocada pelos íons cloreto, sódio e boro, sendo a toxidade mais frequente provocada pelo cloreto, seguida do sódio e do boro, contudo, a toxidez provocada pelos íons sódio e cloreto são os mais evidentes em solos salinos (AYERS; WESTCOT, 1999). Estes íons quando absorvidos entram no fluxo de transpiração e,

eventualmente, causam injúrias nas folhas, reduzindo o crescimento ou influenciando negativamente na absorção de elementos essenciais (MUNNS, 2005).

Os sintomas de toxidez por íons específicos nas folhas das plantas são relatados por Dias e Blanco (2010): 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 estendo pelas áreas internevais até o centro da folhas.

A clorose e queima das folhas devido à toxicidade da salinidade pode ser em decorrência de alterações no balanço hormonal, redução generalizada da atividade metabólica da planta e da perda da turgescência das células guarda (FERREIRA et al., 2001). Para Fernandes et al. (2002), os sintomas de fitotoxidez são devidos aos desequilíbrios nutricionais no citoplasma, ocorrendo redução da translocação de citocinina para as folhas com consequente aumento do conteúdo de ácido abscísico.

A concentração elevada de Cl^- no meio de crescimento, por sua vez, pode interferir na absorção de NO_3^- e na osmorregulação (WHITE; BROADLEY, 2001). Além disso, o aumento da concentração de Na^+ nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K^+ , como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons; desse modo, a toxicidade iônica pode ser evidenciada por alterações nas razões K^+/Na^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ e $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ dos tecidos, provocando desde reduções no desenvolvimento até morte das plantas (APSE; BLUMWALD, 2007).

As alterações na membrana podem ocorrer, também, devido ao contato com o íon Na^+ , o que causa sua despolarização, podendo conduzir à interrupção dos mecanismos de absorção iônica e seletividade (GREENWAY; MUNNS, 1980).

A capacidade que uma determinada espécie de planta tem de manter uma relação Na^+/K^+ relativamente baixa no citoplasma e a habilidade de transportar os íons Na^+ e Cl^- para longe dos sítios do metabolismo primário (folhas) são duas condições críticas para que ocorra o crescimento da planta em condições salinas (TESTER; DAVENPORT, 2003), sendo este considerado um mecanismo de tolerância das plantas a salinidade.

3.5.3 Efeito Indireto

Esses efeitos acontecem quando as altas concentrações de sódio ou outros cátions na solução interferem nas condições físicas do solo ou na disponibilidade de alguns elementos, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente (DIAS et al., 2003).

O excesso de sódio trocável no solo pode promover efeito indireto sobre as plantas por provocar condições físicas desfavoráveis ao solo para crescimento e desenvolvimento, sobretudo para o desenvolvimento do sistema radicular (DIAS; BLANCO, 2010).

Quando as plantas são expostas à salinidade, o equilíbrio na absorção e transporte de íons Na^+ e Cl^- e de outros nutrientes minerais essenciais é interrompido (MARSCHNER, 1990) ocasionando o desequilíbrio nutricional pelo efeito indireto. O excesso de sódio e cloro na solução do solo provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de nutrientes, como o cálcio, magnésio, potássio, fosforo e nitrato na planta (VIANA et al., 2001). O desequilíbrio nutricional é um dos fatores mais agravantes relativo ao estresse salino, evidenciado por reduções nos teores de K, Ca e Mg na matéria seca das raízes, caule e folhas (TÁVORA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2005).

Há situações em que o efeito osmótico dos sais no solo não se torna evidente, sobretudo, a concentração de diversos íons pode provocar interferências indiretas, ocasionado o desequilíbrio nutricional nas plantas, assim, afetando negativamente o processo metabólico (CRUCIANI, 1987) devido a perda de eficiência nos mecanismos de absorção, transportar e utilização dos nutrientes minerais (GRATTAN; GRIEVE, 1999).

3.6 Tolerância das plantas à salinidade

A tolerância de uma cultura à salinidade é a capacidade que a mesma tem de suportar os efeitos do excesso de sais de sais na zona radicular, assim, atingindo seu desenvolvimento e completando seu ciclo de vida (GREENWAY; MUNNS, 1980; DIAS et al., 2003). O limite de tolerância depende da concentração do sal em solução, do tempo de exposição, do estágio de desenvolvimento das plantas (AYERS; WESTCOT, 1991), bem como da variabilidade genética (SHANNON; GRIEVE, 1998).

Nem todas as culturas respondem igualmente a salinidade, com nível o de tolerância podendo variar entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie, visto que algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, muitas das vezes, em consequência da melhor capacidade de adaptação osmótica, sendo capazes de absorver e acumular íons e utilizá-los na síntese de compostos orgânicos, permitindo-lhes absorver, mesmo em meio salino, maior quantidade de água (AYERS; WESTCOT, 1999; DIAS et al., 2003).

Além disso, diversos efeitos complexos se manifestam nas plantas sob estresse salino, promovendo reduções no crescimento e desenvolvimento por ter processos afetados na homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (ZHU, 2001; MUNNS, 2002), os quais influenciam diretamente sob as respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas (GURGEL et al., 2008). Contudo, plantas que conseguem amenizar os efeitos nestes processos podem ser caracterizadas como as mais tolerantes à salinidade.

Sob condições de estresse salino rompe-se a homeostase hídrica e iônica. Essa quebra da homeostase ocorre tanto ao nível celular como na planta inteira, acarretando danos moleculares, suspensão do crescimento ou a morte da planta (WILLADINO; CAMARA, 2010). Para que as plantas tolerem essas condições, devem-se promover interconexão de três importantes aspectos das atividades metabólicas, que levam a evitar ou aliviar os danos causados pelo estresse (exclusão iônica); restabelecer as condições homeostáticas (iônica e osmótica) e retomar o crescimento, ainda que a uma taxa reduzida (ZHU, 2001).

Para avaliação da tolerância das culturas a salinidade pode ser englobada três critérios: 1) capacidade das plantas sobreviver em solo salino; 2) rendimento da planta em meio salino (produção satisfatória) e 3) produção relativa. Contudo, em termos de produção relativa, nem sempre uma variedade tolerante à salinidade é a mais produtiva, pois, este critério avalia o decréscimo percentual de produtividade, sendo que avaliando duas cultivares em mesmo nível salino, pode dizer aquela que embora apresente menor produtividade, mas que tenha apresentado menor decréscimo percentual pelo incremento de nível salino, é a cultivar mais tolerante (DIAS et al., 2003).

Além dos componentes de produção, o crescimento vegetativo e a produção de biomassa produzida diminui linearmente com aumento da salinidade acima da salinidade limiar, podendo estes também ser componente de avaliação da tolerância à salinidade (MUNNS, 2002; DIAS et al., 2003), tendo maior importância, principalmente, na fase de produção de mudas, onde é impossível a obtenção de dados de produtividade.

A tolerância das culturas é convenientemente expressa em termos da salinidade média da zona radicular, que é o nível de salinidade máximo em que a produção não é reduzida, denominada salinidade limiar (SL), normalmente expressão em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), sendo que neste nível de salinidade o rendimento das culturas é 100% (AYERS; WESTCOT, 1999).

De acordo com Maas (1984), as tolerâncias relativas das culturas são classificadas da seguinte forma: sensíveis (Salinidade Limiar $<1,3 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente sensíveis ($1,3 < \text{Salinidade Limiar} < 3,0 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente tolerantes ($3,0 < \text{Salinidade Limiar} < 6,0 \text{ dS m}^{-1}$); tolerantes ($6,0 < \text{Salinidade Limiar} < 10,0 \text{ dS m}^{-1}$); não adequados para a maioria das culturas (Salinidade Limiar $> 10 \text{ dS m}^{-1}$). Távora et al. (2001) verificaram que a goiabeira na fase inicial de crescimento pode ser classificada como sensível à salinidade, com a salinidade limiar no extrato de saturação do solo (CEes) de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$.

Em termos de diversidade na tolerância à salinidade, as plantas podem ser classificadas como halófitas e glicófitas (WILLADINO; CAMARA, 2010). As halófitas são aquelas que podem tolerar elevadas concentrações salinas na rizosfera sem afetar seu crescimento (FLOWERS et al., 1977). Estas plantas possuem a capacidade de crescer em ambiente com concentração salina que varia de 50 a 500 Mm e potencial que oscila entre -1,0 e -2,5 MPa e, em condições extremas, a -5,0 Mpa (WILLADINO; CAMARA, 2004). Apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ e Cl^- em estruturas morfológicas como glândulas secretoras, pelos vesiculares e abscisão de folhas velhas (FERNANDES et al., 2010). As glicófitas são a maioria das plantas cultivadas, inclusive a goiabeira, que são incapazes de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas, sofrendo decréscimos de turgor e redução no crescimento quando a salinidade supera 10 Mm (WILLADINO; CAMARA, 2004).

3.6.1 Mecanismos de tolerância

No intuito de amenizar os efeitos negativos dos sais nas atividades metabólicas, as plantas desenvolvem uma série de mecanismos diferenciados de tolerância entre as distintas espécies (DIAS; BLANCO, 2010).

Um dos mecanismos de tolerância à salinidade é o ajustamento osmótico que consiste na capacidade das plantas em acumular íons no vacúolo e, ou, solutos orgânicos de baixo peso

molecular no citoplasma, conhecidos como osmólitos compatíveis ou osmoprotetores, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (HOPKINS, 1999). Estas substâncias são compatíveis com enzimas e os metabólitos ali presentes (LAUCHI; EPSTEIN, 1984), e dentre os principais grupos de solutos compatíveis destacam-se: os aminoácidos (como a prolina), compostos amônio-quaternários (glicina betaína, manitol, açúcares solúveis (frutose, sacarose, trealose, rafinose) ou polimérico (frutanas), poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) (HASEGAWA et al., 2000), além de enzimas que eliminam os radicais livres, e proteínas que protegem outras proteínas (MUNNS, 2005).

O ajustamento osmótico pode contribuir para manutenção dos processos fisiológicos, tais como abertura estomática, fotossíntese e expansão celular (SERRAJ; SINCLAIR, 2002). Em termos de consumo energético, o uso de íons inorgânicos (principalmente Na^+ e Cl^-) para o ajuste é menos dispendioso em relação à síntese de solutos de solutos (CHINNUSAMY et al., 2005), devido este processo desviar substratos energéticos de outras vias metabólicas para o crescimento das plantas, como síntese de proteínas e parede celular (MUNNS, 2005).

Outro mecanismo de tolerância à salinidade é exclusão e a compartimentação de sais o que se qualifica essencial para a homeostase dos íons Na^+ e K^+ (SILVEIRA et al., 2010). A nível celular deve ser evitado o acúmulo de sal no citosol, onde se encontra o aparato metabólico sensível, para assim evitar a inibição de um grande número de enzimas, tanto em glicófitas como em halófitas (MUNNS, 1993). Desse modo, três mecanismos estão disponíveis em plantas para prevenir o acúmulo excessivo de Na^+ no citosol. No primeiro, a entrada de Na^+ é restringida pela seletividade na absorção de íons. O segundo refere-se à compartimentalização de Na^+ no vacúolo e, no terceiro, o Na^+ presente no citosol é exportado para o espaço apoplástico ou para o solo/substrato (WILLADINO; CAMARA, 2010). Este mecanismo de compartimentalização de Na^+ no vacúolo ou a exclusão para o meio externo celular ocorre através de proteínas antiporte Na^+/H^+ , sendo aplicada uma força eletromotriz gerada pelas bombas de hidrogênio (H^+ -ATPase ou H^+ -PPiase) (SILVEIRA et al., 2010).

A percepção das mudanças ambientais e subsequente adaptação das plantas a salinidade seguem complexas vias de transdução de sinal (VINOCUR; ALTMAN, 2005), envolvendo uma série de reações bioquímicas reguladas por genes específicos que transmitem sinais as células, os quais ativaram os mecanismos de respostas adaptativa da planta (DIAS; BLANCO, 2010).

As vias de sinalização celular iniciam-se quando um receptor, localizado na plasmalema, detecta o estresse, e transmite o sinal através de um grande número de componentes intracelulares localizados a jusante, tais como proteínas, lipídios, hormônios

vegetais, cálcio, espécies reativas de oxigênio (EROS), fosfatos e inositol (MAHAJAN; TUTEJA, 2005). Esses mensageiros considerados secundários podem alterar as concentrações intracelulares de cálcio, iniciando várias fosforilações de proteínas que resultam na síntese proteica diretamente envolvidas na proteção celular, ou em fatores de transcrição que controlam grupos específicos de genes reguladores de estresse, os quais emitem produtos que participam da geração de moléculas reguladoras como o ácido abscísico, etileno e ácido salicílico (XIONG et al., 2002). Uns desses genes são o SOS1 e o *atNHX1*, altamente sensíveis ao sódio e responsável pelo fluxo Na^+/K^+ que ocorre pela membrana celular através de um processo antiporte, regulando a concentração de Na^+ no interior das células (SHI et al., 2000; SHI; ZHU, 2002)

Outro mecanismo chave que contribui para expressar a maior tolerância das plantas à salinidade é a habilidade de genótipos de plantas ao manter altos teores de K, Ca e NO e baixos níveis de Na e Cl dentro do tecido (DIAS; BLANCO, 2010). Este fenômeno mantém altas relações de K/Na, Ca/Na e NO/Cl⁻ nos tecidos, principalmente nas folhas, os quais mantem as plantas mais tolerantes a salinidade (KAFKAFI, 1984). Para Cuartero e Muñoz (1999), a aplicação de fertilizantes em quantidades maior que a recomendada poderia ser um mecanismo alternativo para induzir maior tolerância das plantas à salinidade moderada, pois, haveria maior absorção de nutrientes, assim aumentado às relações K/Na, Ca/Na e NO/Cl nas plantas.

Além da atuação desses mecanismos, as respostas das plantas à salinidade são muitas vezes acompanhadas por alterações morfológicas e anatômicas (TAIZ; ZEIGER, 2013), destacando-se fechamento de estômatos, redução do número de folhas e da área foliar, diminuindo, assim, sua superfície transpirante, como alternativa para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração (SIQUEIRA et al., 2005), aumento da espessura do mesófilo foliar devido ao aumento no número e comprimento das células paliçádicas e no número de camadas de células paliçádicas e esponjosas, aumento de camada de cera sobre as folhas (PARIDA; DAS, 2005) e aumento da suberização das células endodérmicas radiculares e formação das estrias de Caspary, como forma de reduzir o transporte de Na^+ pela via apoplástica (OLIVEIRA et al., 2010).

As plantas também podem evitar o acúmulo excessivo de sais, no organismo como todo, através da retenção íons nas raízes, na parte superior do caule, no pedúnculo da flor e no pecíolo da folha, reduzindo a quantidade destes que chegam às folhas e aos frutos jovens (LACERDA et al., 2001). Também podem excluir pelos vesiculares, que são células epidérmicas modificadas, que geralmente acumulam sais no protoplasto e morrem, e realizar a

abscisão de folhas velhas que acumulam quantidades consideráveis de sal (WILLADINO; CÂMARA, 2005).

É de fundamental importância o conhecimento a respeito da tolerância das plantas à salinidade e seus mecanismos. Pois, vale salientar que a solução de grande parte dos problemas da salinidade na produção agrícola depende da compreensão do nível de tolerância e dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas cultivadas sob essas condições (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010). Toda via, que estes conhecimentos podem ser úteis no melhoramento e seleção de plantas tolerantes e na adoção de tecnologias que possam amenizar os efeitos deletérios dos sais nas plantas cultivadas. Permitindo, assim, maior uso das águas de qualidade inferior e aumento da faixa aceitável das águas salinas para irrigação (DIAS et al., 2003).

3.7 Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral

A salinidade afeta a nutrição mineral das culturas reduzindo a atividade dos íons em solução, acarretando a desordens nutricionais pela alteração nos processos de disponibilidade, absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (SANTOS et al., 2010; SOUSA et al., 2007).

Elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico diminui a disponibilidade de água e nutrientes às plantas, induzindo a deficiência de nutrientes e problemas de toxidez (ALVES et al., 2011).

Para Yahya (1998), os efeitos sobre a nutrição mineral são decorrentes, principalmente, da toxicidade de íons, por causa da absorção excessiva de Na e Cl, e do desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição dos nutrientes. Contudo, a relação entre salinidade e nutrição mineral de plantas torna-se muito complexa, em virtude das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos (água e solo) aos quais as plantas são submetidas, e das diferentes respostas das plantas, tanto em relação à salinidade como em relação à eficiência na aquisição de minerais do solo (LACERDA, 2005). Além de outros fatores, como a cultivar, a intensidade e duração do estresse salino, o teor de água no solo e o estágio de desenvolvimento da planta (CRAMER et al., 1994).

Em condições salinas, a predominância de determinados elementos minerais no ambiente radicular afeta, direta ou indiretamente a aquisição de minerais essenciais, podendo acarretar redução no crescimento e alterações na qualidade do produto vegetal (GRATTAN; GRIEVE, 1999).

Quando há saturação no solo por teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH do solo pode alcançar valores elevados e, nesse caso, há a diminuição da disponibilidade de zinco, cobre, manganês, ferro e boro, podendo ocorrer deficiência nas plantas cultivadas, principalmente em pequenas quantidades. Portanto, o crescimento das espécies cultivadas não é diretamente influenciado pelo carbonato de sódio, mas, indiretamente, pelo seu efeito sobre o pH do solo (DIAS et al., 2003; DIAS; BLANCO, 2010).

Outro mecanismo de interação natural entre salinidade e nutrientes ocorre nos sítios de absorção, onde há competição entre nitrato e cloro, enquanto o excesso de amônio reduz a absorção de cálcio e magnésio (KAFKAFI, 1987), induzindo redução destes elementos na planta, pelo qual diminui a permeabilidade seletiva da membrana radicular, provocando aumento na absorção de cloreto quando o mesmo se encontra em concentração elevada no meio (KAFKAFI, 1984; AMOR et al., 2000).

A presença de sais de sódio também tende a restringir a taxa de mineralização do nitrogênio (N), uma vez que, com o aumento de sua concentração no solo, em geral a mineralização do N orgânico é reduzido, afetando o crescimento da planta indiretamente, pela redução de N disponível e não pelo excesso de sódio (DIAS et al., 2003).

Apesar do efeito da salinidade sobre a nutrição mineral das plantas constituírem um processo complexo, acredita-se que o nitrogênio reduz os efeitos prejudiciais em certa extensão de salinidade do solo, devido ao nitrato que reduz a absorção e acumulação de Cl nas plantas; por isso, nessas condições, o suprimento de N deficiente deve ser suplementado através de fertilizantes nitrogenados, como no caso da ureia (SANTOS et al., 2010), assim, reduzindo efeito do estresse salino nas plantas (CUARTERO; MUÑOZ, 1999). Contudo, é importante ter em mente que, para obtenção de maior resposta dos fertilizantes é necessário o uso de técnicas auxiliares, como a correção das propriedades físicas, para solos sódicos, e a lixiviação do excesso de sais, para solos salinos (SANTOS et al., 2010).

3.8 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é um dos nutrientes que possuem um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, e seu uso pela adubação nitrogenada, além de promover o crescimento e incrementar ganhos de produtividade (DIAS et al., 2012), pode também reduzir os efeitos da salinidade nas espécies vegetais (FLORES et al., 2001). 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, clorofila, ácidos nucleicos (FLORES et al., 2002; ALVES et al., 2012), e outras importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH e inúmeras enzimas (HARPER, 1994). Estes compostos orgânicos podem elevar a capacidade de ajustamento das plantas à salinidade, impondo maior resistência ao estresse salino (SILVA et al., 2008).

O N está disponível no solo 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 assimilação do N nas plantas compreende os processos de redução do nitrato a amônio e a incorporação do amônio em aminoácidos para formação de proteínas (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Estas participam como enzimas nos processos metabólicos das plantas exercendo assim, uma função mais funcional do que estrutural (RAIJ, 1991).

A passagem de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) através da membrana plasmática (plasmalema) das células da epiderme e do córtex da raiz ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio. Quando a entrada na célula ocorre na forma de NO_3^- , o mesmo pode ser reduzido a NO_2^- por enzimas específicas, no citosol, e, logo a seguir, convertido NH_4^+ no plastídio, o qual é incorporado em aminoácidos, formando glutamina (GLN), glutamato (GLU), outros aminoácidos e seus metabólitos. Alternativamente, o NO_3^- e o NH_4^+ pode ser armazenado no vacúolo, para posteriormente serem reduzidos no citosol da mesma célula ou serem translocados inalterados para a parte aérea da planta (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Vale ressaltar que, tanto o excesso como o déficit de nitrogênio, podem ser prejudiciais as plantas. O excesso causa maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular deixando a planta mais suscetível à deficiência hídrica e de nutrientes, principalmente fósforo (P) e potássio (K^+), e ainda, reduzir a fotossíntese por aumento no autossombreamento e aumentar a suscetibilidade a doenças (ENGELS; MARSCHNER, 1995). Com a deficiência há redução no crescimento, com formação de ramos finos e em menor número e com tendência ao crescimento vertical; folhas em menor número, redução da área foliar; clorose generalizada e queda prematura das folhas (MALAVOLTA et al., 1997).

Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Seja na forma nítrica (NO_3), amoniacal (NH_4) ou gasosa (N_2), o nitrogênio corresponde em torno de 80% do nutriente mineral absorvido pelas plantas (SANTOS et al., 2010).

Para Bataglia et al. (2004), a adubação nitrogenada pode exercer uma importante função não somente por causa da concentração de metabólitos nitrogenados, mas também pela sua importância na incorporação de assimilados através do aumento da capacidade fotossintética das plantas. Para tanto, é importante que a quantidade de N por aplicar nas culturas seja a mais exata possível, minimizando tanto os excessos, que prejudicam a qualidade ambiental e oneram o produtor, quanto aos déficits, que comprometem o rendimento das culturas (AMADO et al., 2002).

O nitrogênio tem sido o nutriente que as plantas tem mais respondido, como no caso da goiabeira (FRANCO et al., 2007), embora que sejam escassos trabalhos avaliando o efeito da adubação nitrogenada na fase de produção de mudas da cultura. Dias et al. (2012) estudando o efeito da adubação com nitrogênio nas doses de 0, 552, 828 e 1.104 $mg\ dm^{-3}$, e potássio até a dose de 1.452 $mg\ dm^{-3}$ em mudas de goiabeira, observaram que apenas as doses de nitrogênio promoveram efeito significativo na altura, diâmetro do caule, número de folhas, índice SPAD, massa seca de folhas, caule, total, índice de qualidade de Dickson (IQD) e acúmulo de N. Entretanto, todas as variáveis, com exceção do acúmulo de N, sofreram efeito depressivo a partir da dose de nitrogênio aplicada a aproximadamente 800 $mg\ dm^{-3}$.

Franco et al. (2007) verificaram que a dose mais indicada de nitrogênio para mudas de goiabeira Paluma e Século XXI propagadas por estacas herbáceas em condições de hidroponia é de 552 $mg\ dm^{-3}$. Para os autores, o acúmulo médio de nitrogênio nas mudas, assim como para os demais macronutrientes está concentrado 70 % nas folhas, cerca de 20 % no caule e 10 % nas raízes. O acúmulo médio de nitrogênio de ambas as cultivares foi

superior ao acúmulo de cálcio, enxofre, fósforo e magnésio, demonstrando a importância da adubação nitrogenada nas mudas.

Conforme verificado no item 3.4.1, há estudos avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação em mudas de goiabeira. Como também, observam-se alguns trabalhos verificando a influência da adubação nitrogenada em mudas de goiabeira. Contudo, não se encontra relatos sobre a interação entre estes dois fenômenos na produção de porta-enxertos de goiabeira. Apesar do uso da adubação nitrogenada ser considerado uma alternativa para se reduzir o efeito da salinidade sobre as culturas (KAFKAFI, 1984; FLORES et al., 2001).

O efeito mitigador da adubação nitrogenada em plantas sob estresse salino já foi verificado em algumas espécies vegetais. Soares et al. (2012), concluíram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio de 50 a 150% de N da recomendada reduziu o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o diâmetro de caule e fitomassa seca da parte aérea da mamoneira cv. BRS Energia, entre os níveis de 0,4 a 4,5 ds m⁻¹

Da mesma forma, Oliveira, F. A. et al. (2010) verificaram que o uso da adubação nitrogenada através da ureia promoveu resposta positiva na altura de plantas de girassol até a salinidade da água de irrigação de 1,84 dS m⁻¹.

Blanco et al. (2008), estudando as doses de 7,5; 15,0 e 22,5 g de N por planta no tomateiro híbrido Facundo, irrigado com água de condutividade elétrica de 9,5 dS m⁻¹, verificaram redução no teor de Cl/N nas plantas com as doses de N, sugerindo que o aumento na adubação nitrogenada pode ser benéfico para o tomateiro sob condições de salinidade moderada.

No tocante ao uso do nitrato de potássio como fonte de adubação nitrogenada, Andrade Júnior et al. (2011), verificaram que o fornecimento de N foi eficiente na redução do efeito prejudicial causado pela salinidade da água de irrigação (5,0 dS m⁻¹) no melão 'Hales Best Jumbo'.

Diante disso, cabe a necessidade da avaliação da interação destes fenômenos na cultura da goiabeira, no intuito de atenuar os efeitos negativos dos sais na fase de produção de porta-enxertos da espécie, assim, podendo torna-se uma alternativa para viabilização do uso de água salina nesta atividade, principalmente, em regiões que apresentam água de baixa qualidade para irrigação, como no caso do semiárido do Nordeste do Brasil.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227 p.

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.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p. 602-608, 2011.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.26, 241-248, 2002.

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

ANDRADE JUNIOR, A. S; SILVA, Ê. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso da qualidade da água subterrânea para irrigação no Semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.873-880, 2006.

ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 110-119, 2011.

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Na^+ transport in plants. **FEBS Letters**, v.581, n.12, p.2247-2254, 2007.

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p.

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

BASTOS, D. C.; RIBEIRO, J. M.; **Produção de Mudanças de Goiabeira**. Petrolina: EMBRAPA. 2011, 3 p. (comunicado técnico, 148).

BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A, SANTOS, W.; ABREU, M. F. Diagnose nutricional do cafeeiro pelo DRIS variando-se a constante de sensibilidade dos nutrientes de acordo com a intensidade e frequência de resposta na produção. **Bragantia**, v.63, n.2; p.253-263, 2004.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26–33, 2008.

BRITO, M. E. B. **Tolerância de porta-enxertos de cítricos à salinidade**. 2007, 106 f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina grande, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CALLOVY FILHO, C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L..) pelo método de mergulhia de cepa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n.2, p. 112-114, 1995.

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.

CAVALCANTE, L. F. CAVALCANTE, Í. H. L.; PEREIRA, K. S. N.; OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S. C.; ARAÚJO, F. A. R. 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, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; HU, Y.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Water salinity and initial development of four guava (*Psidium guajava* L.) cultivar in north-eastern Brazil. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 15, p. 71-80, 2007.

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

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; DE OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S C.; DE ARAÚJO, F A. R. 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.

CHAVES, J. C. M. CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CORREIA, D.; SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Normas de produção de mudas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 37p. (Documentos, 41).

CHINNUSAMI, V.; JAGENDORF, A.; ZHU, J. -K. Understanding and improvind salt tolerance in plants. **Crop Science**, v.45, p.437-448, 2005.

CORRÊA, L. C. **Similaridade genética em acessos de goiabeiras e araçazeiros: Análises químicas e bioquímicas dos frutos**. 2010. 102f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP, 2010.

CORREIA, D.; RIBEIRO, E. M.; LOPES, L. S. L.; ROSSETTI, A. G.; MARCO, C. A. Efeito de substratos na formação de porta-enxertos de *psidium guajava* L. cv. ogawa em tubete. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 88-91, 2005.

CRAMER, G. R.; ALBERICIO, G. J.; SCHIMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, n.5, p.675-692, 1994.

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

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

DIAS, J. M. M.; FELISMINO, D. C.; MOTOIKE, S. Y.; SIQUEIRA, D. L.; BRUCKNER, C. H. **Propagação da goiabeira**. Disponível em: http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/16_propagacaogoiaba.pdf. Acesso em: 10 dez. 2014.

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, suplemento 1, p. 2837-2848, 2012.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003. 118 p. (Série didática n° 13).

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, INCTA Sal, 2010. p.129-141.

ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.41-71.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta. 403p, 2006.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1613-1619, 2002.

FERNANDES, P.D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, E. P.; MEDEIROS, S. S. Bioassalindade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 181-203 p.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT, 2010. p.21-41.

FERREIRA, R. G; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; VOIGT, E. L.; SOARES, L. S. P.; VIÉGAS, R. A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n.1, p.51-59, 2008.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

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

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A .R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, s.n. p.89-121, 1977.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. **Tropical fruits compendium**. Yaoundé-Camarões, mai. 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/022/am481t.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

FRANCO, C.F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e século XXI**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, 2006.

FRANCO, F. C.; PRADO, R. M.; BRACHIROLLI, L. F.; ROZANE, D. E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1429-1437, 2007.

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. 261 p.

GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1990.26 P. (Circular técnica, 23).

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 64 p.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI: FRUPEX, 1994. 49 p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 5).

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M.; TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B. Goiaba: Produção. In: GONZAGA NETO, L. **Aspectos botânicos, florescimento e frutificação**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2001, p. 15-18.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrition relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.78, p.127-157, 1999.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, p.149-190, 1980.

GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; GHEYI, H. R.; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.31-36, 2003.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; NOBRE, R. G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.24-31, 2007.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 36-43, 2008.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., *et al.* **Physiology and determination of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A; ZHU, J. K; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51; p.463:469, 2000.

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 mandioqueira. **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, 2010. p. 43-61.

HOPKINS, G.W. **Introduction to plant physiology**, New York: John Wiley & Sons, 1999. 512 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção agrícola municipal**, Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline condition. **Fertilizer and Agriculture**, v. 95, p.3-41, 1987.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). Soil salinity under irrigation: processes and management. **Ecological Studies**, v.51, p.319-338, 1984.

- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C., ARAÚJO, E. L., WILLADINO, L. G., CAVALCANTE, U. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005, p. 127-137.
- LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental of Botany**, v.49, n.1, p.107-120, 2003.
- LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.3, p.270-284, 2001.
- LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, v. 38, n. 10, p. 18-21. 1984.
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**. Relatório de fim de convênio de manejo e conservação de solos do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE, 1983. p.91-141.
- MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, p. 12-36, 1984.
- MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. Cold, salinity, drought stresses: An overview. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 444, p. 139-158, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, p. 319, 1997.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: Do plantio ao consumidor: Tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124 p.
- MANSOUR, M. M. F. NaCl alteration of plasma membrane of *Allium cepa* epidermal cells, Alleviation by calcium. **Journal Plant Physiology**, v. 145, p. 726-730, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 4 ed. London: Academic Press, 1990. 674p.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. v. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIAS DE ALIMENTOS. **Goiaba**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1988. p.1-21.
- MENDONÇA, V. **Cultura da goiaba**. Mossoró: UFERSA, 2011. 40 p.

MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell and Environment**, v.16, p.15–24. 1993.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell, Environment**, v. 25, p. 239-250, 2002.

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

NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1475-1485, 2007.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.6, n.11, p.1-16, 2010.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. 162 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2012.

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

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2001. 137 p.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Goiabeira. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.267-289.

PIO, R.; VALE, M. R.; JUNKEIRA, K. P.; RAMOS, J. D. **Cultura da goiabeira**. Disponível em:<www.editora.ufla.br/index.php/component/.../56-boletins-de-extensao?>. Acesso: 11 dez. 2014.

PRADO, R. M.; FRANCO, C. F. Eficiência de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI, cultivadas em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.4, p.275-280, 2007.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 143-159.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOLTO, J. S.; FOLEGATTI, M. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT, 2010. p. 63-82.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. P. 163-179.

RHOADES, J. S.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, J.; QUEIROZ, J. E. Capina Grande: UFPB, 2000, 117p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48 revisado).

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, INCTA Sal, 2010. p. 11-19.

RIOS, L. V. C. **Salinidad: Homeostasis iônica y acuaporinas**. Centro de Investigaciones del Hombre in el Desierto-IDESIA. p.61-68, 2004.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, É. 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.

SANTOS, R. V; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura**: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 221-252.

SERRAJ, R.; SINCLAIR, T. R.; Osmolyte Accumulation: can it really help increase crop yield under drought condition. **Plant, Cell and environment**, v.25, p.333-341, 2002.

SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable cropsto salinity. **Scientia Horticulturæ**, v.78, n.1-4, p.5- 38, 1998.

SHI, H.; ISHITANI, M.; KIM, C.; ZHU, J. K. The *Arabidopsis thaliana* salt tolerance gene *SOS1* encodes a putative Na⁺/H⁺ antiporter. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.97, p.6896–6901, 2000.

SHI, H; ZHU, J. K. Regulation of expression of the vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter gene atNHX1 by salt stress and abscisic acid. **Plant Molecular Biology**, v.50, p.543-550, 2002.

SILVA JUNIOR, L. G. A. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

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, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, F. A. M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; AILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCTSal, 2010. p. 161-180.

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

SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Irriga**, Edição Especial, p. 40 - 54, 2012.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDES, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.75-82, 2007.

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

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

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

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

VIANA, A. P.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; HUAMAN, C. A. M.; MOSQUIM, P. R. Teores de Na, K, Mg e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.187-191, 2001.

VINOCUR B; ALTMAN. A. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. **Curr Opin Biotechnol**, v.16, p.1–10, 2005.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1037-1042, 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. (Documentos, 130).

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, n.6. p.967-988, 2001.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. **La Ecofisiología Vegetal – Uma ciencia de síntesis**. Madrid. Thomson. 2004. p. 303-330.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Aspectos fisiológicos do estresse salino em plantas. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. p. 118-126, 2005.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.6, n.11; p. 1-23, 2010.

XIONG, L.; SCHUMAKER, K. S.; ZHU, J. K. Cell signaling during cold, drought and salt stress. **The Plant Cell**, v.14, p.S165-S183, 2002.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 7, p. 1439-1451, 1998.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in plant science**, v. 6, p.66-71, 2001.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

CAPÍTULO I

MORFOFISIOLOGIA DE PORTA-ENXERTO DE GOIABEIRA IRRIGADO COM ÁGUAS SALINIZADAS SOB DOSES DE NITROGÊNIO

MORFOFISIOLOGIA DE PORTA-ENXERTO DE GOIABEIRA IRRIGADO COM ÁGUAS SALINIZADAS SOB DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO: O cultivo da goiabeira expressa grande potencial no desenvolvimento socioeconômico da região semiárida, onde muitas localidades dispõem apenas de águas salinas para irrigação. Diante disso, surge a necessidade de avaliação da tolerância de porta-enxertos da espécie à salinidade da água, aliado a técnicas que amenizem o efeito do estresse salino. Neste sentido, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob a morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma adubada com distintas doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do CCTA da UFCG com delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos correspondentes aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ associado às doses de 70, 100, 130 e 160% de nitrogênio (N), com quatro repetições, utilizando duas plantas úteis por unidade experimental. A aplicação dos tratamentos iniciou-se a partir de 25 dias após a emergência (DAE). Avaliaram-se as variáveis morfológicas de altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar aos 130 e 190 DAE, e as fisiológicas referentes à taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e do diâmetro do caule nos períodos de 25-130 DAE e de 130-190 DAE. O aumento da CEa a partir de 0,3 dS m⁻¹ afeta negativamente as variáveis morfológicas aos 130 DAE e as fisiológicas no intervalo de 25 à 130 DAE, enquanto que estas respectivas variáveis aos 190 DAE e no período de 130-190 DAE sofrem menos com o efeito da CEa, onde exibem tolerância entre os níveis de 2,1 a 3,5 dS m⁻¹. A dose de 70% de N estimula o crescimento das variáveis morfofisiológicas nos períodos avaliados, com exceção da altura de plantas aos 130 DAE e suas taxas de crescimento absoluto e relativo de 25-130 DAE, em que os maiores valores são obtidos nas doses de 88 a 100% de N. Não houve interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada sobre a morfofisiologia do porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., estresse salino, manejo da adubação.

MORPHOPHYSIOLOGY ROOTSTOCK OF GUAVA IRRIGATED WITH SALTED WATER UNDER NITROGEN DOSES

ABSTRACT: The crop of guava expressed great potential in the socioeconomic development of the semiarid region, where many localities have only saline water for irrigation. Therefore, arise from the need to review the species rootstock tolerance to water salinity, allied with techniques to assuage the effect of salt stress. In this sense, aimed with this work to evaluate the effect of irrigation water salinity under the morphophysiology of guava rootstock cv. Paluma fertilized with different nitrogen doses. The experiment was developed at greenhouse of the CCTA of UFCG with a randomized block design in a factorial 5 x 4, with the treatments corresponding to the electrical conductivity of irrigation water (ECw) 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ associated with doses of 70, 100, 130 and 160% of nitrogen (N), with four replications, using two plants per experimental unit. The application was started from 25 days after emergence (DAE). Evaluated the morphological variables plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area to 130 and 190 DAE, and physiological regarding the absolute growth rate and relative plant height and stem diameter in periods of 25-130 and 130-190 DAE. Increased ECw from 0.3 dS m⁻¹ negatively affect the morphologic variables to 130 DAE and physiological in the range of 25 to 130 DAE, while these respective variables to 190 DAE and 130-190 DAE period suffer less with the effect of ECw, which exhibit tolerance between levels 2.1 to 3.5 dS m⁻¹. The dose of 70% of N stimulates the growth of morphophysiological variables in the evaluated periods, with exception of plant height to 130 DAE and its absolute growth rates and relative of 25-130 DAE, where the highest values are obtained at doses of 88-100% of N. There was not interaction between salinity of irrigation water and nitrogen fertilization on morphophysiology of guava rootstock cv Paluma.

Keywords: *Psidium guajava* L., salt stress, fertilization management.

1 INTRODUÇÃO

Diversas fruteiras estão sendo cultivadas com sucesso nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, dentre elas, a goiabeira tem apresentado grande importância socioeconômica, pois seus frutos possibilitam várias formas de aproveitamento, sendo comercializados para consumo 'in natura' e para a agroindústria (GONZAGA NETO et al., 2007).

Devido à irregularidade na distribuição de chuvas e a limitação hídrica, há muitas localidades no semiárido do Nordeste com pouca disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação (QUEIROZ et al., 2010), sendo comum o uso de fontes de água com alta concentração de sais, comprometendo a qualidade do solo e a produtividade das culturas (NEVES et al., 2009).

Em geral, a salinidade inibe o crescimento das plantas, em função dos efeitos tóxicos dos íons e osmóticos (MUNNS, 2002), além disso, pode ocorrer o desequilíbrio nutricional (CAVALCANTE et al., 2005). Nessas condições, as deficiências de Ca^{2+} podem ser induzidas por excesso de Na^+ ; deficiências de K^+ por excesso de Na^+ ou Ca^{2+} (MARSCHNER, 2002), além da concentração de Cl^- interferir na absorção de NO_3^- através de competição iônica (WHITE; BROADLEY, 2001), assim, comprometendo a assimilação de nitrogênio necessário à síntese proteica (DEBOUBA et al., 2006).

Távora et al. (2001), concluíram que a goiabeira na fase de crescimento inicial é sensível à salinidade, com uma salinidade limiar no extrato de saturação do solo e na água de irrigação de 1,2 e 0,8 dS m^{-1} , respectivamente. Alguns trabalhos com porta-enxerto das cultivares 'Ogawa' e 'Rica' (GURGEL et al., 2007), e mudas de goiabeira, incluindo as cultivares 'Paluma', 'Rica', 'Pentecoste', 'Surubim' e 'IPA-B38', comprovam que o aumento da salinidade na água de irrigação provoca redução no crescimento em altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e taxa de crescimento da massa seca de plantas (CAVALCANTE et al., 2005; CAVALCANTE et al., 2010).

A formação de mudas e o cultivo da goiabeira sob irrigação, na região semiárida do Nordeste, está na dependência do uso de técnicas que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (CAVALCANTE et al. (2010). Uma prática, que pode viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos, é a utilização de espécies ou variedades de plantas que apresentem tolerância a esse fator abiótico (CRUZ et al., 2003).

Outra técnica que pode ser utilizada é o uso da adubação nitrogenada, onde se tem observado resultados satisfatórios na redução do estresse salino nas culturas do tomateiro (BLANCO et al., 2007), meloeiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2011) e mamoneira (SOARES et al., 2012), embora que ainda os estudos são inexistentes na cultura da goiabeira.

Conforme Santos et al. (2010), o nitrogênio reduz os efeitos prejudiciais em certa extensão de salinidade da água e do solo, devido o NO_3^- proveniente da adubação reduzir por competição iônica, a absorção e acumulação de Cl^- nas plantas. Outrossim, o nitrogênio desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais ao vegetal, como aminoácidos, proteínas, entre outros (TAIZ; ZEIGER, 2006), sendo que estes compostos podem elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (LACERDA, 2003; SILVA et al., 2008).

Na literatura existem poucos trabalhos avaliando adubação nitrogenada na fase de produção de mudas da cultura da goiabeira. Franco et al. (2007) verificaram que a dose mais indicada de nitrogênio para mudas de goiabeira Paluma e Século XXI é de 552 mg de N por planta. Da mesma forma, Dias et al. (2012) concluíram que a dose 773 mg de N dm^{-3} é a mais indicada para produção de mudas de goiabeira do genótipo Paluma.

Nesse sentido, a avaliação da tolerância de porta-enxertos de goiabeira à salinidade, associada simultaneamente ao manejo da adubação nitrogenada deve ser estudada, pois, esta pode torna-se uma técnica fundamental para o uso racional de água salina na irrigação da cultura da goiabeira. Diante o exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob a morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma adubada com distintas doses de nitrogênio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O estudo foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, cujas

coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" S, 37°49'15" O, e altitude média de 144 m (SOARES et al., 2012). 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

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos constaram de cinco níveis condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ em interação com quatro doses de nitrogênio: 70, 100, 130 e 160% de N (541; 773; 1005 e 1237 mg de N dm⁻³), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por cinco tubetes, com uma planta por tubete, sendo avaliadas duas plantas úteis por unidade experimental.

2.3 Descrição dos tratamentos

Os níveis salinos foram selecionados com base em citações de Maas (1984) e Távora et al. (2001) que classificaram a goiabeira na fase de crescimento inicial como sensível à salinidade, ou seja, sofrendo declínio da sua capacidade produtiva em locais onde a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e da água de irrigação (CEa) ultrapassa 1,2 dS m⁻¹ e 0,8 dS m⁻¹, respectivamente.

As águas salinas foram preparadas pela adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção 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 Dias et al. (2012) para porta-enxerto de goiabeira propagados por estacas herbáceas cultivados em sacolas de 1,5 L.

Foi utilizada a cultivar de goiabeira Paluma, por se tratar de um genótipo vigoroso, de fácil propagação, com boa tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.) (MANICA et al., 2001). Além de ser um material de fácil disponibilidade, sendo o mais cultivado no Brasil (DIAS et al., 2012), sobretudo com carência na avaliação da tolerância à salinidade em interação com doses de nitrogênio.

As sementes foram obtidas de frutos colhidos em um pomar comercial da Fazenda Mocó Agropecuário, no município de Aparecida-PB. O processo de coleta de frutos, extração, beneficiamento e armazenamento de sementes foi realizado com base nas recomendações de Maeda et al. (1999).

2.4 Produção dos porta-enxertos

Os porta-enxertos foram produzidos através de sementes germinadas em tubetes, semeando-se quatro sementes por tubete na profundidade de 1,5 cm (Figura 1A). Utilizou-se tubetes plásticos com dimensões de 19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, capacidade 288 cm^3 , e abertura na parte inferior para permitir livre drenagem. Estes recipientes foram dispostos em bandejas com capacidade para 54 tubetes, apoiadas em bancadas metálicas (cantoneiras), a uma altura de 0,8 m do solo (Figura 1B).



Figura 1. Semeadura na profundidade de 1,5 cm em tubetes de 288 cm^3 (A) e disposição dos tubetes nas bandejas em bancadas metálicas (B).

No preenchimento dos tubetes foi utilizado substrato composto de Neossolo flúvico + areia + esterco bovino curtido na proporção de 82%, 15% e 3%, respectivamente. As características físicas e químicas do substrato (Tabela 1) foram analisadas no Laboratório de Solos e Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG, conforme metodologia da Embrapa (1997).

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

Característica	Valor
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade aparente - g cm^{-3}	1,38 g cm^{-3}
Porosidade total- %	47,00
Fósforo (P) – mg dm^{-3}	17,00
Matéria orgânica (MO) – g kg^{-1}	32,00
Complexo sortivo ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	
Cálcio (Ca^{2+})	5,40
Magnésio (Mg^{2+})	4,10
Sódio (Na^+)	0,28
Potássio (K^+)	2,21
Extrato de saturação	
pHes	7,41
CEes - dS m^{-1}	1,21
Cálcio (Ca^{2+}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	2,50
Magnésio (Mg^{2+}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,75
Sódio (Na^+) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,02
Potássio (K^+) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	4,74
Cloreto (Cl^-) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	7,50
Sulfato (SO_4^{2-}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,10
Carbonato (CO_3^{2-}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Ausente
Bicarbonato (HCO_3^-) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	5,63
% Saturação	27,00

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato

No preenchimento dos tubetes foi incorporado ao substrato 100 mg de P dm^{-3} de solo, tendo como fonte o superfosfato simples, conforme recomendações de Corrêa et al. (2003) para substrato na produção de mudas de goiabeira de cultivar Paluma. Na adubação potássica, tendo como fonte o cloreto de potássio, foi utilizada a dose de 726 mg de K dm^{-3} de substrato recomendada por Franco et al. (2007), dividida em quatro aplicações em parte iguais, aos 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência. A aplicação foi feita na forma de solução na água de irrigação, preparada com água de CE de 0,3 dS m^{-1} para todos os tratamentos, considerando a diluição do KCl (58% K_2O) de 340 g L^{-1} (SANTOS; CRISÓSTOMO, 2000).

Após as plântulas apresentarem dois pares de folhas verdadeiras totalmente expandidas, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete, a mais vigorosa. Além disso, foram realizados outros tratos culturais, como capinas manual e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

2.5 Aplicação dos tratamentos

A aplicação das águas salinas teve início aos 25 dias após a emergência de plântulas (DAE) em irrigações diárias de forma manual, conforme o tratamento. As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica da planta, pelo processo de lisimetria de drenagem, sendo aplicado diariamente o volume retido no tubete, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006), aplicadas duas vezes ao dia, sendo no início da manhã e final da tarde. Aplicou-se a cada quinze dias, uma fração de lixiviação de 15% com base no volume aplicado neste período, de modo a reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.

A adubação nitrogenada também teve início aos 25 DAE, sendo dividida em 14 aplicações em partes iguais, realizadas semanalmente. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N) (DIAS et al., 2012), com aplicações realizadas manualmente via água de irrigação de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ para todos os tratamentos, considerando a solubilidade da ureia de 780 g L⁻¹ (SANTOS; CRISÓSTOMO, 2000).

2.6 Variáveis analisadas

Aos 130 e 190 DAE (Figura 2A e 2B, respectivamente) avaliou-se o crescimento dos porta-enxerto de goiabeira através da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF), enquanto que nos períodos de 25 a 130 DAE e de 130 a 190 DAE foram avaliados as variáveis fisiológicas referentes à taxa de crescimento absoluto

(TCAap) e relativo da altura de planta (TCRap) e a taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo do diâmetro do caule (TCRdc).



Figura 2. Visão geral do experimento com os porta-enxertos de goiabeira aos 130 (A) e 190 dias após a emergência – DAE (B).

A AP foi determinada medindo-se as plantas da superfície do solo até ponto de inserção do meristema apical. Avaliou-se o DC a uma altura de 4 cm do colo da muda.

A determinação do NF foi feita por contagem de folhas que estavam com o limbo foliar totalmente aberto.

A AF foi determinada medindo-se as folhas que apresentavam o limbo foliar totalmente aberto, conforme recomendação de Lima et al. (2012), considerando a eq. 1:

$$AF = 0,3205 * C^{2,0412} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

AF= área foliar (cm²)

C= comprimento da nervura principal da folha (cm).

A TCAap e TCRap, e a TCAdc e TCRdc foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme as Eq. 2, 3, 4 e 5.

$$TCAap = \frac{(AP_2 - AP_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{Eq. 2}$$

$$TCRap = \frac{(\ln AP_2 - \ln AP_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{Eq. 3}$$

$$\text{TCA}_{dc} = \frac{(\text{DC}_2 - \text{DC}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{Eq. 4}$$

$$\text{TCR}_{dc} = \frac{(\ln \text{DC}_2 - \ln \text{DC}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{Eq. 5}$$

Em que:

TCA_{ap} = taxa de crescimento absoluto da altura de planta (cm dia^{-1}),

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

AP_1 = altura de planta (cm) no tempo t_1 ,

AP_2 = altura de planta (cm) no tempo t_2 ,

DC_1 = diâmetro do caule (mm) no tempo t_1 ,

DC_2 = diâmetro do caule (mm) no tempo t_2 ,

TCR_{ap} = Taxa de crescimento relativo da altura de planta ($\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$),

TCR_{dc} = Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$),

\ln = logaritmo natural.

2.7 Análise estatística

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (1 e 5% de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no resumo do teste F (Tabela 2), verificou-se efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a altura de planta (AP) aos 130 DAE, e diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do porta-enxerto de goiabeira aos 130 e 190 DAE. Referente ao fator adubação nitrogenada observou-se efeito significativo sobre AP, DC, NF e AF aos 130 e 190 DAE. Sobretudo, não se constatou interação significativa entre os fatores salinidade da água x doses de nitrogênio (S x DN) sobre estas variáveis nas duas épocas de avaliação.

Tabela 2 – Resumo do teste F da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 130 e 190 dias após a emergência - DAE.

Fonte de variação	Teste F							
	AP		DC		NF		AF	
	130	190	130	190	130	190 ¹	130	190 ¹
Salinidades (S)	**	ns	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	-	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	-	ns	**	ns	ns	ns	*
Doses de N (DN)	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	*	**	**	**	**
Reg. Quadrática	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
Interação S*DN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BLOCO	**	ns	*	*	**	*	**	ns
CV (%)	9,52	13,51	5,91	6,50	16,53	12,46	19,37	16,73

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

O incremento na salinidade da água de irrigação causou efeito linear decrescente de 3,97% (1,15 cm) por aumento unitário na CEa sobre a AP aos 130 DAE (Figura 3A). As plantas irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ sofreram reduções na AP de 12,71% (3,70 cm) em relação as plantas irrigadas com água de menor CEa (0,3 dS m⁻¹). Isto ocorre, devido à água salina da irrigação reduzir o potencial osmótico do solo, e conseqüentemente a energia livre da água, diminuindo a absorção de água pela planta e a turgescência das células, a qual afeta as taxas de alongação e divisão celular, que reflete diretamente no crescimento das plantas (ASHRAF; HARRIS, 2004). Cavalcante et al. (2010), verificaram decréscimos de

11% na altura de plantas de mudas de goiabeira da cv. Paluma, por aumento unitário na CEa aos 70 dias após a semeadura, avaliando os níveis de CEa de 0,5 a 4,0 dS m⁻¹, enquanto que Gurgel et al. (2007) estudando os níveis de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹ aos 80 DAE observaram perdas de 12,9% por aumento unitário na CEa em porta-enxertos da cultivar Ogawa.

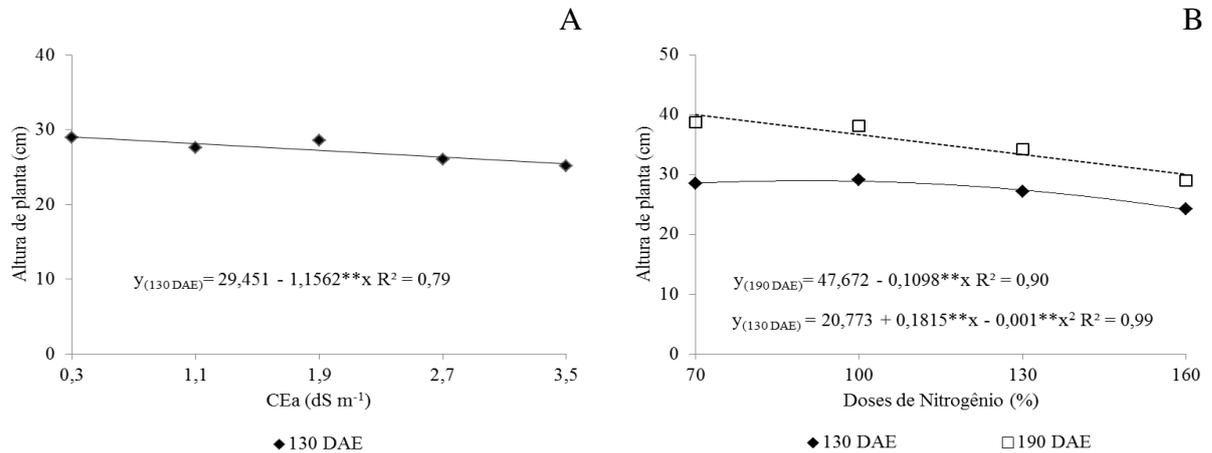


Figura 3. Altura de planta – AP de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 130 dias após a emergência – DAE (A) e doses de nitrogênio aos 130 e 190 DAE (B).

O incremento na dose de nitrogênio promoveu efeito quadrático sobre os dados de AP aos 130 DAE (Figura 3B), havendo aumento até a dose de 88% de N (680 mg dm⁻³), onde as plantas atingiram maior AP (29,0 cm) que, conforme regressão, permaneceu constante até a dose de 93% (719 mg dm⁻³), a partir de onde ocorreram reduções. Contudo, aos 190 DAE, o aumento na adubação nitrogenada afetou negativamente a AP, com redução linear de 8,24% (3,3 cm) por aumento de cada 30% de N, ou seja, 24,71%, nas plantas adubadas com a dose de 160% de N em relação as a que receberam 70% de N (541 mg dm⁻³). Incrementos na adubação nitrogenada pode acidificar o substrato durante o processo de nitrificação da amônia (CANTARELLA, 2007), diminuindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas pela atividade do H⁺ (SOUSA et al., 2007). Além disso, a alta salinidade de alguns fertilizantes, como no caso da ureia em que o índice salino é de 75% (ALCARDE et al. 2007), diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera, comprometendo a absorção de água e nutrientes, afetando o crescimento das plantas (MARSCHNER, 1997).

O resultado encontrando aos 130 DAE está próximo ao observado por Dias et al. (2012), que verificaram a maior altura de mudas de goiabeira Paluma está associada à dose de 762 mg de N dm⁻³, ou seja, 98% de N da dose aplicada aos 130 DAE. De acordo com Franco et al. (2007), a maior exigência de N em mudas de goiabeira Paluma ocorre a partir dos 75

dias após o transplante de estacas, fato que pode explicar a resposta dos porta-enxertos de goiabeira pelo aumento na dose de N até a dose de 88% de N aos 130 DAE (Figura 3B).

Verifica-se na Figura 4A, efeito linear decrescente no DC no período de 130 DAE pelo aumento gradual na salinidade da água de irrigação, com perda de 2,63% por aumento unitário de CEa, chegando a 8,68% (0,25 mm) nas plantas tratadas com água de salinidade máxima de 3,5 dS m⁻¹ comparado ao valor de CEa mínimo de 0,3 dS m⁻¹; enquanto, percebe-se que no período de 190 DAE os dados melhor se ajustaram em equação quadrática, com o DC atingindo maior valor de 3,31 mm até o nível de CEa de 1,5 dS m⁻¹ (Figura 4A). A tolerância foi mantida até o nível de CEa de 2,1 dS m⁻¹, onde o DC foi maior em relação as plantas irrigadas com o menor nível de CEa, ou seja, 0,3 dS m⁻¹. Diante disso, salienta-se que este resultado aos 190 DAE, é de fundamental importância para produção de porta-enxerto de goiabeira irrigada com água salina, pois, de acordo com Chaves et al. (2000) o DC é uma das características mais analisadas em porta-enxertos no momento da enxertia.

Comparativamente, Gurgel et al. (2007) estudando dois genótipos de porta-enxertos de goiabeira irrigados com CEa de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹ aos 80 DAE, verificaram redução percentual no DC de 8,7% por aumento unitário na CEa sobre a cv. Rica, enquanto que na cv. Ogawa, o efeito foi quadrático, com o DC atingindo maior valor sob CEa de 1,5 dS m⁻¹, sendo semelhante o que foi constatado nos porta-enxerto da cultivar Paluma aos 190 DAE (Figura 4A).

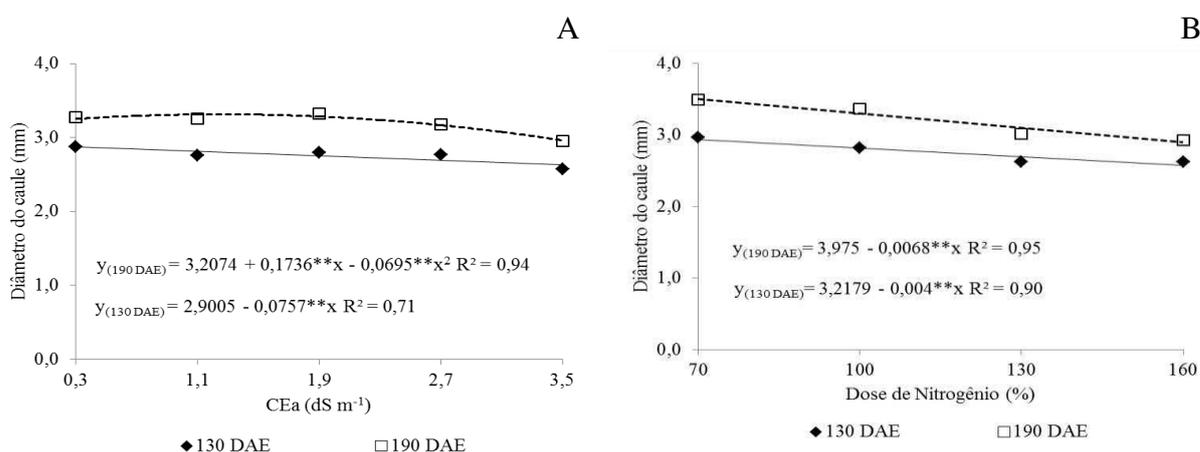


Figura 4. Diâmetro do caule – DC de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência – DAE.

O aumento gradual na dose N causou reduções sobre o DC aos 130 e 190 DAE, que segundo equações de regressão (Figura 4B) houve perdas lineares de 12,24% (130 DAE) e 17,49% (190 DAE), equivalente a 0,36 mm e 0,61 mm nas plantas que receberam a dose

160% de N em relação a adubadas com 70% de N, ou seja, 4,08% e 5,83% para aumento de cada 30% na dose de N nos respectivos períodos de avaliação. Embora esta variável tenha sido afetada negativamente em ambos os períodos de avaliação, constata-se que aos 190 DAE o efeito foi mais prejudicial, onde houve perdas de 1,75% a mais para cada aumento de 30% de N (Figura 4B). Sobretudo, a menor dose, ou seja, de 70% de N (541 mg de N dm⁻¹) foi o suficiente para que os porta-enxerto de goiabeira atingissem o maior DC aos 130 e 190 DAE. Esta concentração de N está próxima da recomendação por Franco et al. (2007), que é de 552 mg de N por planta para produção de mudas de goiabeira Paluma, mas difere do observado por Dias et al., (2012), em que o maior valor da variável foi obtido na dose de 667 mg de N dm⁻³.

O NF foi afetado negativamente pelo incremento na salinidade da água de irrigação aos 130 e 190 DAE, promovendo reduções lineares de 11,46% e 8,02% por aumento unitário de CEa, respectivamente, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ apresentaram reduções de 36,70% e 25,67% em relação as irrigadas com nível de 0,3 dS m⁻¹, nas respectivas épocas de avaliação (Figura 5A). Observa-se que as maiores perdas percentuais de folhas ocorreram na fase mais jovem (130 DAE), podendo ser explicado pela maior sensibilidade das plantas de goiabeira à salinidade na fase inicial de desenvolvimento, como foi confirmado por Távora et al. (2001). Ainda constata-se que houve um menor NF nas plantas no período de 190 DAE em relação aquelas irrigadas com água salina aos 130 DAE até a CEa de 2,2 dS m⁻¹ (Figura 5A), fato que pode estar relacionado ao maior período de exposição das plantas à salinidade no período de 190 DAE, e a maior sensibilidade das plantas em relação ao NF a partir da CEa de 2,2 dS m⁻¹ aos 130 DAE.

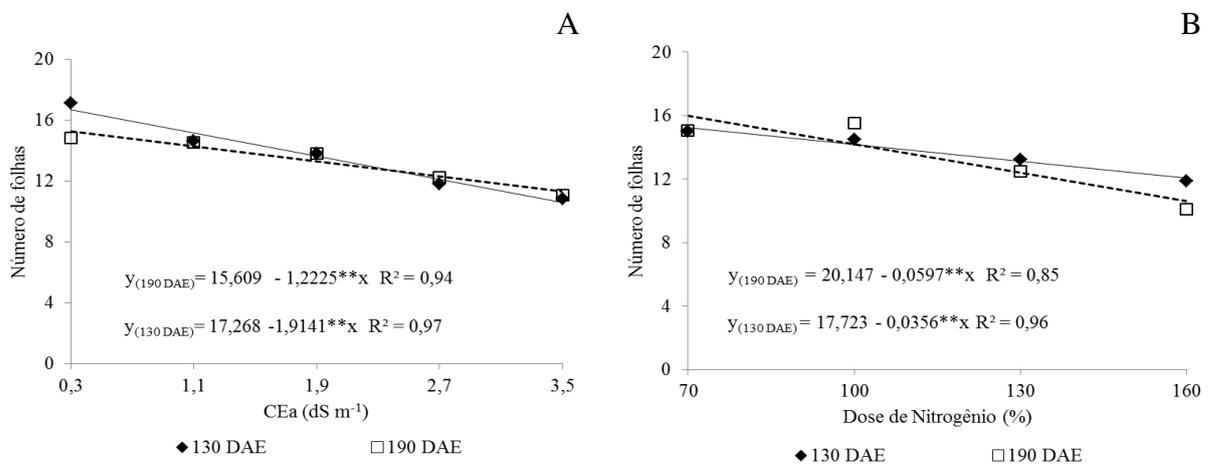


Figura 5. Número de folhas – NF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência – DAE.

Denotou-se visualmente nas plantas, que as reduções do NF nos dois períodos de avaliação, com o aumento da CEa (Figura 5A), decorre pela diminuição da emissão de folhas e maior abscisão prematura destes órgãos em função do estresse salino. A redução do NF é uma forma de adaptação das plantas ao estresse salino, sendo este mecanismo adotado pela planta para reduzir as perdas de água pela transpiração (SIQUEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al. 2013), assim como, para eliminação de quantidades consideráveis de sais acumulado nas folhas (WILLADINO; CÂMARA, 2005).

O aumento nas doses de nitrogênio também causou reduções lineares sobre o NF de 6,95% e 11,22% para cada incremento de 30% na dose de N nas respectivas épocas de 130 e 190 DAE; as perdas no NF na dose de 160% de N em relação à dose 70% de N foram de 20,85% (3,2 folhas por planta) e 33,65% (5,4 folhas por planta) nas fases de 130 e 190 DAE, respectivamente (Figura 5B). Observa-se que as maiores perdas percentuais do NF pelo incremento nas doses de N ocorreram aos 190 DAE, chegando a atingir valores inferiores em relação aos 130 DAE após a dose de 100% de N (Figura 5B). Fenômeno que pode ter ocorrido pela intensificação do estresse salino causado pelo aumento na quantidade de ureia aplicada, principalmente aos 190 DAE, onde as plantas tiveram maior tempo de exposição. Todavia, em ambas as épocas, as plantas produziram maior NF na menor dose nitrogênio (70% de N), ou seja, 541 mg de N dm^{-1} , aproximando-se da recomendação de Franco et al. (2007) que é de 553 mg de N por planta .

Observa-se, conforme equação de regressão (Figura 6A), que o aumento da salinidade na água de irrigação causou redução linear de 7,88% na AF por aumento unitário de CEa aos 130 DAE, resultando em perdas de 25,21%, ou seja, 48,12 cm^2 no nível máximo de CEa (3,5 dS m^{-1}) em relação ao menor nível (0,3 dS m^{-1}); enquanto que aos 190 DAE, verificou-se efeito quadrático da CEa, com a AF atingindo maior valor (201,79 cm^2) no nível de 1,2 dS m^{-1} . Conforme equação de regressão (Figura 6A), a tolerância da AF à salinidade foi mantida até o nível de CEa de 2,1 dS m^{-1} , conseguindo manter maior valor em relação as plantas irrigadas com o menor nível de CEa (0,3 de dS m^{-1}). Isto pode ter sido resultante da adaptação das plantas à salinidade na zona radicular, com as folhas adquirindo maior expansão, principalmente em comprimento, para compensar a área foliar perdida através da abscisão foliar. Ayers e Westcot (1991) ressaltam que o limite de tolerância ou adaptação das plantas à salinidade na zona radicular pode variar em função de vários fatores, dentre eles a concentração do sal em solução, o tempo de exposição e o estágio de desenvolvimento das plantas.

Em relação ao período de 130 DAE, pode-se afirmar que a AF das plantas de goiabeira são sensíveis ao estresse salino, que afeta a expansão das folhas pela redução no número de células em processo de alongação, devido à diminuição na pressão de turgescência e na extensibilidade da parede celular, em consequência da menor absorção de água pela planta (PRISCO, 1980; WILLADINO; CAMARA, 2010), contudo se torna um mecanismo de adaptação o qual diminui a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003).

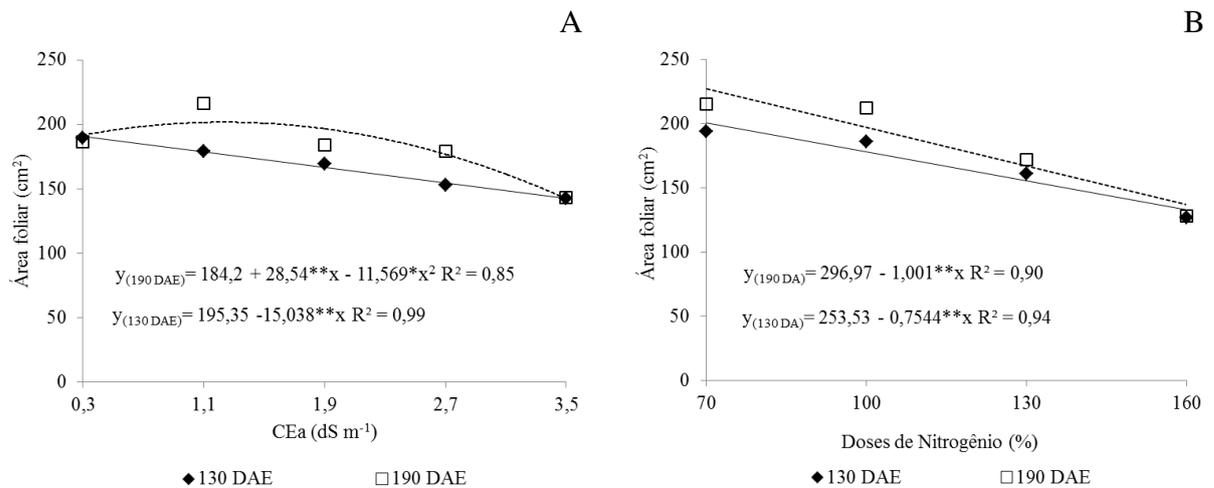


Figura 6. Área foliar-AF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 130 e 190 dias após a emergência – DAE.

O aumento das doses de N afetou negativamente a AF aos 130 e 190 DAE, onde foram registrados decréscimos lineares de 11,27% e 13,23% para cada aumento de 30% na dose de N, ou seja, perdas de 33,81% e 39,70% na AF na dose de 160% de N em relação à de 70% de N nos respectivos períodos de avaliação (Figura 6B). Constata-se que as maiores perdas pelo aumento nas doses de N sobre a AF se intensificaram aos 190 DAE, no entanto, nas duas épocas, a dose de 70% (541 mg de N dm⁻¹) foi o suficiente para promover a maior AF, corroborando com a recomendação de Franco et al., (2007), para mudas de goiabeira, que é de 553 mg de N por planta. Almeida et al. (2006), também verificaram pouca exigência de N (150 mg de N dm⁻³) para o melhor desenvolvimento da área foliar de mudas de maracujazeiro, quando avaliaram as doses de 0 a 600 mg de N dm⁻³.

Com base no teste F (Tabela 3), verifica-se que houve efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação sobre a taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAap), taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo (TCRdc), do diâmetro do caule no intervalo de 25 a 130 DAE e taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRap), nos períodos de 25 a 130 e 130 a 190 DAE. O fator doses de nitrogênio exerceu efeito

significativo para todas estas variáveis em ambos os períodos de avaliação. No entanto, não se constatou interação significativa entre os fatores salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio (S x DN) nestas épocas.

Tabela 3 – Resumo do teste F da taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo da altura de planta (TCRap) e taxa de crescimento absoluto (TCAdc) e relativo do diâmetro do caule (TCRdc) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 130 e 190 dias após a emergência - DAE.

Fonte de variação	Teste F							
	TCAap		TCRap		TCAdc		TCRdc	
	25-130	130-190 ¹	25-130	130-190 ¹	25-130	130-190 ¹	25-130	130-190 ¹
Salinidades (S)	**	ns	**	*	**	ns	**	ns
Reg. Linear	**	-	**	*	**	-	**	-
Reg. Quadrática	ns	-	ns	*	ns	-	ns	-
Doses de N (DN)	**	**	**	**	**	**	**	*
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	**	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
Interação (S*DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BLOCO	**	ns	*	ns	*	ns	*	ns
CV (%)	11,14	29,12	5,36	29,96	8,77	23,15	5,47	27,24

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

O aumento da salinidade na água de irrigação exerceu efeito linear decrescente sobre a TCAap no intervalo de 25 a 130 DAE, com redução de 4,52% por aumento unitário na CEa, ou seja, 14,46% ($0,035 \text{ cm dia}^{-1}$) nas plantas irrigadas com água de CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação às com $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 7A). A redução desta variável, em razão do estresse salino, pode estar relacionada ao desvio de substratos energéticos responsáveis pelo crescimento das plantas para a síntese de solutos orgânicos, de modo a realizar o ajustamento osmótico (MUNNS, 2005), ou mesmo, no efeito sobre a turgescência que afeta o crescimento e a divisão celular (ASHRAF; HARRIS, 2004). Este resultado é condizente com o de Torres et al. (2014), onde verificaram em mudas de cajueiro redução linear na TCAap de 4,4% por aumento unitário na CEa de irrigação, avaliando os níveis de CEa entre $0,5$ a $12,5 \text{ dS m}^{-1}$ dos 10 ao 70 dias após a germinação.

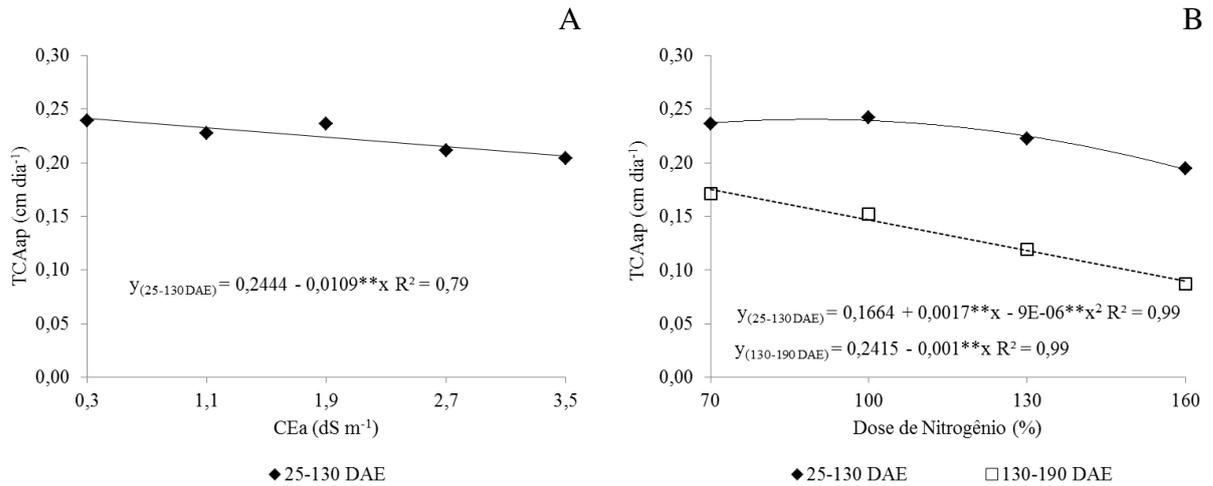


Figura 7. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta – TCAap de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa no período de 25 a 130 dias após a emergência – DAE (A) e doses de nitrogênio de 25 à 130 e de 130 à 190 DAE (B).

De acordo com a equação de regressão (Figura 7B) verifica-se que as doses crescentes de N causou efeito quadrático sobre a TCRap no período de 25-130 DAE, cujo valor máximo (0,2466 cm dia⁻¹) foi obtido no intervalo das doses de 92 a 97 % de N (Figura 7B); enquanto que durante o período de 130-190 DAE ocorreu decréscimo linear de 17,49% por aumento de 30% na dose de N, equivalente a perdas de 52,48% nas plantas adubadas com 160% de N em relação às com 70% de N (Figura 7B). De modo geral, observa-se que as plantas na fase mais jovem (período de 25-130 DAE) tiveram maior exigência de N, ou seja, da dose de 97% de N (757 mg de N dm⁻³) para que obtivessem maior crescimento em altura, sendo corroborante com o resultado de Dias et al. (2012) em que observaram maior crescimento de mudas de goiabeira Paluma na dose média de 773 mg de N dm⁻³, correspondente a 100% de N da dose aplicada nos porta-enxerto de goiabeira nas épocas de avaliação.

Observa-se haver efeito negativo do aumento da CEa sobre TCRap durante o período de 25-130 DAE, ocorrendo segundo equações de regressão (Figura 6A), redução linear de 2,11% por aumento unitário de CEa, ou seja, 6,74% nas plantas irrigadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação às com 0,3 dS m⁻¹; durante o período de 130-190 DAE, observa-se aumento quadrático da TCRap pelo incremento da CEa até o nível de 2,5 dS m⁻¹ (Figura 8A), caracterizando a tolerância do crescimento dos porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação nesta fase de desenvolvimento. De acordo com Hopkins (1999), as plantas adquirem maior tolerância à salinidade através do acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, conhecidos como osmólitos compatíveis ou osmoprotetores, permitindo a manutenção da absorção de água e da turgescência celular. Em relação ao

período de 25-130 DAE, Mesquita et al. (2012), verificaram efeito semelhante em mudas de maracujazeiro-amarelo, com declínio no crescimento relativo da altura pelo incremento na CEa (0,5 a 4,0 dS m⁻¹) no períodos de 25-65 DAE.

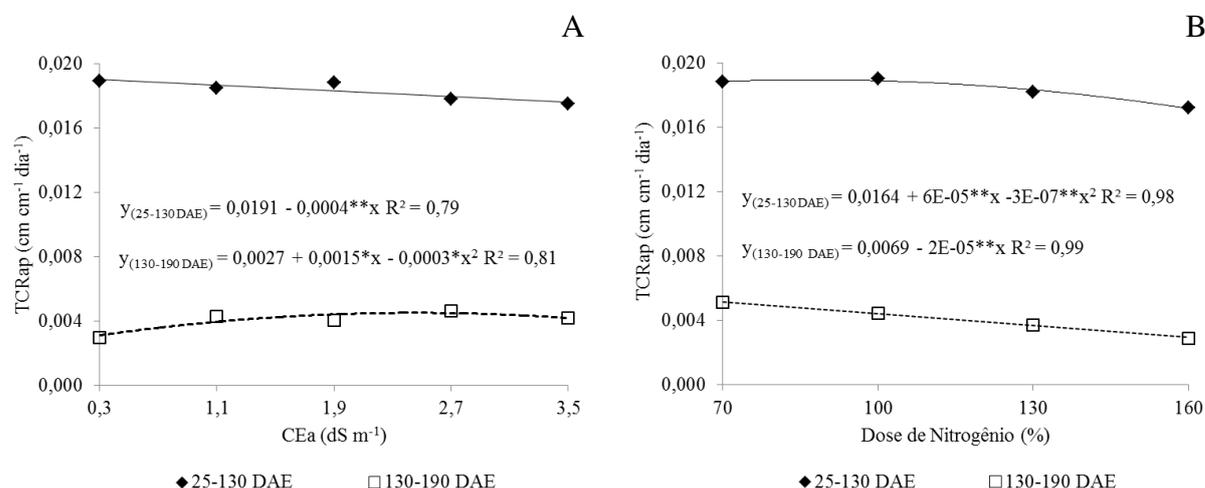


Figura 8. Taxa de crescimento relativo da altura de planta – TCRap de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) durante os período de 25 à 130 e 130 à 190 dias após a emergência – DAE.

Conforme equação de regressão (Figura 8B), vê-se efeito quadrático na TCRap no período de 25-130 DAE pelo aumento na adubação nitrogenada, havendo aumento até a dose de 100% de N, atingindo valor máximo de ganho em altura de 0,0194 cm cm⁻¹ dia⁻¹. No período de 130-190 DAE, o incremento na dose de N afetou negativamente a TCRap, ocorrendo efeito linear decrescente com redução de 10,91% por aumento de 30% na dose de N, ou seja, perdas de 32,73% na TCRap nas plantas adubadas com a maior dose (160% de N) em relação as fertilizadas com a menor dose (70% de N). Esta resposta, pode estar relacionada à maior exigência de N pelos porta-enxertos de goiabeira no período de 25-130 DAE para atingir maior crescimento em altura, enquanto que na fase de 130-190 DAE, é possível que o caráter salino da ureia e a acidez liberada durante a nitrificação da amônia juntamente com a salinidade da água de irrigação, tenham afetado negativamente a TCRap pelo aumento da adubação nitrogenada.

No período de 25-130 DAE, o aumento na dose N exerceu efeito positivo na TCRap, atingindo maior valor na dose de 773 mg de N dm⁻³ (100% de N) (Figura 8B), conforme a dose média de 773 mg de N dm⁻³ recomendada por Dias et al. (2012) para produção de mudas de goiabeira Paluma, enquanto que de 130-190 DAS, a dose de 70% (541 mg de N dm⁻¹) que proporcionou maior TCRap, é corroborante a recomendação de 552 mg de N dm⁻¹ feita por Franco et al. (2007).

Pode-se observar na Figura 9A que aumento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente a TCAdc durante o período de 25 à 130 DAE, havendo decréscimo linear de 3,61% por aumento unitário na CEa, correspondente a perdas 11,55% nas plantas irrigadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação às com 0,3 dS m⁻¹. Segundo Qadir et al. (2005), o estresse salino afeta a absorção de água pelas plantas, interferindo na nutrição mineral, e consequentemente, no crescimento absoluto do DC. Torres et al. (2014), observaram que o aumento da CEa de 0,5 a 12,5 dS m⁻¹ promoveu decréscimo linear sobre a TCAdc de mudas de cajueiro-anão na proporção de 6,0% por aumento unitário na CEa.

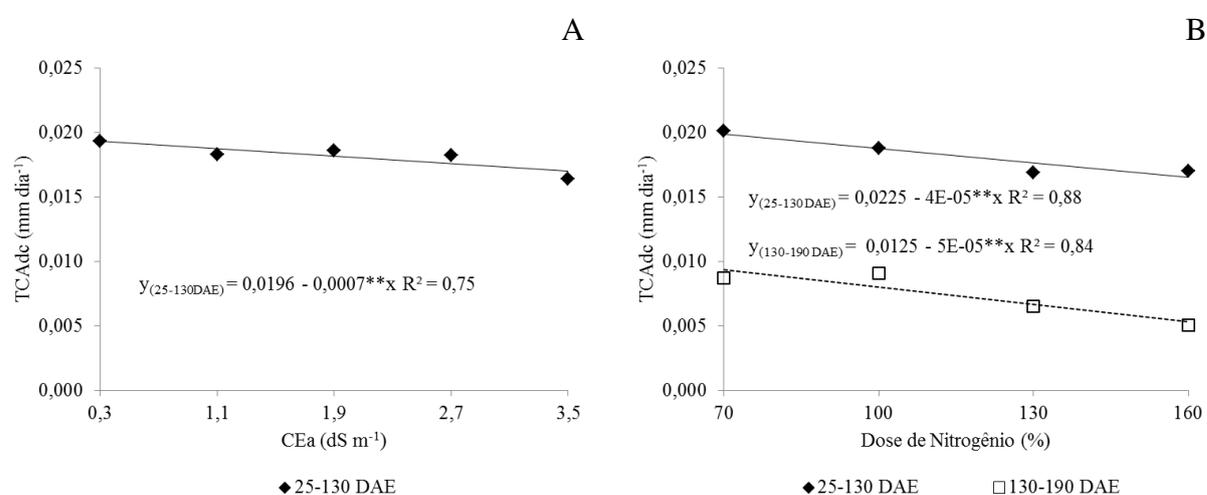


Figura 9. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule – TCAdc de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa durante o período de 25 à 130 dias após a emergência – DAE (A) e doses de nitrogênio no período de 25 à 130 e 130 à 190 DAE (B).

O aumento na dose de N afetou negativamente a TCAdc durante os períodos de 25 à 130 e 130 à 190 DAE (Figura 9B), onde constata-se de acordo com as equações de regressão decréscimo linear pelo aumento nas doses de N de 6,1% e 16,67% para cada aumento de 30% na dose de N durante os períodos de 25-130 e 130-190 DAE, respectivamente, ou seja, reduções de 18,3% e 50,0% nas plantas adubadas com 160% de N em relação às sob 70% de N, nos respectivos períodos de avaliação (Figura 9B). Verifica-se que o efeito mais depressivo sobre o crescimento do diâmetro dos porta-enxertos em função do aumento na dose de N ocorreu durante o período final de avaliação (130-190 DAE), havendo uma diferença de 33,4% em relação ao período de 25-130 DAE, quando se utilizou a maior dose (160% de N); sobretudo, nos dois períodos de avaliação a dose de 70% de N (541 mg de N dm⁻³) promoveu maior crescimento no diâmetro dos porta-enxerto de goiabeira Paluma.

O aumento da salinidade na água de irrigação exerceu efeito negativo sobre a TCRdc no período de 25 à 130 DAE (Figura 10A), ocorrendo segundo equação de regressão, redução linear de 1,75% por aumento unitário na CEa, e de 5,59% no nível de CEa de 3,5 ds m⁻¹ em relação as plantas irrigadas com CEa de 0,3 ds m⁻¹. Este resultado é concordante com o observado por Torres et al. (2014), em que o aumento da CEa promoveu efeito linear depressivo na TCRdc de mudas de cajueiro anão no período de 10 a 70 dias após a germinação.

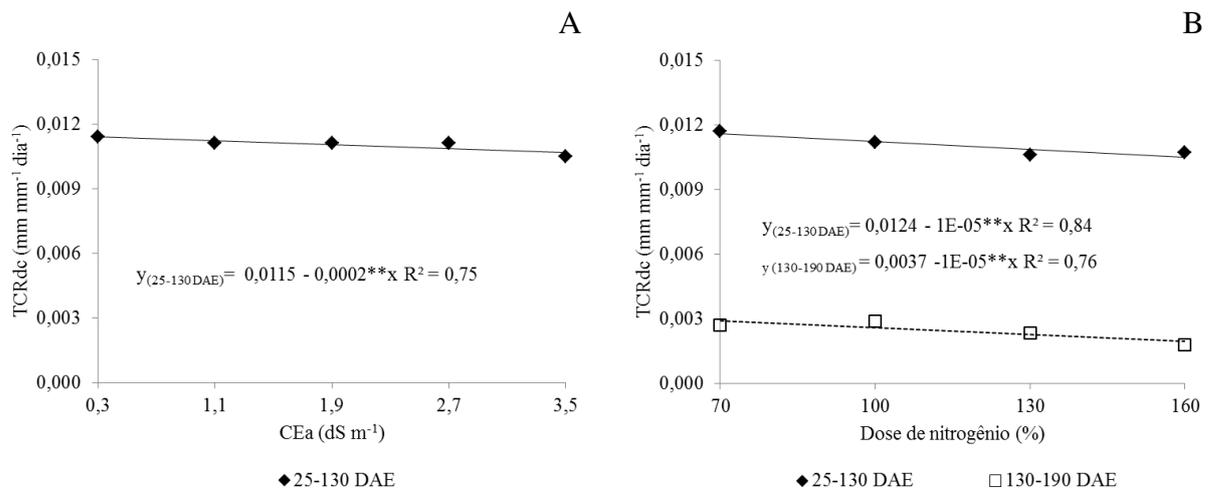


Figura 10. Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule – TCRdc de porta-enxerto de goiabeira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa durante o período de 25 a 130 dias após a emergência – DAE (A) e doses de nitrogênio no período de 25 a 130 e 130 e 190 DAE (B).

Conforme as equações de regressão (Figura 10B) observa-se que o incremento nas doses de nitrogênio nos períodos de 25 a 130 e de 130 à 190 DAE promoveu reduções lineares na TCRdc de 2,56% e 10% por aumento de cada 30% na dose de N, respectivamente, equivalente a perdas de 7,69% e 30% na plantas adubadas com a dose 160% de N em relação às com 70% de N nos respectivos períodos. Constata-se que assim como ocorrido para a TCAdc (Figura 9B), o efeito negativo do aumento das doses de N sobre a TCRdc ocorreu no período final de avaliação (130 à 190 DAE), havendo uma diferença de 22,3% em relação ao período de 25 à 130 DAE, quando se utilizou a maior dose (160% de N); embora sendo a menor dose (70% de N) que propiciou maiores ganhos de crescimento no diâmetro em ambos períodos de avaliação (Figura 10B).

4 CONCLUSÃO

1. O aumento da CEa a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente e de forma linear as variáveis morfológicas aos 130 DAE e as fisiológicas no intervalo de 25 a 130 DAE dos porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma.
2. As variáveis morfológicas aos 190 DAE e fisiológicas no período de 130-190 DAE sofrem menos com o efeito da CEa, onde exibem tolerância aos níveis de 2,1 a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.
3. A dose de 70% de N estimula o crescimento das variáveis morfofisiológicas nos períodos avaliados, com exceção da altura de plantas aos 130 DAE e suas taxas de crescimento absoluto e relativo de 25-130 DAE, em que os maiores valores são obtidos nas doses de 88 a 100% de N.
4. Não houve interação significativa entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada sobre a morfofisiologia do porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 110-119, 2011.

ALCARDE, C. A. Fertilizantes. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1 ed., Viçosa: SBCS, 2007. p. 737-768.

ALMEIDA, E. V.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1138-1142, 2006.

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p.

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

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26-33, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1 ed., Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; DE OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S C.; DE ARAÚJO, F A. R. 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. 01, p. 251-261, 2010.

CHAVES, J. C. M. CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CORREIA, D.; SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Normas de produção de mudas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 37p. (Documentos, 41).

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

CORRÊA, M. C. M.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; PEREIRA, L.; BARBOSA, J. C. Respostas de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 164-169, 2003.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.

DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; SUZUKI, A.; GHORBEL M. H. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, n. 12, p. 1247-1258, 2006.

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, suplemento 1, p. 2837-2848, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

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

FRANCO, F. C.; PRADO, R. M.; BRACHIROLLI, L. F.; ROZANE, D. E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1429-1437, 2007.

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 64 p.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; NOBRE, R. G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.24-31, 2007.

HOPKINS, G.W. **Introduction to plant physiology**, New York: John Wiley & Sons, 1999. 512 p.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental of Botany**, v.49, n.1, p.107-120, 2003.

LIMA, L. G. S.; ANDRADE, A. C.; SILVA, R. T. L.; FRONZA, D.; NISHIJIMA, T. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de goiabeira (*Psidium guajava* L.). In: 64ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC. São Luiz: UFMA, 2012.

MAEDA, J. A.; LIOLINO, J. H.; NISHIMORI, L. K.; MEDINA, P. F. Goiabeira (*Psidium guajava* L.): características dos frutos e peculiaridades das sementes que afetam sua qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p.103-109, 1999.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: Do plantio ao consumidor: Tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**, 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic Press, 2002. 889 p.

MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants.** Applied Agricultural Research, New York, v.1, p. 12-36, 1984.

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

MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n.22, p.222-239, 2012,

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell, Environment**, v. 25, p. 239-250, 2002.

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

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; 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.
e metodologia de Oliveira (2012).

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **R. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.465–471, 2013.

PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. **Revista Brasileira de Botânica**, v.3, n.1/2, p.85-94, 1980.

QADIR, M.; NOBRE, A.D.; OSTER, J.D.; SCHUBEST, S. E GHAFLOOR, A. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: a review. **Soil Use and Management**, 21/2: 173-180, 2005.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOLTO, J. S.; FOLEGATTI, M. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCT, 2010. p. 63-82.

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

SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, L. A. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. p.1-3. (Instruções Técnicas, n.5).

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 221-252.

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, n.1-3, p.147-157, 2008.

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

SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Irriga**, Edição Especial, p. 40 - 54, 2012.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1 ed., Viçosa: SBCS, 2007. 205-274 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

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

TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A.; SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa, Sinop**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, n.6. p.967-988, 2001.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.6, n.11; p. 1-23, 2010.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Aspectos fisiológicos do estresse salino em plantas. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. p. 118-126, 2005.

CAPÍTULO II

FITOMASSA E QUALIDADE DE PORTA-ENXERTO DE GOIABERIA SOB ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE NITROGÊNIO

FITOMASSA E QUALIDADE DE PORTA-ENXERTO DE GOIABERIA SOB ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO: O uso de água salina no cultivo da goiabeira, subsidiado pela fertilização nitrogenada, pode se tornar uma alternativa viável para o uso racional deste recurso hídrico no semiárido brasileiro, onde há limitação na disponibilidade de água de qualidade para irrigação. Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a produção de fitomassa e a qualidade de porta-enxerto de goiabeira irrigada com águas salinas, sob distintas doses de adubação nitrogenada. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do CCTA da UFCG com delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos correspondentes aos níveis de condutividade elétrica da água (CEa) de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ associados às doses de 70, 100, 130 e 160% de nitrogênio (N) com quatro repetições, utilizando duas plantas úteis por unidade experimental, avaliando o genótipo de goiabeira Paluma. Aos 190 dias após a emergência (DAE) avaliou-se a fitomassa fresca e seca do caule, folhas e parte aérea, seca da raiz, seca total e o índice de qualidade de Dickson. As fitomassas fresca e seca são tolerantes aos níveis de CEa de 2,2 a 2,8 dS m⁻¹ aos 190 DAE. A dose de 70% de N estimula a produção das fitomassas do porta-enxerto de goiabeira, sendo que valores acima desta dose afeta negativamente estas variáveis, com exceção da fitomassa seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson, em que o uso da adubação nitrogenada nas doses de 100-130% e de 70-130% de N, respectivamente, reduz o efeito da salinidade da água de irrigação.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L, estresse salino, produção de mudas.

BIOMASS AND QUALITY OF GOIABERIA ROOTSTOCK UNDER SALINITY WATER AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT: The use of saline water in the cultivation of guava, subsidized by nitrogen fertilization, can become a viable alternative for the rational use of this water resource in the Brazilian semi-arid region, where there is limitation in quality water availability for irrigation. In this sense, it was aimed to with this work evaluate the biomass production and the quality guava rootstocks irrigated with saline water, under different doses of nitrogen fertilization. The experiment was conducted at greenhouse of the CCTA of UFCG with a randomized block design in a factorial 5 x 4, with the treatments corresponding to the electrical conductivity of irrigation water (ECw) 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ associated with doses of 70, 100, 130 and 160% of nitrogen (N), with four replications, using two plants per experimental unit, evaluating the guava genotype Paluma. At 190 days after emergence (DAE) evaluated the fresh weight and dry stem, leaves and shoots, dry root, dry total and the Dickson quality index. The fresh and dry biomass are tolerant to ECw levels from 2.2 to 2.8 dS m⁻¹ to 190 DAE. The dose of 70% N stimulates the production of biomass the rootstock of guava, whereas values above this dose negatively affects these variables, except for the dry biomass of the root and the Dickson quality index, wherein the use of nitrogen in doses of 100 to 130 and 70-130% N, respectively, reduces the effect of irrigation water salinity.

Keywords: *Psidium guajava* L, salt stress, seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira é uma espécie disseminada em todas as regiões subtropicais e tropicais do mundo, devido a sua fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. No nordeste brasileiro, está entre as frutíferas de maior valor econômico para a região, dentre às espécies cultivadas nos plantios irrigados (GONZAGA NETO et al., 2007), uma vez que seu fruto possui grande aceitação nos mercados interno e externo, em função do sabor agradável, aroma forte e qualidade proteica (LIMA et al., 2008).

Na região semiárida do Nordeste, boa parte da água utilizada na irrigação é proveniente de açudes de pequeno e médio porte (superficiais) e poços (água subterrâneas), os quais apresentam elevados teores de sais (MEDEIROS et al., 2003), que compromete a formação de mudas e a capacidade produtiva das culturas, inclusive da goiabeira (CAVALCANTE et al., 2007).

De acordo com Távora et al. (2001), na fase de crescimento inicial, a goiabeira pode ser classificada como sensível à salinidade, com salinidade limiar no extrato de saturação do solo e da água de irrigação de 1,2 e 0,8 dS m⁻¹, respectivamente. Vários autores verificaram que o aumento na salinidade da água de irrigação provoca reduções sobre as fitomassas seca de raiz, caule, folhas, parte aérea e total de mudas de várias cultivares de goiabeira, como ‘Paluma’, ‘Ogawa’, ‘Rica’, ‘Pentecoste’, ‘Surubim’ e ‘IPA-B38’ (TÁVORA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2005; GURGEL et al., 2007; CAVALCANTE et al., 2010).

O excesso de sais pode elevar os valores de pH do solo, condutividade elétrica do extrato de saturação e comprometer as relações Na/Ca, Na/Mg e Na/Ca + Mg às plantas (PEREIRA et al., 2006), provocando desequilíbrio nutricional e efeitos tóxicos e osmóticos (ASHRAF; HARRIS, 2004). De acordo com Nobre et al.(2010), o Na⁺ e Cl⁻ são as espécies iônicas mais frequentes acumuladas nos solos salinizados, considerados os principais íons a prejudicar o metabolismo das plantas. Em condições de salinidade, a alta concentração de Cl⁻ pode interferir na absorção de NO₃⁻ pela competição iônica, provocando deficiências de nitrogênio (WHITE; BROADLEY, 2001).

O uso de água salina na irrigação, principalmente na região semiárida do Nordeste, está na dependência de técnicas que viabilizem o uso deste recurso. Uma das alternativas pode ser a identificação de espécies vegetais tolerantes a altos níveis de salinidade da água, como determinados tipos de fruteiras (AYERS; WESTCOT, 1991).

Outra técnica pode ser a utilização da adubação nitrogenada, em que o aumento na dose de nitrogênio atenua o efeito do estresse salino, onde se tem observado através de estudos nas culturas do tomateiro (BLANCO et al., 2007), meloeiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2011) e mamoneira (SOARES et al., 2012). A explicação pode estar relacionada à função estrutural do nitrogênio, e devido este fazer parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros, que elevam a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (PARIDA; DAS, 2005).

No caso de mudas de goiabeira, o nitrogênio é o segundo nutriente exigido em maior quantidade, sendo recomendada a dose de 552 mg de N por planta (FRANCO et al., 2007). Dias et al. (2012), verificaram que o uso da dose de 773 mg de N dm^{-3} proporciona maiores valores das variáveis morfológicas, acúmulo de fitomassa e qualidade de mudas goiabeira da cv. Paluma. Apesar disto, não se encontra relatos sobre a influência da adubação nitrogenada na cultura da goiabeira sob condições de salinidade.

Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a produção de fitomassa e a qualidade de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas, sob distintas doses de adubação nitrogenada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O estudo foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" S, 37°49'15" O, e altitude média de 144 m (SOARES et al., 2012). 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

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos constaram de cinco níveis condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ em interação com quatro doses de nitrogênio: 70, 100, 130 e 160% de N (541; 773; 1005 e 1237 mg de N dm⁻³), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por cinco tubetes, com uma planta por tubete, sendo avaliadas duas plantas úteis por unidade experimental.

2.3 Descrição dos tratamentos

Os níveis salinos foram selecionados com base em citações de Maas (1984) e Távora et al. (2001), que classificaram a goiabeira na fase de muda como sensível à salinidade do solo e da água, ou seja, sofrendo declínio da sua capacidade produtiva em locais onde a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) ultrapassa 1,2 dS m⁻¹ e 0,8 dS m⁻¹, respectivamente.

As águas salinas foram preparadas pela adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção 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 Dias et al. (2012), para porta-enxerto de goiabeira propagados por estacas herbáceas cultivados em sacolas de 1,5 L.

Foi utilizada a cultivar de goiabeira Paluma, por se tratar de um genótipo vigoroso, de fácil propagação, com boa tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.) (MANICA et al., 2001). Além de ser um material de fácil disponibilidade, sendo o mais cultivado no Brasil (DIAS et al., 2012), sobretudo apresenta carência na avaliação da tolerância à salinidade em interação com doses de nitrogênio.

As sementes foram obtidas de frutos colhidos em um pomar comercial da Fazenda Mocó Agropecuário, no município de Aparecida – PB. O processo de coleta de frutos,

extração, beneficiamento e armazenamento de sementes foi realizado com base nas recomendações de Maeda et al. (1999) e metodologia de Oliveira (2012).

2.4 Produção dos porta-enxertos

Os porta-enxertos foram produzidos através de sementes germinadas em tubetes, semeando-se quatro sementes por tubete na profundidade de 1,5 cm. Utilizou-se tubetes plásticos com dimensões de 19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, capacidade 288 cm^3 , e abertura na parte inferior para permitir livre drenagem. Estes recipientes foram dispostos em bandejas com capacidade para 54 tubetes, apoiadas em bancadas metálicas (cantoneiras), a uma altura de 0,8 m do solo. No preenchimento dos tubetes foi utilizado substrato composto de solo + areia + esterco bovino curtido na proporção de 82%, 15% e 3%, respectivamente.

As características físicas e químicas do substrato (Tabela 1) foram analisadas no Laboratório de Solos e Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG, conforme metodologia da Embrapa (1997).

Tabela 1 – Características físicas e químicas do substato utilizado no experimento.

Característica	Valor
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade aparente - g cm^{-3}	$1,38 \text{ g cm}^{-3}$
Porosidade total- %	47,00
Fósforo (P) – mg dm^{-3}	17
Matéria orgânica (MO) – g kg^{-1}	32
Complexo sortivo ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	
Cálcio (Ca^{2+})	5,4
Magnésio (Mg^{2+})	4,1
Sódio (Na^+)	0,28
Potássio (K^+)	2,21
Extrato de saturação	
pHes	7,41
CEes - dS m^{-1}	1,21
Cálcio (Ca^{2+}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	2,50
Magnésio (Mg^{2+}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,75
Sódio (Na^+) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,02
Potássio (K^+) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	4,74
Cloreto (Cl^-) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	7,50
Sulfato (SO_4^{2-}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,10

Carbonato (CO_3^{2-}) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Ausente
Bicarbonato (HCO_3^-) - $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	5,63
% Saturação	27,00

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato

No preenchimento dos tubetes foi incorporado ao solo $100 \text{ mg de P dm}^{-3}$ de solo, tendo como fonte o superfosfato simples, conforme recomendações de Corrêa et al. (2003) para substrato na produção de mudas de goiabeira de cultivar Paluma. Na adubação potássica, tendo como fonte o cloreto de potássio, foi utilizado metade da dose de $726 \text{ mg de K dm}^{-3}$ de substrato recomendada por FRANCO et al. (2007), dividida em quatro aplicações em parte iguais, aos 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência. A aplicação foi feita na água de irrigação, preparada com água de CE de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos os tratamentos, considerando a diluição do KCl (58% K_2O) de 340 g L^{-1} (SANTOS; CRISÓSTOMO, 2000).

Após as plântulas apresentarem dois pares de folhas verdadeiras totalmente expandidas, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete, a mais vigorosa. Além disso, foram realizados outros tratamentos culturais, como capinas manual e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

2.5 Aplicação dos tratamentos

A aplicação das águas salinas teve início aos 25 dias após a emergência de plântulas (DAE) (Figura 1A) em irrigações diárias de forma manual, utilizando água conforme o tratamento (Figura 1B). As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica da planta, pelo processo de lisimetria de drenagem, sendo aplicado diariamente o volume retido no tubete, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006), aplicada duas vezes ao dia, sendo no início da manhã e final da tarde. Aplicaram-se, a cada quinze dias, uma fração de lixiviação de 15% com base no volume aplicado neste período, de modo a reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.



Figura 1. Início de aplicação da água salina aos 25 dias após a emergência – DAE (A) e toneis com águas salinas, dos respectivos tratamentos (B).

A adubação nitrogenada também teve início aos 25 DAE, sendo dividida em 14 aplicações em partes iguais, realizadas semanalmente. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N) (DIAS et al., 2012), com aplicações realizadas manualmente via água de irrigação de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos os tratamentos, considerando a solubilidade da ureia de 780 g L^{-1} (SANTOS; CRISÓSTOMO, 2000).

2.6 Variáveis analisadas

Aos 190 DAE foram avaliados a produção de fitomassa fresca e seca das plantas e a qualidade dos porta-enxertos de goiabeira. Determinou-se a fitomassa fresca de caule (FFC), folhas (FFF) e da parte aérea (FFPA), 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 caule e folhas, sendo pesadas imediatamente em balança de precisão de $0,001 \text{ g}$, para determinação da FFC e FFF (Figura 1A). O somatório destas duas variáveis compôs a FFPA. 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 postos para secar em estufa de circulação forçada de ar, mantida na temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até obtenção de massa constante (Figura 2B), quando então foi determinada a FSF, FSC e FSR (Figura 2C); com o somatório da FSC e FSF, determinou-se a FSPA, e desta com a FSR, calculou-se a FST. As raízes foram extraídas do substrato com auxílio de uma peneira de 3 mm .



Figura 2. Pesagem da fitomassa fresca de folha (A), material posto para secar em estufa (B) e pesagem da fitomassa seca de raiz (C).

A qualidade dos porta-enxertos foi determinada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula de Dickson et al. (1960), descrita pela eq. 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

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (1 e 5% de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme o resultado do teste F (Tabela 2) verifica-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) isolado da salinidade da água de irrigação e das doses nitrogênio sobre a fitomassa fresca de caule (FFC) e seca de caule (FSC), fresca de folha (FFF) e seca de folha (FSF), fresca da parte aérea (FFPA) e seca da parte aérea (FSPA) de porta-enxerto de goiabeira avaliado aos 190 dias após a emergência – DAE; do mesmo modo, houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores (S x DN) para as variáveis de fitomassa seca de raiz (FSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 2 – Resumo do teste F da fitomassa fresca de caule (FFC), seca de caule (FSC), fresca de folha (FFF), seca de folha (FSF), fresca da parte aérea (FFPA), seca da parte aérea (FSPA), seca da raiz (FSR), seca total (FST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada aos 190 dias após a emergência – DAE.

Fonte de variação	Teste F								
	FFC	FSC	FFF ¹	FSF ¹	FFPA	FSPA	FSR	FST	IQD
Salinidades (S)	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	**	**	**	**	**	**	*	**	**
Doses de N (DN)	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	*	**	**
Reg. Quadrática	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
Interação (S*DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
BLOCO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17,65	18,07	13,39	12,87	19,22	19,49	20,61	17,17	17,58

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

Conforme equações de regressão (Figura 3A), verifica-se que houve resposta quadrática do aumento da salinidade da água de irrigação sobre a FFC e FSC aos 190 DAE, com maiores valores de 2,98 g e 1,25 g obtidos nos níveis de CEa de 1,4 dS m⁻¹ e 1,3 dS m⁻¹, respetivamente, sendo que mantiveram a tolerância até os respectivos níveis de CEa de 2,3 e 2,2 dS m⁻¹, onde obtiveram maiores valores em relação às plantas irrigadas com CEa de 0,3 ds m⁻¹. Isto pode estar relacionado à adaptação das plantas a estas condições de salinidade. Denota-se que o aumento em espessura do caule tenha contribuído para obtenção destes valores de fitomassa nestes níveis de salinidade, sendo que o mesmo foi observado por Sousa

et al. (2010) em mudas de clone de cajueiro sob estresse salino. Cavalcante et al. (2007) verificaram que o maior valor de FSC de mudas de goiabeira Surubim foi obtido no nível de CEa de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ aos 180 dias após a semeadura (DAS), avaliando os níveis de CEa de $0,5$ à $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

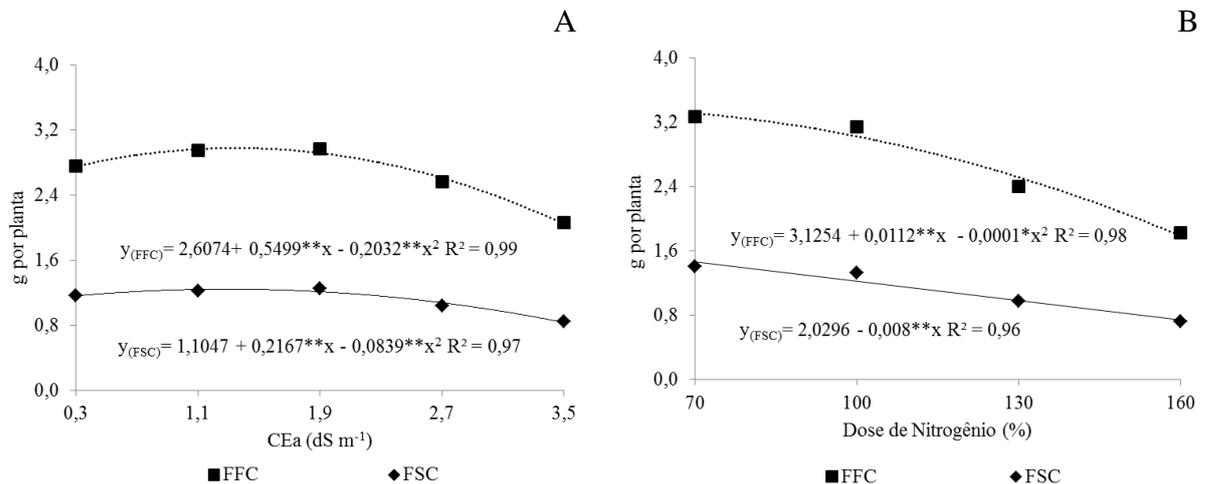


Figura 3. Fitomassa fresca de caule – FFC e seca de caule – FSC de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência – DAE.

O aumento nas doses de N afetou negativamente a FFC e FSC aos 190 DAE, cujo melhor ajuste dos dados ocorreu em equação de regressão quadrática e linear, respectivamente (Figura 3B), onde se verificou redução na FFC de 5,09%, 15,44% e 31,05% nas doses de 100%, 130% e 160% de N, respectivamente, em relação à dose de 70% de N; enquanto que na FSC as reduções foram de 16,33% por aumento de cada 30% na dose de N, gerando perdas de 48,99% nas plantas adubadas com a dose de 160% em relação às que receberam a dose de 70% de N (Figura 3B). Constata-se que a maior redução decorrente do aumento das doses de N ocorreu sobre a FSC, principalmente no uso das doses de 100 e 130% de N, onde as diminuições foram superiores ao dobro em relação aos valores da FFC. Isto pode estar relacionado ao efeito ácido proveniente da ureia que foi aplicada como fonte de N, cujo desdobramento pela uréase libera H^+ (MALAVOLTA, 2006). Ou mesmo, à elevação da salinidade no extrato de saturação do substrato causado por este fertilizante que tem índice salino de 75% (ALCARDE et al. 2007), contribuindo com a diminuição o potencial osmótico próximo à rizosfera, assim, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas plantas (MARSCHNER, 1995).

Quanto a FFF e a FSF, verifica-se (Figura 4A) que o aumento da salinidade da água de irrigação promoveu melhor ajuste dos dados ao modelo quadrático, cujos valores máximos de

4,94 g e 1,53 g das respectivas fitomassas, foram obtidos nos níveis de CEa de 1,6 dS m⁻¹ e 1,4 dS m⁻¹, respectivamente. Conforme equações de regressão (Figura 4A), a FFF e FSF mantiveram maiores valores até os níveis de CEa de 2,8 e 2,5 dS m⁻¹, respectivamente, em relação as plantas irrigadas com o menor nível de CEa (0,3 dS m⁻¹). Deduz-se que esta ocorrência tenham sido resultante de mecanismos de tolerância das plantas à salinidade para evitar maior perda de água por transpiração, como acúmulo de cera na superfície das folhas e aumento da espessura do mesófilo foliar devido ao aumento no número e comprimento das células paliçádicas e no número de camadas de células paliçádicas e esponjosas, (PARIDA; DAS., 2005). Este resultado coincide com o Cruz et al. (2003), onde verificaram efeito quadrático sobre o acúmulo de massa seca de folhas de mudas de limoeiro cravo em função do aumento da salinidade da água de irrigação, com o maior valor obtido no nível de concentração salina de 24 mM de NaCl.

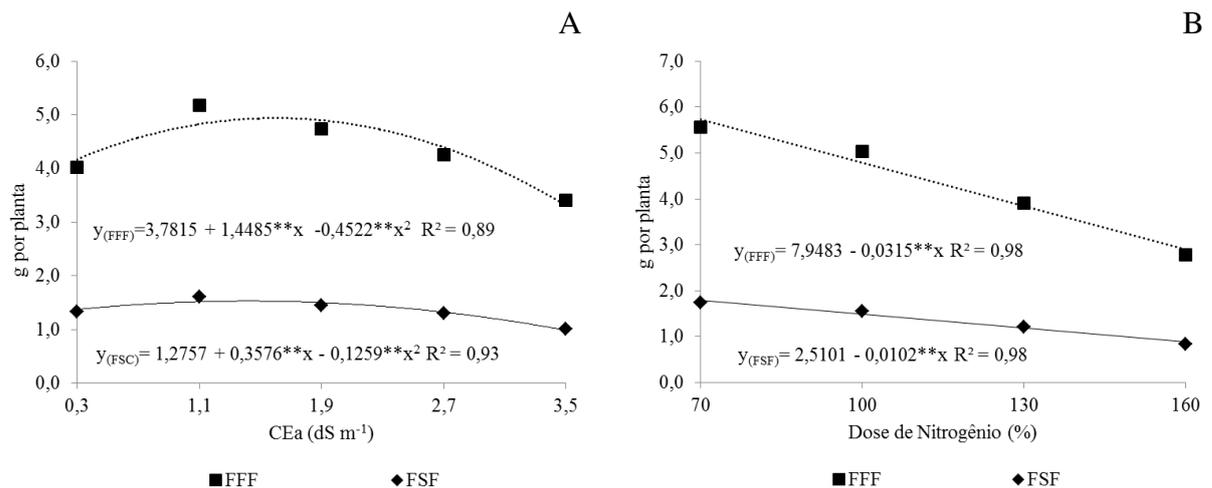


Figura 4. Fitomassa fresca de folhas – FFF e seca de folhas – FSF de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência – DAE.

O incremento na dose de N causou efeito linear decrescente sobre a FFF e FSF aos 190 DAE, que conforme equações de regressão (Figura 4B) houve redução equivalente a 16,5% e 17,0% para cada incremento de 30% de N, respectivamente, ou seja, redução de 49,4% na FFF e 51,1% sobre a FSF nas plantas adubadas com a dose 160% de N em relação as que receberam a dose de 70% de N. Diferentemente, Dias et al. (2012), constataram efeito quadrático sobre a matéria seca de folhas de mudas de goiabeira Paluma propagadas por estaquia, em função do aumento da adubação nitrogenada com maior valor obtido na dose de 808 mg de N dm⁻³ aos 120 dias após o transplantio; isto, correspondente a dose de 104,53%

de N da dose aplicada aos 190 DAE. Além da forma de propagação e época de avaliação, é possível que a principal causa desta diferença esteja relacionada à forma de aplicação do fertilizante, uma vez que Dias et al. (2012), fez adubação em cobertura, causando maiores perdas de N por volatilização, sendo necessário uma maior dose para suprir as plantas, enquanto que aos 190 DAE, as aplicações foram feitas em solução na água de irrigação, causando menores perdas por volatilização e proporcionado maior aproveitamento do N pela planta, assim sendo necessário apenas a dose de 70% de N para atender a necessidade da planta.

A FFPA e a FSPA sofreram efeito quadrático em função do aumento da salinidade da água de irrigação aos 190 DAE, onde de acordo com as equações de regressão (Figura 5A) os maiores valores de 7,96 g e 2,77 g correspondentes a FFPA e FSPA, respectivamente, foram obtidas nas plantas irrigadas com respectivas CEa de 1,5 e 1,4 dS m⁻¹. Percebe-se que tanto o acúmulo de FFPA, como de FSPA estiveram em função das FFC e FFF, e FSC e FSF, respectivamente, tanto que as curvas das equações foram semelhantes (Figuras 3A, 4A e 5A). Verifica-se conforme equações de regressão (Figura 5A), a progressão da tolerância da FFPA e FSPA, onde as plantas irrigadas até os níveis de CEa de 2,7 e 2,4 dS m⁻¹, respectivamente, obtiveram maior valor em relação as que receberam irrigação com menor nível de CEa, ou seja, 0,3 dS m⁻¹ (Figura 5A). Conforme Flowers (2004) as plantas adquirem tolerância quando são capazes de ajustar o potencial osmótico das células com o do solo, envolvendo neste processo tanto a absorção e a compartimentalização de íons como a síntese de solutos orgânicos. Outro mecanismo de tolerância das plantas à salinidade é a habilidade de genótipos em manter altos teores de K, Ca e NO e baixos níveis de Na e Cl dentro do tecido, principalmente, nas folhas (DIAS; BLANCO, 2010).

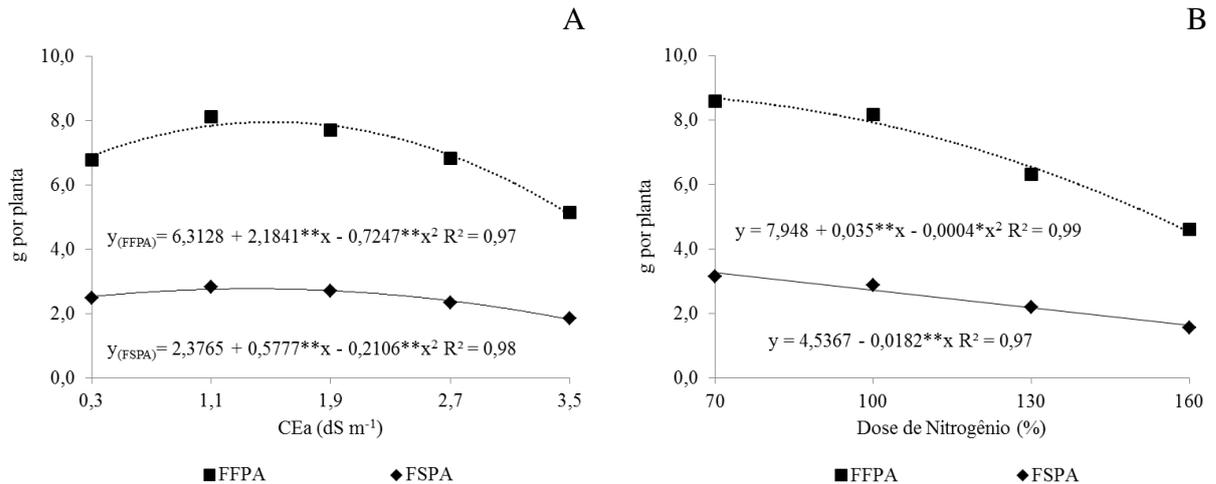


Figura 5. Fitomassa fresca da parte aérea – FFPA e seca da parte aérea – FSPA de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência – DAE.

O aumento nas doses de N causou reduções quadrática e linear sobre FFPA e FSPA aos 190 DAE, respectivamente (Figura 5B). Em relação à FFPA, registraram-se diminuição de 11,73%, 32,0% e 60,80% nas plantas adubadas com as doses de 100%, 130% e 160% de N em comparação com a dose de 70% de N. A redução na FSPA foi de 50,20% nas plantas que foram adubadas com a maior dose (160% de N) em relação as que receberam a menor dose (70% de N), sendo que para cada aumento de 30% de N a redução foi de 16,73% sobre a FSPA (Figura 5B). Verifica-se que o aumento da adubação nitrogenada afetou negativamente ambas fitomassas, entretanto, a FFPA foi mais afetada na dose de 160% de N. A adubação com menor dose de N, ou seja, 70% de N (541 mg de N dm⁻³) proporcionou maiores valores para ambas variáveis, corroborando com a dose de 552 mg de N por planta recomendada por Franco et al.(2007), para mudas de goiabeira Paluma. A adubação nitrogenada na proporção adequada é fundamental no crescimento das plantas. De acordo com Flores et al., (2002), o nitrogênio fornecido pela adubação nitrogenada desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o crescimento vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila e ácidos nucleicos.

Observa-se que o aumento da salinidade na água de irrigação causou efeito quadrático sobre a FST aos 190 DAE (Figura 6A), onde segundo equação de regressão, o valor máximo de 3,54 g foi atingido nas plantas irrigadas no nível de CEa de 1,3 dS m⁻¹; sobretudo, as plantas irrigadas até o nível de CEa de 2,3 dS m⁻¹ produziram maior quantidade de FST em relação as que receberam água de menor CEa, ou seja, 0,3 dS m⁻¹. Denota-se ser isto, reflexo da adaptação das plantas à salinidade, assim como observado para a FFPA e FSPA (Figura 5A). Entretanto, nota-se (Figura 6A) que as diminuições se intensificaram a partir do uso da

CEa de $2,3 \text{ dS m}^{-1}$, uma vez que em relação a este nível salino, ocorreram reduções de 28,19% nas plantas irrigadas com CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. De acordo com Cruz et al. (2003), a redução no acúmulo de matéria seca é um dos principais efeitos negativos do estresse salino; evidenciado pelo efeito osmótico o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons tóxicos (HASEGAWA, 2000).

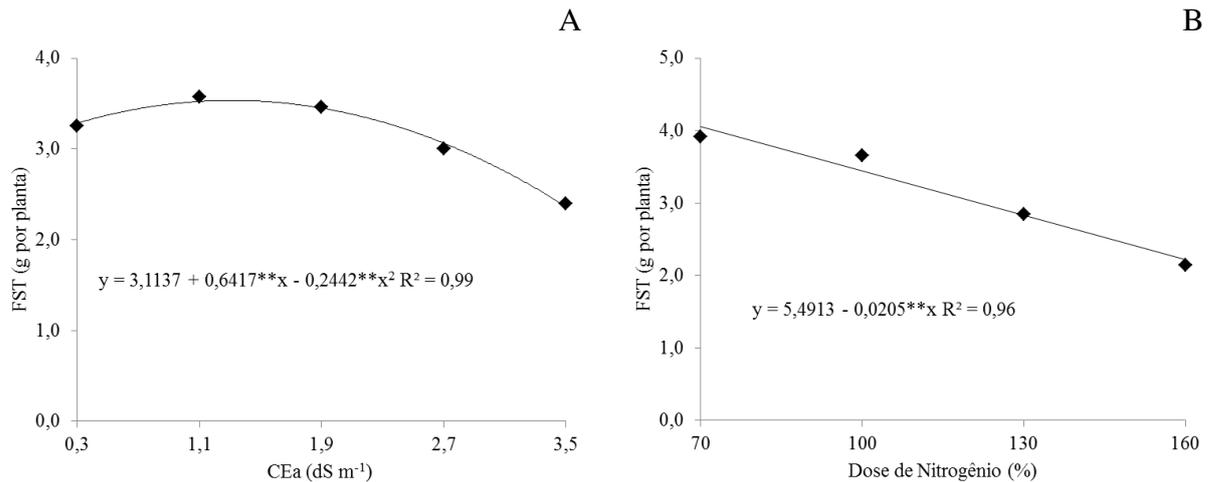


Figura 6. Fitomassa seca total – FST de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B) aos 190 dias após a emergência – DAE.

Verifica-se que o aumento da adubação nitrogenada afetou negativamente a produção de FST aos 190 DAE, causando conforme equação de regressão (Figura 6B) redução linear de 15,16% por aumento unitário na CEa, ou seja, perdas de 45,48% nas plantas que receberam a dose de 160% de N, em relação às adubadas com 70% de N. Observa-se que a utilização da menor dose (70% de N), correspondente a $541 \text{ mg de N dm}^{-3}$ proporcionou a maior produção de FST, sendo corroborante a dose de $552 \text{ mg de N por planta}$ recomendada por Franco et al. (2007) para produção de mudas de goiabeira Paluma, entretanto, Dias et al. (2012), constataram haver maior exigência de N para que mudas de mudas de goiabeira Paluma atingissem maior produção de matéria seca total, sendo o maior valor obtido na dose de $865 \text{ mg de N dm}^{-3}$.

Com base na Tabela 2, observa-se que houve interação significativa ($p < 0,05$) entre a salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio sobre a FSR aos 190 DAE. A dose de 70% de N não exerceu efeito significativo sobre a FSR em função do aumento da CEa da água de irrigação, no entanto verificou-se influência significativa para as demais doses de N (Figura 7). No uso das doses de 100 e 130% de N constata-se melhor ajuste dos dados em regressão quadrática pelo aumento da CEa, onde os maiores valores de FSR correspondentes

a 0,86 e 0,76 g foram atingidos nos níveis de CEa de 1,6 e 1,3 dS m⁻¹ nas respectivas doses. Também, verificou-se conforme regressão (Figura 7) a tolerância desta variável até o níveis de CEa de 2,9 e 2,1 dS m⁻¹ com uso das doses de 100 e 130% de N, respectivamente, já que a FSR obteve maior valor neste níveis salinos em relação às plantas irrigadas com menor nível de CEa, ou seja, 0,3 ds m⁻¹. Nas plantas adubadas com a dose de 160% de N, constatou-se efeito linear decrescente, com redução de 13,77% por aumento unitário na CEa. Neste sentido, infere-se que o uso das doses de 100 e 130% de N reduziu o efeito deletério do estresse salino sobre a produção de FSR, impondo maior tolerância das plantas à salinidade; com destaque para a dose de 100% onde as plantas obtiveram maior acúmulo de fitomassa sobre maior nível de CEa (Figura 7).

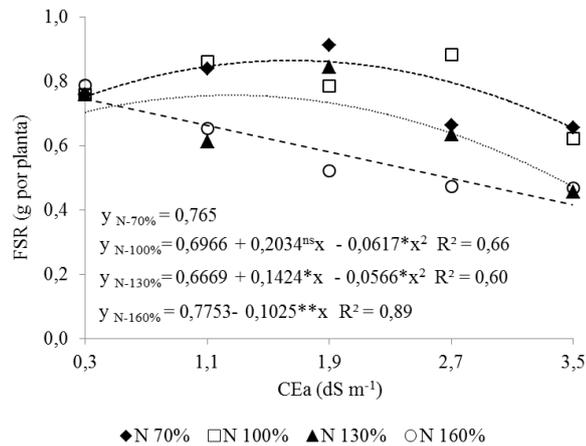


Figura 7. Fitomassa seca de raiz – FSR de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 190 dias após a emergência – DAE.

Do mesmo modo como verificado para FSR, contata-se a ocorrência de interação significativa ($p < 0,05$) entre os níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio sobre o IQD aos 190 DAE (Tabela 2). Verifica-se que o melhor ajuste dos dados foi em equações quadráticas na utilização das doses de 70, 100 e 130% de N, onde maiores valores do IQD foram obtidos sob os níveis de CEa de 1,6; 1,7 e 1,2 dS m⁻¹ nas respectivas doses de N (Figura 8). Conforme equações de regressão, o uso destas doses de 70, 100 e 130% de N mantiveram a tolerância doo porta-enxerto até os níveis de CEa de 2,5; 3,1 e 2,1 dS m⁻¹, respectivamente, onde o IQD obteve maior valor em relação as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹; todavia, o uso da dose de 160% de N ocasionou efeito linear decrescente na qualidade dos porta-enxertos com o aumento de CEa, proporcionado redução no IQD de 15,58% por aumento unitário na CEa (Figura 8). Possivelmente, o somatório da salinidade do

fertilizante (ureia) que possui índice salino de 75% (ALCARDE et al. 2007), com a salinidade água, incrementaram o estresse salino.

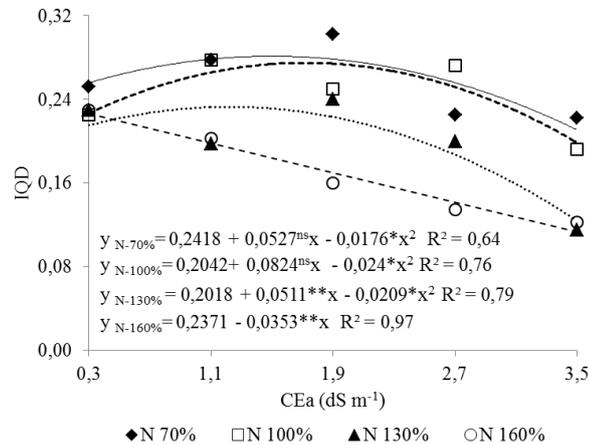


Figura 8. Índice que qualidade de Dickson – IQD de porta-enxerto de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 190 dias após a emergência – DAE.

Neste contexto, salienta-se que o uso da adubação nitrogenada com as doses de 70, 100 e 130% de N, atenuaram o efeito do estresse salino nas plantas, atribuindo melhor qualidade aos porta-enxerto de goiabeira, principalmente, com as doses de 70 e 100% de N (Figura 8). Além de promover o crescimento e incrementar ganhos de produtividade (DIAS et al., 2012), a adubação nitrogenada pode reduzir os efeitos da salinidade nas plantas devido o NO_3^- reduzir a absorção de Cl^- (WHITE; BROADLEY, 2001), e intensificar a produção e acúmulo de solutos orgânicos, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros, o quais eleva a capacidade de ajustamento osmótico nas plantas, aumentando a resistência das plantas ao estresse hídrico e salino (LACERDA et al., 2003; PARIDA; DAS, 2005; SILVA et al., 2008).

4 CONCLUSÃO

1. As fitomassas fresca e seca do porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma são tolerantes aos níveis de CEa de 2,2 a 2,8 dS m⁻¹ aos 190 DAE, conseguindo manter maior valor em relação as plantas irrigadas com o menor nível de CEa de 0,3 dS m⁻¹.
2. A dose de 70% de N estimula a produção de fitomassa fresca e seca dos porta-enxerto, sendo que valores acima desta dose afeta negativamente a produção dessas fitomassas.
3. O aumento da adubação nitrogenada de 100 a 130% e de 70 a 130% de N reduz o efeito negativo da salinidade da água de irrigação sobre a produção de fitomassa seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson, respectivamente, do porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, C. A. Fertilizantes. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1 ed., Viçosa: SBCS, 2007. p. 737-768.

ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 110-119, 2011.

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p.

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

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26–33, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANT E, L. F.; HU, YUNCAI; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Water salinity and initial development of four guava (*Psidium guajava* L.) cultivar in north-eastern Brazil. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 15, p. 71-80, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; DE OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S C.; DE ARAÚJO, F A. R. 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. 01, p. 251-261, 2010.

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

CORRÊA, M. C. M.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; PEREIRA, L.; BARBOSA, J. C. Respostas de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 164-169, 2003.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro ‘cravo’ submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.

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, suplemento 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, INCTA Sal, 2010. p.129-141.

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.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

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

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

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

FRANCO, F. C.; PRADO, R. M.; BRACHIROLI, L. F.; ROZANE, D. E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1429-1437, 2007.

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 64 p.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; NOBRE, R. G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.24-31, 2007.

HASEGAWA, P. M. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, v.51, n.1, p. 463-499. 2000.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental of Botany**, v.49, n.1, p.107-120, 2003.

LIMA, M. A. C.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; SANTOS, P. S.; PAES, P. C.; RIBEIRO, P. R. A.; DANTAS, B. F. Effects of levels of nitrogen and potassium on yield and fruit maturation of irrigated guava trees in the São Francisco valley. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 246-250, 2008.

MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, p. 12-36, 1984.

- MAEDA, J. A.; LIOLINO, J. H.; NISHIMORI, L. K.; MEDINA, P. F. Goiabeira (*Psidium guajava L.*): características dos frutos e peculiaridades das sementes que afetam sua qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p.103-109, 1999.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: Do plantio ao consumidor: Tecnologia de produção, pós-colheita e comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: London Academic Press, 1995. 899p.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação nas áreas produtoras de melão na Chapada do Apodí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-367, 2010.
- OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2012.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, n.3, p. 324-349, 2005.
- PEREIRA, K. S. N.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, G. F.; GONDIM, S. C. Goiabeira e a salinidade. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 37-54.
- RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production** (Org). Roma: FAO, 1992.
- SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, L. A. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. p.1-3. (Instruções Técnicas, n.5)
- 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, n.1-3, p.147-157, 2008.

SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Irriga**, Edição Especial, p. 40 - 54, 2012.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Desenvolvimento inicial do clone BRS 275 de cajueiro sob irrigação com diferentes níveis salinos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, nº. 3, p. 166-171. 2010.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, n.6. p.967-988, 2001.