



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



TESE DE DOUTORADO

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO
CULTIVO DE GOIABEIRA**

IDELFONSO LEANDRO BEZERRA

Campina Grande – PB

Fevereiro – 2018

IDELFONSO LEANDRO BEZERRA
Engenheiro Agrônomo

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO
CULTIVO DE GOIABEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientadores:

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

Campina Grande – PB

Fevereiro – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B574i Bezerra, Idelfonso Leandro..
Irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo de
goiabeira / Idelfonso Leandro Bezerra. Campina Grande, 2018.
104 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.
"Orientação: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi, Reginaldo Gomes Nobre".

1. Psidium guajava L.. 2. Salinidade. 3. Fisiologia. 4. Nitrogênio I.
Gheyi, Hans Raj. II. Nobre, Reginaldo Gomes. III. Universidade Federal
de Campina Grande, Campina Grande (PB). II. Título. IV. Título.

CDU 634.42(043)



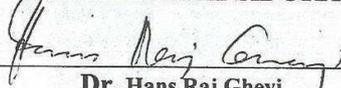
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

IDELFONSO LEANDRO BEZERRA

**“IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CULTIVO
DE GOIABEIRA”**

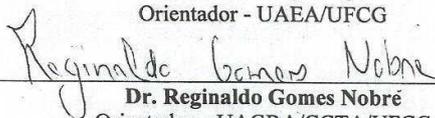
APROVADO: 19 de fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA



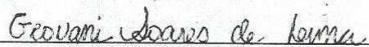
Dr. Hans Raj Gheyi

Orientador - UAEA/UFCG



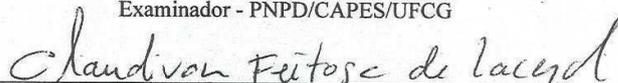
Dr. Reginaldo Gomes Nobre

Orientador - UAGRA/CCTA/UFCG



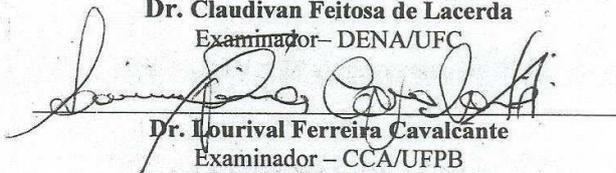
Dr. Geovani Soares de Lima

Examinador - PNP/CAPES/UFCG



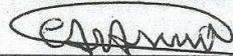
Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Examinador - DENA/UFCG



Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Examinador - CCA/UFPB



Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Examinador - UAEA/CTR/UFPG

*Aos meus pais ‘**José Bezerra**’ e ‘**Francisca Leandro**’ pelo carinho e amor, sempre atenciosos com os estudos dos filhos, fato que permitiu concretizar este trabalho. À minha esposa ‘**Kátia**’ pelo amor e carinho que tanto me ajudou em toda a minha trajetória acadêmica. Às minhas filhas ‘**Samira**’ e ‘**Samara**’ amores da minha vida.*

DEDICO

*Aos meus irmãos ‘**Rosângela**’, ‘**Rosicleide**’, ‘**Icleidson**’ e ‘**Iramirton**’, pelo amor, companheirismo e amizade, permitindo momentos de descontração e alegrias, sem deixar de lembrar meus sobrinhos Jefferson, Daniel, Ilari, Inara e Elizeu, aos quais desejo muita saúde, paz e sucesso nos estudos.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me capacitou para chegar até onde cheguei e continuar mesmo diante das dificuldades, concedendo-me sempre a graça de sua misericórdia.

Ao Professor Dr. Hans Raj Gheyi, pela orientação, confiança e compartilhar comigo seus ensinamentos e experiência de vida.

Ao Professor Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pela orientação, pelo grande profissional que e pela compreensão e amizade conquistada.

Aos Doutores Geovani Soares, Claudivan Feitosa, Lourival Ferreira e Carlos Azevedo por se disporem à avaliação do trabalho e pelas sugestões para melhoria.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pela oportunidade de realização do curso.

Aos professores do doutorado Vera Lúcia Antunes, Hugo Orlando Carvalho Guerra, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, José Dantas Neto, Pedro Dantas Fernandes e Ronaldo do Nascimento, que participaram na construção dessa conquista.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, pela concessão da área experimental.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

À Fundação de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e a Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERO) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Prof. Franciscleudo Bezerra e a graduanda em Agronomia Bárbara Genilze pela as análises químicas no Laboratório de Análise de Alimento da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – CCTA/UFCG.

Aos amigos, Geovani, João Batista, Leandro de Pádua, Wesley, Joicy, Felipe, Jorge, Thiago, Adaan, Elysson, Vaniés, Rômulo e Saulo.

Enfim, agradeço a todos os outros amigos que direta, ou indiretamente, me ajudaram a concluir mais essa etapa da minha vida.

LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I - Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Geral.....	3
1.1.2 Específicos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Cultura da goiabeira	4
2.1.1 Aspectos botânicos	4
2.1.2 Importância socioeconômica e exigências edafoclimáticas	4
2.2 Características da cultivar Paluma e enxertia.....	6
2.3 Avaliação da qualidade da água para irrigação.....	7
2.3.1 Classificação da água para irrigação	9
2.4 Aspectos gerais da salinidade do solo	12
2.5 Tolerância da goiabeira à salinidade	13
2.6 Adubação nitrogenada e interação com salinidade	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

CAPÍTULO II - Material e métodos geral

1. MATERIAL E MÉTODOS	33
1.1 Local do experimento	33
1.2 Tratamentos e delineamento experimental	33
1.3 Preparo da água de irrigação	33
1.4 Implantação e condução do experimento	34
1.4.1 Caracterização do solo	34
1.4.2 Características do porta-enxerto.....	34
1.4.3 Transplântio.....	35
1.4.4 Adubação e irrigação	35
1.4.5 Tratos culturais	36
1.4.6 Tratos fitossanitários.....	36
1.5 Variáveis analisadas	37
1.5.1 Avaliações biométricas.....	37

1.5.2 Avaliações fisiológicas.....	39
1.5.3 Avaliação da produção	41
1.5.4 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos	41
1.6 Análises estatísticas	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
<hr/>	
CAPÍTULO III - Crescimento da goiabeira sob irrigação com água de salinidade diferentes e doses de nitrogênio	
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAL E MÉTODOS	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
<hr/>	
CAPÍTULO IV - Aspectos fisiológicos em goiabeira cv. Paluma irrigada com água de salinidade diferentes e doses de nitrogênio	
RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	67
INTRODUÇÃO.....	68
MATERIAL E MÉTODOS	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
<hr/>	
CAPÍTULO V - Produção e qualidade pós-colheita de goiabeira sob salinidade da água e aplicação de nitrogênio no solo	
RESUMO.....	87
ABSTRACT.....	88
INTRODUÇÃO.....	89
MATERIAL E MÉTODOS	90
RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
CONCLUSÕES	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
<hr/>	
CAPÍTULO VI	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	104

LISTA DE TABELAS

Capítulo I.		Pág.
Tabela 1.	Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.....	10
Tabela 2.	Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.....	11
Tabela 3.	Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.....	11
Capítulo II.		
Tabela 1.	Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.....	34
Capítulo III.		
Tabela 1.	Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.....	49
Tabela 2.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, referente ao número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), fitomassa seca de folhas (FSF), ramos (FSR) e total (FST), em plantas de goiabeira cv. Paluma enxertadas sob irrigação com água de salinidade diferente e doses de nitrogênio, aos 90, 120 e 150 dias após o transplântio (DAT).....	52
Tabela 3.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, referente à taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo (TCR_{DC}) do diâmetro do caule em plantas de goiabeira cv. Paluma enxertada irrigada com água salina e doses de adubação nitrogenada, no período de 60-90 e 90-120 dias após o transplântio (DAT).....	57
Tabela 4.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para número de folhas (NF), número de ramos (NR) e diâmetro de caule (DC), e taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo do diâmetro caulinar (TCR_{DC}), no período de 255 a 300 DAT, de goiabeira cv. Paluma em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.....	58

Capítulo IV.

Tabela 1.	Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.....	70
Tabela 2.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para extravasamento de eletrólitos (EEL%) e teor relativo de água (TRA %) em goiabeira cv. Paluma irrigada com água salina e doses de nitrogênio, aos 210 e 300 dias após o transplântio (DAT).....	73
Tabela 3.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para condutância estomática (<i>gs</i>), concentração interna de CO ₂ (<i>C_i</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), transpiração (<i>E</i>) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) aos 255 e 300 dias após o transplântio (DAT), de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de nitrogênio.....	75
Tabela 4.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para condutância estomática (<i>gs</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), concentração interna de CO ₂ (<i>C_i</i>), taxa de transpiração (<i>E</i>) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) em goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de adubação nitrogenada, aos 180 dias após a poda de frutificação (DAPF).....	79

Capítulo V.

Tabela 1.	Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.....	91
Tabela 2.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para número de frutos (NF), massa média de frutos (MMF), produção por planta (PP), diâmetro polar (DPF) e equatorial de frutos (DEF) em goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de adubação nitrogenada.....	94
Tabela 3.	Resumo da análise de variância, pelo teste F, para pH, acidez titulável – AT, sólidos solúveis – SS e ácido ascórbico – AA na polpa dos frutos de goiabeira cv. ‘Paluma’ sob irrigação com água de salinidade diferente e doses de adubação nitrogênio.....	97

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II.	Pág.
Figura 1. Lisímetro de drenagem (A) e recipientes coletores (B) utilizados no experimento. Pombal, PB, 2018.....	35
Figura 2. Ilustração da medição do diâmetro de caule. Pombal, PB, 2018.....	37
Figura 3. Ilustração da medição de comprimento da nervura central para estimativa da área foliar. Pombal, PB, 2018.....	38
Figura 4. Analisador de gases infravermelho – IRGA, Li-6400XTT, da LICOR. Pombal, PB, 2018.....	39
Figura 5. Ilustração dos discos foliares em placas de Petri para determinação do TRA. Pombal, PB, 2018.....	40
Capítulo III.	
Figura 1. Número de folhas - NF (A), diâmetro do caule - DC (C) e área foliar - AF (E) de plantas de goiabeira cv. Paluma enxertadas em função da salinidade da água de irrigação – CEa e doses de nitrogênio – DN (D, F) aos 90,120 e 150 DAT, e da interação entre salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio (B, G) aos 150 dias após o transplântio (DAT).....	54
Figura 2. Fitomassa seca de ramos (FSR), de folhas (FSF) e total (FST) de goiabeira cv. Paluma enxertada em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 150 DAT.....	56
Figura 3. Taxa de crescimento absoluto – TCA _{DC} (A) e relativo TCR _{DC} (B) em diâmetro do caule de goiabeira cv. Paluma enxertada em função de dose recomendada de nitrogênio no período de 90 a 120 dias após o transplântio (DAT).....	57
Figura 4. Número de folhas – NF (A), número de ramos – NR (B), diâmetro de caule – DC (C), aos 255 e 300 dias após o transplântio (DAT); taxa de crescimento absoluto – TCA _{DC} (D) e relativo – TCR _{DC} (E) no período de 255 a 300 DAT em goiabeira cv. Paluma, cultivada em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.....	59

Capítulo IV.

Figura 1.	Dados climáticos, registrados durante o período experimental de outubro de 2015 a agosto 2016, em uma estação automatizada, localizada próximo ao município de Pombal. INMET (2016).....	69
Figura 2.	Extravasamento de eletrólitos – EEL (A) e teor relativo de água – TRA (B) em goiabeira cv. Paluma em função da salinidade da água de irrigação.....	74
Figura 3.	Condutância estomática – g_s (A), concentração interna de CO_2 – C_i (B), taxa de assimilação de CO_2 – A (C), transpiração – E (D), eficiência instantânea no uso da água – $EiUA$ (E), aos 255 e 300 dias após o transplântio (DAT) em goiabeira cv. Paluma, cultivada sob de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (CEa).....	76
Figura 4.	Condutância estomática – g_s (A), taxa de assimilação de CO_2 – A (B), concentração interna de CO_2 – C_i (C), transpiração – E (D) e eficiência instantânea no uso da água – $EiUA$ (E) aos 180 dias após a poda de frutificação (DAPF) em goiabeira cv. Paluma, cultivada em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	80

Capítulo V.

Figura 1.	Dados climáticos, registrados durante o período experimental de outubro de 2015 a novembro de 2017, em uma estação automatizada, localizada próximo ao município de Pombal. INMET (2017).....	90
Figura 2.	Número de frutos – NF (A), massa média de fruto – MMF (B), produção por planta – PP (C), diâmetro polar – DPF (D) e equatorial de frutos – DEF (E) em plantas de goiabeira cv. Paluma, irrigadas com água de salinidade diferente, no primeiro e segundo ciclo de produção da goiabeira.....	95
Figura 3.	Teores de sólidos solúveis - SS (A) e de ácido ascórbico - AA (B) em polpa de frutos de goiabeira cv. 'Paluma', irrigada com águas de salinidade diferente no primeiro e segundo ciclo de produção da cultura.....	98

BEZERRA, I. L. **Irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo de goiabeira**. 2018. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

A goiabeira está entre as espécies frutíferas de elevada importância social e econômica para o Nordeste brasileiro, com grande potencial de expansão através de plantios irrigados; no entanto, nesta região, os mananciais hídricos disponíveis para irrigação possuem concentrações elevadas de sais, o que podem comprometer a exploração das frutíferas, inclusive a goiabeira de forma racional, principalmente as consideradas sensíveis e moderadamente sensíveis à salinidade. Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento, durante dois ciclos de cultivo, aspectos fisiológicos, produção e a qualidade de frutos de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com águas de salinidade diferente e doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido no campo, em uma área experimental do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 4, relativos 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 e quatro doses de nitrogênio 70, 100, 130 e 160% da dose recomendada de N sendo a dose padrão 100% - 541,1 mg de N dm⁻³ de solo com três repetições e duas plantas por parcela. Os efeitos dos diferentes tratamentos foram avaliados mediante variáveis de crescimento aos 90, 120, 150, 255 e 300 dias após o transplântio (DAT) e fisiologia aos 210, 255 e 300 DAT e 180 dias após a poda de frutificação (580 DAT); a produção e a qualidade de frutos foram avaliadas por ocasião da colheita. O efeito interativo foi significativo aos 150 DAT para as variáveis: número de folhas e área foliar indicando efeito decrescente para o fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio. O crescimento da goiabeira em número de folhas e ramos, diâmetro de caule, área foliar, taxas de crescimento absoluto e relativo, fitomassa seca de folhas, seca de ramos e seca da parte aérea, decresceram linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação a partir

de 0,3 dS m⁻¹. A condutância estomática, concentração interna de CO₂, taxa de assimilação de CO₂, transpiração, eficiência instantânea no uso da água e teor relativo de água na folha foram afetadas linearmente pela salinidade da água de irrigação, independentemente da dose de nitrogênio utilizada; o incremento da salinidade a partir de 0,3 dS m⁻¹ promoveu aumento da porcentagem de extravasamento de eletrólitos aos 210 e 300 DAT. O número de frutos, massa média de fruto, produção por planta, diâmetro polar e equatorial de fruto foram afetados linearmente pela salinidade da água de irrigação nos dois ciclos de produção. A salinidade da água de irrigação afeta, de forma negativa os teores de sólidos solúveis e de ácido ascórbico de frutos de goiabeira. A utilização de CEa de até 0,96 dS m⁻¹, promove redução aceitável de 10% na produção.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., salinidade, fisiologia, nitrogênio.

BEZERRA, I. L. **Irrigation with saline waters and nitrogen fertilization in guava cultivation.** 2018. 120 f. Thesis (Doctoral in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande, Center for Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

Guava is among the fruit species of high social and economic importance for the Northeast of Brazil, with great potential for expansion through irrigated plantations; however, in this region, the water sources available for irrigation have high concentrations of salts, which may compromise the exploitation of fruits, including guava in a rational way, especially of those considered sensitive and moderately sensitive to salinity. In this context, the objective of present study was to evaluate the growth, physiological aspects, production and quality of guava fruits cv. Paluma under irrigation with waters of different salinity and nitrogen doses. The experiment was carried out in the experimental area of the Center for Science and Agrifood Technology (CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal, PB. The experimental design was performed in randomized blocks, with treatments arranged in a factorial scheme 5 x 4, related to the electrical conductivity levels of the irrigation water - EC_w of 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ and four nitrogen doses 70, 100, 130 and 160% of the recommended dose of N being the standard dose of 100% corresponding to 541.1 mg of N dm⁻³ of soil with three replicates and two plants per plot. The effects of the different treatments were evaluated by growth variables at 90, 120, 150, 255 and 300 days after transplanting (DAT) and physiology at 210, 255 and 300 DAT and 180 days after pruning (580 DAT); fruit production and quality were evaluated at the time of harvest. The interactive effect was significant at 150 DAT for the number of leaves and leaf area indicating decreased effect for the factor salinity levels of the irrigation water within each dose of nitrogen. Guava growth in number of leaves and branches, stem diameter, leaf area, absolute and relative growth rates, dry matter of leaf, branches and shoot decreased linearly with increase in salinity of irrigation water from 0.3 dS m⁻¹. The stomatal conductance, internal CO₂ concentration, CO₂ assimilation rate, transpiration, instantaneous water use efficiency and relative water content in leaf were linearly affected by salinity of

irrigation water, regardless of the dose of nitrogen used; the increase in salinity from 0.3 dS m⁻¹ promoted an increase in the percentage of electrolyte leakage at 210 and 300 DAT. The number of fruits, average fruit mass, yield per plant, polar diameter and equatorial fruit diameter were linearly affected by the salinity of the irrigation water in the two production cycles. The salinity of irrigation water negatively affects the soluble solids and ascorbic acid levels of guava fruits. The use of EC_w of up to 0.96 dS m⁻¹, promotes an acceptable reduction of 10% in production.

Key words: *Psidium guajava* L., salinity, physiology, nitrogen.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A goiabeira, *Psidium guajava* L. pertence à família das Myrtaceae originária da América Tropical, possivelmente entre o México e o Peru, onde pode ser encontrada em estado silvestre. Sua capacidade de dispersão e rápida adaptação a diferentes ambientes possibilitaram a exploração dessas Myrtaceae em amplas áreas tropicais e subtropicais. No Brasil, é encontrada em todo território nacional, o fruto possui grande valor nutritivo, ocorrendo expansão de sua área cultivada para fins comerciais, seja para consumo *in natura* ou para industrialização devido ao sabor agradável e o valor nutritivo de seus frutos (OLIVEIRA et al., 2015). A cultivar Paluma é a mais difundida no Brasil e preferida pelos mais diversos mercados consumidores (RAMOS et al., 2010).

Na região Nordeste do Brasil, a cultura da goiabeira exerce elevada importância, sobretudo nos perímetros irrigados, principalmente para os estados da Bahia e Pernambuco, favorecidos pela potencialidade dos recursos hídricos, proporcionado pelo Rio São Francisco, e as condições de solo e clima favoráveis à mecanização, o que os destacam como grandes produtores da cultura (MANICA, 2000). A produção de goiaba nestes estados foi de 116.377 toneladas e a produção do principal polo de fruticultura, o Vale do São Francisco, no ano de 2014 correspondeu a quase 39% de toda a goiaba produzida. Já no estado da Paraíba, a produção referente ao ano de 2014 foi de 2.444 toneladas provenientes de uma área de 405 hectares (IBGE, 2014).

Nessas regiões, o manejo inadequado da irrigação e dos fertilizantes na atividade agrícola são os responsáveis pelo aumento da expansão de solos degradados, notadamente por salinidade, de forma a comprometer o sistema de produção (D'ALMEIDA et al., 2005; EPSTEIN & BLOOM, 2006). As águas disponíveis para irrigação, nas regiões semiáridas contêm quantidades de sais que podem prejudicar o crescimento, desenvolvimento e produção das culturas.

Com a diminuição da disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação, torna-se necessário o uso de águas salinas, oriundas de poços situados no cristalino, além de águas superficiais de reservatórios afetados pelo carreamento dos sais da bacia de captação das águas para os mananciais de áreas irrigadas, ou lixiviação de sais das áreas irrigadas salinizadas situadas acima da área de atividade (QUEIROZ et al., 2016). Nestas condições, a

permeabilidade do solo é reduzida, o que dificulta o crescimento das raízes e absorção de água, dando origem ao estresse hídrico, ou seja, a redução na disponibilidade de água às plantas em razão da diminuição no potencial osmótico da solução do solo, assim, a planta tende a dispende mais energia para absorver água e nutrientes. Além disso, a salinização leva ao desequilíbrio nutricional, uma vez que o excesso de sódio na solução do solo provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de nutrientes, como o Ca, Mg e K na planta (VIANA et al., 2001; FLOWERS, 2004).

Dentre as alternativas para redução dos efeitos nocivos dos sais da água de irrigação e do solo às plantas, o incremento da dosagem de determinados fertilizantes, entre estes o nitrogênio ao solo pode amenizar o estresse salino (LIMA et al., 2014). O nitrogênio, é um dos nutrientes mais diretamente responsável pelo crescimento das plantas e atividade metabólica, participa das plantas, atua como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas, além de fazer parte de diversos compostos orgânicos vitais, elevando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumentando a tolerância ao estresse salino (BARHOUMI et al., 2010; CHAVES et al., 2011), e o uso eficiente é de extrema importância econômica para os sistemas de produção agrícola (FAGERIA & BALIGAR, 2006).

A adoção de estratégias de manejo em áreas irrigadas, com ênfase na região semiárida do Nordeste, onde as águas nem sempre são de boa qualidade, pode ser uma alternativa para elevar a produtividade de culturas tolerantes a estes ambientes (BEZERRA et al., 2010). Dentre essas estratégias, está o uso da adubação nitrogenada, que tem evidenciado atenuar os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial de algumas culturas.

Diante do exposto e da exigência crescente da população por alimentos, constata-se a necessidade constante de estudos envolvendo a interação entre salinidade da água de irrigação e adubação para culturas de importância alimentar, inclusive a goiabeira.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Estudar a biometria, a fisiologia, a produção e a qualidade pós-colheita de frutos da goiabeira cv. Paluma enxertada em goiabeira 'Crioula' irrigada em dois ciclos da cultura, cultivada sob diferentes níveis da salinidade das águas de irrigação e da adubação com nitrogênio no Sertão paraibano.

1.1.2 Específicos

- Avaliar o efeito da interação salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio sobre as variáveis de crescimento, fisiológicas, componentes de produção e qualidade de fruto de goiabeira cv. Paluma;
- Verificar a dose de nitrogênio capaz de atenuar o efeito deletério da salinidade da água de irrigação no crescimento e produção da goiabeira;
- Avaliar as alterações fisiológicas, através das trocas gasosas da goiabeira em função da irrigação com águas de salinidade diferente e doses de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da goiabeira

2.1.1 Aspectos botânicos

A goiabeira pertence à família Myrtaceae, que é composta por 102 gêneros e 3024 espécies, distribuídas em regiões de clima tropical e subtropical. É uma árvore de porte pequeno a médio, possui propagação sexuada, o que facilita a sua disseminação em várias regiões da terra, a qual foi, em sua maioria, realizada por navegadores espanhóis (MANICA, 2000).

As folhas são opostas, oblongas ou elípticas e, coriáceas. As flores são brancas, hermafroditas, havendo predominância da autopolinização. O fruto é do tipo baga, com formato ovalado, piriforme ou arredondado, com diâmetro médio de 5 a 7 cm e coloração variável de branco a vermelho e a sua polpa é succulenta e doce, com numerosas sementes reniformes (ZAMBÃO, 1998).

É importante destacar que a goiabeira produz várias floradas, portanto, pode-se notar frutos com tamanho e grau de maturação diferentes em uma mesma planta (GONGATTI NETTO et al., 1996). Existe diversas cultivares de goiaba para plantio, cujos frutos diferenciam-se quanto ao formato e peso, coloração da casca e da polpa, quantidades de semente, além de apresentar variação quanto ao porte da planta. Nas distintas regiões brasileiras, é possível encontrar diversas cultivares de goiabeira, no entanto, as que mais se destacam em plantios comerciais são cultivares Paluma, Rica, Ogawa, Pedro Sato, Kumagai e Século XXI (PEREIRA, 1995).

2.1.2 Importância socioeconômica e exigências edafoclimáticas

No tocante à importância econômica, 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) ou, particularmente, para mesa (Pedro Sato), com maior valor agregado (SOUZA et al., 2009).

A cultura da goiabeira ocupa importante espaço no agronegócio do país, um dos maiores produtores mundiais de goiaba, muito por possuir características apreciáveis do seu fruto, como sabor, aspecto e riqueza em nutrientes e

elementos funcionais, podendo ser consumida *in natura* ou processada, nas formas de doces, geleias, compotas, sucos, dentre outras (SÃO JOSÉ et al., 2003).

A goiabeira é uma cultura que apresenta destaque na fruticultura brasileira pela sua importância econômica, social e alimentar (PIEDADE NETO et al., 2003). Segundo Reetz et al. (2007), a goiaba está entre as 19 principais frutas mais produzidas no Brasil.

As condições edafoclimáticas brasileiras são, em sua maioria, adaptadas ao cultivo da goiabeira, e em função disso, encontram-se pomares comerciais desde o Rio Grande do Sul até o Pará (PEREIRA & MARTINEZ JUNIOR, 1986). Contudo, vale destacar que as regiões Nordeste e Sudeste são as mais produtoras (AGRIANUAL, 2008).

A goiabeira é uma espécie de clima tropical, com temperatura ideal para o crescimento e frutificação variando entre 24 a 28 °C. Todavia, existem pomares comerciais instalados em locais onde as temperaturas variam de 18 a 28 °C (PEREIRA, 1995), com temperatura mínima superior a 8 °C (MANICA, 2000).

Com relação à umidade relativa do ar, plantios de goiabeira têm sido observados em locais onde a umidade varia de 37 até 96%. No entanto, quanto menor a umidade relativa do ar, maior a taxa de respiração e a exigência por água pela cultura. Por outro lado, com menor umidade relativa, a probabilidade de aparecerem doenças é menor. Quanto maior a umidade relativa do ar, menor a taxa de respiração, resultando em economia de água. Em contrapartida, em condições de umidade relativa alta associada a altas temperaturas, o surgimento de pragas é facilitado (MANICA, 2000).

No que tange à altitude, tem se mostrado um fator climático importante para o crescimento e desenvolvimento de goiabeiras, de modo que os maiores rendimentos têm sido observados nos locais de baixa altitude e próximos à linha do Equador. Em geral, os pomares comerciais têm sido encontrados em altitudes que variam desde o nível do mar, até altitudes de 1700 m (MANICA, 2000).

Outro fator climático importante é a precipitação pluviométrica, sendo que precipitações em torno de 1000 mm ano⁻¹ são consideradas adequadas. No entanto, em locais de menor latitude, próximos à linha do equador, as

necessidades hídricas são maiores, podendo atingir demandas de até 3750 mm ano⁻¹ (PEREIRA, 1995). Porém, a distribuição das chuvas também é determinante no sucesso da exploração, de modo que o excesso ou a falta de chuvas afetam o crescimento vegetativo e a frutificação (MANICA, 2000).

2.2 Características da cultivar Paluma e enxertia

A cultivar Paluma é um clone derivado da goiaba Rubi-Supreme, obtida a partir de sementes de polinização aberta (CAVALINI, 2004), destacando-se como a mais cultivada da região Nordeste, por ser altamente produtiva (ter potencial para até 50 t ha⁻¹) e vigorosa, com frutos de dupla aptidão: mesa e indústria. Seus frutos apresentam massa entre 140 e 250 g, forma ovóide com pescoço curto, diâmetros longitudinal de 8 a 10 cm e transversal de 7 a 9 cm, polpa de coloração vermelha intensa, pequena porcentagem de sementes (4,96%) e bom rendimento de polpa (93,76%). O fruto possui, ainda, consistência firme, sabor agradável e boa capacidade de conservação pós-colheita (MEDINA et al., 1991). Lima et al. (2002) observaram que a goiaba Paluma possui altos teores de sólidos solúveis (SS), observando um valor médio de 10,4°Brix. Com relação à acidez total titulável (AT), foi encontrado 0,63% de ácido cítrico. Outra característica importante é o teor de vitamina C nas frutas, que é em média 89,78 mg de ácido ascórbico por 100 g, o que garante a esta fruta usos também relacionados com a nutracêutica.

Na fase inicial de crescimento, a goiabeira Paluma possui maior exigência de macronutrientes, em especial a partir dos 70 dias após o transplântio, principalmente quando propagadas por estacas herbáceas (FRANCO et al., 2007). A maior taxa de absorção dos macro e micronutrientes ocorre no período de 75 a 90 dias após o transplântio, sendo os macronutrientes absorvidos acumulados, preferencialmente, nos órgãos aéreos (folha e caule), enquanto os micronutrientes nos mais 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: K = 726, N = 552, Ca = 293, S = 73, P = 64 e Mg = 39 mg planta⁻¹ (FRANCO et al., 2007).

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).

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 18° ao 26° mês desde a semeadura do porta-enxerto, esta é aclimatizada e pode ser plantada em local definitivo (GONZAGA NETO & SOARES, 1994).

2.3 Avaliação da qualidade da água para irrigação

A água é um recurso essencial para vida, a saúde, os alimentos, o desenvolvimento econômico e o meio ambiente sustentável, ocupa uma posição única na história de nosso planeta. Na atualidade, a situação hídrica é preocupante, não somente quanto à quantidade de recursos hídricos disponíveis, mas, também, quanto a sua qualidade (ALMEIDA, 2010).

Na agricultura irrigada, quando se fala em qualidade de água, tem-se certeza que se trata de salinidade no sentido amplo (ALMEIDA, 2010), pois este parâmetro está relacionado com a salinização e sodificação dos solos, promovendo queda no rendimento das culturas e a perda das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, formando áreas degradadas e dificultando o cultivo (CARMO et al., 2011 & RIBEIRO, 2016).

Em regiões áridas e semiáridas, a concentração de sais 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., 2016).

De acordo com Holanda et al. (2016), 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 águas de baixa a média salinidade, o que ocorre nos perímetros irrigados do Nordeste, apresentam problema de acumulação de sais no solo, em consequência do manejo inadequado da irrigação.

No tocante a concentração dos principais sais, Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância de cloreto e o sódio (Na), cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) variam na proporção de 7:2:1. Da mesma forma, Kovda (1973) observaram que os principais sais presentes nos solos e águas do semiárido nordestino são NaCl, o sulfato de magnésio (MgSO₄), o sulfato de sódio (Na₂SO₄), MgCl₂ e o carbonato de sódio (Na₂CO₃).

Ayers & Westcot (1999) apontam como característica mais importante na avaliação da água de irrigação, a concentração total de sais solúveis, os teores de sódio e a concentração de íons tóxicos. Afirmam, ainda, que a avaliação da adequabilidade da água de irrigação deve ser realizada com base nos efeitos potenciais sobre o rendimento das culturas e nas variações de características do solo. Assim, o método mais recente para avaliação da adequabilidade de uma água para irrigação consiste em predizer a composição da água do solo, no tempo e no espaço, resultante da irrigação e do cultivo, e interpretar tais informações de como são afetadas as características do solo e, ainda, como a cultura responde a tais características sob determinadas variáveis climáticas.

Segundo Almeida (2010), os principais parâmetros a serem avaliados na qualidade da água para irrigação contemplam os parâmetros físico-químicos e biológicos, que definem sua adequação ou não para o uso. Ainda segundo esse autor, geralmente os principais atributos analisados são: pH, condutividade

elétrica, sólidos totais dissolvidos, e íons, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos.

Para Sousa et al. (2001), a adequação da água para irrigação ainda é muito subjetiva, no entanto, deve-se sempre tentar identificar e avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação da água no sistema, solo-planta e solo. Por exemplo, a água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, mas inadequada para outros. Dessa forma, segundo Trentin e Souza (2006), sempre é importante analisar as características físico-químicas, a qualidade da água, as características do solo, a tolerância das culturas a serem utilizadas, o clima local, o manejo da irrigação e a drenagem.

Em áreas do Nordeste, onde a carência de água é uma realidade, é comum o uso de águas de poços rasos e profundos no álveo dos rios, mediante irrigação por aspersão, molhando a folhagem. Essas águas nem sempre são adequadas para tal uso, haja vista contribuírem com o aparecimento de problemas de salinidade e, conseqüentemente, distúrbios nutricionais, ocasionando prejuízos para os agricultores (AYERS & WESTCOT, 1999, LAZOF & BERNSTEIN, 1999).

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 Ca^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} e, principalmente, o HCO_3^- , diminuíram relativamente na estação seca.

Os parâmetros básicos de avaliação da qualidade de água para irrigação são acidez potencial hidrogeniônica, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloro, sulfato, carbonato, nitrogênio, boro e relação de adsorção de sódio (HOLANDA & AMORIM, 1997).

2.3.1 Classificação da água para irrigação

A água de irrigação é classificada em relação a três parâmetros, sendo o primeiro relacionado ao risco de salinidade e sodicidade ou de problemas de infiltração e, por último, o risco de toxicidade por íons específicos (AYERS & WESTCOT, 1999). Medeiros & Gheyi (1994) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como base para se prognosticar de forma mais segura o

efeito quando usada na irrigação. Considerando a ausência de estudos nesta direção, os autores sugerem que seja utilizada para classificação quanto à salinidade, a proposição do UCCC (University of California Committee of Consultants), citada em Frenkel (1984) & Pizarro (1985), por não ser tão conservadora como a de Richards (1954) e tão pouco genérica como a de Ayers & Westcot (1999). No que diz respeito, à sodicidade ou aos problemas de infiltração e à toxicidade específica, as diretrizes apresentadas por Ayers & Westcot (1999) são adequadas. As referidas proposições de classificação, quanto ao risco de salinidade e sodicidade, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente e as indicativas com respeito à toxicidade iônica encontram-se na Tabela 3.

Tabela 1. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.

Classe de salinidade	Richards (1954)	UCCC ¹	Risco de salinidade	Ayers & Westcot (1999)	Grau de restrição
	Faixas de CEa (dS m ⁻¹)			Faixas de CEa (dS m ⁻¹)	
C ₁	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,7	Nenhum
C ₂	0,25 – 0,75	0,75 – 1,50	Médio	0,7 – 3,0	Moderado
C ₃	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,0	Severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

¹Citada por Frenkel (1984).

Numa avaliação qualitativa as águas se dividem em quatro classes de salinidade, à medida que aumenta a concentração de sais e conseqüentemente sua condutividade elétrica, recebendo denominações sucessivas de C₁, C₂, C₃ e C₄; esses limites apresentados por Richards (1954) são adotados como índices de salinidade, por Frenkel (1984) e apresentados na Tabela 1.

C₁ - Água de baixa salinidade. Pode ser usada para irrigação da maioria das culturas, em quase todos os tipos de solos, com muito pouca probabilidade de que se desenvolvam problemas de salinidade. Se necessária alguma lixiviação de sais, esta é conseguida em condições normais de irrigação, exceto em solos de muito baixa permeabilidade.

C₂ - Água de média salinidade. Pode ser usada sempre e quando houver uma lixiviação moderada de sais. Em quase todos os casos se adequa ao cultivo de plantas moderadamente tolerante aos sais, sem necessidade de práticas especiais de controle de salinidade.

C₃ - Água de alta salinidade. Pode ser usada em solos com drenagem deficiente. Mesmo com drenagem adequada podem ser necessárias práticas especiais de controle da salinidade, devendo, portanto, ser utilizada na irrigação de espécies vegetais de alta tolerância aos sais. Os riscos apresentados por esta classe de água podem ser amenizados quando empregado o método de irrigação localizada mantendo o solo continuamente úmido.

C₄ - Água de muito alta salinidade. Não é apropriada para irrigação sob condições normais, porém pode ser usada ocasionalmente, em circunstâncias especiais. Os solos devem ser permeáveis, a drenagem adequada, devendo ser aplicada água em excesso para se obter uma boa lixiviação dos sais e, mesmo assim devem ser explorados com culturas altamente tolerantes aos sais.

A recomendação de Ayers & Westcot (1999), quanto ao perigo de sódio, pode ser dividida em três classes de sodicidade, obtidas relacionando a RAS com a salinidade da água de irrigação – CEa (TABELA 2).

Tabela 2. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	Grau de restrição		
	Nenhum	Ligeira e moderada	Severa
	----- CEa (dS m ⁻¹) -----		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

Os íons cloreto, sódio e boro, quando presentes em concentrações elevadas na água, podem causar danos às culturas reduzindo a produção. A magnitude do dano depende, além da concentração do íon, do tempo de exposição, da sensibilidade das plantas, do uso da água pelas culturas, do tipo de irrigação, entre outros (MAAS, 1985). Foram definidas três classes de risco quanto à toxicidade das plantas (AYERS & WESTCOT, 1999) (TABELA 3).

Tabela 3. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.

Íon específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de restrição para uso		
		Nenhum	Ligeira a moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	meq L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Boro	mg L ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

2.4 Aspectos gerais da salinidade do solo

A salinização no solo vem ocorrendo ao longo do tempo e de forma natural, como por exemplo, o intemperismo dos minerais primários das rochas, a ascensão capilar de água salina do lençol subterrâneo para a superfície do solo, a inversão da água salgada das regiões costeiras que acontecem por escoamento superficial e drenagem lateral, incluindo a chuva que deposita, no perfil do solo, pequenas quantidades de sais (RENGASAMY, 2006; GHEYI, et al., 2016).

Os problemas ocasionados pelo excesso de sais, principalmente em regiões semiáridas, são relativos a fatores edafoclimáticos (CAVALCANTE et al., 1998) e uso incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação, além do manejo inadequado da irrigação (FREIRE & RODRIGUES, 2009). Segundo Cavalcante & Cavalcante (2006), em áreas irrigadas nos climas semiáridos do Nordeste brasileiro, a demanda evapotranspirativa supera a pluviosidade, fazendo com que os sais não sejam lixiviados e fiquem acumulado em quantidades excessivas no solo (OLIVEIRA, 1997), tornando a salinidade do solo e da água um fator limitante à produção agrícola.

Atualmente, existe grande a preocupação mundial com a degradação dos solos devido à salinidade, como resultado do excesso de sais provenientes da irrigação (SILVA et al., 2005; HOLANDA et al., 2016). A sodificação é muito mais agressiva que a salinidade em áreas irrigadas, sobretudo porque ocorre uma perda maior dos atributos físicos do solo tendo em vista que, quando se têm ocorrência do Na^+ trocável em excesso no complexo do solo, também há uma indução da dispersão das argilas formando uma camada de impedimento e dificultando os processos naturais, circulação do ar e da solução do solo, com reflexos negativos na absorção dos nutrientes pelas raízes (LEITE et al., 2010; ALMEIDA NETO, et al., 2009).

Visto que o Nordeste brasileiro possui grande potencialidade para a fruticultura irrigada, especialmente porque, excetuando o problema de precipitação, esta região tem boas condições agroclimáticas, possui uma crescente demanda por alimentos em função do aumento populacional e das alterações climáticas que comprometem os sistemas agroecológicos. Isto tem estimulado os cultivos agrícolas e exigido, por conseguinte, cada vez mais o uso

de água na agricultura. Assim, é coerente incrementar estudos nessas áreas com a finalidade de prevenção já que recuperar solos afetados por sais constitui uma prática que, apesar de tecnicamente viável, é cronologicamente lenta e economicamente dispendiosa (CAVALCANTE, 2000).

2.5 Tolerância da goiabeira à salinidade

O estresse salino pode provocar um conjunto de alterações deletérias devido ao efeito tóxico provocado pelos íons Na^+ e Cl^- e à redução do potencial osmótico do solo (XIONG & ZHU, 2001). As respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas à salinidade variam em função do genótipo, do estágio de desenvolvimento da planta, da intensidade e duração do estresse, das condições de manejo, clima e manejo da irrigação (GURGEL et al., 2008; WILLADINO & CAMARA, 2010).

De acordo com Ayers & Westcot (1999) e Nobre et al. (2013) as plantas quando cultivadas sob condições de salinidade podem ter o crescimento e a produção comprometidos devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas. O efeito osmótico provocado pelas elevadas concentrações de íons específicos na solução do solo prejudicam as relações hídricas, reduzindo a absorção de água pela planta, e conseqüentemente, o movimento de nutrientes através das membranas das raízes para o interior da célula (RIOS, 2004; ALVES et al., 2011).

Fisiologicamente, o excesso de sais na solução do solo altera as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a pressão de turgor da parede celular, e como conseqüência, o crescimento da planta (FOLEGATTI & BLANCO, 2000).

Entre os mecanismos fisiológicos que favorecem a sobrevivência das plantas em ambientes salinos, incluem-se a regulação da concentração, a compartimentalização dos íons, a produção de osmoprotetores, a ativação de enzimas antioxidativas, a adaptação estomática, e outras formas de controle genético (HUSSAIN, et al., 2015).

Para Munns et al. (2006), o declínio da capacidade produtiva das culturas ocorre devido à entrada dos íons deletérios durante o processo de transpiração, o que, com o tempo, lesiona as células em razão do acúmulo desses elementos no interior do protoplasma. A resposta da planta diante desta situação se manifesta de diversas formas, tais como a ação antagônica do sódio a outros cátions, pois desloca da membrana celular o cálcio e o potássio, elementos importantes para manter o ajustamento osmótico da membrana e a seletividade durante o câmbio iônico (OTTOW et al., 2005), assim como através do fechamento dos estômatos que reduz a absorção de CO₂, água e nutrientes via adubação foliar e a senescência dos tecidos das folhas adultas que também restringe a produção de fotoassimilados (LACERDA et al., 2003; CAMPOS & CAVALCANTE, 2009).

No processo que envolve a salinização do solo, verifica-se que ele atinge a planta como um todo, isto é, os sais passam a inibir o processo de divisão das células, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas, eventos bioquímicos importantes que afetam a maioria das enzimas envolvidas e, em contrapartida, o processo de crescimento/desenvolvimento do vegetal (MUNNS, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2013). O declínio da produtividade das plantas em áreas comprometidas pela salinidade pode estar relacionado, diretamente, aos efeitos salinos e aos problemas de toxidez de alguns íons particulares, como o cloro, o sódio e o boro (MANTOVANI et al., 2006).

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 (CEa) entre 0,5 e 4,0 dS m⁻¹, refletiu em declínio no crescimento em altura, diâmetro caulinar, área foliar, crescimento de raízes e produção de biomassa pelas plantas.

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 foi reduzida linearmente na ordem de 18,4 e 17,2% 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, do caule e das folhas das plantas de goiabeira 'Pentecoste', Paluma, Surubim e IPA B-38. Conforme os autores, a salinidade da água inibiu todas as variáveis estudadas. Destacando, ainda, que após a germinação as plântulas não sobreviveram aos efeitos da salinidade das águas com condutividade elétrica de 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ e aos 180 dias após a semeadura, esses autores, não 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, notaram que o incremento dos níveis salinos de condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) 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 foram sensíveis à salinidade, com uma salinidade limiar da água de irrigação de 0,8 dS m⁻¹ (correspondendo conforme Ayers & Westcot (1999) a condutividade elétrica de 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 após a emergência sob estresse salino, ao nível de 16,2 dS m⁻¹.

Na fase inicial de crescimento, 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 na fitomassas de raiz, caule, folhas, parte aérea e total em mudas das cultivares de goiabeira Paluma, Ogawa, Rica, Pentecoste, Surubim e IPA-B38 (TÁVORA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2005; GURGEL et al., 2007; CAVALCANTE et al., 2010).

Embora a goiabeira seja encontrada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, caracterizando sua rusticidade e adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (SINGH & PATHAK, 1992), é uma cultura sensível ou moderadamente sensível ao estresse salino e à ação específica de uma ou outra fonte iônica. Essa desvantagem associada à possibilidade da água de irrigação poder ser mais concentrada em uma ou outra espécie iônica (CAVALCANTE et al., 1985) torna importante o monitoramento do crescimento e sua produção em áreas irrigadas.

Do ponto de vista do manejo, algumas estratégias ainda podem ser usadas para minimizar os impactos negativos, entre elas: a escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização de fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades e uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas, além de diversas outras práticas que visam à obtenção de uma boa produção vegetal com controle da salinização e sodificação do solo (LACERDA et al., 2009).

A tolerância das plantas ao estresse salino vem sendo estudada em muitos trabalhos com o objetivo de verificar os mecanismos de ajustamento das espécies à salinidade (MUNNS & JAMES, 2003). Em estudo realizado por Silva (2015), foi verificado que as variáveis morfofisiológicas da cv. Paluma no período de 130-190 dias após a emergência sofreram menos com o efeito da salinidade da água, onde exibem tolerância aos níveis de 2,1 a 3,5 dS m⁻¹.

Silva (2015), avaliando mudas de goiabeira cv. Paluma, sob salinidade na água de irrigação nos níveis de condutividade elétrica da água (CEa) de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e doses de nitrogênio 70, 100, 130 e 160% (da dose recomendada) constatou declínio das variáveis morfofisiológicas altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e do diâmetro do caule nos períodos de 130-190 dias após a emergência a partir de 0,3 dS m⁻¹ e 541 mg de N dm⁻³ de solo, respectivamente.

2.6 Adubação nitrogenada e interação com salinidade

O nitrogênio é encontrado em muitos compostos orgânicos, destacando-se os aminoácidos e ácidos nucleicos. As plantas requerem maiores quantidades de nitrogênio e sua disponibilidade geralmente limita a produtividade das plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2006), pois esse macronutriente participa praticamente de todas as funções da planta (MALAVOLTA & MORAES, 2007). Desta forma, os fertilizantes mais consumidos são os nitrogenados (RAIJ, 2011) e, entre eles, evidencia-se a ureia. Porém, vários autores relatam altas perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 , notadamente quando a fonte é a ureia e a aplicação é feita na superfície do solo.

Outro aspecto importante é que o ânion nitrato (NO_3^-) tem baixa interação química com os minerais do solo, os quais apresentam predominância de cargas negativas (CANTARELLA, 2007). Portanto, adubações nitrogenadas devem ser com bastante cuidado, de modo a evitar a lixiviação do nitrato para reservatórios de águas, sejam superficiais ou subterrâneas. Assim, as práticas de manejo que conciliam as necessidades de nutrientes com a demanda da cultura, em termos de dose e época de aplicação, podem otimizar o uso de nutrientes pelas culturas e reduzir potenciais impactos ambientais (GRANT, 2010).

No solo, o nitrogênio é encontrado tanto na forma orgânica, quanto mineral, havendo um predomínio da orgânica sobre a mineral, sendo que a forma orgânica não é prontamente absorvida pelas plantas. Em condições de deficiência de nitrogênio, a planta apresenta crescimento lento, com redução do porte; ramos finos e em menor número e com tendência ao crescimento vertical; folhas em menor número, com redução da área foliar; clorose generalizada e queda prematura das folhas (MALAVOLTA et al., 2007).

De acordo com Bataglia et al. (2005), 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.

Entre os macronutrientes, o nitrogênio e o potássio possuem papel fundamental para a nutrição das plantas; nitrogênio, por ser constituinte essencial

das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila, e o potássio, por ser o cátion em maior concentração nas plantas, sendo um nutriente com relevantes funções fisiológicas e metabólicas como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e também absorção de nitrogênio e síntese proteica, tornando-se, portanto, nutriente imprescindível em sistema de utilização intensiva de solo (ANDRADE et al., 2000).

A adubação nitrogenada deve considerar o fornecimento de N no solo, as exigências da cultura em função da colheita esperada, os períodos de maior necessidade da cultura, o processo de contato entre o nitrogênio e a raiz, as características do adubo nitrogenado utilizado e suas transformações e reações químicas e bioquímicas no solo (MALAVOLTA, 2006).

Os efeitos da adubação nitrogenada na cultura da goiabeira foram avaliados por Natale et al. (1995), que conduziram um ensaio de campo durante três anos, utilizando-se de plantas da cultivar Paluma com um ano de idade. No segundo e no terceiro anos do ensaio, foram utilizados o dobro e o triplo das doses iniciais de N, respectivamente. A partir dos resultados, constatou-se respostas positivas da produção apenas no terceiro ano do ensaio, com aumento linear desta, em função da dose de nitrogênio utilizada. Considerando o intervalo de fertilizante aplicado, 90% da produção máxima observada esteve associada à dose de 627 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N e ao teor de nitrogênio nas folhas de 22,2 g kg⁻¹.

Para Salvador et al. (2000), a deficiência de nitrogênio na goiabeira provoca inibição do crescimento da planta, dormência das gemas laterais e diluição gradativa de pigmentação arroxeadada concentrando-se nas folhas recém-maduras, provocando queda acentuada de produção.

As plantas, em geral, têm respondido muito bem, aos efeitos da adubação nitrogenada, como no caso da goiabeira (FRANCO et al., 2007), embora essa cultura seja pouco exigente em termos de fertilidade do solo, o alcance da produtividade satisfatória de pomares com exploração econômica, só se faz a partir da manutenção de um nível adequado de fertilidade do solo (CAVALCANTE et al., 2008; SILVA JUNIOR et al., 2009). As exigências nutricionais da cultura em

macronutrientes sob cultivo convencional obedecem à ordem decrescente: $K > N > P > S = Mg > Ca$ (NATALE et al., 2009).

Uma adequada nutrição nitrogenada é importante para garantir um bom desenvolvimento das plantas, visto que a deficiência de nitrogênio ocasiona folhas cloróticas prejudicando a fotossíntese e a respiração, em contrapartida, o excesso provoca diminuição na quantidade de frutos ou frutificação tardia, e o crescimento vegetativo em excesso (MARSCHNER, 2012).

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% do 'N' recomendado, 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 4,4 dS m⁻¹ da CEa.

Da mesma forma, Oliveira 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.

O mecanismo de interação natural entre salinidade e nutrientes ocorre nos sítios de absorção, onde há competição entre nitrato e cloreto, 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 da membrana seletiva radicular, provocando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo se encontra em concentração elevada no meio (KAFKAFI, 1984; AMOR et al., 2000).

Em condições salinas é notória a redução na absorção de nitrogênio pelas plantas em consequência do efeito antagônico existente entre íons de nitrato e de cloro (ABD EL-SHAMAD et al., 2000). Segundo Larcher (2000), quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o NO₃⁻, K⁺ e Ca²⁺.

De acordo com Taiz et al. (2017), o desenvolvimento das plantas apresenta alta dependência do suprimento de nitrogênio, sobretudo porque este nutriente participa diretamente no metabolismo das plantas, atuando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. Segundo Misra

& Dwivedi (1990) a resposta de crescimento de plantas sob fertilização nitrogenada e condições de salinidade não só varia de acordo com a forma de nitrogênio aplicado (nitrato ou amônio) e da espécie vegetal. Para Munns (2002), as plantas cultivadas em condições de salinidade apresentam alterações nos parâmetros de crescimento, o que é relativo aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais provocados pelo excesso de sais no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-SHAMAD, H. M.; SHADDAD, M. A. K. Comparative effect of sodium carbonate, sodium sulfate, and sodium chloride on the growth and related metabolic activities of plants. **Journal Plant Nutrition**, v.19, p.717-728, 2000.
- AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 332p.
- ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A. T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, n.6, p.1571-1581, 2009.
- ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p.
- 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.
- 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, A. C.; FONSECA, D. M. da; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V. H.; MARTINS, C. E; SOUZA, D. P. H. de. Produtividade e valor nutritivo do capim elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1.
- BARHOUMI, Z; ATIA, A.; RABHI, M.; DJEBALL, W.; ABDELLY, C.; SMAOUI, A. Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus littoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.173, p.149-157, 2010.

- BASTOS, D. C.; RIBEIRO, J. M.; **Produção de mudas de goiabeira**. Petrolina: EMBRAPA. 2011, 3p. (comunicado técnico, 148).
- BATAGLIA, O. C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no DRIS. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L (ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Piracicaba, SP, **Anais...** 2005.
- BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1075-1082, 2010.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade de água de irrigação e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, v.2, p.10-20, 2009.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.
- 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, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A. de.; ARAUJO, F. A. R, de. Produção, exportação de nutrientes e composição mineral em dois genótipos de goiabeira, **Científica**, v.33, n.2, p.112-119, 2005.
- CAVALCANTE, I. H. L. SILVA, G. F.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, D.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Composição mineral de folhas da goiabeira Paluma em função da adubação sulfato-nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p.6-12, 2008.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: 2000, 72p. Apostila.
- CAVALCANTE, L. F.; ARRUDA, N. T.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. Práticas agrícolas para o controle preventivo à salinidade dos solos em áreas irrigadas do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 3, n.Único, p.1-23, 1998.

- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE I. H. L. Uso da água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Eds). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.1-11.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, suplemento 1, p.1281-1290, 2010.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVEIRA, R. I. Importância do fosfogesso como fonte de cálcio, enxofre e na redução de um solo salino-sódico da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Belém, PA, **Anais ...** 1985.
- CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas Kumagai e Paluma**. Dissertação Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 2004. 68p.
- 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).
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista Engenharia Ambiental**. v.8, p.126-133, 2011.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615-621, 2005.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora planta. 2006. 402p. 2ed.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v.88, p.97-185, 2006.
- FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap 3, p.17-34.

- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- FOLEGATTI, M. V.; BLANCO, F. F. Vegetative development on grafted cucumber plants irrigated with saline water. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p. 451-457, 2000.
- FRANCO, C. F.; 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.
- FREIRE, A. L. O.; RODRIGUES, T. J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Engenharia Ambiental**, v.6, n.2, p.163-173, 2009.
- FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteria for irrigation. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. (ed.) **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. 143-172p.
- KOVDA, D.A. **Irrigation, drainage and salinity: an international sourcebook**. Paris: FAO/UNESCO, 1973. p.177-205.
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016, 504p.
- GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, (Publicações técnicas FRUPEX, 20).1996. 35p.
- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI: FRUPEX, 1994. 49p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 5).
- GRANT, C. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the environment. In: PROCHNOL, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: contexto mundial e práticas de suporte**. Piracicaba: IPNI, 2010. v.1, cap. 3, p.43-90.

- GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. DE 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. T. de; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. da. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.36-43, 2008.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade de água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. 137-169p.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FRRREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. da. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO. E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. cap. 4, p.35-50.
- HUSSAIN, M. I.; LYRA, D. A.; FAROOQ, M.; NIKOLOUDAKIS, N.; KHALID, N. Salt and drought stresses in safflower: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.36, n.1, p.1-31, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2014). **Produção agrícola municipal**, 2014. Acesso em 09 jul. 2017.
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). **Soil salinity under irrigation: processes and management**. 1984. Ecological Studies, Berlin, v.51, p.319-338
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline condition. **Fertilizer and agriculture**, v. 95, p.3-41, 1987.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.15, p.113-118, 2003.

- LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B. da; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p.221-230, 2009.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 533p.Tradução: Prado, C.H.B.A. & Franco. A.C.
- LAZOF, D. B.; BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. **The New Phytologist**, v.144, n.1, p.85-94, 1999.
- LEITE, E. M.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; CAMPOS, V. B. Redução da sodicidade em um solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.110-116, 2010.
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**: Recife: SUDENE, DRN, 1983, p.91-141. Relatório de fim de manejo e conservação de solo do Nordeste brasileiro (Convênio SUDENE/ORSTOM).
- LIMA, G. S. de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. O. da. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v.34, p.854-866, 2014.
- LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1 p.273-276, 2002.
- MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. **Plant and Soil**, n.89, p.273-284, 1985.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p.189-249.
- MANICA, I. Importância econômica. In: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Importância**

- econômica:** Fruticultura tropical: goiaba. (ed.). Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.9-22.
- 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. 124p.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e Métodos.** Viçosa: UFV, 2006. 318p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed. New York: Academic Press, 2012. 672p.
- MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados de RN, PB e CE.** Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **Qualidade de água de irrigação.** Mossoró, ENA/ESAM, 1994. 60p. (Boletim Técnico Científico, 22).
- MEDINA, J. C.; CASTRO, J. C.; SIGRIST, J. M. M.; MARTIN, Z. J.; KATO, K.; MAIA, M. L.; GARCIA, A. E. B.; LEITE, R. S. S. F.; **Goiaba.** 2.ed. Campinas: ITAL, 1991. p.17. (Frutas tropicais, 6).
- MENDONÇA, V. **Cultura da goiaba.** Mossoró: UFERSA, 2011. 40p.
- MISRA, N.; DWIVEDI, U. N. Nitrogen assimilation in germinating *Phaseolus aureus* seeds under saline stress. **Journal of Plant Physiology**, v.135, p.719-724, 1990.
- MUNNS, R.; HUSAIN, S. RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; MEGAN, P. L.; EVANS, S. L.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R.A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v.247, p. 93-105, 2002.
- MUNNS, R.; JAMES, R. A. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. **Plant Soil**, v.253, n.2, p.201-2018, 2003.

- MUNNS, R.; JAMES, R.A.; LÄUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.1025-1043, 2006.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.17, n.2, p.7-15, 1995.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiabeira: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV, UNESP, 2009. v.2, p.257-280.
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.76-85, 2013.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. de; 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.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JUNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.17-25, 2015.
- OLIVEIRA, M. Gênese e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed.), **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. 383p.
- OTTOW E.A.; BRINKER M.; TEICHMANN T.; FRITZ E.; KAISER W.; BROSCHE M.; KANGASJARVI J.; JIANG X.; POLLE A. *Populus euphratica* displays apoplastic sodium accumulation, osmotic adjustment by decreases in calcium and soluble carbohydrates, and develops leaf succulence under salt stress. **Journal of Plant Physiology**, v.139, n.4, p.1762-1772, 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. 137p.

- PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. UNESP, FUNEP, 1995, 47p.
- PEREIRA, F. M., MARTINEZ JUNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Ed. Legis Summa, 1986. 142 p.
- PIEIDADE NETO, A., MALAGUTTI, A. M., DONDELLI, L. E. R. Potencialidades e perspectivas da cultura da goiabeira. In: Costa, A. de. F. S., Costa, A. N. da. (ed.) **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p.11-24.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid: Editorial Española S. A. 1985. 542p.
- 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.
- QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V.; SOUZA, E. R. de. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo usando ferramentas de geoestatística. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap. 5, p.51-63.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420p.
- RAMOS, D. P. SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma', submetida a diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v.57, n.5, p.659-664, 2010.
- REETZ, E. C.; RIGON, L.; VENCATO, A.; CORRÊA, S.; ROSA, G. R. da.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2007. 136p.
- RENGASAMY, P. World salinization with emphasis on Australia. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.5, p.1017 – 1023, 2006.
- RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.;

- LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap. 2, p.9-16.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60).
- RIOS, L. V. C. Salinidad: homeostasis iônica y acuaporinas. **IDESIA**, v.22, n.2, p.61-68, 2004.
- SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e irrigação. In: Manica, I. (ed.). **Fruticultura tropical**. 6. Goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.135-191
- SÃO JOSÉ, A. R.; PEREIRA, F. M. **Cultivo de goiabeira no Brasil**. In: PRIMEIRO SIMPOSIO INTERNACIONAL DE LA GUAYABA, Aguascalientes. Memória Aguascalientes: México, 2003. 84-115p.
- 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 JUNIOR, T.; MENDES FILHO, R. C.; GOMES, V. F. F. Efeito de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v. 4, n.4, p.378-382, 2009.
- SILVA, E. F.; ASSIS JUNIOR, R. N.; SOUSA, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo, **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.29, n.3, p.389-396. 2005.
- SILVA, E. M. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. Campina Grande: UFCG, 2015, 92p. Dissertação- Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- SINGH, A. K.; PATHAK, R. K. Sodicity and salinity effect on guava (*Psidium guajava*). **Indian Journal of Agricultural Science**, v.62, n.3, p.220-223, 1992.

- 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, J. T.; LEITE, V. D.; LUNA, J. G. de. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.107-110, 2001.
- SOUZA, J. C. A. V. de.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de. A.; TEIXEIRA, S. L., BALBINOT, E. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.33, n.2, p.205-213, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 2013. 918p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, R. 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.
- TRENTIN, C. V.; SOUZA, J. L. M. Possibilidade de utilização da irrigação com água residuária em torno das principais estações de tratamento de efluentes da Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Science Agronomy**. v.28, n.2, p.291-298, 2006.
- VIANA, A. P. BRUCKNER, C. H. MARTINEZ, H. E. P. ALBERTO, C. HUAMAN, M. MOSQUIM, P. R. Teores de Na, K, Mg e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.187-191, 2001.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-23, 2010.
- XIONG, L.; ZHU, J. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.131-139, 2001.
- ZAMBÃO, J. C.; BELLINTANI NETO, A. M.: **Cultura da goiabeira**, Campinas: CATI, 23p. 1998. (Boletim Técnico, 236).

MATERIAL E MÉTODOS GERAL

1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Local do experimento

O experimento abrangeu dois ciclos de produção da goiabeira cv. Paluma sendo conduzido no campo em lisímetros de drenagem no período de setembro de 2015 a dezembro de 2017, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal, PB, com coordenadas geográficas: Latitude 6°48'16" S, Longitude 37°49'15" W e altitude média de 144 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil, é do tipo "BSh" (ALVARES, et al., 2013), que representa um clima quente e semiárido (temperatura média anual de 28 °C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO & SONCIN, 1982).

1.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos, com três repetições e duas plantas por parcela, foram arrançados em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, relativos aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e quatro doses de nitrogênio – DN de 70, 100, 130 e 160% (correspondendo respectivamente a 378,7; 541,1; 703,4 e 867,7 mg de N dm⁻³ de solo) da dose recomendada para ensaios em vaso (SILVA, 2015).

1.3 Preparo da água de irrigação

Para conseguir as águas com condutividade elétrica desejada para a irrigação, foi adicionado o NaCl comercial (sem iodo) à água de abastecimento local de Pombal - PB, com CEa de 0,3 dS m⁻¹. O preparo foi feito em caixas plásticas dentro de recipientes com capacidade de 3.000 L. A quantidade de NaCl utilizado na preparação das águas foi calculada conforme Rhoades et al. (2000), para obter a CEa de cada respectivo tratamento.

1.4 Implantação e condução do experimento

1.4.1 Caracterização do solo

O material de solo utilizado para o plantio foi proveniente de uma área sem atividade agrícola do CCTA/UFMG e classificado, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2013) como Neossolo flúvico eutrófico. Amostras do solo foram coletadas e analisadas, no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFMG, Campus de Pombal, cujos atributos químico e físico (Tabela 1) foram determinados conforme Donagema et al. (2011).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.

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

pH_{es} do extrato de saturação do solo; CE_{es} condutividade elétrica do extrato de saturação do solo a 25 °C

1.4.2 Características do porta-enxerto

As mudas de goiabeira foram formadas a partir de porta-enxertos originários de repicagem, com haste única e ereta, e com no mínimo oito folhas verdes e totalmente expandidas. Altura entre 15 e 25 cm, diâmetro do caule de 0,40 a 0,50 cm na região do enxerto. Os porta-enxertos foram oriundos de sementes de goiabeira 'Crioula' de um pomar comercial da Fazenda Mocó Agropecuário, município de Aparecida, PB. A enxertia foi realizada aos 180 dias após a semeadura a 5 cm do colo do porta-enxerto. Usou-se como enxerto a cultivar 'Paluma', por se tratar de um genótipo vigoroso, de fácil propagação, com 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, possui carência de informações sobre sua tolerância à salinidade e a interação salinidade x nitrogênio (DIAS et al., 2012).

1.4.3 Transplântio

Quando as mudas enxertadas estavam com quatro pares de folhas maduras (90 dias após a enxertia) foram transplantadas, em 12 de outubro de 2015, para lisímetros de drenagem (Figura 1), correspondente a uma caixa plástica de polietileno com 0,87 m de diâmetro superior, altura de 0,43 m e 150 L de capacidade, com dreno na parte inferior para a livre drenagem. No preenchimento dos lisímetros foi utilizado 150 kg do substrato mistura de Neossolo flúvico eutrófico + areia na proporção de 85 e 15%, respectivamente.



Fonte: Bezerra (2018)

Figura 1. Lisímetro de drenagem (A) e recipientes coletores (B) utilizados no experimento. Pombal, PB, 2018.

1.4.4 Adubação e irrigação

A adubação de plantio foi realizada manualmente aplicando-se, por lisímetro, 190 g de superfosfato simples (em fundação) e 17 g de cloreto de potássio parcelado sendo 1/3 da dose aplicada em fundação e os outros 2/3 divididos em duas aplicações iguais aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT).

A irrigação com as respectivas águas teve início aos 15 DAT cujas irrigações com águas salinizadas foram feitas, conforme o tratamento, com base na necessidade hídrica da planta, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o drenado na irrigação anterior, estimadas pelo processo de lisimetria de drenagem mantendo umidade no solo próxima a capacidade de campo. As irrigações foram feitas duas vezes ao dia, sendo elas no início da manhã e final da tarde. Após 40 DAT o volume de água aplicado na irrigação foi ajustado de forma a proporcionar uma fração de lixiviação de 0,15 como manejo para reduzir a acumulação excessiva de sais no solo.

O tratamento com adubação nitrogenada iniciou-se aos 25 DAT via fertigação, dividida em 28 aplicações sendo feitas semanalmente, nas primeiras oito semanas aplicadas 1/5 da dose em função das plantas no início apresentarem um sistema radicular que ocupava pouco espaço no lisímetro. O restante de N foi equitativamente aplicado em 20 semanas. Utilizou-se como fonte a ureia (45% de N), com aplicações realizadas dissolvendo fertilizante em água de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ para todos os tratamentos. Quando as plantas completaram um ano após o transplante foi repetida a aplicação da adubação nitrogenada dividida em 24 parcelas iguais.

1.4.5 Tratos culturais

Os tratos culturais realizados, durante o ciclo da cultura foram: aos 60 DAT os ramos foram selecionados quanto ao porte, vigor e sanidade onde foi realizada uma poda para uniformizar as plantas (deixando-se três ramos principais por planta), ramos responsáveis por formar a base da copa, conforme recomendação da EMBRAPA (2010).

Em fevereiro de 2017, todas as plantas foram submetidas à poda de frutificação tipo contínua (podados apenas os ramos maduros e aptos a florir, deixando em média 15 cm de comprimento), a fim de manter a unidade de produção. Durante o ciclo da cultura foram realizadas podas de limpeza, que visavam à eliminação de ramos internos e/ou sombreados no interior da copa da planta, permitindo o arejamento e a eliminação de possíveis focos de pragas e doenças, como também a eliminação de brotações na base do caule e ramos secos.

1.4.6 Tratos fitossanitários

Pragas e doenças foram controladas sempre que necessário de modo que não interferissem na produção da goiaba. Para o controle preventivo do psilídio (*Triozyda limbata*), mosca das frutas (*Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata*) e percevejo (*Leptoglossus gonagra*), foram realizadas 7 pulverizações com inseticidas sistêmicos Imidacloprido 200 em solução contendo 0,05 g L⁻¹.

1.5 Variáveis analisadas

1.5.1 Avaliações biométricas

De duas plantas transplantadas, foi escolhida uma planta em cada lisímetro para a medição de crescimento aos 90, 120, 150, 255 e 300 DAT através do número de folha (NF), número de ramos (NR), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF). Aos 150 DAT, em cada lisímetro foi eliminada uma planta, cortando na base do caule e separadas as distintas partes da planta (folhas e ramos), que foram acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados e postos para secar em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até massa constante, onde determinou-se o acúmulo de fitomassa seca de folhas (FSF), ramos (FSR), e total (FST) = FSF+FSR.

A contagem das folhas foi feita considerando as que estavam com limbo foliar totalmente expandido; e, por ocasião, fez-se a contagem do número de ramos. O diâmetro de caule foi medido a 5 cm do colo da planta (Figura 2).



Fonte: Bezerra (2018)

Figura 2. Ilustração da medição do diâmetro de caule. Pombal, PB, 2018.

A área foliar foi medida conforme metodologia proposta por Lima et al. (2012), para medição da área foliar em mudas de goiabeira, utilizando a equação 1:

$$AF = 0,3205 \times C^{2,0412} \quad (1)$$

Em que: AF = área foliar (cm²), C = comprimento da nervura central da folha (cm), sendo que o somatório final das áreas por folha fornece o valor da área foliar total da planta.



Fonte: Bezerra (2018)

Figura 3. Ilustração da medição de comprimento da nervura central para estimativa da área foliar. Pombal, PB, 2018.

As taxas de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo (TCR_{DC}) do diâmetro de caule (DC) para diferentes intervalos de tempo foram calculadas, de acordo com a metodologia contida em Benincasa (2003) descritas nas equações 2 e 3:

$$TCA = \frac{(DC_2 - DC_1)}{(t_2 - t_1)} (mm \text{ dia}^{-1}) \quad (2)$$

Em que: TCA = taxa de crescimento absoluto, DC_2 = diâmetro de caule da planta no tempo t_2 , DC_1 = diâmetro de caule da planta no tempo t_1 e $t_2 - t_1$ = diferença de tempo (dias) entre as amostragens.

A taxa de crescimento relativo foi obtida pela equação 3, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para diâmetro de plantas.

$$TCR = \frac{(\ln DC_2 - \ln DC_1)}{(t_2 - t_1)} (mm \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad (3)$$

Em que: TCR = taxa de crescimento relativo, DC_2 = diâmetro de caule da planta no tempo t_2 , DC_1 = diâmetro de caule da planta no tempo t_1 , $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens e \ln = logaritmo natural.

1.5.2 Avaliações fisiológicas

1.5.2.1 Trocas gasosas

Aos 255 e 300 DAT e aos 180 dias após a poda de frutificação (DAPF) (final da colheita do primeiro ciclo de produção) ou 580 DAT, foram realizadas medições de trocas gasosas foliares (condutância estomática - *gs*, concentração interna de CO₂ - *Ci*, transpiração - *E* e taxa de assimilação de CO₂ - *A*) utilizando-se analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+, da ADC (Figura 4). Todas as medidas foram realizadas em folhas maduras (terceira folha do ápice) totalmente expandidas. As leituras foram realizadas entre 08:00 e 10:00 horas, utilizando-se uma fonte de radiação artificial com intensidade de 1200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sob condições de temperatura e concentração de CO₂ ambientes. Com os dados de fotossíntese e transpiração calculou-se a eficiência instantânea no uso da água – EiUA (*A/E*) conforme avaliaram também Silva et al. (2014).



Fonte: Bezerra (2018).

Figura 4: Analisador de gases infravermelho – IRGA, Li-6400XTT, da LICOR. Pombal, PB, 2018.

1.5.2.2 Extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água

Nas mesmas folhas foi avaliada a capacidade de ruptura da membrana celular em condições de estresse salino pelo extravasamento de eletrólitos (EEL) na membrana celular. Em cada folha foram retirados 10 discos foliares de 113 mm² de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos aos folíolos, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água destilada que foram fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beckers foram mantidos à temperatura de 25 °C, por 120 minutos, onde foi medida a condutividade elétrica inicial (*Ci*). Posteriormente, os beckers foram

conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80 °C por 150 minutos, onde foi procedida novamente a leitura da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos na membrana celular, foi obtido de acordo com Scott Campos & Thu Pham Thi (1997), conforme equação 4:

$$EEF = \frac{C_i}{C_f} 100 \quad (4)$$

em que:

EEF = extravasamento de eletrólitos na membrana (%);

C_i = condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹);

C_f = condutividade elétrica final (dS m⁻¹);

O teor relativo de água (TRA) foi obtido conforme Barrs (1968), equação 5:

$$TRA = \frac{MF - MS}{MT - MS} 100 \quad (5)$$

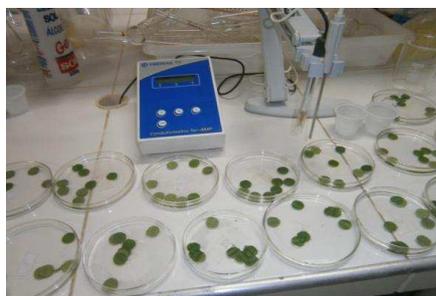
em que:

MF = massa fresca (g)

MS = massa seca (g)

MT = massa túrgida (g)

O peso túrgido dos discos foliares (8 mm de diâmetro) foi obtido por hidratação durante 24 horas (Figura 5), seguido por pesagem depois que foi removido o excesso de água da superfície dos tecidos, já o peso seco dos discos foi obtido após a secagem do material em estufa de ar forçado, à 65 °C, até peso constante.



Fonte: Bezerra (2018).

Figura 5: Ilustração dos discos foliares em placas de Petri para determinação do teor relativo de água. Pombal, PB, 2018.

1.5.3 Avaliação da produção

A produção foi avaliada pelo número de frutos por planta, massa média de frutos e produção por planta. O primeiro ciclo de produção iniciou aos 30 dias após a poda de frutificação, ou seja, de março a julho de 2017 (floração-frutificação-maturação) e o segundo ciclo em seguida, de agosto a novembro do mesmo ano.

1.5.4 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos

O pH foi determinado pela medição da amostra, utilizando-se um digital DMPH - 2, potenciômetro, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A acidez titulável (AT) foi determinada pelo método da titulação volumétrica, cujo princípio fundamenta-se na reação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali (hidróxido de sódio a 0,1N) e solução alcoólica de fenolftaleína a 0,5%. Após preparada, a amostra foi titulada até o ponto de equivalência ou ponto de “virada”, coloração rósea segundo o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), empregando a equação 6:

$$AT = \frac{G.N.Eq.VT}{P.A} \times 100 \quad (6)$$

em que:

AT = acidez titulável em ácido cítrico (%)

G = volume de NaOH 0,1N gasto na titulação (mL)

N = normalidade do NaOH utilizado (0,1)

Eq. = equivalente-grama do ácido cítrico (64,02)

VT = volume total da amostra (mL)

A = Alíquota da amostra utilizada para titulação (10 mL)

P = massa da amostra (g)

O teor de sólidos solúveis (SS) foi adquirido da polpa de goiaba triturada via leitura direta obtendo-se os resultados, expressos em °Brix com refratômetro

digital Atago, modelo Pallette PR-32 alpha, de acordo com a metodologia de Association of Oficial Analytical Chemists (AOAC,1995).

A concentração de vitamina C ou ácido ascórbico da polpa foi determinada pelo método Tillmans (titulométrico), que se baseia na redução de 2-6-diclorofenol-indofenol (DFI) pelo ácido ascórbico. O DFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa, e sua forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução de DFI é introduzida no sistema, com todo o ácido ascórbico já consumido. Essa metodologia foi proposta por Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), utilizando-se as amostras homogeneizadas. Os resultados são expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa de goiaba pela equação 6:

$$AA = \left(\frac{V.f.100}{m}\right)/100 \quad (7)$$

em que:

AA = ácido ascórbico (mg 100g⁻¹ de polpa)

V = volume de DFI gasto na titulação (mL)

f = fator da solução DFI (104,17)

m = massa da amostra (g)

1.6 Análises estatísticas

Antes de proceder às análises de variância, os dados referentes a número de folhas, taxa de crescimento absoluto e relativo, taxa de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea no uso da água foram submetidas à transformação em \sqrt{x} , e os de transpiração e acidez titulável em $\sqrt{x+1}$ segundo orientações contidas em Ferreira (2011).

Por ser de natureza quantitativa, os dados relativos ao fator níveis de salinidade e doses de nitrogênio foram analisados através de regressão empregando, a partir do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p. 711-728, 2013.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 942.15 A). Arlington: A.O.A.C.1995. chapter 37. 10p.
- BARRS, H. D. Effect of cyclic variations in gas exchange under constant environmental conditions on the ratio of transpiration to net photosynthesis. **Physiologia Plantarum**, v.21, n.5, p.918-928, 1968.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368 p.1982.
- 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.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **A cultura da goiaba**. 2.ed. Brasília: Informação tecnológica, 2010. 180p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, 1039-1042, 2011.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

- 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: Reunião Anual da SBPC, 64, **Anais...** São Luiz: UFMA, 2012. CD-Rom.
- 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. 124p.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48.
- SCOTT CAMPOS, P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to osmotic stress. **Plant Science**, v.130, p.11-18, 1997.
- SILVA, E. M. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. Campina Grande: UFCG, 2015, 92p. Dissertação- Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; MOREIRA, R. C. L.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos de percepção do estresse salino de híbridos de porta-enxertos citros em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, suplemento, p.S1-S7, 2014.

CAPÍTULO III

**CRESCIMENTO DA GOIABEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA DE
SALINIIDADE DIFERENTE E DOSES DE NITROGÊNIO**

CRESCIMENTO DA GOIABEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA DE SALINIDADE DIFERENTE E DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO

O cultivo da goiabeira no semiárido nordestino brasileiro destaca-se como alternativa para geração de emprego e renda, principalmente na agricultura familiar. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de goiabeira cv. Paluma enxertadas, submetida a diferentes concentrações de sais na água de irrigação e doses de nitrogênio em plantas desenvolvidas em lisímetros de drenagem de 150 L de capacidade em área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Pombal - PB. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições e duas plantas por lisímetro referente aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e quatro doses de nitrogênio de 70, 100, 130 e 160% de N, da dose recomendada para a cultura. A interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada foi apenas para o número de folhas e área foliar aos 150 dias após o transplântio (DAT), sendo o maior número de folhas e área foliar para a CEa de 0,3 dS m⁻¹ e dose de nitrogênio de 70 e 160%, respectivamente. O aumento da salinidade da água de irrigação para níveis acima de 0,3 dS m⁻¹ inibiu o crescimento das plantas em número de folhas, diâmetro de caule e área foliar aos 90 e 120 (DAT). O aumento das doses de nitrogênio reduziu linearmente o diâmetro de caule aos 120 e 150 (DAT), a área foliar aos 90 e 120 (DAT), a fitomassa seca de ramos, de folhas e total aos 150 (DAT) e a taxa de crescimento absoluto e relativo no período de 90-120 (DAT). A dose de N acima de 70% (378,7 mg N dm⁻³ de solo) da dose recomendada à cultura não mitigou os efeitos deletérios provocados pelo aumento da salinidade da água no crescimento das plantas.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., condutividade elétrica, nitrogênio.

GROWTH OF GUAVA UNDER IRRIGATION WITH WATER OF DIFFERENT SALINITY AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT

Guava cultivation in the Brazilian northeastern semi-arid region stands out as an alternative for employment and income generation, especially in family agriculture. In this context, the objective of present study was to evaluate the growth of guava cv. Paluma grafted, submitted to different concentrations of salts in the irrigation water and nitrogen doses in plants cultivated in drainage lysimeters of 150 L capacity in the experimental area of the Center of Science and Agrifood Technology of the Federal University of Campina Grande, in the municipality of Pombal - PB. The experimental design was randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme, with three replicates and two plants per lysimeter. The values of electrical conductivity of the irrigation water - EC_w were of 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ and four nitrogen doses consisted of 70, 100, 130 and 160% of the recommended dose for the crop. The significant interaction between salinity of irrigation water and nitrogen fertilization was observed only for the number of leaves and leaf area at 150 days after transplanting (DAT), with the highest number of leaves and leaf area for EC_w of 0.3 dS m⁻¹ and nitrogen dose of 70 and 160%, respectively. Increasing the salinity of irrigation water to levels above 0.3 dS m⁻¹ inhibited plant growth in leaf number, stem diameter and leaf area at 90 and 120 DAT. The increase of the nitrogen doses linearly reduced the stem diameter at 120 and 150 DAT, leaf area at 90 and 120 DAT, dry matter of branches, leaf and total at 150 DAT, rate of absolute and relative growth in the period 90-120 DAT. The dose of N above 70% (378.7 mg N dm⁻³ soil) of the recommended dose did not mitigate the deleterious effects caused by increased water salinity on plant growth.

Keywords: *Psidium guajava*, electrical conductivity, nitrogen.

INTRODUÇÃO

As regiões Sudeste e Nordeste do Brasil destacam-se como as maiores produtoras de goiaba no país, sendo responsáveis por 46,6 e 42,2%, da produção nacional respectivamente, que foi de 345,3 mil toneladas da fruta numa área colhida de 15,2 mil hectares (IBGE, 2012).

Dentre as alternativas para redução dos efeitos nocivos dos sais da água de irrigação e do solo às plantas, a aplicação de nitrogênio mineral ao solo pode amenizar o estresse salino (LIMA et al., 2014), pois este é um dos nutrientes responsáveis pelo crescimento das plantas, principalmente porque participa diretamente no metabolismo das plantas, atuando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas, além de fazer parte de diversos compostos orgânicos vitais, elevando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumentando a tolerância das culturas ao ambiente salino (BARHOUMI et al., 2010; CHAVES et al., 2011), e o seu uso eficiente é de extrema importância econômica para os sistemas de produção (FAGERIA & BALIGAR, 2006).

No Brasil, são escassos estudos que avaliam a resposta de goiabeiras conduzidas em campo sob a interação salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. Conforme Silva et al. (2017) a goiabeira, na formação de porta-enxerto, sob estresse salino responde até 541,1 mg de N dm⁻³ do solo. Dessa forma, o manejo adequado da adubação nitrogenada pode ser uma alternativa para atenuar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas.

Assim, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de goiabeira cv. Paluma, submetidas a diferentes níveis de salinidades da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em condições de campo utilizando-se lisímetros de drenagem, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, situado nas coordenadas geográficas de 6°48'16" S e 37°49'15" W e altitude média de 144 m.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 4, correspondente a cinco níveis de salinidade de água de irrigação – CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (70, 100, 130 e 160% de N) três repetições e duas plantas por parcela. A dose referente a 100% correspondeu a 541,1 mg de N dm⁻³ recomendada para ensaios em vaso (SILVA, 2015).

Os níveis de CEa foram obtidos mediante a dissolução do NaCl em água proveniente do sistema de abastecimento local (CEa = 0,3 dS m⁻¹) sendo a quantidade determinada com base na equação empírica $C_s = 10 \times (CE_{ad} - CE_a) \times \text{peq.}$ proposta por Rhoades et al. (2000). Em que: C_s = concentração do sal (mg L⁻¹); CE_{ad} e CE_a = respectivamente, condutividade elétrica da água desejada e da água de abastecimento (dS m⁻¹); peq. = peso equivalente do sal, no caso 58,45.

As mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma, quando apresentaram quatro pares de folhas definitivas foram transplantadas para lisímetros de 150 L de capacidade com furo na parte inferior para permitir livre drenagem.

O solo utilizado no experimento é classificado como Neossolo flúvico eutrófico (EMBRAPA, 2013). Amostras desse solo foram coletadas e analisadas, no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG, Campus de Pombal, cujas características químicas e físicas, foram obtidas conforme Donagema et al. (2011) sendo elas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.

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

pH_{es} do extrato de saturação do solo; CE_{es} condutividade elétrica do extrato de saturação do solo a 25 °C

Os tratos culturais realizados foram: amontoa, escarificação, poda, tutoramento e tratamento fitossanitário.

A aplicação dos tratamentos teve início aos 15 dias após o transplântio (DAT) cujas irrigações com águas salinizadas foram feitas, conforme o tratamento, com base na necessidade hídrica da planta, determinada pela

diferença entre o volume aplicado e o volume drenado na irrigação anterior, estimado pelo processo de lisimetria de drenagem mantendo umidade no solo próxima à capacidade de campo. As irrigações foram feitas duas vezes ao dia, sendo elas no início da manhã e no final da tarde. Após 40 DAT o volume de água aplicado na irrigação foi ajustado de forma a proporcionar no solo uma fração de lixiviação de 0,15 como manejo para evitar acumulação excessiva de sais no solo.

A adubação nitrogenada com ureia (45% N) aos 25 DAT, dividida em 28 aplicações semanais, sendo, nas primeiras oito semanas aplicado 1/5 da dose devido as plantas no início apresentarem um sistema radicular que ocupava pouco espaço no lisímetro, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N), com aplicações realizadas juntamente com a água de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ para todos os tratamentos.

Aos 60 DAT os ramos foram selecionados quanto ao porte, vigor e sanidade onde foi realizada uma poda para uniformizar as plantas (deixando-se três ramos principais/planta), ramos responsáveis por formar a base da copa.

O crescimento das plantas enxertadas de goiabeira cv. Paluma foi avaliado aos 90, 120, 150, 255 e 300 dias após o transplântio (DAT) através do número de folhas (NF) e ramos (NR), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo do diâmetro do caule (TCR_{DC}). Aos 150 DAT, em cada lisímetro foi eliminada uma planta, cortada na base do caule e separadas as distintas partes da planta (folhas e ramos), que foram acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados e postos para secar em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até massa constante, onde determinou-se o acúmulo de fitomassa seca de folha (FSF), ramos (FSR), e total = FSF+FSR (FST).

A determinação do número de folhas foi realizada pela contagem das folhas, considerando as que estavam com limbo foliar totalmente expandido e, por ocasião, fez-se a contagem do número de ramos. O diâmetro de caule das plantas foi medido com paquímetro digital a 5 cm do colo da planta.

Mensurou-se a taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo (TCR_{DC}) do diâmetro de caule (DC), de acordo com a metodologia proposta por Benincasa (2003), conforme descrito nas equações 1 e 2:

$$TCA = \frac{(D_2 - D_1)}{(t_2 - t_1)} (mm \text{ dia}^{-1}) \quad (1)$$

Em que: TCA = taxa de crescimento absoluto em diâmetro, D_2 = diâmetro da planta no tempo t_2 , D_1 = diâmetro da planta no tempo t_1 e $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens.

As taxas de crescimento relativo foram obtidas pela equação 2, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para diâmetro de plantas.

$$TCR = \frac{(\ln DC_2 - \ln DC_1)}{(t_2 - t_1)} \text{ (mm mm}^{-1}\text{ dia}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Em que: TCR = taxa de crescimento relativo em diâmetro, D_2 = diâmetro da planta no tempo t_2 , D_1 = diâmetro da planta no tempo t_1 , $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens e \ln = logaritmo natural.

A área foliar das plantas foi determinada conforme metodologia proposta por Lima et al. (2012) utilizando a equação $AF(\text{cm}^2) = 0,3205 \times C^{2,0412}$, em que: C = comprimento (cm) da nervura central da folha, sendo que somatório final das áreas por folha fornece o valor da área foliar total da planta.

Os dados encontrados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando do software SISVAR (FERREIRA, 2011). Para alguns parâmetros, houve a necessidade de transformar os dados originais de NF, TCA_{DC} e TCR_{DC} em \sqrt{x} , para a normalização da distribuição dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 2, efeito significativo dos níveis salinos da água de irrigação para o número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) aos 90, 120 e 150 dias após o transplântio (DAT). Para o fator adubação nitrogenada (DN) verifica-se efeito significativo para NF aos 150 DAT, DC aos 120 e 150 DAT e AF aos 90 e 120 DAT. Constatou-se interação significativa entre o fator salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada (SxDN), aos 150 DAT, para NF e AF. Identifica-se, ainda, na Tabela 2, que os níveis de salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) e as doses de adubação nitrogenada ($p < 0,05$), apresentaram efeito significativo sobre a fitomassa seca dos ramos (FSR), de folhas (FSF) e total (FST), aos 150 DAT.

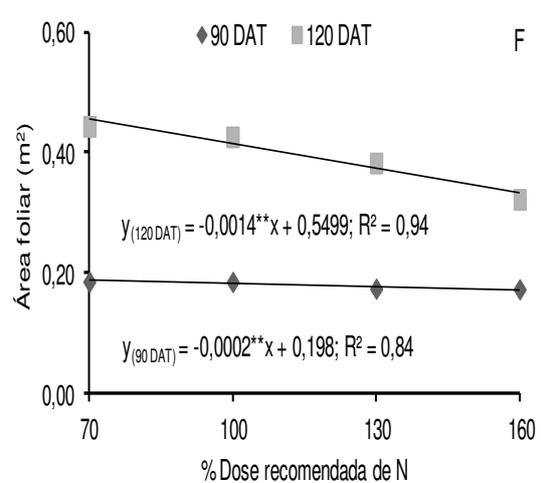
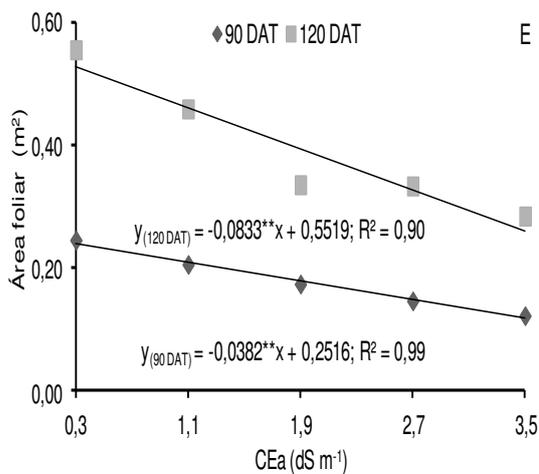
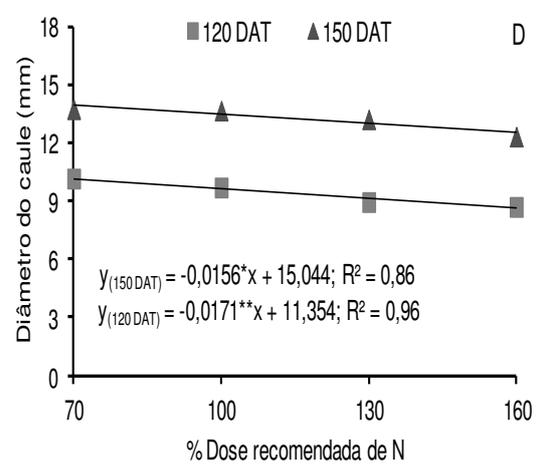
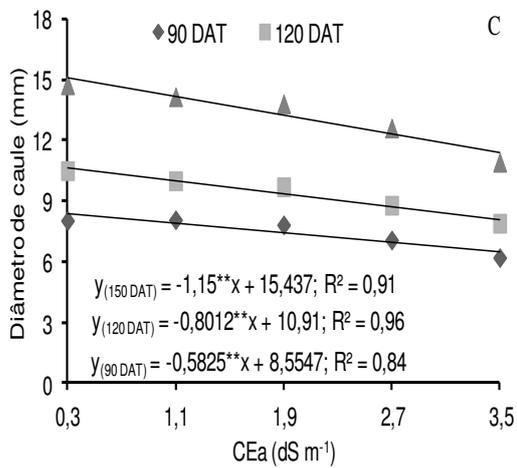
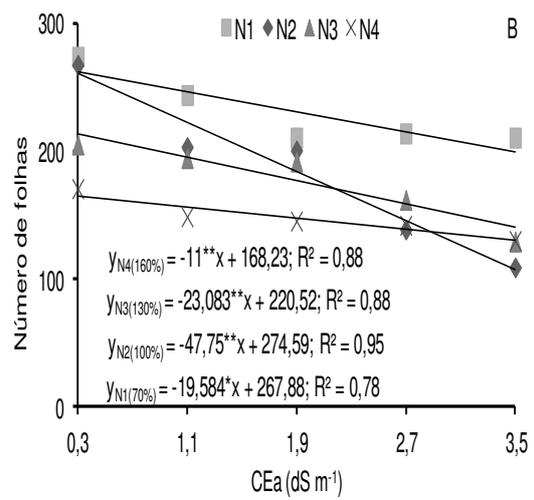
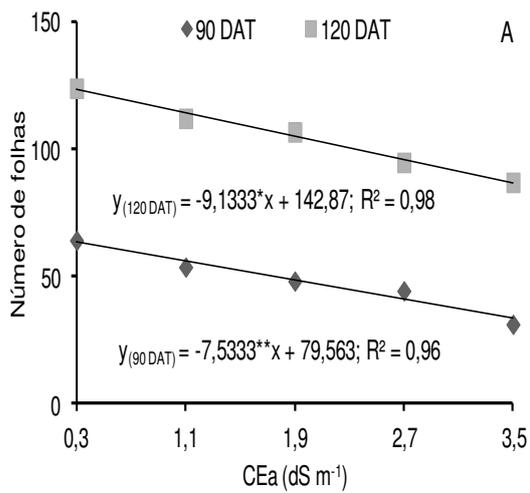
Tabela 2. Resumo da análise de variância, pelo teste F, referente ao número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), fitomassa seca de folhas (FSF), ramos (FSR) e total (FST), em plantas de goiabeira cv. Paluma enxertadas sob irrigação com água de salinidade diferente e doses de nitrogênio, aos 90, 120 e 150 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de Variação	Teste F											
	NF			DC			AF			FSR	FSF	FST
	90	120 ¹	150	90	120	150	90	120	150		150	
Salinidade (S)	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	**	ns	**	*	*	*	ns	*	*	*
Reg. Linear	ns	ns	**	ns	**	*	**	**	ns	*	*	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (S*DN)	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Bloco	**	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	**	*	ns	ns
CV(%)	18,0	16,5	15,1	7,2	9,0	9,7	8,8	21,0	11,6	12,8	18,8	12,4

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

O NF foi afetado linear e negativamente pela salinidade CEa (Figura 1A), com decréscimos relativos de 9,46 e 6,39%, por aumento unitário de CEa, respectivamente, aos 90 e 120 DAT, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ sofreram reduções no NF respectivamente de 31,18 e 20,85% em relação as irrigadas com nível de 0,3 dS m⁻¹. As maiores perdas percentuais de folhas ocorreram na fase vegetativa (90 DAT), podendo ser explicado pela maior sensibilidade das plantas de goiabeira à salinidade na fase inicial de desenvolvimento. Plantas quando submetidas às condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas, que refletem na redução da transpiração com alternativa para manter a baixa taxa de absorção de água salina; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas (OLIVEIRA et al., 2013).

Houve efeito da interação entre os fatores (SxDN) aos 150 DAT para o NF (Figura 1B), vê-se efeito linear decrescente nas plantas adubadas com 70, 100, 130 e 160% de N, respectivamente de 7,31; 17,38; 10,46 e 6,53%, por aumento unitário de CEa. O maior número de folhas foi de 262,0 folha planta⁻¹ obtido com o nível de salinidade (0,3 dS m⁻¹) e a menor dose de nitrogênio (70% N). O menor NF foi 107,46 obtido na combinação do mais alto nível de salinidade (3,5 dS m⁻¹) e a dose de 100% de N.



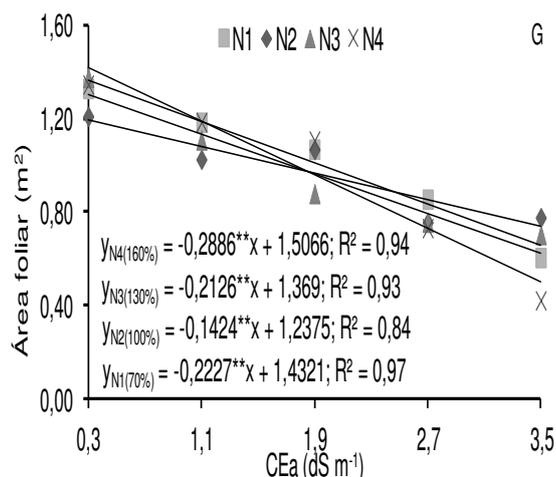


Figura 1. Número de folhas - NF (A), diâmetro do caule - DC (C) e área foliar - AF (E) de plantas de goiabeira cv. Paluma enxertadas em função da salinidade da água de irrigação – CEa e doses de nitrogênio – DN (D, F) aos 90,120 e 150 DAT, e da interação entre salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio (B, G) aos 150 dias após o transplantio (DAT).

Quanto ao DC, verificou-se que a salinidade da água de irrigação, exerceu efeito linear decrescente (Figura 1C). Os decréscimos relativos de DC, por aumento unitário de CEa, foram de 6,80, 7,34 e 7,44%, aos 90, 120 e 150 DAT respectivamente. A salinidade da água de irrigação afeta negativamente o crescimento das plantas, devido ao efeito osmótico e específico dos íons, retardando a expansão e a divisão celular, promovendo reflexos negativos na taxa fotossintética, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (GOMES et al., 2011; NUNES et al., 2012), por conseguinte, provoca diminuição no DC, fato que pode ter ocorrido em função destes fatores.

As doses de adubação nitrogenada causaram reduções no DC à medida que aumentou o percentual de nitrogênio aplicado (Figura 1D), verificando-se decréscimos relativos de 4,51 e 3,11% aos 120 e 150 DAT. As plantas submetidas à dose de 160% sofreram reduções de 15,15 e 10,06% em comparação às plantas que receberam a menor dose 70%. Abrantes et al. (2017) encontraram, estudando biometria da goiabeira Crioula, aos 100 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada, resultados de que o diâmetro caulinar diminuiu em 5,82% (0,39 mm)

nas plantas adubadas com a dose de 160% de N (883 mg dm^{-3} de solo) em comparação às que receberam 70% de N (386 mg dm^{-3} de solo).

O aumento da salinidade da água de irrigação decresceu (Figura 1E) a AF, aos 90 e 120 DAT, com perdas de 15,18 e 15,09%, respectivamente, por aumento unitário de CEa. Segundo Travasso et al. (2012) este decréscimo da AF, está relacionado com o acúmulo de sais no solo com níveis elevados (concentração de NaCl) que contribui negativamente sobre a absorção de água pelas plantas, que é fator determinante para os processos fotossintéticos e metabólicos das plantas, causando a redução de AF.

A área foliar foi reduzida em função do incremento de doses de N (Figura 1F), com decréscimos relativos de AF aos 90 e 120 DAT de 3,03 e 7,63%, respectivamente, para cada incremento de 30% na dose de N. Na avaliação realizada aos 120 DAT, observa-se mediante a equação de regressão (Figura 1F) resposta linear decrescente da AF, havendo redução na ordem de $0,126 \text{ m}^2$ na AF das plantas cultivadas sob a dose de 160% de N em comparação às sob a dose de 70% de N. A redução expressiva da AF aos 120 DAT, denota-se provavelmente, em condições salinas a notória redução na absorção de nitrogênio pelas plantas, provocada, em maior parte, pelo efeito antagônico existente entre íons de nitrato e de cloro (ABD EL-SHAMAD et al., 2000).

Na Figura 1G, verifica-se que o aumento da salinidade da água, aos 150 DAT inibiu linearmente a área foliar das plantas em cada dose de nitrogênio na qual se pode perceber que os dados apresentaram melhor ajuste às equações lineares e decrescentes, porém, apesar de apresentar a mesma tendência, a redução na AF em função do aumento da salinidade da água de irrigação foi maior nas plantas que receberam a dose de 160% de N. Os decréscimos por incremento unitário de CEa das plantas que foram submetidas à adubação com N de 70, 100, 130 e 160% foram de 15,55; 11,50; 15,53 e 19,15%, respectivamente. Nota-se que embora tenha havido efeito da interação salinidade da água x dose de nitrogênio para AF aos 150 DAT, o nitrogênio não estimulou a expansão foliar, denotando-se maior sensibilidade ao aumento das doses de nitrogênio. A redução da AF é resposta, em maior parte, dos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que restringiram a expansão foliar, com reflexos negativos na área foliar destinada ao processo fotossintético e a produção de fotoassimilados (LEONARDO et al., 2007).

Pela Figura 2A constata-se decréscimos lineares da fitomassa seca dos ramos, folhas e total de 14,8, 12,61 e 13,58% por incremento unitário de CEa, ou seja, declínio de 49,81% (131,55 g planta⁻¹), 41,93% (147,23 g planta⁻¹) e 45,31% (278,71 g planta⁻¹) quando as plantas estavam sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em comparação ao menor valor de 0,3 dS m⁻¹, respectivamente. A redução na FST foi decorrente do menor número de folhas, área foliar e menor diâmetro de caules das plantas, sendo tais efeitos da salinidade já registrados por Souza et al. (2016).

Nota-se, em relação à adubação nitrogenada, que o aumento da dose de N tendeu a diminuir a FSR (Figura 2B), com decréscimo relativo de 3,97% para cada incremento de 30% na dose de N, ou seja, quando as plantas foram submetidas à dose de N de 160%, tiveram uma redução de 13,14% (27,89 g planta⁻¹) em comparação com as que continham adubação com 70% de N. Verificou-se, também, resposta linear e negativa para FSF (Figura 2B) quanto à adubação nitrogenada, com decréscimo relativo de 5,14% para cada incremento de 30% na dose de N; a redução de FSF na dose de 160% de N em relação à dose de 70% foi de 17,54% (53,35 g planta⁻¹). Para a FST (Figura 4B), observa-se também ter havido efeito linear decrescente da adubação nitrogenada sobre a FST. Obtendo-se, decréscimo relativo de 4,54% para cada incremento de 30% na dose de N, ou seja, redução de 15,26% da FST na dose de 160% de N em relação à de 70%.

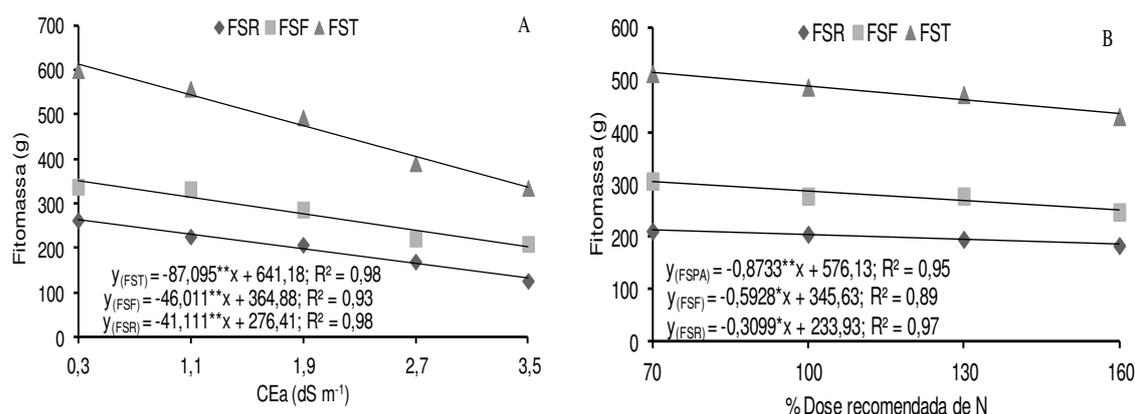


Figura 2. Fitomassa seca de ramos (FSR), de folhas (FSF) e total (FST) de goiabeira cv. Paluma enxertada em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 150 DAT.

A salinidade da água x doses de nitrogênio (Tabela 3) não interferiu significativamente na taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo do diâmetro caulinar das plantas (TCR_{DC}), mas a goiabeira respondeu aos efeitos isolados das doses de nitrogênio no período de 90-120 DAT.

Tabela 3. Resumo da análise de variância, pelo teste F, referente à taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo (TCR_{DC}) do diâmetro do caule em plantas de goiabeira cv. Paluma enxertada irrigada com água salina e doses de adubação nitrogenada, no período de 60-90 e 90-120 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de Variação	Teste F			
	TCA_{DC} (DAT)		TCR_{DC} (DAT)	
	(60-90) ¹	(90-120) ¹	(60-90) ¹	(90-120) ¹
Salinidade (S)	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	*	ns	*	ns
Reg. Linear	*	ns	*	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (S*DN)	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
CV(%)	26,94	22,26	26,44	21,10

* significativo à probabilidade de 0,05 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{x} .

De acordo com as equações de regressão (Figuras 3A, B) verifica-se que a TCA_{DC} e a TCR_{DC} de plantas diminui com o aumento das doses de N apenas no período de 90-120 DAT, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação, onde foram registrados decréscimos lineares de 11,12 e 11,62% respectivamente, para cada incremento de 30% na dose de N.

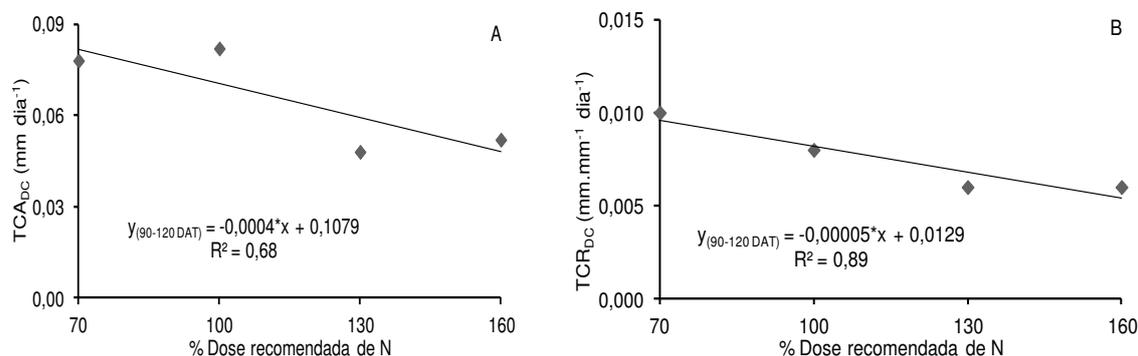


Figura 3. Taxa de crescimento absoluto – TCA_{DC} (A) e relativo TCR_{DC} (B) em diâmetro do caule de goiabeira cv. Paluma enxertada em função de dose recomendada de nitrogênio no período de 90 a 120 dias após o transplântio (DAT).

Conforme o resultado do teste F (Tabela 4) houve efeito significativo dos níveis salinos (S) da água de irrigação em todas as variáveis estudadas, aos 255 e 300 DAT. Quanto ao fator dose de nitrogênio (DN) e a interação entre os fatores S x DN, não houve efeito significativo em nenhuma variável analisada.

Tabela 4. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para número de folhas (NF), número de ramos (NR) e diâmetro de caule (DC), e taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo do diâmetro caulinar (TCR_{DC}), no período de 255 a 300 DAT, de goiabeira cv. Paluma em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F							
	NF		NR		DC		TCA_{DC}	TCR_{DC}
	Dias após o transplântio - DAT							
	255	300	255	300	255	300	255-300	255-300
Salinidade (S)	**	**	**	**	**	**	**	*
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	26,97	17,20	31,02	32,25	12,43	9,82	29,73	33,53

** e * significativo à probabilidade de 0,01 e 0,05 pelo teste F; ^{ns} não significativo pelo teste F.

O número de folhas foi afetado linear e negativamente pela salinidade CEa (Figura 4A), com decréscimo relativo de 10,68% (255 DAT) e 15,26% (300 DAT), por aumento unitário de CEa, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ sofreram redução no NF de 35,31% (165,98 folhas) e 51,18% (415,96 folhas), respectivamente, em relação às irrigadas com nível de 0,3 dS m⁻¹. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Silva et al. (2017) que observaram na produção de mudas de goiabeira, aos 130 e 190 dias após a emergência, redução de 36,69 e 25,66% no número de folhas das plantas irrigadas com água de salinidade 0,3 dS m⁻¹ em comparação às irrigadas com água de salinidade 3,5 dS m⁻¹, respectivamente.

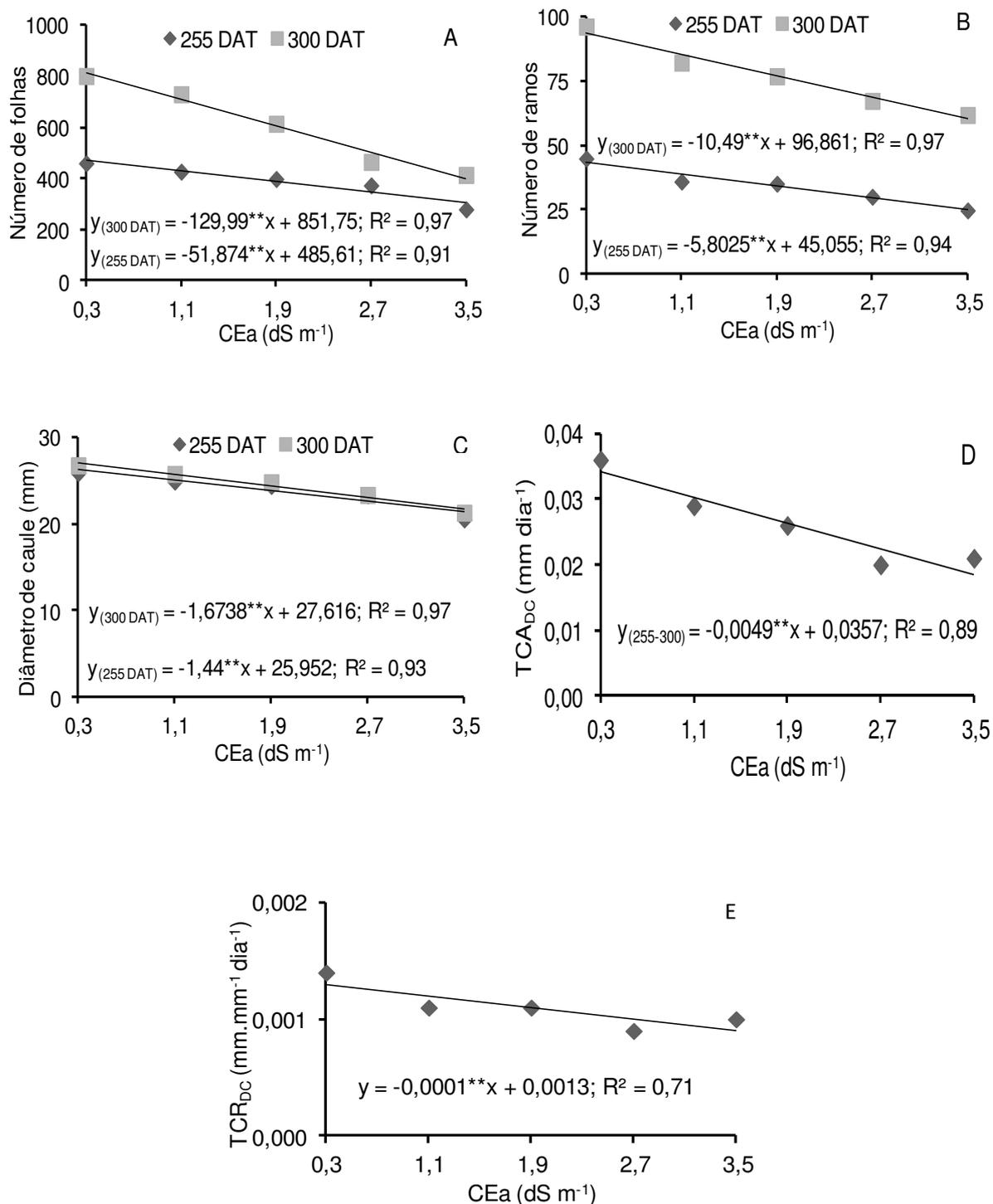


Figura 4. Número de folhas - NF (A), número de ramos - NR (B), diâmetro de caule - DC (C), aos 255 e 300 dias após o transplante (DAT); taxa de crescimento absoluto - TCA_{DC} (D) e relativo - TCR_{DC} (E) no período de 255 a 300 DAT em goiabeira cv. Paluma, cultivada em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Comportamento semelhante foi observado para número de ramos da goiabeira cv. Paluma decrescendo linearmente à medida que aumentaram os níveis de salinidade da água de irrigação, e a partir das equações de regressão (Figura 4B) nota-se que houve decréscimo relativo no NR de 12,87 (255 DAT) e 10,83% (300 DAT), por incremento unitário da CEa, resultando em redução de 42,86 e 35,82%, respectivamente, nas plantas irrigadas com a maior condutividade elétrica da água ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), em comparação com as plantas que estavam sob CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Estudando o efeito da salinidade no diâmetro do caule de plantas de goiabeira cv. Paluma aos 255 e 300 DAT (Figura 4C), verifica-se que o aumento da salinidade proporcionou redução linear de 5,54 e 6,06% por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 4,60 mm (18,05%) e de 5,35 mm (19,75%) no DC das plantas de goiabeira submetidas ao maior nível salino ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) em relação às irrigadas com $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente. Segundo Garcia et al. (2010), com o incremento dos níveis de salinidade do solo, possivelmente, a redução do potencial osmótico pode causar resistência à absorção de água pelas plantas e, como consequência, a redução no crescimento das culturas. Resultados nesse sentido também foram observados por Souza et al. (2016) que estudando porta-enxerto de goiabeira com CEa de 0,3 a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ aos 130 dias após a enxertia, verificaram redução linear no DC de 2,63% por aumento unitário na CEa sobre a cv. Paluma.

O aumento da salinidade na água de irrigação exerceu efeito negativo (Figura 4D) sobre a taxa de crescimento absoluto do caule no intervalo de 255 a 300 DAT, com decréscimo relativo de 13,72% por aumento unitário na CEa, correspondendo a uma redução de 45,85% ($0,0156 \text{ mm dia}^{-1}$) na TCA_{DC} das plantas submetidas à irrigação com água de CEa $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, em comparação com as plantas que estavam sob CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. A redução destas variáveis, 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 (FREIRE et al., 2010).

Acompanhando a mesma tendência observada para TCA_{DC} , a TCR_{DC} foi afetada pelo estresse salino ($p < 0,01$) no período de 255 a 300 DAT (Tabela 4),

ocorrendo decréscimo linear no TCR_{DC} na ordem de 7,69% para cada aumento unitário da CEa (Figura 4E), correspondendo a uma redução na TCR_{DC} de $0,00032 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (25,19%) das plantas que receberam água com CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação às que foram irrigadas com CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. De acordo com Sousa et al. (2011), estes decréscimos estão relacionados à redução na disponibilidade de água ou acúmulo excessivo de Na^+ e Cl^- nos tecidos vegetais, os quais afetam os processos fisiológicos imprescindíveis às plantas.

CONCLUSÕES

A interação entre a salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, exceto no número de folhas e áreas foliar, não interferiu significativamente no crescimento das plantas.

O aumento da salinidade da água a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ inibe linearmente todas as variáveis do crescimento biométrico da goiabeira Paluma exertada em goiabeira Crioula.

A adubação com dose de N acima de 70% ($378,7 \text{ mg de N dm}^{-3}$ de solo) da dose recomendada à cultura não mitigou os efeitos deletérios provocados pelo aumento da salinidade da água no crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-SHAMAD, H. M.; SHADDAD, M. A. K. Comparative effect of sodium carbonate, sodium sulfate, and sodium chloride on the growth and related metabolic activities of plants. **Journal Plant Nutrition**, v.19, p.717-728, 2000.
- ABRANTES, D. S.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; GOMES, E. M.; SOUZA, A. S.; SOUSA, F. F. Produção de mudas enxertadas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas sob adubação nitrogenada. **Revista Espacios**.v.38, n.31, p.1-6, 2017.
- BARHOUMI, Z; ATIA, A.; RABHI, M.; DJEBALL, W.; ABDELLEY, C.; SMAOUI, A. Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus littoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.173, p.149-157, 2010.

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista Engenharia Ambiental**, v.8, p.126-133, 2011.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v.88, p.97-185, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, suplemento 1, p.1133-1144, 2010.
- GARCIA, G. DE O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.4. p.330-338, 2010.
- GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.365-370, 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. v.39. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.101p.
- LEONARDO, M. BROETTO, F. BÔAS, R. L. V. ALMEIDA, R. S. MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Irriga**, v.12, p.73-82, 2007.

- LIMA, G. S. de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. O. da. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v.34, p.854-866, 2014.
- 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: Reunião Anual da SBPC, 64, **Anais...** São Luiz: UFMA, 2012. CD-Rom.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: Bringing them together. **New Phytologist**, v.167, p.645-663, 2005.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L. M. T.; GHEYI, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1152-1158, 2012.
- OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T. DE; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.465-471, 2013.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48.
- SILVA, E. M. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. Campina Grande: UFCG, 2015, 92p. Dissertação - Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- SILVA, E. M. da.; NOBRE, R. G.; ZOUZA, L. de P.; ARAÚJO, R. H. C. R.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. de S. Morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira irrigado com águas salinizadas sob doses de nitrogênio. **Revista Comunicata Scientiae**, v.8, n.1, p.32-42, 2017.
- SOUZA, 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, n.3, p.166-171, 2011.

SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M. Da.; LIMA, G. S. de.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. de S. Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.739-745, 2016.

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

CAPÍTULO IV

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS EM GOIABEIRA CV. PALUMA IRRIGADA COM
ÁGUA DE SALINIDADE DIFERENTE E DOSES DE NITROGÊNIO**

ASPECTOS FISIOLÓGICOS EM GOIABEIRA CV. PALUMA IRRIGADA COM ÁGUA DE SALINIDADE DIFERENTE E DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO

O cultivo da goiabeira irrigada nas áreas semiáridas evidencia a necessidade de informações no comportamento das plantas, à qualidade da água de irrigação e à adubação nitrogenada que possibilitem a exploração. Assim, objetivou-se estudar o efeito da salinidade da água combinada com doses de nitrogênio no comportamento fisiológico da goiabeira cv. Paluma enxertada em goiabeira Crioula. O experimento foi conduzido em lisímetros de drenagem no campo em uma área experimental no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), Pombal, PB. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 4, relativos às condutividades elétrica da água de irrigação – CEa de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e doses de nitrogênio de 70, 100, 130 e 160% de N recomendada. A dose referente a 100% correspondeu a 541,1 mg de N dm⁻³ de solo. A interação entre a salinidade das águas e as doses de nitrogênio não promoveu efeitos significativos em nenhuma variável estudada. O aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 0,3 dS m⁻¹ comprometeu as trocas gasosas aos 255 e 300 dias após o transplântio (DAT), aos 180 dias após a poda de frutificação e o teor relativo de água das folhas aos 210 e 300 DAT, enquanto elevou linearmente o extravasamento de eletrólitos aos 210 e 300 DAT.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., salinidade, nitrogênio, fisiologia

PHYSIOLOGICAL ASPECTS IN GUAVA CV. PALUMA IRRIGATED WITH WATER OF DIFFERENT SALINITY AND DOSES OF NITROGEN

ABSTRACT

Irrigated guava cultivation in semi-arid areas evidences the need for information on plant behavior, irrigation water quality, and nitrogen fertilization that allow exploration. Thus, the objective of present work was to study the effect of water salinity combined with nitrogen doses on the physiological behavior of guava cv. Paluma grafted in guava Crioula. The experiment was conducted in field lysimeters at the experimental area of the Center for Science and Agrifood Technology of the Federal University of Campina Grande (CCTA/UFCG), Pombal, PB. The experimental design was randomized blocks, with treatments arranged in a factorial scheme 5 x 4, related to the electrical conductivity of the irrigation water - EC_w of 0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ and nitrogen doses of 70, 100, 130 and 160% of recommended dose. The dose equivalent to 100% corresponded to 541.1 mg of N dm⁻³ of soil. The interaction between the water salinity and the nitrogen doses did not promote significant effects in any studied variable. The increase in irrigation water salinity of above 0.3 dS m⁻¹ compromised the gas exchanges at 255 and 300 days after transplanting (DAT) at 180 days after pruning (580 DAT) and the relative water content of leaves at 210 and 300 DAT, while linearly elevating electrolyte extravasation at 210 and 300 DAT.

Key words: *Psidium guajava* L., salinity, nitrogen, physiology

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera pertencente à família Myrtaceae, composta de aproximadamente 3800 a 5800 espécies distribuídas em cerca de 132 gêneros (GOVAERTS et al., 2016)

Dentre vários processos afetados pela salinidade, sabe-se que a absorção de água pelas plantas e as trocas gasosas são afetados negativamente, visto que o estresse salino provoca alterações morfológicas, tais como: desequilíbrio nutricional, redução na condutância estomática, na taxa fotossintética, na transpiração e, pode ocorrer provavelmente em resposta ao fechamento estomático, mediado por hormônios, por alterações fotoquímicas e no metabolismo do carbono (CHAVES et al., 2009); esse estresse causa redução do potencial osmótico. Supõe-se que esse comportamento pode reduzir o crescimento das plantas pela menor absorção de CO₂ da atmosfera e, por conseguinte, redução da fotossíntese (PRAXEDES et al., 2010).

O nitrogênio se destaca no crescimento e fisiologia das plantas pelas funções que exerce na estrutura vegetal e como de muitos compostos orgânicos vitais aos vegetais, como aminoácidos, proteínas e vitaminas enzimas, entre outros, elevando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (PARIDA & DAS, 2005). Desta forma, o manejo adequado da adubação nitrogenada pode ser uma alternativa para atenuar o efeito da salinidade sobre as plantas.

Pelo exposto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada sobre trocas gasosas foliares em plantas de goiabeira cv. 'Paluma'.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em recipientes de 150 L de capacidade, adaptados como lisímetros sob condições de campo, em experimento instalado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande – (UFCG), município de Pombal, PB, situado nas coordenadas geográficas de 6°48'16" S e 37°49'15" W e altitude de 144 m. A região é classificada, segundo Köppen, como quente e semiárida (BSh), temperatura

media anual de 28 °C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO & SONCIN, 1982).

Os valores mensais de precipitação média e de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do município encontram-se na Figura 1.

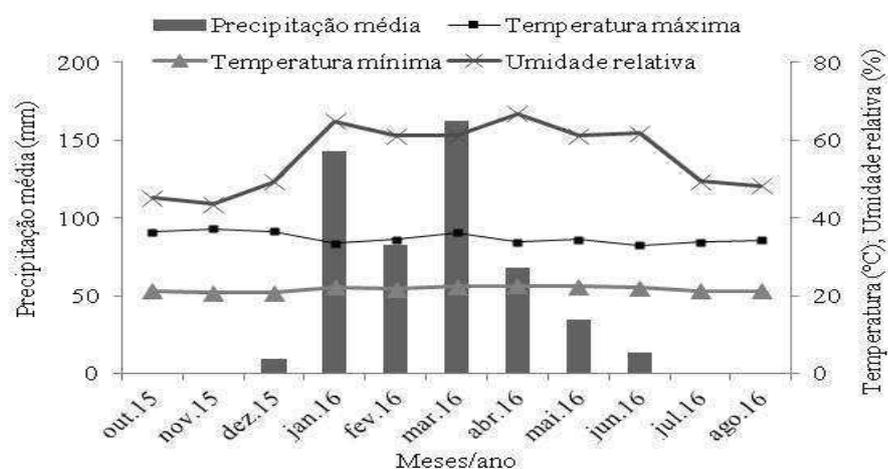


Figura 1. Dados climáticos, registrados durante o período experimental de outubro de 2015 a agosto 2016, em uma estação automatizada, localizada próximo ao município de Pombal. INMET (2016).

Os tratamentos foram arranjos em delineamento experimental em blocos ao acaso, com esquema fatorial 5 x 4, correspondente aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa de 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e quatro doses de nitrogênio 70, 100, 130 e 160% (correspondendo respectivamente a 378,7; 541,1; 703,4 e 865,7 mg de N dm⁻³ de solo) da dose recomendada para ensaios em vaso (SILVA, 2015), com três repetições e duas plantas por parcela.

As águas com distintos níveis de CEa foram obtidas mediante a dissolução do NaCl em água proveniente do sistema de abastecimento local (CEa = 0,3 dS m⁻¹), sendo a quantidade determinada com base na equação empírica $C_s = 10 \times (C_{Ead} - C_{Ea}) \times \text{peq.}$ proposta por Rhoades et al. (2000). Em que: C_s = concentração do sal (mg L⁻¹); C_{Ead} e C_{Ea} = respectivamente, condutividade elétrica da água desejada e da água de abastecimento (dS m⁻¹); peq. = peso equivalente do sal, no caso 58,45.

Os porta-enxertos foram oriundos de sementes de goiabeira ‘Crioula’ de um pomar comercial da Fazenda Mocó Agropecuário, município de Aparecida, PB. Usou-se como enxerto (copa) a cultivar 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, mas, apresentando carência no que se refere à avaliação da tolerância à salinidade em interação com doses de nitrogênio (DIAS et al., 2012).

O solo utilizado no experimento é Neossolo flúvico eutrófico (EMBRAPA, 2013). Amostras do solo foram coletadas na camada superficial de 0 – 20 cm (horizonte A), originário de uma área sem atividade agrícola no município de Pombal, PB. O material de solo foi analisado no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG, Campus de Pombal, cujas características químicas e físicas, obtidas conforme Donagema et al. (2011) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.

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

pH_{es} do extrato de saturação do solo; CE_{es} condutividade elétrica do extrato de saturação do solo a 25 °C

Os tratos culturais realizados foram: capina, amontoa, escarificação, poda, tutoramento e tratamento fitossanitário (pulverizações para prevenção e controle de mosca das frutas - *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata*, percevejo - *Monalonion annulipes*, *Leptoglossus gonagra*, *L. stigma*, *L. zonatus*, *L. fasciatus*, *Holhymenia clavigera* e Psílideo da goiabeira - *Trizoida limbata*).

Os lisímetros foram constituídos de caixas plásticas de polietileno com 0,87 m de diâmetro superior, altura 0,43 m e 150 L de capacidade, com furo na parte inferior para permitir livre drenagem), também foi utilizado substrato composto de Neossolo flúvico + areia respectivamente, na proporção de 85 e 15%. O material após ser acondicionado nos lisímetros foi colocado em capacidade de campo, usando-se água de CE_a = 0,3 dS m⁻¹. Quando as mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma apresentavam quatro pares de folhas definitivas foram transplantadas para os lisímetros.

A aplicação dos tratamentos teve início aos 15 dias após o transplântio (DAT) cujas irrigações com águas salinizadas foram realizadas, conforme os respectivos tratamentos, e com base na necessidade hídrica da planta, determinada pela diferença entre o volume aplicado e o drenado na irrigação anterior, estimados pelo processo de lisimetria de drenagem mantendo a umidade no solo próxima à capacidade de campo. As irrigações eram realizadas duas vezes ao dia, sendo elas no início da manhã e final da tarde. O volume de água aplicado na irrigação a partir dos 40 dias após o transplântio - DAT foi ajustado de forma a proporcionar no solo uma fração de lixiviação de 15% como manejo para evitar acumulação excessiva de sais no solo.

A adubação de plantio foi realizada manualmente aplicando-se, por lisímetro, 190 g de superfosfato simples (dose única na fundação) e 17 g de cloreto de potássio parcelado em três aplicações iguais, uma em fundação, e aos 30 e 60 dias após o transplântio.

A adubação nitrogenada com ureia (45% N) iniciou-se aos 25 DAT, dividida em 28 aplicações semanais, sendo que, nas primeiras oito semanas foram aplicadas 1/5 da dose em função das plantas apresentarem inicialmente um sistema radicular ocupando pouco espaço no lisímetro. O restante de N foi equitativamente aplicado em 20 semanas via fertigação com água de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ para todos os tratamentos.

Aos 255, 300 DAT e 180 DAPF foram realizadas medições de trocas gasosas foliares (condutância estomática - *g_s*, concentração interna de CO₂ - *C_i*, transpiração - *E* e taxa de assimilação de CO₂ - *A*). Foram realizadas estas mesmas medições aos 180 dias após a poda de frutificação (DAPF) utilizando-se analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+, da ADC. Todas as medidas foram realizadas em folhas maduras (terceira folha do ápice) totalmente expandidas. As leituras foram realizadas entre 08:00 e 10:00 horas, utilizando-se uma fonte de radiação artificial com intensidade de 1200 μmol m⁻²s⁻¹, sob condições de temperatura e concentração de CO₂ ambientes. Com os dados de fotossíntese e transpiração calculou-se a eficiência instantânea no uso da água – EiUA (SILVA et al., 2014).

No sentido de avaliar a capacidade de disruptura da membrana celular sob condições de estresse salino, foi determinado o extravasamento de elétrolitos (EEL) na membrana celular. Para tanto, foram coletados, na 3^a folha do ápice

caulinar, 10 discos foliares de 113 mm² de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos aos folíolos, os quais foram acondicionados em beakers, com 50 mL de água destilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beakers foram mantidos à temperatura de 25 °C, por 120 minutos, onde foi medida a condutividade elétrica inicial (Ci). Posteriormente, os beakers foram conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80 °C por 150 minutos, onde foi procedida novamente a leitura da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos na membrana celular, foi obtido de acordo com Scott Campos e Thu Pham Thi (1997), conforme Equação 1:

$$EEF = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \quad (1)$$

em que:

EEF = extravasamento de eletrólitos na membrana (%);

Ci= condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹); e,

Cf= condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

O teor relativo de água (TRA) foi obtido através da equação 2, conforme Barrs (1968).

$$TRA = \frac{MF - MS}{MT - MS} 100 \quad (2)$$

em que:

MF = massa fresca (g)

MS = massa seca (g)

MT = massa túrgida (g)

O peso túrgido dos discos foliares (8 mm de diâmetro) foi obtido por hidratação durante 24 horas (Figura 5), seguido por pesagem depois que foi removido o excesso de água da superfície dos tecidos; já o peso seco dos discos foi obtido após a secagem do material em estufa de ar forçado, à 65 °C, até peso constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando do software SISVAR (FERREIRA, 2011). Para alguns parâmetros, houve a necessidade de transformação os dados originais de A, E em \sqrt{x} e EiUA em $\sqrt{x+1}$, para a normalização da distribuição dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância, pelo teste F (Tabela 2) observa-se influência significativa dos níveis de salinidade da água de irrigação (S) em todas as variáveis estudadas; as doses de adubação nitrogenada e a interação entre os fatores (SxDN) não tiveram efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para extravasamento de eletrólitos (EEL%) e teor relativo de água (TRA %) em goiabeira cv. Paluma irrigada com água salina e doses de nitrogênio, aos 210 e 300 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de Variação	Teste F			
	EEL – DAT		TRA – DAT	
	210	300	210	300
Salinidade (S)	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**
Reg. Quadrática	*	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
CV(%)	9,95	15,08	4,83	4,30

** e * Significativo à probabilidade de 0,01 e 0,05 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

O aumento da salinidade da água de irrigação elevou e diminuiu linearmente o extravasamento de eletrólitos e o teor relativo de água das folhas de goiabeira (Figura 2A), respectivamente. Conforme a Figura 2A, o aumento da salinidade da água aumentou o extravasamento de eletrólitos resultando em acréscimo de 54,24 e 62,56%, respectivamente entre as plantas irrigadas com água de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹. Os resultados corroboram com os de Souza et al. (2012) ao constatarem que o aumento da salinidade da água de irrigação promove ruptura na membrana celular, causando aumento no extravasamento de eletrólitos.

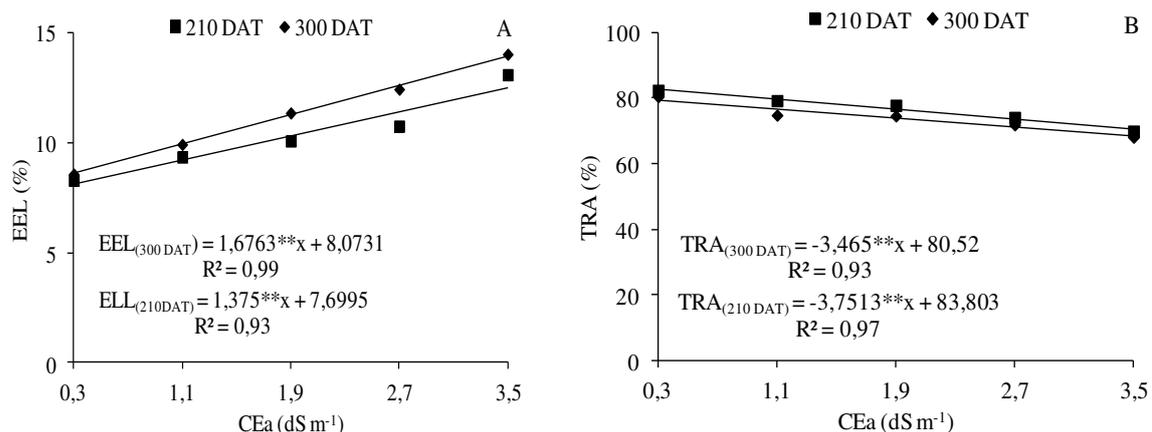


Figura 2. Extravasamento de eletrólitos – EEL (A) e teor relativo de água – TRA (B) em goiabeira cv. Paluma em função da salinidade da água de irrigação.

O teor relativo de água diminuiu com o aumento da salinidade (Figura 2B) com decréscimos relativos de 4,47% (210 DAT) e 4,30% (300 DAT) por aumento unitário de CEa, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ sofreram redução no TRA de 14,51% e 13,95%, respectivamente, em relação às irrigadas com nível de 0,3 dS m⁻¹. Segundo Silva et al. (2011) a redução dos teores de água nas plantas submetidas a elevados níveis de sais no solo pode ser explicada a partir do baixo consumo de água que apresentam tais plantas pois o aumento da salinidade diminui o consumo hídrico vegetal.

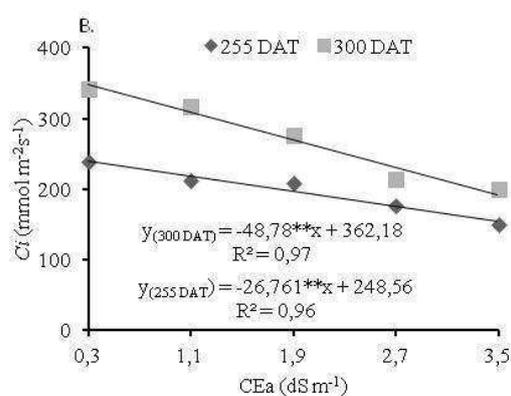
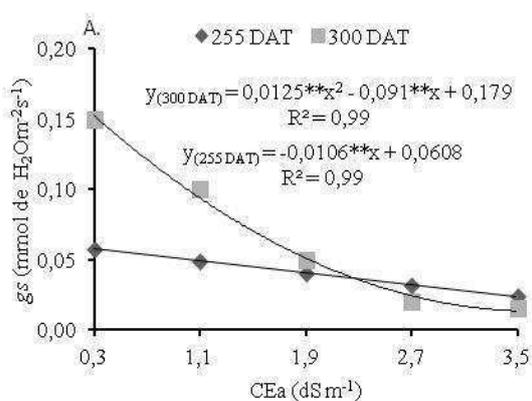
De acordo com os resultados do teste F (Tabela 3), observa-se que houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação (S) sobre a condutância estomática, a concentração interna de CO₂, a taxa de assimilação de CO₂, a transpiração e a eficiência instantânea do uso da água pelas plantas de goiabeira. Já o fator dose de nitrogênio (DN) e a interação entre salinidade e doses de nitrogênio (S x DN), não houve efeito significativo em nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO₂ (*C_i*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), transpiração (*E*) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) aos 255 e 300 dias após o transplântio (DAT), de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F									
	<i>gs</i>		<i>C_i</i>		<i>A</i>		<i>E</i>		EiUA	
	Dias após o transplântio - DAT									
	255	300	255	300	255	300 ²	255 ¹	300	255	300 ²
Salinidade (S)	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	27,37	25,75	14,34	17,39	24,43	15,82	12,74	5,56	24,11	16,71

** e * significativo à probabilidade de 0,01 e 0,05 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F, ^{1, 2} análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{x+1}$ e \sqrt{x} , respectivamente.

O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação, promoveu decréscimo linear na condutância estomática (*gs*) das plantas de goiabeira (Figura 3A) de 17,43% por incremento unitário de CEa aos 255 DAT, e conforme a equação de regressão, as plantas submetidas à irrigação com CEa de 3,5 dS m⁻¹ tiveram diminuição na *gs* de 0,033 mol H₂O m⁻² s⁻¹ em comparação com as que estavam sob CEa de 0,3 dS m⁻¹; aos 300 DAT verificou-se resposta quadrática (Figura 3A), com valor máximo estimado de 0,152 mol H₂O m⁻² s⁻¹ obtido quando se aplicou o nível de salinidade de 0,3 dS m⁻¹. Silva et al. (2013) afirmam que as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em menor taxa fotossintética, constituindo numa das principais causas do reduzido crescimento das espécies submetidas ao estresse salino.



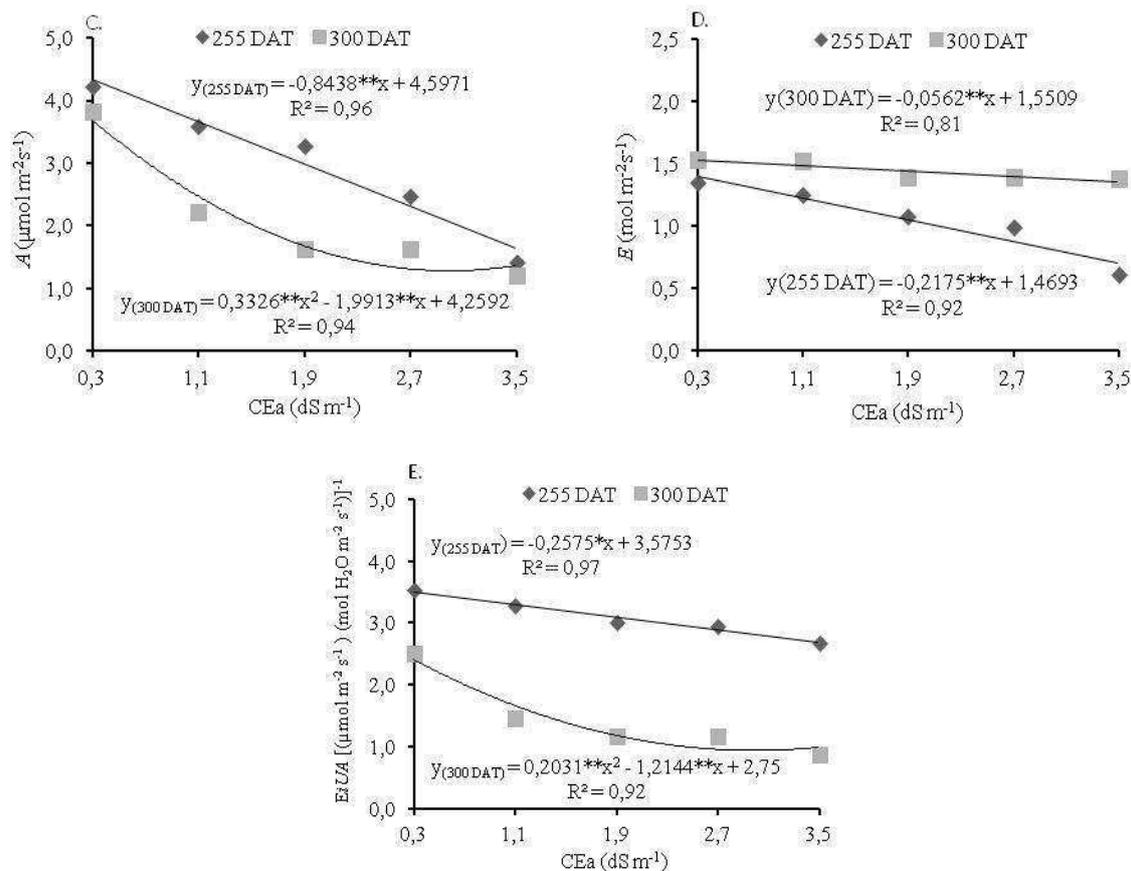


Figura 3. Condutância estomática - *gs* (A), concentração interna de CO₂ - *Ci* (B), taxa de assimilação de CO₂ - *A* (C), transpiração - *E* (D), eficiência instantânea no uso da água - *EiUA* (E), aos 255 e 300 dias após o transplante (DAT) em goiabeira cv. Paluma, cultivada sob de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (CEa).

Conforme equações de regressão, a concentração interna de CO₂ se reduz de forma linear com o aumento da salinidade da água de irrigação em 10,76 e 13,46%, por incremento unitário de CEa (Figura 3B), aos 255 e 300 DAT, respectivamente. Sendo os máximos valores de 240,53 mmol m⁻² s⁻¹ e 347,54 mmol m⁻² s⁻¹ registrados nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,3 dS m⁻¹). Isto representa redução na *Ci* de 35,60% (255 DAT) e 44,91% (300 DAT), nas plantas irrigadas com o maior nível salino em comparação a menor salinidade nas duas épocas de avaliação. Esse decréscimo relativo na *Ci* pode ser atribuído às menores condutâncias estomáticas, uma resposta comum das plantas ao estresse salino (PRAXEDES et al., 2010; SILVA et al., 2011).

Com relação à taxa de assimilação de CO₂ aos 255 DAT, observa-se que o aumento da salinidade da água de irrigação, promoveu perda de 18,35% por aumento unitário da CEa (Figura 3C), chegando à redução de 62,15% (2,70 μmol m⁻² s⁻¹) nas plantas irrigadas com água de salinidade máxima (3,5 dS m⁻¹) comparado ao valor de CEa mínimo (0,3 dS m⁻¹). Já aos 300 DAT os dados se ajustaram melhor em equação quadrática (Figura 3C), com *A* atingindo maior valor de 3,69 μmol m⁻² s⁻¹ no nível de CEa de 0,3 dS m⁻¹. Amorim et al. (2010) verificaram que as plantas de cajueiro sob estresse salino apresentaram menor taxa de assimilação de CO₂ e justificaram que isso foi ocasionado pela redução da abertura dos estômatos, o que foi observado também no presente estudo. Portanto, pode-se inferir que os tratamentos salinos causaram estresse nas plantas, de modo que os sais possam ter estimulado o fechamento dos estômatos. Entretanto, a exposição prolongada aos sais acarreta não somente as alterações no status hídrico das plantas, induzindo o fechamento estomático e conseqüentemente a limitação na entrada de CO₂, mas também, altas concentrações de íons como Na⁺ e Cl⁻ tem sido apontadas como principais causadoras de danos às estruturas de enzimas e membranas, interferindo indiretamente na taxa de assimilação de CO₂ (SILVA et al., 2011).

Com base na Figura 3D, verifica-se que a transpiração aos 255 e 300 DAT, foi afetada de forma negativa com o aumento da salinidade da água de irrigação, apresentando reduções na *E* de 14,80 e 3,62%, por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 3,5 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição na *E* de 49,57% (0,696 mol m⁻² s⁻¹) e 11,72% (0,179 mol m⁻² s⁻¹), respectivamente, em relação às plantas que receberam água de 0,3 dS m⁻¹. Denota-se que a redução na transpiração das plantas verificada com o aumento da salinidade do solo ocorre devido ao efeito osmótico dos sais em torno das raízes e do possível acúmulo de íons potencialmente tóxicos (Na⁺ e Cl⁻) nos tecidos foliares; como consequência, a planta passou a exercer um controle maior na abertura dos estômatos para evitar a excessiva perda de água por transpiração (SOUZA et al., 2011).

A eficiência instantânea no uso da água (EiUA) também foi afetada de forma linear e negativa pela salinidade da água de irrigação aos 255 DAT, e conforme a equação de regressão (Figura 3E) houve decréscimo linear da EiUA de 7,20% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas irrigadas com 3,5 dS m⁻¹ tiveram uma redução na EiUA de 23,55% [(0,824 μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] em relação às que estavam sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹. Constata-se ainda na Figura 3E, aos 300 DAT, que a EiUA também foi afetada de forma negativa pela CEa e de acordo com a equação de regressão o modelo quadrático indica que, as plantas quando foram irrigadas com água de CEa 0,3 dS m⁻¹, proporcionaram a maior EiUA [(2,40 μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a menor [(0,98 μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] com as plantas irrigadas com água de 3,5 dS m⁻¹. Avaliando-se o comportamento desta variável em função do incremento salino das águas, nota-se ainda redução de [(1,42 μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] entre o maior (CEa 3,5 dS m⁻¹) e o menor (CEa 0,3 dS m⁻¹) nível de salinidade da água de irrigação. Resultados evidenciados neste trabalho podem estar associados ao ajustamento osmótico, isto é, à redução do potencial osmótico celular ocasionado pelo acúmulo de solutos orgânicos, o que contribui na manutenção da absorção de água e turgescência celular, permitindo a interrupção de processos fisiológicos, como abertura estomática, fotossíntese e expansão celular (SERRAJ & SINCLAIR, 2002).

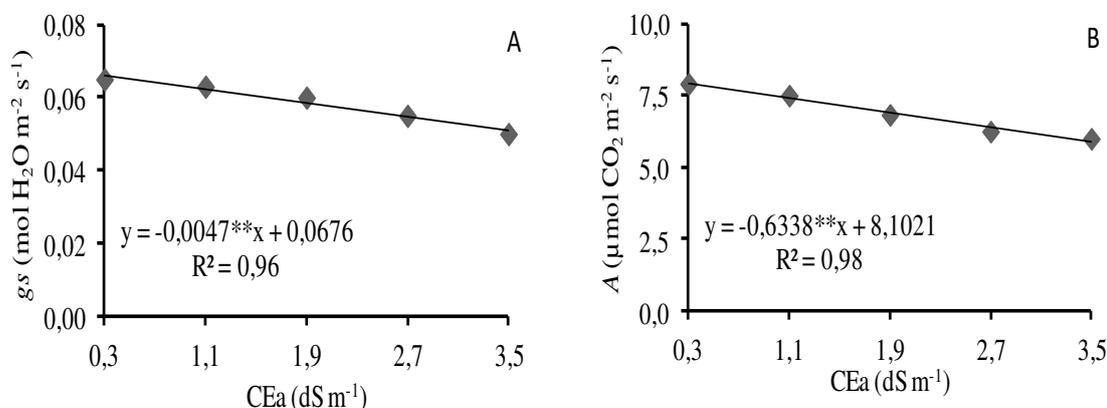
Observa-se (Tabela 4) que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo pelo teste F, nas variáveis condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (C), taxa de transpiração (E) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA); por outro lado, a adubação nitrogenada tanto quanto a interação (SxDN) salinidade da água de irrigação x dose de nitrogênio, não afetaram significativamente nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 (A), concentração interna de CO_2 (C_i), taxa de transpiração (E) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) em goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de adubação nitrogenada, aos 180 dias após a poda de frutificação (DAPF).

Fonte de Variação	Teste F				
	g_s	A	C_i	E	EiUA
Salinidade (S)	*	*	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	**	ns	**	ns	ns
CV(%)	22,12	24,74	10,84	33,48	18,92

** e * significativo à probabilidade de 0,01 e 0,05 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

Constata-se, na Figura 4A, haver efeito linear decrescente na condutância estomática (g_s) em função do incremento da CEa, e de acordo com a equação de regressão, verifica-se decréscimo relativo de 6,95%, por aumento unitário de CEa, ou seja, as plantas irrigadas com água de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ sofreram redução na g_s de 22,72%. Flexas et al. (2008), Silveira et al. (2016) & Kusvuran (2012) afirmam que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, por aumentar a resistência à difusão de CO_2 ; fato que também pode ser observado neste trabalho em decorrência das condições do estresse salino às quais as plantas de goiabeira foram submetidas na época de avaliação.



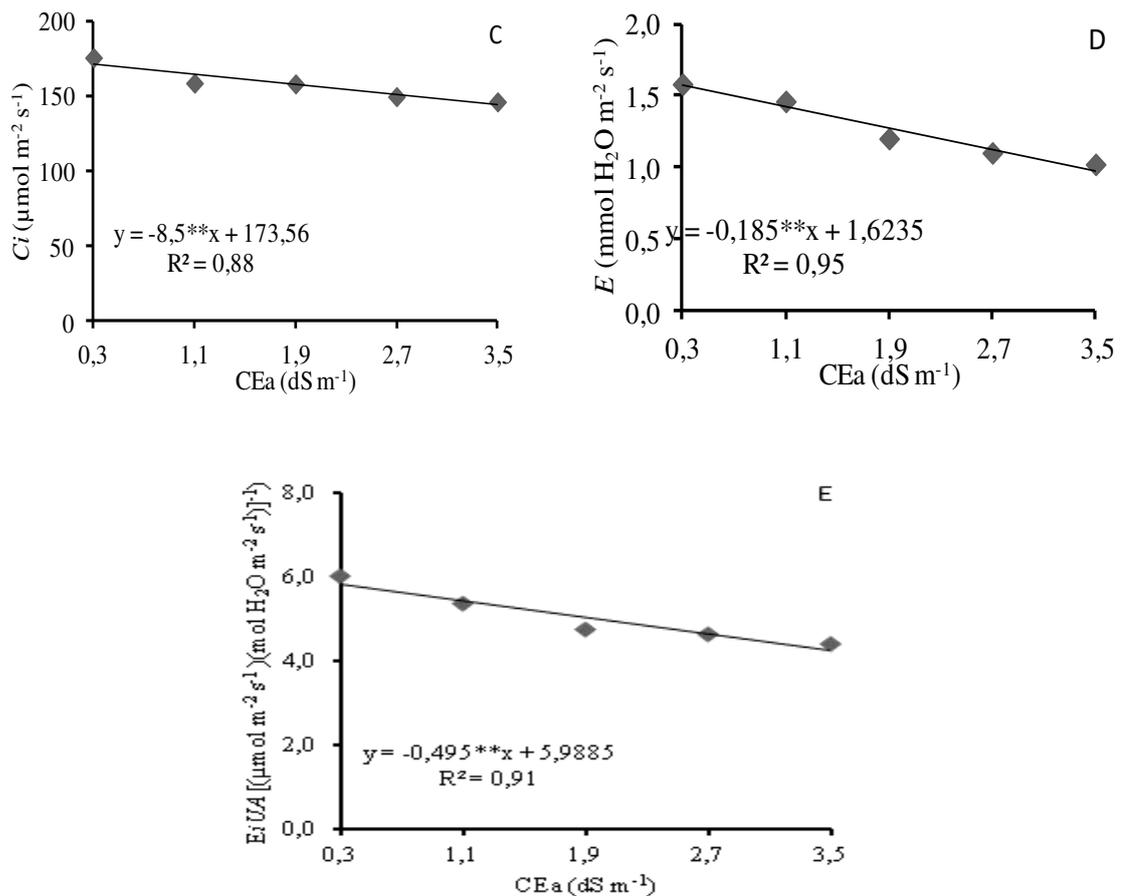


Figura 4. Condutância estomática - g_s (A), taxa de assimilação de CO₂ - A (B), concentração interna de CO₂ - C_i (C), transpiração - E (D) e eficiência instantânea no uso da água - E_iUA (E) aos 180 dias após a poda de frutificação (DAFP) em goiabeira cv. Paluma, cultivada em função da salinidade da água de irrigação (CEa).

A taxa de assimilação de CO₂ - A (Figura 4B) diminuiu de 7,911 para 5,883 μmol m⁻² s⁻¹, do menor tratamento de salinidade (0,3 dS m⁻¹) para o mais elevado (3,5 dS m⁻¹). Isso equivale a uma redução de 25,63% na A e de 7,82% por aumento unitário de CEa. Devido à redução na g_s , a A foi influenciada negativamente. López-Climent et al. (2008), relataram que as plantas, quando submetidas a estresse salino, tendem a mostrar redução na taxa de assimilação de CO₂, em função dos efeitos estomáticos. Isso ocorre porque o fechamento dos estômatos restringe a entrada de CO₂ nas células sendo, portanto, é a principal causa da redução da fotossíntese (MUSYIMI et al., 2007).

A Figura 4C apresenta os valores de concentração interna de CO₂ (*C_i*), onde verifica-se efeito linear decrescente e, de acordo com a equação de regressão, nota-se, decréscimo relativo de 4,89% por aumento unitário de CEa, ou seja, redução na *C_i* de 15,90% nas plantas irrigadas com 3,5 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com 0,3 dS m⁻¹. Segundo Munns & Tester (2008), o estresse salino prejudica a fotossíntese por aumentar a resistência à difusão de CO₂ por meio dos estômatos e mesófilo foliar e alterações no metabolismo fotossintético. O fechamento estomático, em geral, reduz a condutância estomática, a concentração interna de CO₂ e a taxa de assimilação de CO₂ (MUSYIMI et al., 2007; HASEGAWA et al., 2000).

Quanto à taxa de transpiração (*E*), constata-se efeito linear decrescente na *E* e, segundo a equação de regressão, vê-se decréscimo relativo de 11,39% por aumento unitário da CEa (Figura 4D), ou seja, redução de 37,75% nas plantas irrigadas sob CEa 3,5 dS m⁻¹ em comparação às irrigadas com 0,3 dS m⁻¹. De acordo com Gonçalves et al. (2010), há uma relação direta entre *E* e *g_s*, com o fluxo de vapor de água para a atmosfera diminuindo à medida que os estômatos se fecham. Portanto, há uma redução na transpiração e, conseqüentemente, uma diminuição na condutância estomática. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2016), trabalhando com níveis de salinidade da água de irrigação de 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹, os quais mostraram que salinidade até 3,0 dS m⁻¹ ocasiona uma queda significativa nas variáveis fisiológicas *g_s*, *A* e *E* em laranjeira.

A eficiência instantânea no uso da água (EiUA) também foi afetada de forma negativa pela salinidade da água de irrigação aos 180 DAPF, e conforme a equação de regressão (Figura 4E) ocorreu decréscimo linear na ordem de 8,26% por aumento unitário da CEa. Constata-se ainda com esta equação, que as plantas quando foram irrigadas com água de maior nível salino (3,5 dS m⁻¹), tiveram uma redução de 1,584 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] na EiUA em relação às que receberam irrigação com CEa de 0,3 dS m⁻¹, podendo então inferir que o aumento da salinidade da água de irrigação afeta diretamente na EiUA de plantas de goiabeira. A eficiência do uso da água expressa a relação entre a fotossíntese e a transpiração, em que os valores obtidos relacionam a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que perde (TAIZ & ZEIGER, 2013). Desse modo, concentrações elevadas de sais o que podem ter

causado algum distúrbio nutricional na planta, reduzindo a eficiência do uso da água, já que além das reduções observadas na transpiração das plantas (Figura 4D), também foi verificada reduções na taxa de assimilação de CO₂ (Figura 4B).

CONCLUSÕES

Nenhuma variável fisiológica respondeu à ação aos efeitos da interação entre a salinidade da água e as doses de nitrogênio.

O aumento da salinidade da água de irrigação comprometeu o comportamento fisiológico da goiabeira 'Paluma'.

As doses de nitrogênio não exerceram efeitos significativos sobre os aspectos fisiológicos e não mitigaram a ação deletéria da salinidade da água à goiabeira 'Paluma'.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.113-121, 2010.
- BARRS, H. D. Effect of cyclic variations in gas exchange under constant environmental conditions on the ratio of transpiration to net photosynthesis. **Physiologia Plantarum**, v.21, p.918-928, 1968.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, p.551-560, 2009.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368 p.1982.
- 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.

- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FLEXAS, J.; RIBAS, C. M.; DIAZ, E. A.; GALMÉS, J.; MEDRANO, H. Mesophyll conductance to CO₂: Current knowledge and future prospects. **Plant, Cell and Environment**, v.31, n.5, p.602-628, 2008.
- GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; DUARTE, W. de G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.378–386, 2010.
- GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B.; LANDRUM, L.; LUCAS, E. J.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F.; PROENÇA, C.; SOARES-SILVA, L.; WILSON, P.; NICLUGHDA, E. **World check list of selected plant families – Myrtaceae**. 2016.
- HASEGAWA, P. M.; Bressan, R. A.; Zhu, J. K. e Bohnert, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Molecular Biology**, v.51, p.463-499, 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2016.
- KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **African Journal Agricultural Research**, v.7, n.5, p.775-781, 2012.
- LÓPEZ-CLIMENT, M. F.; ARBONA, V.; PÉREZ-CLEMENTE, R. M.; GÓMEZ-CADENAS, A. Relationship between salt tolerance and photosynthetic

- machinery performance in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v.62, n.2, p.176-184, 2008.
- 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. 124p.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.
- MUSYIMI, D. M.; NETONDO, G. W.; OUMA, G. Effects of salinity on gas exchange and nutrient uptake in avocados. **Journal of Biological Sciences**, v.7, n.3, p. 496–505, 2007.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324-349, 2005.
- PRAXEDES, S. C.; LACERDA, C. F.; DAMATTA, F. M.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, n.3, p.193-204, 2010.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 48.
- SCOTT CAMPOS, P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to osmotic stress. **Plant Science**, v.130, p.11-18, 1997.
- SERRAJ, R.; SINCLAIR, T. R. Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought conditions? **Plant Cell and Environment**, v.25, n.2, p.333-341, 2002.
- SILVA, E. M. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. Campina Grande: UFCG, 2015, 92p. Dissertação- Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- SILVA, F. L. B. LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H.C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante

- bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v.18, n.2, p.304-317, 2013.
- SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.383-389, 2011.
- SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; VITORINO, H. S.; RHEIN, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice Spad como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.173-181, 2014.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap.13, p.181-197.
- SOUSA, J. R. M. de.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; XAVIER, D. A.; FURTADO, G. F. de. Trocas gasosas e produção de citros irrigados com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v.29, n.2, p.415-424, 2016.
- SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.6, p.587-592, 2011.
- SOUZA, S. C. de.; SILVA, E. A. F da.; OLIVEIRA, J. W. de.; BELTÃO, N. E. M. de.; ROCHA, M. S. do. Extravasamento dos eletrólitos da mamoneira BRS energia sob estresse salino e aplicação de silício foliar. V Congresso Brasileiro de Mamona/II Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas & I Fórum Capixaba de Pinhão Manso, 2012, Guarapari. Desafios e Oportunidade: **Anais**. . . Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. p.161.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 2013. 918p.

CAPÍTULO V

**PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABEIRA SOB
SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NO SOLO**

PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NO SOLO

RESUMO

Práticas adequadas de manejo da irrigação com água salina e adubação nitrogenada na agricultura podem contribuir de forma expressiva para a expansão do cultivo da goiabeira na região semiárida do Nordeste brasileiro. Nessa direção, o trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de produção e a qualidade pós-colheita de goiabeira 'Paluma' irrigada com águas de salinidade diferente no solo com nitrogênio. O experimento foi conduzido em lisímetros de drenagem numa área experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com cinco níveis de salinidade de água – CEa de 0,3, 1,1, 1,9, 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e quatro doses de nitrogênio de 70, 100, 130 e 160% da dose recomendada de 541,1 mg de N dm⁻³ de solo, com três repetições. A interação salinidade da água x doses de nitrogênio e ação isolada de N não interferiram estatisticamente (p>0,05) nas variáveis estudadas. O número de frutos, a massa média de frutos, a produção por planta, o diâmetro polar e equatorial dos frutos, os teores de sólidos solúveis e ácido ascórbico (vitamina C), decresceram linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 0,3 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., irrigação, sólidos solúveis, pH, acidez titulável.

PRODUCTION AND POST-HARVEST QUALITY OF GUAVA UNDER WATER SALINITY AND APPLICATION OF NITROGEN IN THE SOIL

ABSTRACT

Adequate management practices of irrigation with saline water and nitrogen fertilization in agriculture can contribute significantly to the expansion of guava cultivation in the semi-arid region of Northeast Brazil. In this context, the objective of this study was to evaluate the production components and the post-harvest quality of 'Paluma' guava irrigated with water of different salinity and application of nitrogen. The experiment was conducted in drainage lysimeters in the experimental area of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal, PB. The experimental design was a randomized complete block design in a 5 x 4 factorial scheme with five water salinity levels - EC_w of 0.3, 1.1, 1.9, 2.7 and 3.5 dS m⁻¹ and four nitrogen doses of 70, 100, 130 and 160% of the recommended dose of 541.1 mg of N dm⁻³ of soil, with three replicates. The interaction salinity of water x doses of nitrogen and isolated effect of N did not interfere ($p > 0.05$) statistically in the variables studied. The number of fruits, mean mass of fruits, yield per plant, polar and equatorial fruit diameter, soluble solids content and ascorbic acid (vitamin C) decrease linearly with increase in irrigation water salinity above 0.3 dS m⁻¹.

Key words: *Psidium Guajava* L., irrigation, soluble solids, pH, titratable acidity.

INTRODUÇÃO

Na fruticultura existem várias frutíferas de grande importância no Brasil e, dentre essas, a goiabeira se destaca, em 2014 atingiu a produção de 359,3 mil toneladas numa área cultivada de 16 mil hectares, sendo São Paulo (37,2%), Pernambuco (27%) os maiores produtores nacionais (IBGE, 2014). Esta frutífera tropical é uma das mais cultivadas em escala comercial em praticamente todas as regiões do Brasil (PEREIRA et al., 2011).

A crescente necessidade em se aumentar a produção de alimentos tem requerido a expansão das áreas cultivadas. Sendo que, essa busca não leva em conta apenas a incorporação das áreas agrícolas consideradas adequadas ao cultivo, mas também, o aproveitamento de áreas degradadas, como solos afetados por sais, e uso de águas consideradas de qualidade inferior, como as de elevados teores salinos (BANARD, et al., 2010). Esta situação é mais evidente nas áreas semiáridas do Brasil, em que as águas utilizadas nas irrigações, quase sempre, possuem concentrações salinas que podem comprometer o solo e principalmente o desenvolvimento das culturas, sendo esse mais intenso na fase inicial da grande maioria das frutíferas (SÁ et al., 2013; BRITO et al., 2014).

Entre as frutíferas cultivadas e exploradas comercialmente nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, a goiabeira reveste-se de grande importância, entretanto estas áreas são caracterizadas por apresentarem altas taxas de evaporação, precipitação irregular, drenagem deficiente do solo e a água dos mananciais, em geral apresentam condutividade elétrica superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, que podem limitar a produção agrícola, provocando alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas, comprometendo o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos (NEVES et al., 2009; FREIRE et al., 2014; NUNES et al., 2017). Os efeitos dos sais em quantidades elevadas no solo se manifestam através de alterações nos atributos físicos e químicos, que reduzem o potencial osmótico da solução do solo e pela ação direta de íons específicos na nutrição mineral das plantas que culminam com a perda de rendimento das plantas (CAVALCANTE et al., 2009; DIAS et al., 2011).

Uma das principais tecnologias utilizadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade dos cultivos, tem sido o suprimento nutricional com nitrogênio, devido sua função no metabolismo e na formação de proteínas, aminoácidos,

clorofila dentre outras moléculas importantes no metabolismo das plantas (MARINHO et al., 2010). De acordo com Franco et al. (2007) o nitrogênio caracteriza-se como o segundo nutriente mais exigido pela cultura da goiabeira na fase inicial de desenvolvimento.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos de águas salinas e doses de nitrogênio nos componentes de produção e na qualidade pós-colheita de goiabeira em dois ciclos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2015 a novembro de 2017 no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB, situado nas coordenadas geográficas de 6°48'16" S e 37°49'15" W e altitude de 144 m, em recipientes adaptados como lisímetros sob condições de campo. A região é classificada, segundo Köppen, como quente e semiárida (BSh), temperatura média anual de 28 °C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm. Os dados climáticos, registrados durante o período experimental de aplicação dos tratamentos, estão expostos na Figura 1.

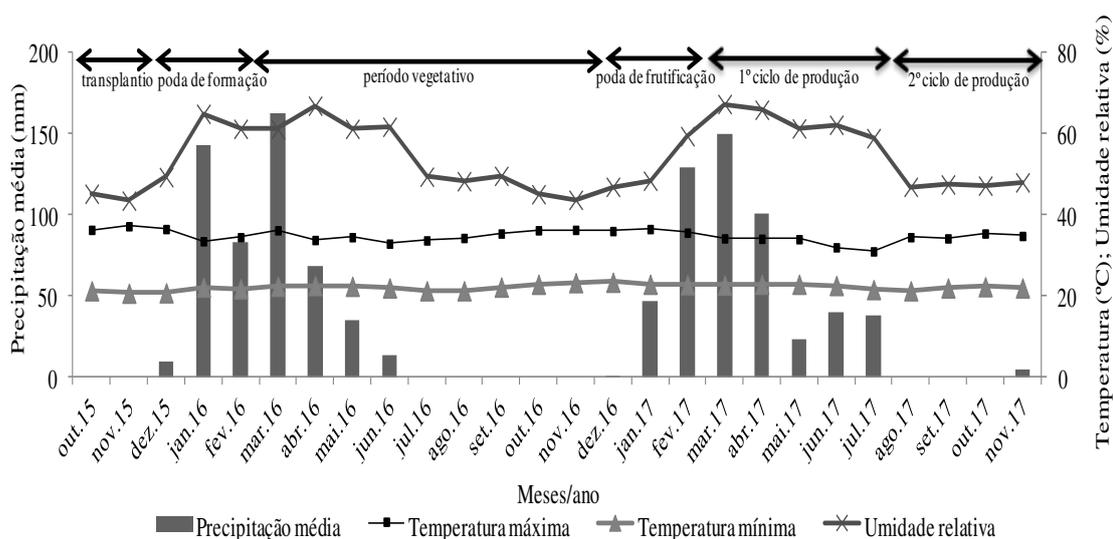


Figura 1. Dados climáticos, registrados durante o período experimental de outubro de 2015 a novembro de 2017, em uma estação automatizada, localizada próximo ao município de Pombal. INMET (2017).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 4, correspondente a cinco níveis de salinidade da água de irrigação – CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (70, 100, 130 e 160% da recomendação) com três repetições e uma planta por parcela. Sendo que a dose referente a 100% correspondente a 541,1 mg de N dm⁻³ de solo recomendada para ensaios em vaso (SILVA, 2015).

Os níveis de CEa foram obtidos mediante a dissolução do NaCl em água proveniente do sistema de abastecimento local (CEa = 0,3 dS m⁻¹) sendo a quantidade de NaCl determinada com base na equação empírica $C_s = 10 \times (CE_{ad} - CE_a) \times \text{peq.}$ proposta por Rhoades et al. (2000). Em que: C_s = concentração do sal (mg L⁻¹); CE_{ad} e CE_a = respectivamente, condutividade elétrica da água desejada e da água de abastecimento (dS m⁻¹); peq. = peso equivalente do sal, no caso 58,45.

O solo utilizado no experimento foi classificado como Neossolo flúvico eutrófico (EMBRAPA, 2013). Amostras desse solo foram coletadas e analisadas, no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG, Campus de Pombal, cujas características químicas e físicas, foram obtidas conforme Donagema et al. (2011) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo da goiaba cv. Paluma.

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

pH_{es} do extrato de saturação do solo; CE_{es} condutividade elétrica do extrato de saturação do solo a 25 °C

A cultivar escolhida como enxerto ou planta copa foi a goiabeira cv. Paluma, por se tratar de um genótipo vigoroso, de fácil propagação, 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, mas que possui carência na avaliação da tolerância à salinidade em interação com doses de nitrogênio (DIAS et al., 2012).

Quando as mudas enxertadas de goiabeira cv. Paluma, apresentavam quatro pares de folhas definitivas foram transplantadas, em outubro de 2015, para lisímetros de 150 L de capacidade com furo na parte inferior para permitir livre drenagem. No preenchimento dos lisímetros foi utilizado 150 kg do substrato composto de Neossolo flúvico + areia respectivamente, na proporção de 85 e 15%. O material após ser acondicionado nos lisímetros foi posto em capacidade de campo, usando-se água de CEa $0,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A adubação de plantio foi realizada manualmente aplicando-se, por lisímetro, 190 g de superfosfato simples (dose única na fundação) e 17 g de cloreto de potássio parcelado sendo $1/3$ da dose recomendada aplicada em fundação e os outros $2/3$ divididos em duas aplicações iguais aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT).

A aplicação dos tratamentos teve início aos 15 dias após o transplântio (DAT) cujas irrigações com águas salinizadas foram realizadas, conforme o tratamento, com base na necessidade hídrica da planta, determinada pela diferença entre o volume aplicado e o drenado na irrigação anterior, estimados pelo processo de lisimetria de drenagem mantendo umidade do solo próxima à capacidade de campo. As irrigações foram conduzidas duas vezes ao dia, sendo elas no início da manhã e no final da tarde, exceto em períodos de chuva. Após 40 DAT o volume de água aplicado na irrigação foi ajustado de forma a proporcionar no solo uma fração de lixiviação de 0,15 como manejo para evitar acumulação excessiva de sais no solo.

O tratamento com adubação nitrogenada iniciou-se aos 25 DAT via fertigação, dividida em 28 aplicações semanais, sendo, nas primeiras oito semanas aplicado $1/5$ da dose em função das plantas apresentarem no início um sistema radicular que ocupava pouco espaço no lisímetro. O restante de N foi equitativamente aplicado em 20 semanas. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N), com aplicações realizadas dissolvendo fertilizante em água de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos os tratamentos.

Aos 60 dias após o transplântio (DAT) os ramos foram selecionados quanto ao porte, vigor e sanidade onde foi realizada uma poda para uniformizar as plantas (deixando-se três ramos principais por planta), ramos responsáveis por formar a base da copa, seguindo a recomendação da EMBRAPA (2010). Em fevereiro de 2017, as plantas foram submetidas à poda de frutificação do tipo

continua (podados apenas os ramos maduros e aptos a florir, deixando em média 15 cm de comprimento).

O primeiro ciclo de produção teve início aos 30 dias após a poda de frutificação, ou seja, de março a julho de 2017 (floração-frutificação-maturação). O segundo ciclo iniciou-se em seguida, no período de agosto a novembro do mesmo ano.

Na época de maturação dos frutos, foram determinados: número de frutos (NF), massa média de frutos (MMF) produção por planta (PP), diâmetro polar (DPF) e equatorial (DEF) de fruto.

A acidez titulável foi determinada pelo método da titulação volumétrica, cujo princípio fundamenta-se na reação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali (hidróxido de sódio a 0,1N) e solução alcoólica de fenolftaleína a 0,5%. Após preparada, a amostra foi titulada até o ponto de equivalência ou ponto de “virada”, coloração rósea (IAL, 2008). A acidez foi expressa em mL da solução de NaOH a 1N 100 g⁻¹ de polpa de goiaba.

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura direta em refratômetro, conforme metodologia de Association of Official Analytical Chemists International (AOAC,1995).

Foi determinado o teor de ácido ascórbico da polpa natural logo após o preparo pelo método Tillmans (titulométrico), que se baseia na redução de 2-6-diclorofenol-indofenol (DFI) pelo ácido ascórbico. O DFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa, e sua forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução de DFI é introduzida no sistema, com todo o ácido ascórbico já consumido. Essa metodologia foi proposta por Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), utilizando-se as amostras homogeneizadas. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa de goiaba.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando do software SISVAR (FERREIRA, 2011). Houve a necessidade de transformar os dados originais de AT em $\sqrt{x + 1}$, para a normalização da distribuição dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 2) respondeu aos efeitos da interação salinidade da água x doses de nitrogênio e nem à ação isolada de nitrogênio, mas todas foram influenciadas ($p < 0,01$) pela salinidade da água de irrigação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para número de frutos (NF), massa média de frutos (MMF), produção por planta (PP), diâmetro polar (DPF) e equatorial de frutos (DEF) em goiabeira cv. Paluma sob irrigação com água salina e doses de adubação nitrogenada.

Fonte de Variação	Teste F									
	Ciclo 1					Ciclo 2				
	NF	MMF	PP	DPF	DEF	NF	MMF	PP	DPF	DEF
Salinidade (S)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	12,22	29,67	39,88	11,26	8,45	10,93	14,70	12,00	5,19	5,97

** e * significativo à probabilidade de 0,01 e 0,05 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

O aumento da concentração salina da água de irrigação inibiu linearmente a capacidade produtiva da goiabeira, em ambos os ciclos de produção da cultura como indicado na Figura 2. O número de frutos (NF) colhidos decresceu em 4,77 e 8,57% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, com perdas de 15,46 e 28,13% entre as plantas irrigadas com águas de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹, nos respectivos ciclos da cultura (Figura 2A). O número de frutos, associado à precipitação ocorrida entre agosto e novembro (Figura 1), época de menor precipitação, segundo ciclo e, portanto, de maior uso de águas salobras, o que certamente justificam a intensificação dos efeitos da salinidade, resultando em maiores decréscimos no número de frutos.

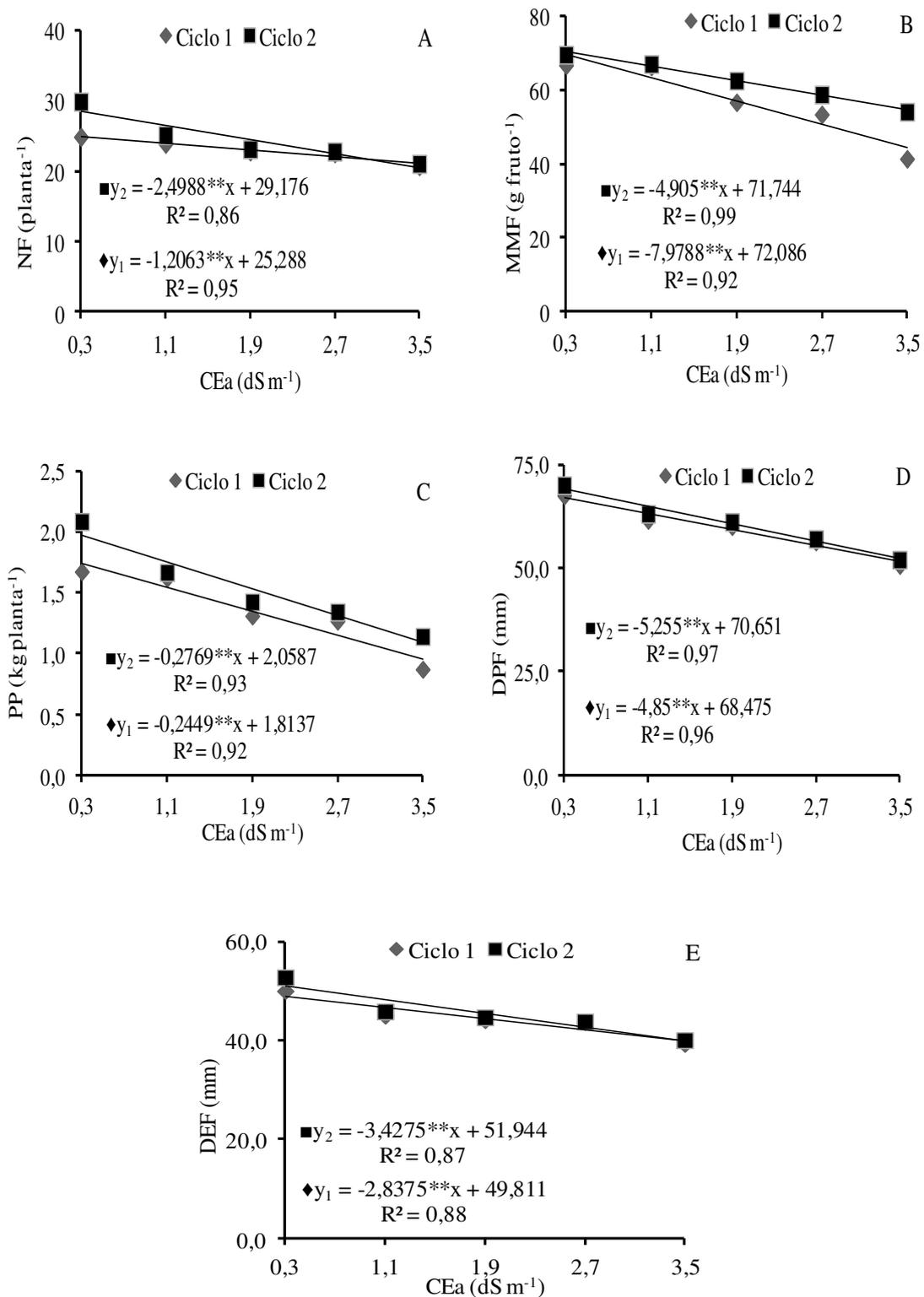


Figura 2. Número de frutos - NF (A), massa média de fruto - MMF (B), produção por planta - PP (C), diâmetro polar - DPF (D) e equatorial de frutos - DEF (E) em plantas de goiabeira cv. Paluma, irrigadas com água de salinidade diferente, no primeiro e segundo ciclo de produção da goiabeira.

O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu linearmente a massa média de fruto (MMF), nos dois ciclos de produção (Figura 2B) a nível de 8,36 e 4,90 g por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente. Os resultados decresceram de 68,69 para 44,16 g planta⁻¹ e de 70,27 para 54,57 g planta⁻¹, entre as plantas irrigadas com água de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹ provocando uma perda de 35,71 e 22,33%, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente. Os autores Choudhury et al. (2001) trabalhando com qualidade de frutos de goiabeira, em condições de campo e ambiente não salino, afirmam que a massa média de fruto superior a 150 g são os mais preferidos pelo consumidos de mesa comercializáveis, estando então os frutos avaliados com o padrão de massa abaixo dos padrões do comércio, como também a variável com efeito mais intenso em relação as demais variáveis de produção.

Na Figura 2C constata-se que a produção por planta (PP) foi reduzida aos níveis de 0,244 e 0,276 kg planta⁻¹ por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, no primeiro e segundo ciclo. Os resultados decresceram de 1,740 para 0,957 kg planta⁻¹ e de 1,975 para 1,089 kg planta⁻¹, entre as plantas irrigadas com água de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹ provocando uma perda de 45,03 e 44,85%, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente. A produção obtida no segundo ciclo de cultivo foi maior em relação ao primeiro ciclo, provavelmente, pode ser reflexo da aplicação de água em excesso, proporcionando à lixiviação dos sais.

Quanto à qualidade física externa dos frutos constatam-se declínios no diâmetro polar dos frutos (DPF) de 7,08 e 7,43%, por aumento unitário de CEa (Figura 2D), respectivamente. As perdas foram de 23,15 e 24,34% entre as plantas irrigadas com águas de CEa de menor e maior teor salino, respectivamente nos dois ciclos de produção da cultura. O diâmetro equatorial (DEF) também decresceu de forma linear nos dois ciclos de produção da cultura (Figura 2E), ocorrendo decréscimos de 5,69 e 6,59% por aumento unitário de CEa, respectivamente. Ao confrontar os dados obtidos nas plantas submetidas à irrigação com água de maior nível salino (3,5 dS m⁻¹), com aquelas cultivadas sob menor salinidade da água (0,3 dS m⁻¹) verifica-se redução no DEF de 18,54 e 21,54%, respectivamente.

O incremento de sais na água de irrigação, assim como para o número, diâmetro polar e equatorial de frutos resultou em decréscimo significativo na massa média de fruto de goiabeira. Esse declínio pode ser resposta da ação tóxica dos íons Na⁺ e Cl⁻ além do limite tolerado pelas plantas e ter provocado diminuição na absorção de água e nutrientes e, com efeito, ter provocado desequilíbrio no balanço iônico e no metabolismo das plantas, ocasionando perdas no crescimento e na produção (MARSCHENER, 2012; MUNNS & TESTER, 2008; NIVAS et al., 2011).

Contudo, nas condições em que este trabalho foi conduzido, pode-se afirmar que a salinidade da água influenciou negativamente a massa média de fruto de goiabeira, favorecendo valores abaixo dos padrões de comercialização.

A interação salinidade da água x doses de nitrogênio, como no crescimento biométrico e produção de biomassa, aspectos fisiológicos e produtivos das plantas, também não exerceram efeito significativos nos atributos químicos da polpa dos frutos de goiabeira cv. 'Paluma' (Tabela 3). Constata-se também como verificado nas trocas gasosas, componentes de produção e qualidade externa dos frutos, ausência de efeitos significativos das doses de nitrogênio na qualidade química pós-colheita da polpa dos frutos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância, pelo teste F, para pH, acidez titulável – AT, sólidos solúveis – SS e ácido ascórbico – AA na polpa dos frutos de goiabeira cv. 'Paluma' sob irrigação com água de salinidade diferente e doses de adubação nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F						
	Ciclo 1			Ciclo 2			
	pH	AT ¹	SS	pH	AT	SS	AA
Salinidade (S)	ns	**	**	ns	ns	**	**
Reg. Linear	ns	**	**	ns	ns	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dose de N (DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (SxDN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	0,53	12,77	7,91	6,11	18,86	2,90	32,62

** significativo à probabilidade de 0,01 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F. ¹análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{x + 1}$.

Conforme as equações de regressão (Figura 3A) o aumento da salinidade inibiu linearmente o teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos da goiabeira com decréscimo de 5,36% °Brix (primeiro ciclo) e de 6,43% °Brix (segundo ciclo), por incremento unitário da CEa. Os resultados decresceram de 10,62 para 8,77 °Brix e de 12,32 para 9,37 °Brix entre as plantas irrigadas com água de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹ provocando perda de 17,43 e 23,97% no teor de SS, respectivamente. Os valores do °Brix para o menor nível de condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) neste trabalho, são semelhantes aos encontrados por Maia et al. (1998) determinando o °Brix de quatro variedades de goiaba, os quais encontraram valores, variando de 11,00 a 12,10 °Brix.

O aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu o teor de ácido ascórbico dos frutos (Figura 3B) em 11,49% no segundo ciclo, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação; este resultado indica um decréscimo na ordem de 38,08% entre as plantas irrigadas com água de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente. A tendência de declínio de ácido ascórbico com a elevação do teor salino da água está compatível com a redução dos teores de sólidos solúveis, evidenciado na Figura 3C, tendo em vista que a produção de ácido ascórbico está relacionada aos açúcares presentes no suco dos frutos das plantas, em que os frutos sintetizam o ácido ascórbico a partir de açúcares hexoses, originalmente D-glicose ou D-galactose (FORTALEZA et al., 2005; TAIZ & ZEIGER, 2006; RAIMUNDO et al., 2009).

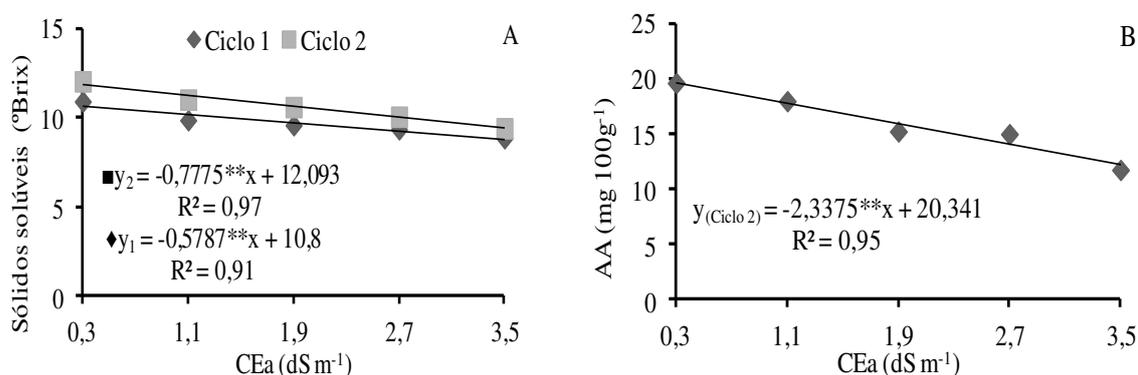


Figura 3. Teores de sólidos solúveis - SS (A) e de ácido ascórbico - AA (B) em polpa de frutos de goiabeira cv. 'Paluma', irrigada com águas de salinidade diferente no primeiro e segundo ciclo de produção da cultura.

CONCLUSÕES

Os componentes da produção, atributos externos e a qualidade química da polpa dos frutos da goiabeira cv. Paluma, não responderam aos efeitos da combinação entre a salinidade das águas e as doses de nitrogênio e nem à ação individual do nitrogênio.

O aumento na salinidade da água de irrigação inibiu a capacidade de produção da goiabeira cv. Paluma.

A Irrigação com águas salinas resultou em perdas nos teores de sólidos solúveis e de vitamina C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 942.15 A). Arlington: A.O.A.C, 1995. chapter 37. 10p.
- BARNARD, J. H.; RENSBURG, L. D. V.; BENNIE, A. T. P. Leaching irrigated saline sandy to sandy loam aped al soils with water of a constant salinity. **Irrigation Science**, v.28, n.2, p.191-201, 2010.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.17-27.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.414-420, 2009.
- CHOUDHRY, M. M.; COSTA, T. S.; ARAÚJO, J. L. P. **Goiaba: Pós-colheita. Agronegócio da goiaba**. Brasília: p.9-15. EMBRAPA. Informação Tecnológica. 45p. il.; (Frutas do Brasil, 19). p.9-15. 2001.
- 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, p.2837-2848, 2012.

- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.644-651, 2011.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **A cultura da goiaba**. 2. ed. Brasília, Informação tecnológica, 2010. 180p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T.; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.124-127, 2005.
- FRANCO, C. F.; PRADO, R. de 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.
- FREIRE, J. L. O. ; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F. ; FERNANDES, P. D. ; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.1-10, 2014.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008. 1020p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2014). **Produção agrícola municipal**, 2017. Acesso em: 11 jul. 2017.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa.** Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 08 dez. 2017.
- MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W. F.; GUIMARÃES, A. C. L. **Tecnologia em processamento de sucos e polpas tropicais.** Brasília: ABEAS, 1998. v.1, 104p.
- 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. 124p.
- MARINHO, A. B.; MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. A.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; OLIVEIRA, C. W.; AZEVEDO, B. M. de. Influência da fertigaçãõ da nitrogenada na produtividade da cultura da mamoneira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.1, p.31-42, 2010.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed. London: Elsevir, 2012, 651p.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.
- NIVAS, D.; GAIKWAD, D. K.; CHAVN, P. D. Physiological responses of two morinda species under saline conditions. **American Journal of Plant Physiology**, v.6, n.3 p.157-166, 2011.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SOUZA, J. T. A.; ALMEIDA, D. J.; ORESCA, D.; FERNANDES, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciência Investigación Agrarias.** v.44, n.2, p.168-183. 2017.

- PEREIRA, F. M.; RYOSUKE, K. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33. n.1- Edição Especial. p.92-108, 2011.
- RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.539-543, 2009.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. v.17, n.10, p.1047-1054.
- SILVA, E. M. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. Campina Grande: UFCG, 2015, 92p. Dissertação - Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na fruticultura o uso do nitrogênio para atenuar os efeitos deletérios ocasionados pela salinidade da água é recente, especialmente para a cultura da goiabeira. Neste contexto, a execução do presente trabalho foi fundamental para avaliar o crescimento, a fisiologia, a produção e a qualidade pós-colheita dos frutos quando submetido a irrigação com águas salinas e adubadas com nitrogênio.

Nas condições em que foi conduzido o experimento foi possível verificar que a salinidade da água de irrigação não exerceu efeito interativo com as doses de nitrogênio exceto para as variáveis número de folhas e área foliar aos 150 dias após o transplântio. Também verificou-se que a produção, assim como a qualidade pós-colheita de frutos de goiabeira, revelaram redução com o aumento da salinidade da água de irrigação e das doses de nitrogênio.

Ao final do segundo ano de cultivo, verificou-se que a salinidade da água de irrigação e a adubação nitrogenada provocaram na goiabeira cultivar Paluma reduções significativas nas variáveis de crescimento, fisiológicas, produção e de qualidade pós-colheita de frutos de goiabeira.

Os resultados no primeiro e segundo ciclos de cultivo evidenciaram que a salinidade da água de irrigação acima de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e a dose de nitrogênio acima de 70% de N (correspondente a $378,7 \text{ mg N dm}^{-3}$ de solo), comprometeram a produção e a qualidade de frutos.

Em síntese, o manejo da adubação nitrogenada não foi capaz de atenuar os efeitos do estresse salino nas variáveis estudadas durante o período de execução do experimento. Talvez pela aplicação de fertilizante ureia associado com ambiente de alto potencial de volatilização (baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas) e/ou lixiviação do N aplicado pode ter inibido sua interação com a salinidade da água. Recomenda-se a realização de outros estudos utilizando diferentes fontes e doses de N para esclarecer os resultados obtidos.