



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS  
COM ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

**FABLO FERNANDES DE SOUSA**

**POMBAL-PB**

**2015**

FABLO FERNANDES DE SOUSA

**PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS  
COM ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
como parte dos requisitos exigidos para a  
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL-PB

2015

FABLO FERNANDES DE SOUSA

**PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS  
COM ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
como parte dos requisitos exigidos para a  
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientador - Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

---

Examinador – Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

---

Examinador – Evandro Manoel da Silva  
(Mestre em Horticultura Tropical – UFCG)

POMBAL-PB

2015

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho a minha família e em especial minha mãe Maria Rosemare Fernandes de Sousa, meu pai Francisco Afonso de Sousa e a minha avó Guiomar Fernandes de Oliveira por terem acreditado em meu potencial e terem proporcionado todo apoio para que eu alcançasse um objetivo em minha vida mesmo diante de dificuldades enfrentadas durante essa longa caminhada mostrando que ser humilde e perseverante podemos alcançar a vitória tão desejada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sempre ter me mostrado o caminho certo a ser seguido e ter me proporcionado esse desafio em minha vida concretizando a realização de um sonho.

Agradeço aos meus pais Maria Rosemare e Francisco Afonso por terem sempre acreditado em mim e me mostrado que todo o esforço e dificuldades enfrentado seria fruto de um futuro promissor. Amo vocês.

Ao meu orientador Prof. **Dr. Reginaldo Gomes Nobre** pela dedicação, compromisso, compreensão e empenho que formam de suma importância para a realização e conclusão desse trabalho.

Agradeço ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de realizar meu sonho em obter o grau de Bacharel em Agronomia.

Aos meus colegas de equipe Leandro, Luana, Wesley e Israel pela compreensão e pela ajuda e contribuição nesse trabalho.

Agradeço em especial a Adaan, Alfredo, Jerffeson, Ana Gabriela, Natali, Erbia, Saulo e a Glaucia Formiga amigos especiais cativos durante essa longa caminhada.

**Muito Obrigado!!!**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento. 24

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância para comprimento do ramo (CR), diâmetro do caule (DCC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 50 e 70 dias após a enxertia – DAE. ....27

**Tabela 3:** Resumo da análise de variância para a fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST), transpiração (E) e condutância estomática (GS) de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 70 dias após a enxertia – DAE .....29

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Comprimento do ramo (CR) de mudas enxertadas de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a enxertia DAE. ....28

**Figura 2:** Número de folhas (NF) de mudas enxertadas de goiabeira, sob doses de nitrogênio aos 70 dias após a enxertia- DAE. ....29

**Figura 3:** Fitomassa seca da raiz FSR (A) e Fitomassa seca total FST (B) de mudas enxertadas de goiabeira, em função salinidade da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a enxertia.....31

**Figura 4:** Transpiração nas folhas (A) e condutância estomática (B) de mudas enxertadas de goiabeira, em função salinidade da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a enxertia.....32

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                       | <b>10</b> |
| 2.1 CULTURA DA GOIABEIRA .....                            | 10        |
| 2.1.1 GENÓTIPOS PALUMA E CRIOLA .....                     | 12        |
| 2.1.2 PRODUÇÃO DE MUDAS.....                              | 13        |
| 2.2 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....                   | 14        |
| 2.3 UTILIZAÇÃO DE ÁGUA SALINA NA AGRICULTURA.....         | 16        |
| 2.4 SALINIDADE E SEUS EFEITOS SOBRE AS CULTURAS.....      | 17        |
| 2.4.1 EFEITO DA SALINIDADE SOBRE MUDAS DE GOIABEIRA ..... | 19        |
| 2.5 TOLERÂNCIA DAS PLANTAS A SALINIDADE .....             | 20        |
| 2.6 ADUBAÇÃO NITROGENADA .....                            | 21        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                         | <b>22</b> |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....                       | 22        |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....         | 22        |
| 3.3 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....                        | 23        |
| 3.4 GENÓTIPOS ESTUDADOS .....                             | 23        |
| 3.5 PREPARO DOS PORTA-ENXERTOS E ENXERTIA .....           | 24        |
| 3.6 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS .....                       | 25        |
| 3.7 VARIÁVEIS ANALISADAS .....                            | 26        |
| 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....                              | 27        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                    | <b>27</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO.....</b>                                  | <b>33</b> |
| <b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>                  | <b>34</b> |

## RESUMO

A pressão por águas de boa qualidade vem forçando a utilização de reservas hídricas com diferentes níveis de salinidade. A utilização dessas águas fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo adequado de irrigação e demais práticas culturais, reduzindo os efeitos da salinidade sobre o ambiente. Este trabalho teve como objetivo avaliar as variáveis de crescimento e formação de massa fresca e seca e fisiológicas de mudas enxertadas de goiabeira submetidas a doses crescentes de nitrogênio irrigadas com águas de distintos níveis salinos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com os tratamentos correspondentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (70%, 100%, 130% e 160% de N da dose recomendada para produção de mudas de goiabeira), com 4 repetições, sendo cada parcela constituída por três plantas. O aumento da CEa a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> afeta negativamente, de forma linear, o comprimento do ramo, taxa de transpiração na folha e condutância estomática de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma aos 70 dias após a enxertia. A fitomassa seca de raiz e seca total obtém maiores valores no nível de CEa de 2,1 dS m<sup>-1</sup>. A adubação nitrogenada na dose de 70% de N estimula a produção de maior número de folhas por planta aos 70 DAE. A água com a CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> não afetou o número de folhas, diâmetro do caule, área foliar e fitomassa seca da parte aérea ao e 50 e 70 DAE.

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

## ABSTRACT

The pressure for good quality water has forced the use of water resources with different levels of salinity. The use of those waters is subject to the crop tolerance to salinity and adequate irrigation management and other cultural practices, reducing the effects of salinity on the environment. This work aimed to evaluate the growth variables and fresh weight training and dry and physiological seedlings grafted guava submitted to increasing levels of nitrogen irrigated with differing levels saline waters. The experiment was conducted in a greenhouse Science Center and Technology Agrifood the Federal University of Campina Grande, Pombal - PB, in a randomized blocks in a factorial 5 x 4, with corresponding treatments to five levels of electrical conductivity water - EC<sub>w</sub> (0.3, 1.1, 1.9, 2.7 and 3.5 dS m<sup>-1</sup>) and four doses of nitrogen (70%, 100%, 130% and 160% N dose recommended for production of guava plants), with four replications, each plot had three plants. Increased EC<sub>w</sub> from 0.3 dS m<sup>-1</sup> adversely affects linearly the branch length, transpiration rates and stomatal conductance sheet guava grafted seedlings cv. Paluma 70 days after grafting. The dry mass of root and total dry obtains higher values in EC<sub>w</sub> level of 2.1 dS m<sup>-1</sup>. Nitrogen fertilization at the rate of 70% N stimulates greater production number of leaves per plant at 70 DAE. Water with EC<sub>w</sub> 3.5 dS m<sup>-1</sup> did not affect the number of leaves, stem diameter, leaf area and dry mass of shoots and the 50 and 70 DAE.

**Keywords:** *Psidium guajava* L., stress saline, nitrogen fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

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). Apresentando grandes áreas, clima e solo favoráveis à produção comercial da goiabeira, sendo esse aspecto importante, não apenas pelo valor nutritivo da fruta, mas também pela perspectiva de incremento da produção agrícola, na ampliação da atividade industrial e no potencial de exportação (ROZANE e COUTO, 2003).

A prática de irrigação consiste na melhor forma de garantir a produção agrícola com segurança; entretanto, o manejo inadequado da água aliado a elevada evapotranspiração e precipitações insuficientes para lixiviar os sais, tem contribuído para o acúmulo de sais no solo, causando a salinização das áreas irrigadas (LIMA et al., 2014).

A salinização do solo é um assunto que tem maior importância principalmente na região nordeste, onde a evapotranspiração supera as chuvas e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e a lixiviação dos sais do solo, levando muitas vezes a utilização de fontes de água com altas concentrações de sais, sobre tudo de sódio, comprometendo, a qualidade desse recurso e do próprio solo, em sua utilização na agricultura. Como consequência deste processo, tem-se perda da capacidade produtiva dos solos e enormes prejuízos socioeconômicos (LIMA, 1997 e NEVES et al., 2009).

O excesso de sais no solo provoca redução na absorção e transporte dos elementos minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas cultivadas em geral, inclusive da goiabeira (CAVALCANTE et al., 2010). A redução no crescimento é consequência de respostas fisiológicas, incluindo modificações no balanço iônico, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação de carbono (SILVA et al., 2008). 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 (CAVALCANTE et al., 2005).

Segundo Cavalcante et al. (2008) por ser considerada uma das mais valiosas entre as fruteiras tropicais e subtropicais, devido aos elevados teores de ferro, cálcio, fósforo, açúcares, vitamina A e do complexo B e alta digestibilidade, além da crescente expansão da área cultivada dessa fruta nos últimos anos, impulsionada pela agricultura irrigada nas áreas semiáridas do Brasil, o cultivo da goiabeira necessita de mais informações relacionadas a sua irrigação com água de uso restrito à agricultura pelo excesso de sais, considerando que, nas regiões semiáridas, é comum reservatórios de águas dessa natureza, sendo muitas vezes a única fonte disponível.

A nutrição mineral é um importante fator ambiental, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas (MILLER; CRAMER, 2004). Esta alta dependência ocorre devido às funções do N no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas (FLORES et al., 2002).

Buscando as alternativas que possam minimizar os efeitos deletérios dos sais e possibilitar a produção de mudas de goiabeira de qualidade irrigadas com águas salinas, pode-se destacar o incremento da adubação nitrogenada na produção de mudas de goiabeira de qualidade que possam influenciar na capacidade de absorção, síntese e utilização de nutrientes e promover maior tolerância das plantas à seca e à salinidade (POMPEU JÚNIOR, 1991).

Deste modo, objetivou-se avaliar as variáveis de crescimento, formação de massa fresca e seca e fisiológicas de mudas enxertadas de goiabeira submetidas a doses crescentes de nitrogênio, irrigadas com águas de distintos níveis salinos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 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. Esta espécie foi amplamente difundida por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (MEDINA, 1988).

Entretanto, Gonzaga Neto e Soares (1994) relatam que alguns autores afirmam que a goiabeira é nativa do Brasil.

A goiabeira é uma fruteira disseminada em regiões de clima tropical e subtropical, o que caracteriza ser uma planta rústica com possibilidade de se adaptar em diferentes condições edafoclimáticas. Seu fruto possui grande aceitação nos mercados interno e externo, em função do sabor agradável, aroma forte e qualidade proteica (CAVALCANTE et al., 2005; LIMA et al., 2008).

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. (ARQUEZ, 2004). O nome de goiaba tem origem no tupi cayhab, que significa “o que tem sementes aglomeradas”. A família Myrtaceae possui mais de 70 gêneros e 2800 espécies. Entre as 150 espécies da família da goiabeira, o gênero *Psidium* é o mais importante para a produção de frutos (PEREIRA, 1995; FRANCO, 2006), enquanto a espécie *Psidium guajava* L. possui o maior valor econômico (PINHEIRO, 2006).

A goiabeira é considerada uma planta arbórea de pequeno porte (KOLLER, 1979), podendo atingir de três a cinco metros de altura (PIEIDADE NETO, 2003). Na fase adulta, a goiabeira possui a casca do caule de coloração castanho-arroxeadada, fina, lisa e brilhante. A casca se mantém aderente quando viva e se desprende em lâminas quando seca (MEDINA, 1988). As folhas apresentam variações na forma e no tamanho, o que ajuda na diferenciação de variedades (PURSEGLOVE, 1968) e são de coloração verde-amarelada (PIZA JUNIOR e KAVATI, 1994) e opostas (PEREIRA, 1995).

A goiabeira é uma planta cuja floração ocorre apenas em ramos do ano. As flores são hermafroditas, com androceu formado por numerosos estames (cerca de 350) livres e com filetes brancos. As anteras são de forma variável, devido à pressão existente entre elas na fase de botão floral, apresentando duas tecas rimosas. O gineceu é gamocarpelar, com ovário ínfero, inteiramente soldado ao receptáculo floral, tri ou tetralocular, contendo numerosos óvulos e placentação marginal. O estilete é simples, ligeiramente cônico, do mesmo comprimento dos estames externos na preflorescência e mais comprido na flor aberta, de coloração

esverdeada no ápice e com estigma capitado verde (SOUBIHE SOBRINHO, 1951; PEREIRA e MARTINEZ JÚNIOR, 1986; PEREIRA, 1995).

As inflorescências são do tipo dicásio; a gema lateral florífera do ramo do ano desabrocha e uma inflorescência se desenvolve, trazendo um botão na extremidade do eixo. Este botão possui na base, duas brácteas opostas, onde 8 podem aparecer dois botões floríferos laterais, formando um total de três flores (PEREIRA, 1995), podendo ser encontradas flores em botões isolados ou em grupos de dois ou três, dependendo da cultivar, mas sempre na axila das folhas (GONZAGA NETO e SOARES, 1994).

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).

Apesar de ser nativa de região tropical, a goiabeira vegeta e produz bem, desde ao nível do mar até à altitude de 1.700 m, sendo, por essa razão, amplamente difundida em várias regiões do país. Segundo Manica, citado por Pereira e Martínez Júnior (1986), é possível encontrar pomares comerciais de goiabeira do Rio Grande do Sul ao Nordeste brasileiro.

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).

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).

### **2.1.1 Genótipos Paluma e Crioula**

A cultura da goiabeira vem evoluindo muito nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de cultivares mais produtivas, e com frutos de dupla finalidade: mesa e/ou indústria, para uma mesma cultivar (Paluma), com maior valor agregado (SOUZA et al., 2009.)

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 t ha<sup>-1</sup>), vigorosas, boa tolerância a 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).

Será usado na produção de porta-enxerto o genótipo de goiabeira “Crioula” que segundo Cavalcante et al. (2005) trata-se de um material vegetal rústico, adaptado as condições de clima e solo do semiárido nordestino, sendo bastante utilizado na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda nesta região.

### **2.1.2 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 (WEDLING et al., 2006).

A goiabeira pode ser propagada por sementes, alporquia (mergulhia aérea), estaquia, enxertia e cultura de tecidos (SOUZA et al., 2010). A propagação seminífera é utilizada em função da facilidade e velocidade de obtenção das mudas, podendo as plantas apresentarem excelente vigor e frutificarem após um período relativamente curto, sendo a produção destinada a indústria.

Pomares de goiabeira para produção em escala comercial devem apresentar plantas uniformes, início precoce de produção, frutos de qualidade e alta produtividade, o que torna necessário a utilização de processos propagativos assexuados (YAMAMOTO et al., 2010).

A enxertia pode ser por garfagem de fenda cheia. O porta-enxerto é formado por sementes retiradas de frutos maduros, provenientes de plantas

matrizes sadias, precoces e com boas condições fitossanitárias. As sementes devem ser retiradas, secadas à sombra e tratadas com fungicidas à base de cobre, antes de serem semeadas. A semeadura é feita em sacos plásticos de polietileno com dimensões de 18 cm x 30 cm, contendo a mistura de terra de barranco + esterco de curral + areia (4:2:1 v/v), colocando-se de três a quatro sementes. Quando as mudas atingirem a altura de 8 cm a 10 cm, realiza-se o desbaste, deixando-se a mais vigorosa. Em regiões tropicais com irrigação, a semeadura pode ser feita em qualquer período do ano. Entretanto, nas regiões com clima mais ameno, deve-se fazer a semeadura no início da primavera (GONZAGA NETO e SOARES, 1994).

O porta-enxerto, no momento da enxertia, deve apresentar diâmetro entre 0,4 cm e 0,7 cm. Os garfos ou borbulhas devem ter o mesmo diâmetro do porta-enxerto e serem provenientes de ramos maduros (8 a 10 meses de idade). Após a realização da enxertia, quando a muda atingir 40 cm 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 e SOARES, 1995).

As sementes são utilizadas somente para a formação dos porta-enxertos, na realização do processo de enxertia (garfagem ou borbulhia). Na produção de mudas comerciais, a estaquia herbácea e a enxertia são os métodos mais utilizados (PASQUAL et al., 2001).

## **2.2 Qualidade da água de irrigação**

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização, esta situação está se alterando em muitos lugares (SILVA et al., 2011). Segundo os mesmos a qualidade da água de irrigação é tradicionalmente definida principalmente pela quantidade total de sais dissolvidos e sua composição iônica. Os principais sais dissolvidos na água de irrigação são os de sódio, cálcio e magnésio em forma de cloretos, sulfatos e bicarbonatos.

De acordo com Almeida (2010) quando se fala em qualidade da água de irrigação se tem certeza que se trata de qualidade em relação à salinidade no sentido amplo do termo. Neste caso, a qualidade da água se define em função de três critérios básicos: salinidade em sentido restrito, sodicidade e toxicidade.

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

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos é baseada na condutividade elétrica (CE) como indicado risco de salinização do solo e na RAS como indicadora do perigo de sodicidade do solo. Quanto ao risco de salinidade, as águas são classificadas em C1 - águas com baixa salinidade, C2 - águas com salinidade média, C3 - águas com salinidade alta e C4 - águas com salinidade muito alta. Quanto ao risco de sodicidade as águas são divididas em quatro classes segundo a RAS: S1 - águas com baixa concentração de sódio, S2 - águas com concentração média de sódio, S3 - águas com alta concentração de sódio e S4 - águas com muito alta concentração de sódio (RICHARDS, 1954).

Todas as águas de irrigação têm um conteúdo maior ou menor de sais solúveis, ainda que as águas naturais, raras vezes contenham sais suficientes para ocasionar danos imediatos aos cultivos (RHOADES, 1972).

Em solos intemperizados, profundos e desenvolvidos a capacidade destes sais acenderem a superfície é menor quando comparados com solos jovens pouco desenvolvidos do ponto de vista geológico. Conforme Figueiredo et al. (2009), relatam que o aumento da demanda de recursos hídricos tem sido objeto de constante preocupação. Fato que, a qualidade da água afeta o sistema de irrigação, a cultura e as propriedades do solo, tornando muitas vezes impróprio para as práticas agrícolas (ALVAREZ et al., 2009; SRINIVASAN et al., 2009).

### 2.3 Utilização de água salina na agricultura

É crescente o interesse em aumentar a eficiência na utilização de águas salinas na irrigação nos últimos anos. Podem ser usadas com sucesso no cultivo de determinadas plantas, sem maiores consequências em longo prazo para culturas e solo, desde que sejam aplicadas técnicas de manejo adequadas. Isso envolve o uso de fontes de águas salinas utilizando espécies ou cultivares mais tolerantes, bem como a utilização dessas fontes em estádios diferentes, sistema irrigação, mistura de água de diferentes qualidades, além de diversas práticas de manejo do sistema solo-planta (MALASH et al., 2006; CHAUHAN; SINGH, 2008).

Segundo Ribeiro (2010), o problema da salinidade traz como principal consequência a limitação da produção agrícola, reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos. A tolerância das culturas à salinidade varia com condições climáticas, de solo, além de diversas práticas de cultivo, o que implica na possibilidade de desenvolvimento das plantas sem grandes reduções na produção mesmo sendo cultivadas em solo salino ou irrigadas com água salina (LACERDA et al., 2010).

Em regiões de clima árido e semiárido é frequente a água conter sais solúveis em excesso, e a utilização dessas águas sem uma fração de lixiviação adequada, pode provocar a salinização dos solos, reduzindo o crescimento, o desenvolvimento das plantas e os teores de macronutrientes catiônicos (GARCIA et al., 2007; BAGHALIAN et al., 2008).

De acordo com D'Almeida et al. (2005) a salinização do solo está ligada também às características físico-químicas do solo em seu estado natural e das técnicas de manejo a ele aplicado, visto que é comum o surgimento da salinidade em áreas irrigadas cujas técnicas de manejo não visam a conservação da capacidade produtiva dos solos, bem como onde há uso excessivo de fertilizantes.

A concentração de sais dissolvidos na água, o acúmulo de sais no solo pode variar ainda de acordo com o tipo de solo estudado, em função de suas características químicas e físicas (SILVA et al., 2011). O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas pelo

efeito de íons tóxicos específicos, a tal ponto de afetar seu rendimento e a qualidade de sua produção (LINHARES et al., 2012).

Os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade dos íons e no desequilíbrio nutricional das plantas (AZEVEDO NETO e TABOSA, 2000; FERREIRA et al., 2007). A resposta das plantas à salinidade é um fenômeno complexo, envolvendo alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (FOUGERE et al., 1991; MUNNS, 2002).

Segundo Munns (2005) a inibição do crescimento das plantas sob salinidade ocorre por duas razões, a primeira se deve ao efeito osmótico provocado pela salinidade, que reduz a absorção de água, e a segunda se dá devido ao efeito específico dos íons ou ao excesso, que entram no fluxo de transpiração e, eventualmente, causam injúrias nas folhas, reduzindo o crescimento ou influenciando negativamente na absorção de elementos essenciais.

## **2.4 Salinidade e seus efeitos sobre as culturas**

A acumulação de sais na rizosfera prejudica o crescimento e desenvolvimento das culturas, provocando um decréscimo de produtividade e, em casos mais severos, pode levar a um colapso da produção agrícola. Isto ocorre em razão da elevação do potencial osmótico da solução do solo, por efeitos tóxicos dos íons específicos e alteração das condições físicas e químicas do solo (LIMA, 1998).

De acordo com Gurgel et al. (2007) as culturas respondem diferenciadamente à salinidade, algumas com rendimentos aceitáveis em condições de elevada condutividade elétrica do solo ou da água de irrigação, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos. A diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, as quais absorvem água em valor compatível com suas necessidades hídricas em nível celular, mesmo sob condições de alta salinidade.

Os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade dos íons e no

desequilíbrio nutricional das plantas (AZEVEDO NETO e TABOSA, 2000). A resposta das plantas à salinidade é um fenômeno complexo, envolvendo alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (FOUGERE et al., 1991;).

A salinidade pode interferir na disponibilidade de água às plantas por efeito osmótico e provocar toxicidade pela ação específica dos íons, sódio, cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato (LACERDA et al., 1993). Se os efeitos adversos osmóticos e íon específico da absorção de sais excedem o nível de tolerância funcional da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias.

A presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, restringindo a captação de água pela semente, e reduzindo as taxas de germinação (LOPES et al., 2008).

A fotossíntese não é limitada devido somente ao fechamento estomático, mas, também, pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte eletrônico e sobre os processos secundários (LARCHER, 2000).

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 acúmulo de  $\text{Na}^+$  na parte aérea provoca o aparecimento de manchas necróticas e a queima das pontas das folhas (LACERDA, 1995). Normalmente os danos se manifestam primeiro nas pontas das folhas, o que é característico de sua toxicidade, para logo se deslocar, à medida que progride a toxicidade ao longo das bordas. Necrose excessiva vem acompanhada, geralmente, por desfolhação prematura.

Os sais são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam à medida que a água se evapora ou é consumida pelas culturas. Os sais do solo e da água reduzem a disponibilidade da água para as plantas, a tal ponto que afetam os rendimentos das culturas.

De acordo com Dias e Blanco (2010) os sintomas de toxidez por íons específicos nas folhas das plantas são relatados por: 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.

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmos em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS e WESTCOT, 1991).

#### **2.4.1 Efeito da salinidade sobre mudas de goiabeira**

As áreas de semiárido, devido ao déficit hídrico, com a irrigação, muitas vezes apresentam acúmulo de sais no solo, que compromete a formação de mudas e a capacidade produtiva das culturas, inclusive da goiabeira (FERREIRA et al., 2001).

O excesso de sais no solo provoca redução na absorção e transporte dos elementos minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas cultivadas em geral, inclusive da goiabeira (CAVALCANTE et al., 2010).

Quanto aos efeitos dos sais, a cultura é moderadamente sensível à salinidade do solo e da água, sofrendo declínio da sua capacidade produtiva em locais onde a condutividade elétrica da água de irrigação ultrapassa  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$  (CAVALCANTE et al., 2005).

Nesse sentido, Távora et al. (2001) concluíram que as plantas de goiabeira jovens são mais sensíveis aos sais do que nas demais fases de crescimento para os autores, nessa fase, a cultura não tolera salinidade do extrato de saturação do solo superior  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$  sem perda da qualidade das mudas.

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  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ , refletiu em declínio no crescimento das plantas em altura, diâmetro

caulinar, área foliar, crescimento de raízes e produção de biomassa pelas goiabeiras.

## **2.5 Tolerância das plantas a salinidade**

Tolerância de algumas culturas ao acúmulo de sal em suas células varia entre espécies e entre variedades cultivadas e, também, relaciona-se ao tipo do sal armazenado (SILVA et al., 2000). Nas plantas com baixa tolerância à salinidade, a formação das mudas, o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção podem ser fortemente comprometidos (COSTA et al., 2001), devido, provavelmente, às reduções na absorção de água e atividade metabólica das plantas, que têm sido amplamente relacionadas às deficiências nutricionais.

Um dos mecanismos comumente citado para tolerância à salinidade tem sido a capacidade das plantas em acumular íons no vacúolo e, ou, solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, em um processo denominado de ajustamento osmótico, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (HOPKINS, 1999). Outro mecanismo de tolerância pode estar relacionado a diferenças na absorção, transferência e, ou, acumulação de íons Na e Cl. Para Lacerda et al. (2001), por exemplo, em variedades de sorgo sensíveis à salinidade observam-se maiores taxas de absorção e transferência de Na e Cl para a parte aérea e maior acúmulo desses íons nas folhas fisiologicamente ativas.

Algumas culturas conseguiram desenvolver mecanismos de exclusão de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pêlos vesiculares esta plantas receberam o nome de halófitas (FERNANDES et al., 2010). Já outras conhecidas como glicófitas, plantas com baixa tolerância à salinidade, a formação das mudas, o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção podem ser fortemente comprometidos (COSTA et al., 2001).

Como ajustes iônicos destacam-se a extrusão e/ou retenção de íons nas raízes, evitando níveis tóxicos no aparato fotossintético que se encontra principalmente na folha (MUNNS e TESTER, 2008), a alocação de íons nos vacúolos e a regulação da concentração de íons pelo aumento da suculência nos tecidos (LARCHER, 2004). A ativação do sistema antioxidativo é também resposta

ao estresse salino na medida em que reduz o acúmulo de espécies reativas de oxigênio, diminuindo os danos oxidativos causados por essas espécies, como a peroxidação lipídica das membranas e alterações na permeabilidade seletiva das mesmas além de danos a proteínas e DNA (NOCTOR, 2009).

## **2.6 Adubação nitrogenada**

O aumento do teor de nitrogênio no solo por meio de fertilização é uma das formas de incrementar a produtividade das culturas, principalmente quando as fruteiras respondem à aplicação desse nutriente (MARTUSCELLO et al., 2005).

Levando-se em conta os processos fisiológicos das plantas, o N, comparado aos outros nutrientes, tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção, sendo, portanto, mais importante em termos de controle da nutrição ótima das culturas (HUETT e DETTMANN, 1988).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais requeridos pela goiabeira, e possuem um papel fundamental nos estádios iniciais de desenvolvimento das mudas, devendo seu parcelamento considerar a exigência das plantas, a cinética de absorção dos elementos e a dinâmica dos nutrientes no substrato, (FRANCO et al., 2007). A explicação pode estar relacionada às funções deste elemento nas plantas, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, entre outros (ALVES et al., 2012).

Para mudas de goiabeira, o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido, como evidenciado por Franco e Prado (2006) para as variedades 'Paluma' e 'Século XXI'.

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 e MUNDSTOCK, 2000). Os autores ressaltam que dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso. Para tanto, tem-se procurado diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta.

O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese. Falta de N e clorofila significa que a planta não vai utilizar a luz do sol como fonte de energia para levar a efeito funções essenciais como a absorção de nutrientes (REIS et al., 2006). Entretanto 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<sup>+</sup>), e ainda, reduzir a fotossíntese por aumento no autossombreamento e aumentar a suscetibilidade a doenças (ENGELS e MARSCHNER, 1995).

Diante da evolução no cultivo de goiabeiras, novas pesquisas para aperfeiçoar a produção de mudas devem ser realizadas, pois existem poucos estudos sobre as exigências nutricionais dessa frutífera (ROZANE et al., 2009).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização do experimento**

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Pombal, PB, situada a 6°48'16" de latitude S, 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh semiárido quente, temperatura média anual de 28°, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO e SONCIN, 1982).

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, correspondente a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), sendo: S<sub>1</sub> - 0,3; S<sub>2</sub> - 1,1; S<sub>3</sub> - 1,9; S<sub>4</sub> - 2,7 e S<sub>5</sub> - 3,5 dS m<sup>-1</sup> e as doses de nitrogênio de 70,100, 130 e 160% de N (387,1; 553; 718,9 e 884,8 mg de N dm<sup>-3</sup>) recomendada para a produção de mudas de

goiabeira cv. Paluma com quatro repetições e 3 plantas por parcela, totalizando 80 unidades experimentais.

### 3.3 Descrição dos tratamentos

Os níveis salinos foram selecionados com base em citações de Maas (1984) e Távora et al. (2001) que classificou as mudas de goiabeira como sensíveis à salinidade. Para os autores, nessa fase, a cultura não tolera salinidade do extrato de saturação do solo superior  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$  sem perda da qualidade das mudas.

Para o preparo das águas salinas foram adicionadas diferentes concentrações de sais de NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 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 ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$ ) (RHOADES et al., 1992).

A dose referente a 100% correspondeu a  $553 \text{ mg de N dm}^{-1}$ , conforme pesquisa desenvolvida por Franco et al. (2007).

### 3.4 Genótipos estudados

Foi utilizada como enxerto a cultivar de goiabeira Paluma, por se tratar de um genótipo vigoroso, produzindo frutos de alto valor nutritivo e alto teor de vitamina C além de fornecer carboidratos, proteínas, fibras e vitaminas (MANICA et al., 2001).

Seus frutos são empregados não somente na indústria, sob múltiplas formas (polpa, doce, suco, compota, sorvete entre outros), como também são amplamente consumidos *in natura* (GONZAGA NETO, 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.

### 3.5 Preparo dos porta-enxertos e enxertia

As sementes utilizadas no ensaio foram extraídas de frutos devidamente maduros, sadios, de tamanho médio com coloração verde amarelada. Sendo os frutos da variedade “Crioula” provenientes da colheita em plantas matrizes de pomares em pequenas propriedades no município de Pombal-PB.

Previamente ao semeio, procedeu-se com uma desinfestação das sementes no Laboratório de Análises de Sementes e Mudas do CCTA, imergindo as mesmas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% durante cinco minutos com posterior lavagem para retirar a solução com o intuito de minimizar problemas com microrganismos fitopatogênicos (fungos e bactérias) resultando assim em mudas de melhor qualidade.

O semeio foi realizado em 23 de março de 2014, semeando-se quatro sementes por sacola a uma profundidade de 0,5 cm.

Para a realização do semeio usou-se sacolas plásticas com dimensões de 25 cm de altura e 13 cm de diâmetro e com capacidade para 1150 mL, e os mesmos possuíam furo na parte lateral para permitir a livre drenagem da água. As sacolas foram preenchidas com uma mistura de solo, areia e esterco bem curtido, nas seguintes proporções: Solo 75%, areia 15% e esterco bovino curtido 10%. O solo utilizado no preenchimento dos recipientes foi devidamente destorroado e peneirado sendo proveniente da cidade de Pombal-PB cujas características físicas e químicas, foram obtidas conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (1997), o qual foi classificado como não salino e não sódico.

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

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

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C

Estas sacolas foram dispostas em bancadas metálicas (cantoneiras), a uma altura de 0,8 m do solo para facilitar o manuseio e tratos culturas.

Aos 40 dias após a semeadura foi realizado o desbaste (DAS), deixando apenas uma muda por sacola, com o objetivo de propiciar um melhor desenvolvimento da muda, evitando possível competição das mesmas por água e nutrientes.

A capina se deu de forma manual quando necessário. O solo foi mantido com umidade próxima da capacidade de campo, mediante irrigação com a água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  até o início da aplicação dos tratamentos.

### **3.6 Aplicação dos tratamentos**

A aplicação das águas salinas teve início aos 30 dias após a enxertia das mudas (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 na sacola, 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 10 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 teve início 25 dias após a enxertia das mudas (DAE), sendo dividida em 4 aplicações, realizadas com intervalos de 7 dias. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N) (FRANCO et al., 2007), 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  $780 \text{ g L}^{-1}$  (SANTOS e CRISÓSTOMO, 2000).

### 3.7 Variáveis analisadas

Foram avaliados aos 50 e 70 dias após a enxertia (DAE) comprimento do ramo (CR), medindo-se a distância entre a base do ramo da planta e o ponto de inserção da folha mais nova, utilizando-se de trena graduada em milímetros.

Diâmetro do caule acima da enxertia (DCC), número de folhas (NF) e área foliar (AF), transpiração, condutância estomática e fitomassas.

Aos 70 DAE determinou-se a fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST).

O DCC foi medido a 5 cm acima do ponto de enxertia. A determinação do NF foi feita considerando as que estavam com o limbo foliar totalmente aberto.

A AF foi obtida de acordo com Lima et al. (2012) conforme Eq. 1:

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

Sendo:

AF= área foliar (cm<sup>2</sup>);

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

As determinações da taxa de transpiração nas folhas (E) e condutância estomática (GS) foram realizadas com um medidor portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LCPRO ADC aos 70 DAE. As medidas foram feitas sempre na região mediana da folha completamente expandida, totalmente expostas a radiação solar, no período de 08h às 10h. Analisou-se uma folha por planta de cada tratamento, sendo a segunda folha a partir do ápice do ramo.

Para determinação do acúmulo de fitomassa, a haste e o ramo brotado após a enxertia de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule, folha e raiz), as quais 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 °C por 48 horas até obtenção de massa constante, quando então foi determinada a FSR, FSPA, cujo somatório resultou na FST.

### 3.8 Análise estatística

Os dados obtidos, foram submetidas à análise de variância, com Teste F (1 e 5% de probabilidade) e nos casos de significância, realizou-se estudos de regressão polinomial linear e quadrática utilizando o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

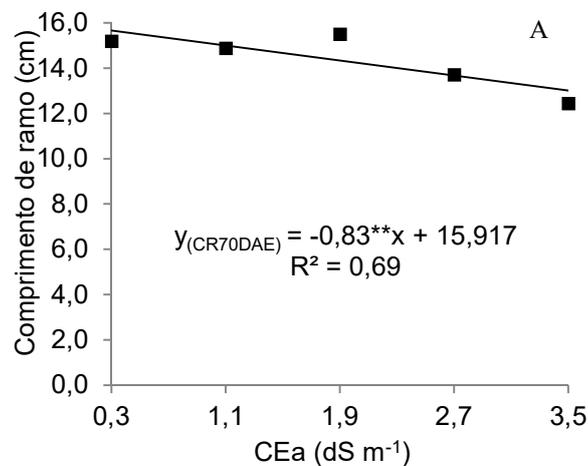
Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 1) observou-se que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do fator salinidade para o comprimento de ramo os 70 dias após enxertia. Enquanto que para doses de nitrogênio, a significância ( $p < 0,05$ ) ocorreu apenas aos 70 DAE. Não houve interação para nenhuma destas variáveis nas épocas estudadas.

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância para comprimento do ramo (CR), diâmetro do caule (DCC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 50 e 70 dias após a enxertia – DAE.

| Fonte de variação | Teste F              |                      |                     |                     |                        |                        |                     |                      |
|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
|                   | CR                   |                      | DCC                 |                     | AF                     |                        | NF                  |                      |
|                   | 50                   | 70                   | 50                  | 70                  | 50                     | 70                     | 50                  | 70                   |
| Salinidades (S)   | 4,596 <sup>ns</sup>  | 25,366*              | 0,224 <sup>ns</sup> | 0,848 <sup>ns</sup> | 196,852 <sup>ns</sup>  | 1038,802 <sup>ns</sup> | 1,278 <sup>ns</sup> | 4,245 <sup>ns</sup>  |
| Reg. Linear       | 14,190 <sup>ns</sup> | 70,583**             | 0,065 <sup>ns</sup> | 0,105 <sup>ns</sup> | 0,933 <sup>ns</sup>    | 3688,032*              | 0,714 <sup>ns</sup> | 10,868 <sup>ns</sup> |
| Reg. Quadrática   | 2,565 <sup>ns</sup>  | 21,433 <sup>ns</sup> | 0,065 <sup>ns</sup> | 0,875 <sup>ns</sup> | 354,715 <sup>ns</sup>  | 177,626 <sup>ns</sup>  | 0,031 <sup>ns</sup> | 5,657 <sup>ns</sup>  |
| Doses de N(DN)    | 7,914 <sup>ns</sup>  | 16,882 <sup>ns</sup> | 0,040 <sup>ns</sup> | 0,044 <sup>ns</sup> | 429,676 <sup>ns</sup>  | 1299,432 <sup>ns</sup> | 1,488 <sup>ns</sup> | 6,207*               |
| Reg. Linear       | 22,553 <sup>ns</sup> | 34,070 <sup>ns</sup> | 0,073 <sup>ns</sup> | 0,115 <sup>ns</sup> | 461,476 <sup>ns</sup>  | 2936,339 <sup>ns</sup> | 1,601 <sup>ns</sup> | 18,228*              |
| Reg. Quadrática   | 0,737 <sup>ns</sup>  | 16,525 <sup>ns</sup> | 0,028 <sup>ns</sup> | 0,016 <sup>ns</sup> | 296,065 <sup>ns</sup>  | 232,903 <sup>ns</sup>  | 1,428 <sup>ns</sup> | 0,352 <sup>ns</sup>  |
| Interação S*DN    | 7,653 <sup>ns</sup>  | 12,353 <sup>ns</sup> | 0,263 <sup>ns</sup> | 0,083 <sup>ns</sup> | 1195,486 <sup>ns</sup> | 1362,356 <sup>ns</sup> | 2,102 <sup>ns</sup> | 2,036 <sup>ns</sup>  |
| BLOCO             | 6,189 <sup>ns</sup>  | 10,312 <sup>ns</sup> | 1,548**             | 0,845*              | 776,445 <sup>ns</sup>  | 979,165 <sup>ns</sup>  | 0,750 <sup>ns</sup> | 1,674 <sup>ns</sup>  |
| CV(%)             | 25,15                | 20,70                | 11,04               | 10,12               | 28,03                  | 26,04                  | 11,62               | 15,33                |

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

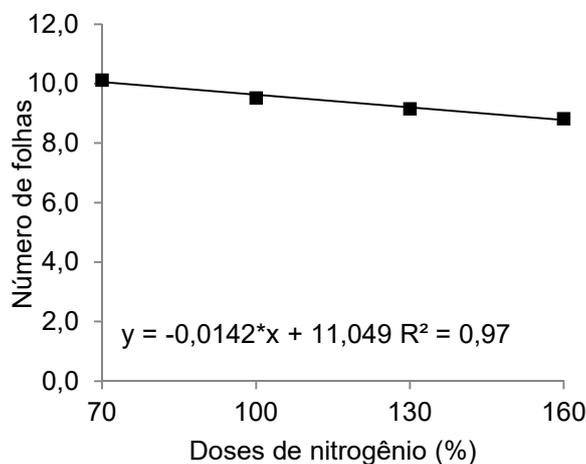
Estudando-se a equação de regressão (Figura 1) o comprimento do ramo foi afetado de forma negativa aos 70 DAE a redução nas plantas submetidas a salinidade de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  foi de 2,65 cm quando comparadas com as plantas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . As perdas por aumento unitário da salinidade foram de 5,21%, ou seja, a cada incremento de 0,8 da condutividade elétrica da água de irrigação. De acordo com (MUNNS, 2002) a utilização de água de baixa qualidade para a irrigação torna-se um fator limitante para a produção vegetal, uma vez que a salinidade inibe o crescimento das plantas, em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos íons.



**Figura 1:** Comprimento do ramo (CR) de mudas enxertadas de goiabeira em função da salinidade da água de irrigação aos 70 dias após a enxertia DAE.

O incremento da adubação nitrogenada proporcionou redução linear sobre número de folhas de 3,60% para cada aumento de 30% na dose de N aos 70 DAE (Figura 2), as perdas para esta variável na dose de 160% de N ( $884,8 \text{ mg de N dm}^{-1}$ ) em comparação com a dose de 70% de N ( $387,1 \text{ mg de N dm}^{-1}$ ), foram de 10,80%, ou seja, 1,27 folhas por planta. Ao avaliar o crescimento inicial de porta enxertos de goiabeiras (Rica e Ogawa) irrigadas com águas salinas, Gurgel et al. (2007) constataram que o incremento da salinidade da água o número de folhas emitidas das plantas, de ambas as cultivares, com maior severidade na cultivar Ogawa. De acordo com São José (2000), dentre os macronutrientes, o nitrogênio se destaca por ser o elemento fundamental no desenvolvimento e produção da planta atuando como componente estrutural das proteínas, purinas, porfirinas e outros compostos vitais à planta.

A água com a CEa de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  não afetou o número de folhas, diâmetro do caule, área foliar e fitomassa seca da parte aérea aos e 50 e 70 DAE apresentando tolerância nesta época.



**Figura 2:** Número de folhas (NF) de mudas enxertadas de goiabeira, sob doses de nitrogênio aos 70 dias após a enxertia- DAE.

De acordo com análise de variância (Tabela 2), constata-se que houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e ( $p < 0,01$ ) dos níveis salino da água de irrigação sobre para fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca total (FST), transpiração (E) e condutância estomática (GS). Não houve para o fator de N e nem para S interação entre os fatores salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio (S x DN) efeito significativo aos 70 dias após a enxertia - DAE.

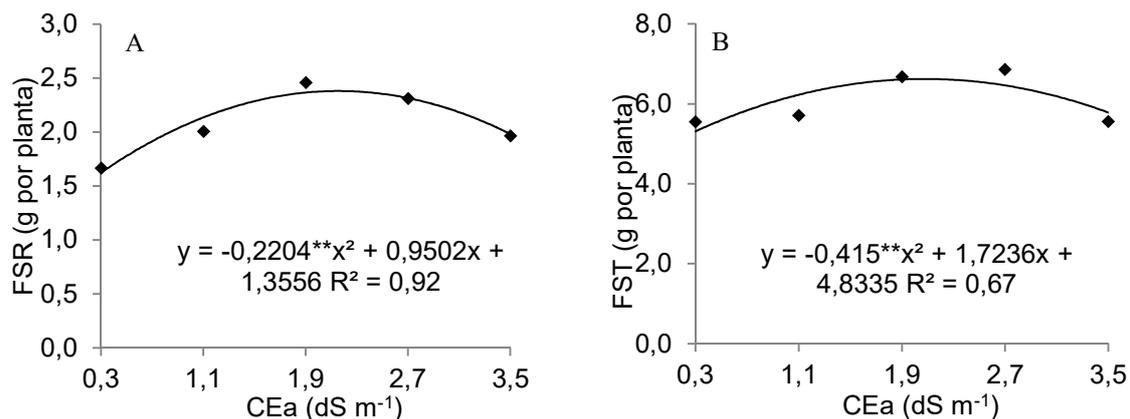
**Tabela 3:** Resumo da análise de variância para a fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST), transpiração (E) e condutância estomática (GS) de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e sob distintas doses de adubação nitrogenada, aos 70 dias após a enxertia – DAE

| Fonte de variação | Teste F             |                     |                     |                     |                     |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                   | FSR                 | FSPA                | FST                 | E                   | GS                  |
| Salinidades (S)   | 1,546*              | 2,479 <sup>ns</sup> | 6,656**             | 3,003**             | 0,009**             |
| Reg. Linear       | 1,297 <sup>ns</sup> | 0,117 <sup>ns</sup> | 2,197 <sup>ns</sup> | 8,714**             | 0,027**             |
| Reg. Quadrática   | 4,449**             | 3,480 <sup>ns</sup> | 15,700**            | 0,022 <sup>ns</sup> | 0,004 <sup>ns</sup> |
| Doses de N (DN)   | 0,311 <sup>ns</sup> | 1,380 <sup>ns</sup> | 2,744 <sup>ns</sup> | 1,011 <sup>ns</sup> | 0,001 <sup>ns</sup> |
| Reg. Linear       | 0,444 <sup>ns</sup> | 3,912 <sup>ns</sup> | 6,996 <sup>ns</sup> | 0,220 <sup>ns</sup> | 0,000 <sup>ns</sup> |
| Reg. Quadrática   | 0,361 <sup>ns</sup> | 0,224 <sup>ns</sup> | 1,156 <sup>ns</sup> | 0,080 <sup>ns</sup> | 0,000 <sup>ns</sup> |
| Interação (S*DN)  | 1,061 <sup>ns</sup> | 2,631 <sup>ns</sup> | 6,049 <sup>ns</sup> | 0,533 <sup>ns</sup> | 0,001 <sup>ns</sup> |
| BLOCO             | 0,835 <sup>ns</sup> | 0,761 <sup>ns</sup> | 2,975 <sup>ns</sup> | 2,030*              | 0,003 <sup>ns</sup> |
| CV (%)            | 33,01               | 30,88               | 27,85               | 45,19               | 61,00               |

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

Verifica-se de acordo com as equações de regressão resposta quadrática para fitomassa seca da raiz e fitomassa seca total em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 3A e B), onde os maiores valores (2,37 e 6,62 g por planta) foram obtidos na CEa de 2,1 dS m<sup>-1</sup> havendo declínio no valor das variáveis após este nível de salinidade da água de irrigação.

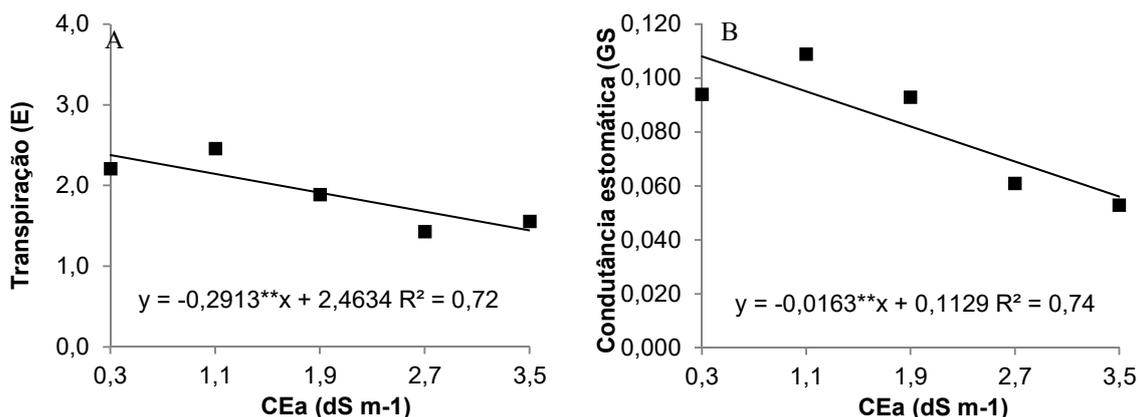
Uma das explicações mais aceitas na literatura para as perdas de fitomassa por incremento de CEa é o fato, do acúmulo de sais na zona radicular após sucessivas irrigações, causar estresse salino às planta e inibir o seu crescimento em decorrência do desvio de energia do crescimento das plantas para a adaptação ao estresse salino, isto é, a redução na matéria seca, refletindo o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (TRAVASSOS et al., 2012).



**Figura 3:** Fitomassa seca da raiz FSR (A) e seca total FST (B) de mudas enxertadas de goiabeira, em função salinidade da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a enxertia.

Conforme equação de regressão (Figura 4A) observa-se que a Transpiração sofreu efeito negativo com o aumento da salinidade da água de irrigação. O aumento unitário na CEa causou uma redução linear de 12,26%, ou seja, as plantas que receberam o maior nível salino (3,5 dS m<sup>-1</sup>) tiveram a taxa de transpiração reduzida em 39,23% quando comparada com as plantas irrigadas com a água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 4A).

De acordo com Távora et al. (2001) os efeitos tóxicos dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> são intensificados à medida que o tempo de estresse é prolongado. Sendo os autores, a redução na taxa de transpiração traz consequências diretas, tanto na absorção de nutrientes, como no processo de transporte e redistribuição de elementos e substâncias importantes aos processos fisiológicos da planta.



**Figura 4:** Transpiração nas folhas (A) e condutância estomática (B) de mudas enxertadas de goiabeira, em função salinidade da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a enxertia.

O mesmo efeito foi observado para condutância estomática, onde para cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação a redução para esta variável foi de 14,43%, ou seja, as plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> a redução chega a 46,17% quando comparada as plantas que receberam 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5B). Rozema e Van Diggelan (1991) comentam que, nas quando os níveis de sais aplicados são elevados, podem causar redução da abertura estomática, induzindo a diminuição da transpiração. Sendo Kusvuran (2012) afirma que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, aumentando a resistência à difusão de CO<sub>2</sub>. Silva et al. (2011) reportam que ocorre a diminuição da fotossíntese, associada a baixa condutância estomática foliar, em plantas submetidas a condições de salinidade hídrica.

## 5. CONCLUSÃO

1. O aumento da CEa a partir de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  afeta negativamente, de forma linear, o comprimento do ramo, taxa de transpiração na folha e condutância estomática de mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma aos 70 dias após a enxertia.
2. A fitomassa seca de raiz e seca total de mudas de goiabeira teve maiores valores no nível de CEa de  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ .
3. Aos 70 DAE o maior NF foi obtido com a dose de N de  $387,1 \text{ mg de N dm}^{-3}$  de solo.
4. A água com a CEa de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  não afetou o número de folhas, diâmetro do caule, área foliar e fitomassa seca da parte aérea aos e 50 e 70 DAE apresentando tolerância nesta época.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, A. N. et al. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS-energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.6, nº. 2, p. 151-163, 2012.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2010. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta**, 2010. 129 p.

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

AZEVEDO NETO A. D.; Tabosa J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II - Distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB v.4, n.2, p.165-171, 2000.

BREDEMEIER, C. MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 30, n. 2, p.365-372, 1999.

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

BORELLA, J. E. **Efeito da irrigação com água salina e da lâmina de lixiviação na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e na salinização do solo**. 1986. 82 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1986.

CAVALCANTE, L.F et al. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p.251-261, 2010.

CAVALCANTE, I. H. L. et al. Produção, exportação de nutrientes e composição mineral em dois genótipos de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. 2, p. 112-119, 2005.

CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, G. F.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, D.; BECKMANCAVALCANTE, M. Z. Composição mineral de folhas da goiabeira Paluma em função da adubação sulfato-nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n.1, p. 6-12, 2008.

CAVALCANTE, L. F. et al. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.515-519, 2005.

CAVALCANTE, L. F. et al. Water salinity and initial development of four guava (*Psidium guajava* L.) cultivar in north-eastern Brazil. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Skierniewice, v. 15, p. 71-80, 2007.

CHAVES, J. C. M. et al. **Normas de produção de mudas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 37p. (Documentos, 41).

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

DIAS, N.S.; BLANCO, Flávio F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da Salinidade na Agricultura**, Fortaleza - CE, v. 1, n. 1, p.1-13, 2010.

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.

FRANZON, R.C et al. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p.488-491, 2008.

FREIRE, A.L.O et al. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 31, n. 1, p.1133-1144, 2010.

GURGEL, M.T et al. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 20, n. 2, p.27-31, 2007.

LINHARES, P.S.F et al. Alterações químicas no Argissolo cultivado com berinjela irrigada com águas salinas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 9, n. 3, p.55-61, 2003.

MALASH, N.; FLOWERS, T.J.; RAGAB R. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. **Agricultural water management**, AMSTERDAM, V.78, N.1, P.25-38, 2006.

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.

RICHARDS, L. A. (Ed.) 1954. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C.

RHOADES, J. D. and J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agriculture. In **Irrigation of Agricultural Crops**. Agronomy Monograph 30:1089-1142. Americal Society of Agronomy, Madison, WI.

ROZANE, D.E et al. Influência do cultivar, do tipo de folha e do tempo de cultivo na medida indireta da clorofila (spad) em mudas de goiabeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p.1538-1543, 2009.

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, I.N et al. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 7, n. 3, p.1-15, 2011.

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

TRAVASSOS, K.D et al. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, Botucatu, p.324-339, 2012.