



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO E TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CITROS SOB
ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

JÔNATAS RAULINO MARQUES DE SOUSA

CAMPINA GRANDE - PB

2014

JÔNATAS RAULINO MARQUES DE SOUSA
Engenheiro Agrônomo

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CITROS SOB
ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em 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 Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadores:

Prof. D.Sc. Hans Raj Gheyi

Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

CAMPINA GRANDE - PB

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO E TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JÔNATAS RAULINO MARQUES DE SOUSA

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CITROS SOB ÁGUAS
SALINIZADAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof. D.Sc. Hans Raj Gheyi - Orientador
UAEA/CTRN/UFPG

Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito - Orientador
UAGRA/CCTA/UFPG

Dr. João Batista dos Santos
UAEA/CTRN/UFPG

Dr. Francisco Valfisio da Silva
UFERSA

CAMPINA GRANDE - PB

2014

*A Deus
A meus pais, Josefa Selita Marques de Sousa e João
Ramalho de Sousa, pelo constante apoio, carinho,
compreensão e, sobretudo, pelo exemplo de pessoas
que são para mim.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos concedidas.

A meus pais, João Ramalho de Sousa e Josefa Selita Marques de Sousa, mesmo sabendo que não encontro palavras para expressar o quanto lhes agradeço por sempre estarem batalhando comigo, conquista que compartilho com vocês, pois, ela é fruto do nosso empenho.

A meu irmão, Jonatan Raubergue Marques de Sousa, pelo companheirismo e amizade.

A minha Madrinha, Maria Cenir Ramalho, que sempre me incentivou.

A minha noiva, Thaline Cabral Arruda, pessoa que entrou na minha vida de maneira inusitada e hoje significa muito para mim. Obrigado pelo amor, carinho, companheirismo, paciência e amizade, sempre dedicados a mim durante todo este curso.

Ao meu orientador, professor D.Sc. Hans Raj Gheyi por me adotar como orientado, permitindo que participe de suas pesquisas em prol do desenvolvimento da agricultura brasileira. Exalto sua seriedade, competência e dedicação incansáveis ao trabalho, provocando-me admiração e respeito; assim, agradeço pelo estímulo e pela confiança conferidos durante o curso.

Ao meu orientador, professor D.Sc. Marcos Eric de Barbosa Brito, não somente por ser meu mestre desde a graduação, mas também pela forte amizade construída durante o percurso acadêmico.

Aos companheiros de apartamento e de luta Guilherme, Elysson e Junior.

Aos grandes amigos, Geovani e Lauriane, pela amizade construída desde o curso de graduação, casal que me ajudou muito desde o início do curso, contribuintes ativos desta pesquisa.

Aos amigos conquistados na vida acadêmica, Auderlan, Saulo, Helton e Cassio.

Aos examinadores, Dr. João Batista dos Santos e Dr. Francisco Valfisio da Silva, pela disponibilidade de tempo na correção e avaliação deste trabalho; sou-lhes grato pelas sugestões fundamentais no aprimoramento deste trabalho.

Ao amigo Diego Azevedo, pela ajuda no desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG, pelos ensinamentos, grandes responsáveis pelo meu desenvolvimento.

Aos meus amigos da Pós-graduação: Alberto Calado, Allan, Elysson, Flavio, Guilherme, Joel, Kaline, Klebson, Márcio, Maycon, Michelle, Renan, Samuel, Silvanete, Tainara e Viviane.

Ao Instituto Nacional do Semiárido e seus pesquisadores Amilton e Cláudia, por disponibilizar o IRGA para as avaliações de trocas gasosas.

A todos os meus amigos que conquistei durante o curso e com os quais tive a oportunidade de compartilhar sala de aula e trocar experiências e a todos que me ajudaram, direta ou indiretamente, cujos nomes não menciono para não cometer a injustiça de esquecer alguém; ficam aqui, portanto, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista geral do experimento. Campina Grande, 2014.....32
- Figura 2.** Dados médios mensais de temperatura do ar (°C) e de precipitação pluvial mensal (mm) de Campina Grande, PB, durante o período de julho a dezembro de 2013.....34
- Figura 3.** Determinação dos diâmetros de caule. Campina Grande, PB, 2014.40
- Figura 4.** Determinação do teor relativo de água (A) e extravasamento de eletrólitos (B) nas folhas de citros. Campina Grande, PB, 2014.....41
- Figura 5.** Determinação de pigmentos. Campina Grande, PB, 2014.....43
- Figura 6.** Determinação de trocas gasosas (A) e da fluorescência da clorofila *a* (B). Campina Grande, PB, 2014.44
- Figura 7.** Floração em planta de citros sob salinidade de 3,0 dS m⁻¹ (A) e determinação do diâmetro transversal do fruto (B). Campina Grande, PB, 2014.45
- Figura 8.** Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água relativo às variáveis diâmetros de caule do porta-enxerto (A) e do ponto de enxertia (C) e análise de regressão para os diâmetros do caule do porta-enxerto (B), do ponto de enxertia (D) e da copa (E) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipo de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.48
- Figura 9.** Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água relativo à variável teor relativo de água (A) e análise de regressão para o Teor relativo de água (TRA) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipo de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.51
- Figura 10.** Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável Extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (A) e análise de regressão para o

Extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (B) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.53

Figura 11. Teores de clorofila *a* (CLa) (A), clorofila *b* (B) (CLb), clorofila total (CLTOT) (C) e carotenoides (CAT) (D), em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.....55

Figura 12. Transpiração (*E*), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EICi) em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.59

Figura 13. Teste de média (Tukey) para a eficiência no uso da água (EUA) em função dos genótipos de citros usados como porta-enxertos e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.....60

Figura 14. Fluorescência inicial (Fo) (A), fluorescência máxima (Fm) (B), fluorescência variável (Fv) (C) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (D) em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.63

Figura 15. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável Número de frutos (NFRUT) (A), diâmetro transversal (DT) (C) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (E) e análise de regressão para o Número de frutos (NFRUT) (B), diâmetro transversal (DT) (D) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (F), em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a

variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.66

Figura 16. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável peso médio dos frutos (PMF) (A) e produção total (PT) (C) e análise de regressão para o peso médio dos frutos (PMF) (B) e produção total (PT) (D), em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.68

Figura 16. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (A), teores de clorofila *a* (CLa) (B), clorofila *b* (C) (CLb) e clorofila total (CLTOT) (D), em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.71

Figura 17. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.73

Figura 18. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável fluorescência inicial (Fo) (A), fluorescência máxima (Fm) (B), fluorescência variável (Fv) (C) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (D), em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.74

Figura 19. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável número de frutos (NFRUT) (A), diâmetro transversal (DT) (B) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (C), em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.75

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Combinações de copa/porta-enxerto estudadas. Campina Grande - PB, 2014.33
- Tabela 2.** Propriedades físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB, 2014.36
- Tabela 3.** Recomendação de adubação mineral para a cultura do citros sob irrigação no plantio (fundação) e no 1º ano (cobertura) conforme Magalhães (2006)37
- Tabela 4.** Adubação durante o período de estudo. Campina Grande. 2014.....38
- Tabela 5.** Resumo da análise de variância para o diâmetros de caule do porta-enxerto (DPOR) (mm), diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DPE) (mm) e diâmetro de caule da copa (DC) (mm) em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.47
- Tabela 6.** Resumo da análise de variância para o teor relativo de água (TRA) (%), extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (%), teores de clorofila *a* (CLa) (g m⁻²), *b* (CLb) (g m⁻²), total (CLTOT) (g m⁻²) e carotenoides (CAT) (g m⁻²), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.50
- Tabela 7.** Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (*E*), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EICi), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.56
- Tabela 8.** Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência

quântica do fotossistema II (Fv/Fm), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.....61

Tabela 9. Resumo da análise de variância para o número de frutos (NFRUT), diâmetro transversal do fruto (DT) (mm), diâmetro longitudinal do fruto (DL) (mm), peso médio do fruto (PMF) (g) e produção total por tratamento (PT) (g) em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.....64

Tabela 10. Resumo da análise de variância para os diâmetros de caule da copa (DC), do ponto de enxertia (DPE), do porta-enxerto (DPOR), extravasamento de eletrólitos (ExTrav), teor relativo de água (TRA), teores de clorofila *a* (CLA), *b* (CLB), total (CLTOT), carotenoides (CAT), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (*E*), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (EICi), número de frutos (NF), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL) e peso médio do fruto (PMF) e produção total por tratamento (PT) em função de diferentes doses de nitrogênio (N) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.70

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	ix
SUMÁRIO	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo Geral.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1. Citricultura.....	20
3.2. Qualidade da água de irrigação.....	21
3.3. Efeito da salinidade no solo e nas plantas.....	23
3.4. Salinidade em citros.....	25
3.4.1. Aspectos fisiológicos em citros.....	27
3.5. Nitrogênio.....	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1. Localização do experimento.....	31
4.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	32
4.3. Condução do experimento.....	34
4.4. Preparação das águas de irrigação.....	38
4.5. Proteção das plantas.....	39
4.6. Variáveis analisadas.....	39
4.6.1 Crescimento.....	39
4.6.2. Índices fisiológicos.....	40
4.6.2.1. Teor relativo de água.....	40
4.6.2.2. Extravasamento de eletrólitos.....	41
4.6.2.3. Teores de pigmentos fotossintéticos.....	41
4.6.2.4. Trocas gasosas.....	43
4.6.2.5. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	44

4.6.3. Produção.....	44
4.7. Análise estatística	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
Experimento I: Salinidade nas combinações de copa/porta-enxertos	46
5.1. Crescimento	46
5.2. Índices fisiológicos	49
5.2.1. Teor relativo de água, extravasamento de eletrólitos e teores de pigmentos fotossintéticos.	49
5.2.2. Trocas Gasosas.....	55
5.2.3. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	60
5.3. Produção.....	63
Experimento II – Fertilização nitrogenada como atenuador do estresse salino	69
6. CONCLUSÕES	76
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

SOUSA, J. R. M. de. **Crescimento, fisiologia e produção de citros sob águas salinizadas e adubação nitrogenada**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

Em regiões semiáridas o uso de águas salobras na irrigação tornou-se um fato frequente podendo comprometer os índices fisiológicos e a produção das culturas, tal como na citricultura; todavia, isto pode ser minimizado pela utilização de porta-enxertos tolerantes e de fertilização nitrogenada adequada. Deste modo, objetivou-se avaliar o crescimento, os índices fisiológicos e a produção de combinações copa/porta-enxerto de citros irrigados com águas salinas e doses de nitrogênio. Dois experimentos concomitantes foram realizados em lisímetros com capacidade de 200 L instalados na UFCG, campus de Campina Grande - PB, expostos a condição ambiente protegidos apenas com telado ao redor. No Experimento I usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições estudando-se, em esquema fatorial (5 x 3), cinco níveis de salinidade da água - CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) aplicados a três combinações de copa/porta-enxerto (PE1 – TSKC x TRENG – 256; PE2 – LCRC e o PE3 – TSKC x [LCR x TR] – 059) sendo a copa formada pela laranjeira ‘mimo do céu’. No Experimento II foi replicado o tratamento de CEa de 3,0 dS m⁻¹, sendo neste, aplicado uma dose de 200% da recomendação para ensaios em ambientes controlados e comparados com os resultados do primeiro experimento, formando um fatorial (3 x 2), três combinações de copa/enxerto x duas doses de nitrogênio, com três repetições cada. Após 150 dias da floração, foram avaliados, em ambos os experimentos, índices de crescimento, bioquímicos, fisiológicos e de produção. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey (p < 0,05). A irrigação com água salina reduz os diâmetros de caule. O PE1 (TSKC x TRENG – 256) é o mais tolerante ao aumento da salinidade no teor relativo de água e extravasamento de eletrólitos. O estresse salino reduz as trocas gasosas e os teores dos pigmentos clorofilianos das plantas cítricas. A eficiência quântica do fotossistema II é inibida nas plantas cítricas sob estresse salino. O

aumento do teor salino da água de irrigação promove o número de frutos por planta, mas reduz o tamanho, o peso médio e a produção total dos frutos. A maior produção foi observada nas plantas enxertadas com o limoeiro cravo 'comum', bem como, as menores reduções no tamanho dos frutos com o aumento da salinidade. No experimento de nitrogênio observou-se menor dano celular quando se aplica maior dose de N. As taxas de transpiração, condutância estomática e fotossíntese são elevadas com o incremento da dose de nitrogênio aplicado. O aumento na fertilização nitrogenada elevou a produção de frutos.

Palavras-chave: *Citrus paradisi* Macfad; estresse salino; copa/porta-enxerto; fertilização nitrogenada.

SOUSA, J. R. M. de. **Growth, physiology and production of citrus under water salinity and nitrogen fertilization**. 2014. 100 f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande. Center of Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

In semiarid regions the use of brackish water in irrigation has become a frequent practice may compromise the physiological indices and yield of crops, such as in citrus; however, this can be minimized by the use of tolerant rootstocks and suitable nitrogen source. Thus, the objective of this study was to evaluate the growth, physiological indices and yield of combinations scion/rootstock of citrus irrigated with saline water and nitrogen. Two concurrent experiments were conducted in lysimeters with capacity of 200 L installed in UFCG campus of Campina Grande-PB, exposed condition with only screen protection in a greenhouse. In the first experiment randomized complete block design we used with three replications studying, factorial (5 x 3), five levels of water salinity - CEa (0.6, 1.2, 1.8, 2.4, and 3.0 dS m⁻¹) applied to three combinations of scion/rootstock (PE1 – TSKC x TRENG – 256; PE2 – LCRC e o PE3 – TSKC x [LCR x TR] – 059) and the canopy formed by orange ‘mime of heaven’. In experiment II the treatment of CEa of 3.0 dS m⁻¹ was replicated, applying a dose of 200% of recommendation for tests in a controlled environment and compared with the results of the first experiment, forming a factorial (3 x 2) three combinations of scion/rootstock x two doses of nitrogen, with three replications each. After 150 days of flowering, were evaluated in both experiments, growth rates, biochemical, physiological and production. Data were subjected to analysis of variance by F test comparing the means by Tukey test (p < 0.05). Irrigation with saline water reduces stem diameters. The PE1 (TSKC x TRENG – 256) is more tolerant to salinity in the relative water content and electrolyte extravasation. Salt stress reduces gas exchange and levels of chlorophyllian pigments of citrus plants. The quantum efficiency of photosystem II is inhibited in citrus plants under salt stress. The increase in the salt content of the irrigation water promotes the number of fruits per plant, but reduces the size, mean weight and total fruit production. The highest yield was observed in the grafted plants lemon (cravo comum), as well as

minor reductions in fruit size with increasing salinity. In the experiment with nitrogen less cell damage was observed when higher dose of N was applied. The transpiration rates, stomatal conductance and photosynthesis are high under higher dose of nitrogen. The increase in nitrogen fertilization increased fruit production.

Keywords: *Citrus paradisi* Macfad, salt stress; scion/rootstock; nitrogen fertilization.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na produção de citros (18 012 560 t), mas possui uma produtividade mediana (24,69 t ha⁻¹) podendo ser atribuída à falta de tecnologias empregadas, como a irrigação, fundamental para elevar a produtividade no nordeste brasileiro, que mesmo sendo a segunda maior região produtora de laranja (1 939 952 t) possui o menor rendimento do país (14,79 ha⁻¹) (IBGE, 2013).

No Brasil são irrigados 5,4 milhões de hectares, possuindo potencial para irrigar 30 milhões verificando-se uma taxa de crescimento entre 120 e 200 mil hectares por ano; mantendo-se este ritmo, somente em 2035 se atingirá a metade de seu potencial, pois o ideal é que este ritmo fosse dobrado de modo a elevar a oferta de alimentos sem a necessidade de incorporar novas áreas agrícolas; todavia, a FAO alerta que entre 20 a 25% das áreas irrigadas no Brasil já apresentam problemas de salinização (FAO, 2013; ANA, 2013).

O processo de salinização ocorre naturalmente quando o somatório da evaporação e a transpiração, que removem a água (como vapor) do solo, são maiores que a precipitação fazendo com que os sais fiquem mais concentrados, fato que ocorre especialmente em regiões áridas e semiáridas. Tal processo é otimizado quando a água de irrigação contém alta concentração sais solúveis e, sobretudo, quando não há drenagem para lixiviar os sais acumulados.

A salinidade é um problema é mais característico no nordeste brasileiro, sendo 52% de sua área localizada sob clima semiárido, mesmo assim, para o desenvolvimento agrícola da região, projetos e sistemas de irrigação devem ser implantados, ainda que ocorram riscos socioeconômicos e ambientais (HOLANDA et al., 2010). Ressalta-se que a salinidade da água e do solo podem comprometer funções fisiológicas e bioquímicas das plantas devido ao estresse osmótico e toxidez por íons específicos, afetando a germinação, crescimento, produção e nutrição (AMORIM et al., 2010; CAVALCANTE et al., 2010, FERNANDES et al., 2011).

Ainda, na região Nordeste as épocas de chuvas e estiagem são bem definidas. Na ausência de chuvas é comumente utilizada a irrigação, mantendo-se assim, cultivos de diversas culturas, onde se destacam os pomares frutíferos, que dificilmente poderiam ser viáveis economicamente sem o fornecimento suplementar

de água. Por isso é importante a prevenção da salinização na fruticultura irrigada, devido à sensibilidade dessas culturas, como é enfatizado por Dias e Blanco (2010).

Dentre algumas alternativas para viabilizar o uso de águas salinas na agricultura, destaca-se a utilização de espécies/genótipos tolerantes, capazes de produzir rendimentos, economicamente viáveis. Portanto, Brito (2010) comenta que a tolerância à salinidade nos citros deve ser avaliada considerando a combinação copa/porta-enxerto, onde o mesmo evidencia a importância do porta-enxerto em detrimento a copa, quando se deseja obtenção de materiais tolerantes a salinidade, recomendando como porta-enxertos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', o híbrido trifoliado – 069 e o limoeiro 'Volkameriano', para compor um sistema de produção de mudas de citros irrigados com água de 2,4 dS m⁻¹.

Uma evidência que surge entre os pesquisadores da área, é o fornecimento de nitrogênio na forma nítrica além da dose recomendada, que segundo Kafkafi (2013), esse fato ocorre devido ao balanço de cátions e ânions na absorção dos nutrientes pelas plantas, a aplicação de nitrogênio na forma amoniacal contribui para uma maior absorção de ânions e, se o solo estiver com altos teores de cloreto, este será absorvido preferencialmente, haja vista que grande parte do nitrogênio absorvido será na forma de cátions e devido ao balanço de cargas, a absorção de ânions será feita visando o equilíbrio. Isso é favorecido nos solos com problema de salinidade por apresentarem condições adversas para as bactérias nitrificantes transformarem o amônio em nitrato e devido aos elevados teores de cloreto encontrados nesses solos.

Na literatura internacional pode-se destacar estudos de salinidade em citros, como os de Al-Yassin (2004), Murkute et al. (2005), Syvertsen et al. (2010), Balal et al. (2011) e Sharma et al. (2013) mas nem sempre se pode tomar por base tais trabalhos, devido à variação de clima e variedades que não são adaptadas ao Brasil. Portanto, faz-se necessário intensificar as pesquisas com a finalidade de classificar os genótipos tolerantes à salinidade nas condições edafoclimáticas das regiões brasileiras com vistas à carência sobre o assunto na literatura nacional.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o crescimento, índices fisiológicos e de produção de combinações copa/porta-enxerto de citros irrigados com águas salinas sob doses de nitrogênio.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar a tolerância das combinações copa/porta-enxertos de citros durante o período de prefloração até a primeira produção comercial;

Selecionar a combinação mais tolerante estabelecendo-se o nível máximo de salinidade da água passível de ser utilizada na irrigação das plantas como base no rendimento relativo de frutos;

Estudar as trocas gasosas das combinações copa/porta-enxertos de citros quando irrigadas com águas salinas e adubação nitrogenada;

Estudar o nitrogênio como atenuador dos efeitos depressivos da salinidade por meio das variáveis de crescimento, índices fisiológicos e de produção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Citricultura

As plantas cítricas possuem grande complexidade na classificação filogenética e taxonômica, em virtude do grande número de hibridações de origem natural ou do resultado de cultivos, sendo comercializadas, sobretudo as espécies dos gêneros *Citrus*, *Fortunela* e *Poncirus*, pertencentes à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, a qual é subdividida na tribo Citreae. A tribo Citreae apresenta a subtribo Citrinae, que possui 13 gêneros e 65 espécies (SWINGLE e REECE, 1967; NICOLSI, 2007).

Plantas do gênero *Citrus* possuem porte médio (arbóreo/arbustivo); flores brancas, aromáticas e com ovário apoiado sobre o disco floral (nectário); glândulas de óleo e manchas transparentes nas folhas. Os frutos são globosos, tipo baga, contendo vesículas preenchidas por um suco de grande interesse comercial, com epicarpo de coloração verde, amarela ou laranja dotado com glândulas de óleos essenciais (SWINGLE e REECE, 1967).

A região sudeste da Ásia foi identificada como o centro de origem dos citros que chegaram ao Brasil através dos portugueses, no início das expedições colonizadoras, porém os grandes pomares comerciais foram iniciados a partir de 1900, nos estados do Rio de Janeiro, Ceará e São Paulo; atualmente, a citricultura é praticada em todos os estados brasileiros (SWINGLE e REECE, 1967; SALIBE, 2000).

No mundo são produzidos, hoje, cerca de 69,5 milhões de toneladas de laranja, em uma área de 3.912.781 ha (FAO, 2013); deste total o Brasil contribui com cerca de 26%, o que lhe confere o título de maior produtor mundial proporcionando um movimento maior que três bilhões de dólares por ano. São cultivados cerca de 250 milhões de plantas cítricas no país em uma área de 729,583 mil ha, com manutenção de 500 mil empregos diretos. Por meio do parque citrícola nacional são produzidos 18 milhões de toneladas de laranja, 1,2 milhão de toneladas de tangerina e 1,2 milhão de toneladas de limas ácidas e de limões por ano (LARANJA, 2008; IBGE, 2013).

O Nordeste, com área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de respectivamente 131.117 ha, 1.939.256 t de frutas e 14,79 t ha⁻¹, é a região que responde por 10,77% da produção nacional de laranja doce. O Estado da Paraíba participa apenas com 0,025 % da produção nacional, com uma área colhida de 949 ha, 4.393 t de frutos colhidos e rendimento de 4,63 t ha⁻¹; todavia, esta produção é expressiva quando relacionada à tangerina, principal fruto cítrico cultivado na região (IBGE, 2013).

3.2. Qualidade da água de irrigação

Por ser um bem indispensável na manutenção da vida, a água é um recurso relativamente escasso contrariando o que a maioria pensa; Nesta perspectiva, Goellner (2004) alerta para o constante crescimento populacional que, aliado ao desperdício e uso inadequado, pode levar ao esgotamento deste recurso, como já ocorre em algumas regiões do mundo e se mantidas as formas de uso atuais, problemas como esses atingirão outras grandes áreas do planeta, gerando uma crise global.

Segundo a ONU (2013) a agricultura é o maior consumidor, com 70% da totalidade do consumo de água em nível mundial; de acordo com Who (2003), 11% da superfície da Terra, cerca de 1,5 bilhão de hectares, são utilizados pela agricultura; da área, 270 milhões de hectares (18%) são irrigados, gerando 40% do total de alimentos produzidos no mundo. No Brasil, 5,4 milhões de hectares são irrigados; dos 60 milhões utilizados na agricultura cerca de 70% da água doce são consumidos (ANA, 2013).

Embora a agricultura irrigada tenha grande papel na produção de alimentos, geração de emprego e renda, é o principal agente de degradação dos recursos hídricos sendo imprescindíveis soluções eficazes; neste sentido, English et al. (2002) comentam que uma das práticas para a mitigação desses problemas é a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes visando prontamente a máxima produção econômica e não a máxima produção fisiológica.

Ressalta-se que nas regiões áridas e semiáridas a disponibilidade hídrica se torna fator limitante para o desenvolvimento da agricultura; neste panorama a agricultura irrigada surge como alternativa para a sustentabilidade econômica da

atividade agrícola. No nordeste brasileiro são irrigados, aproximadamente, 985.208 hectares (PAULINO et al., 2011). Tal fato está relacionado ao regime pluviométrico anual irregular e escasso (400-900 mm), aliado a forte evaporação causada pelos altos níveis de radiação, acarretando deficiência hídrica no solo (AZEVEDO et al., 2005 e LARCHER, 2006).

Segundo Figueirêdo (2008), a qualidade da água refere-se às características que podem afetar as necessidades do usuário, definidas por uma ou mais propriedades físicas, químicas e/ou biológicas. Assim, uma água pode ser considerada de melhor qualidade se produzir melhores resultados.

Sob condições irrigadas, a produção das culturas depende, tanto da quantidade como da qualidade da água. No entanto, Victorino (2007) acrescenta o tempo de utilização como outra variável a ser analisada, formando um tripé “quantidade, qualidade e perpetuidade”. A preocupação com a qualidade da água de irrigação é recente, sendo nos últimos anos objeto de estudo de vários pesquisadores (VASCONCELOS et al., 2013). Fato atribuído à quantidade de fontes de águas que eram abundantes até então, tendo boa qualidade e facilidade de utilização; esta situação, porém, está mudando em muitos lugares, devido ao aumento de consumo, tendo-se que recorrer ao uso de águas de qualidade inferior, tornando-se necessária a sua avaliação (AYERS e WESTCOT, 1999).

Na elaboração de um projeto de irrigação, um dos primeiros fatores a ser considerado é a qualidade da água, sendo a salinidade um dos parâmetros mais importantes na qualificação da água (SOUSA, 2012).

Partindo-se do princípio de que todas as águas contêm sais, mesmo utilizando águas para irrigação que apresentam reduzidas concentrações, existe certo potencial de salinização em condições de falta de chuvas e/ou drenagens insuficientes. Normalmente, em regiões áridas e semiáridas, as águas superficiais e subterrâneas apresentam maior concentração salina do que em regiões úmidas e subúmidas, o que vai se somar ao problema de salinização e sodificação do solo (MEDEIROS, 1998).

Em regiões de clima semiárido, como o nordeste brasileiro, a qualidade da água de irrigação é de crucial importância, principalmente devido a sua escassez, sendo o agricultor obrigado a utilizar águas de qualidade inferior. Em algumas

regiões as águas salinas podem ser a única fonte hídrica disponível para irrigação, representando um risco a produção das culturas (ALENCAR et al., 2003).

No Brasil, a classificação mais utilizada para as águas destinadas à irrigação é a proposta pelos técnicos do Laboratório Americano de Salinidade, que, de acordo com Richards (1954) ajustado por Pizarro (1985), é fundamentada na razão de adsorção de sódio (RAS) como indicador de sodicidade e na condutividade elétrica (CE), que indica o risco de salinidade. As águas podem ser divididas em quatro classes, de acordo com a concentração total de sais solúveis (C1, C2, C3 e C4), cada qual representando condutividades elétricas de 0-0,25; 0,25-0,75; 0,75-2,25; > 2,25 dS m⁻¹, respectivamente.

3.3. Efeito da salinidade no solo e nas plantas

A salinização ocorre, notadamente, em regiões com altas taxas de evaporação e baixa precipitação pluvial, aliados ao manejo inadequado da água de irrigação, assim explica Oliveira et al. (2002) sendo o uso exaustivo das fontes hídricas o problema mais agravante na salinização dos solos pela água, que frequentemente não é considerada a sua qualidade (AYERS e WESTCOT, 1999).

De acordo com Richards (1954) a salinidade promove redução e desuniformidade do crescimento, presença de uma coloração verde-azulada nas folhas e queimaduras nas bordas das folhas nos vegetais, sendo estes efeitos de ordem osmótica e tóxica. Strogonov (1964) e Bernstein (1974) também consideram os dois efeitos citados por Richards (1954) e acrescentam um terceiro, o efeito específico de natureza nutricional, que tem influência mais marcante que o efeito osmótico.

Rhoades e Loveday (1990), Rhoades et al. (1992) e Ayers e Westcot (1999) contribuem acrescentando possíveis efeitos indiretos causados por alterações físicas e químicas no solo. De forma semelhante, Medeiros et al. (2008) citam três efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais: (a) seca fisiológica, originária da redução do potencial osmótico; (b) efeito tóxico de íons, principalmente, cloro e sódio (c) desequilíbrio nutricional, provocado pela elevada concentração iônica, especialmente de íons de sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes.

Conforme Silva Filho et al. (2000) e D'Almeida et al. (2005) as características físico-químicas do solo em estado natural e técnicas de manejo aplicadas, também estão ligadas a salinização do solo, sendo comum o surgimento da salinidade em áreas irrigadas onde o manejo não visa a conservação da capacidade produtiva dos solos, bem como onde há uso excessivo de fertilizantes.

A salinização dos solos pode, também, ser acelerada pelo uso de águas salinas na irrigação, porém, esta é uma alternativa importante para incrementar a área irrigada e a produção das culturas implantadas em regiões áridas e semiáridas (FERREIRA NETO et al., 2002). No entanto, estas águas podem representar risco para a produção agrícola, já que em certos casos, promovem alterações nas condições físico-químicas do solo (VIANA et al., 2001; AMORIM et al., 2002; ALENCAR et al., 2003).

Segundo Ayers e Westcot (1999) os danos causados pela salinidade e a sodicidade é variável entre plantas, algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis altos e outras são sensíveis em níveis relativamente baixos. Tais comportamentos dependem do tipo de sais solúveis, conteúdo de sódio trocável e presença de íons tóxicos, esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica, resultando em absorção de maior quantidade de água, mesmo em condições de salinidade. Os mesmos autores relatam ser útil esta capacidade de adaptação, permitindo a seleção de culturas mais tolerantes e capazes de produzirem rendimentos economicamente aceitáveis.

Para Strogonov (1964) Ingvalson et al. (1976) e Korkor e Hillal, (1976), fatores como natureza e quantidade de sais solúveis, espécie, cultivar e sua tolerância à salinidade, estágio de desenvolvimento da cultura, condições atmosféricas, em função de seus efeitos na taxa de evapotranspiração, dentre outros, fazem com que as plantas afetadas pela salinidade apresentem um retardamento na germinação, possuam folhas menores, podendo ser mais espessas e com coloração verde mais escura do que as folhas em plantas normais, atrofiamento dos frutos, das folhas e dos caules.

Em plantas submetidas ao estresse salino comumente ocorrem adaptações morfológicas, que é uma forma de reduzir a perda de água por transpiração; dentre essas adaptações, destacam-se a redução do tamanho e do número de folhas (MAAS e NIEMAN, 1978; SHANNON, 1979; FAGERIA, 1989).

Tayer (1987) relata que o mecanismo de inibição no desenvolvimento das plantas, resultante da salinidade, é devido ao seu efeito direto na síntese do RNA e na redução da divisão celular e/ou alongamento das células, causados pela diminuição da água disponível para a planta.

3.4. Salinidade em citros

Mesmo sendo líder mundial na produção de citros, o Brasil apresenta uma produtividade mediana ($24,24 \text{ t ha}^{-1}$), quando comparado a países como Estados Unidos ($31,75 \text{ t ha}^{-1}$), África do Sul ($35,62 \text{ t ha}^{-1}$), Gana ($37,04 \text{ t ha}^{-1}$) e Turquia ($40,09 \text{ t ha}^{-1}$) (FAO 2013). Observam-se diferenças de produtividade entre as regiões do país, por exemplo, São Paulo e Paraná possuem os maiores rendimentos com $28,43$ e $32,48 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente; já a Bahia e Sergipe, que figuram entre os cinco maiores produtores no Nordeste, possuem rendimentos de $15,92$ e $14,58 \text{ t ha}^{-1}$, apenas.

O nordeste brasileiro é a região com a menor produtividade de laranja ($14,79 \text{ t ha}^{-1}$), quando comparada com as demais: Norte ($16,04 \text{ t ha}^{-1}$), Centro-Oeste ($17,82 \text{ t ha}^{-1}$), Sul ($22,32 \text{ t ha}^{-1}$) e Sudeste ($27,91 \text{ t ha}^{-1}$) (IBGE, 2013), este fato é passível de ser atribuído ao estresse hídrico ocasionado durante boa parte do ano, em razão do longo período de estiagem; desta forma faz-se necessária a utilização da irrigação para o incremento da produtividade nessa região, podendo ser comprovado pelo incremento na produtividade de pomares irrigados que, na região nordeste, pode chegar a 100%, quando comparada à região sudeste, que é de 45% (FNP, 2006). Pode-se, ainda, notar mau manejo da irrigação aliado ao uso de águas com alta concentração de sais, ocorrendo o risco de salinização dos solos e redução na produtividade.

Segundo Ayers e Westcot (1999) os citros são sensíveis à salinidade e, conforme Singh et al. (2003) possuem salinidade limiar de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, valores acima reduzem o crescimento e provocam alterações fisiológicas (Al-YASSIN, 2004), devido à redução hídrica, fitotoxicidade iônica específica, desbalanço de íons ou pela combinação de todos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A salinidade da água tem efeito variado entre as espécies, entre genótipos de uma mesma espécie e entre suas fases fenológicas (AYERS e

WESTCOT, 1999). Dentro do gênero citros existe uma ampla variedade de espécies e genótipos com resistência ao estresse salino (STOREY e WALKER, 1999).

Para Brito (2010) a tolerância à salinidade nos citros deve ser avaliada considerando-se a combinação copa/porta-enxerto em que o mesmo evidencia a importância do porta-enxerto em detrimento da copa, quando se deseja a obtenção de materiais tolerantes à salinidade recomendando-se como porta-enxertos, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', o híbrido trifoliado – 069 e o limoeiro 'Volkameriano', para compor um sistema de produção de mudas de citros irrigados com águas de até 2,4 dS m⁻¹. Corroborando, Maas (1993) confirma o limoeiro 'Cravo' e acrescenta a tangerineira 'Cleópatra' como menos sensível aos sais.

Por outro lado, Storey e Walker (1999) consideram o *Poncirus trifoliata* e híbridos ineficientes em condição salina. Resultado semelhante foi obtido por Oliveira (2012) em experimento de tese, que considerou o genótipo de porta-enxerto TSKC (Tangerina Sunki Comum) x TRENG (*Poncirus Trifoliata* English) - 256 sensível à salinidade da água. Soares et al. (2006) afirmam em seu estudo com citros, que a irrigação com águas salinas não prejudicou o desenvolvimento do porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle', resultado divergente do observado por Storey e Walker (1999) que consideram este genótipo ineficiente sob salinidade. Brito et al. (2014) destacam que o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o híbrido trifoliado-069, possuem potencial para o crescimento sob condições de salinidade por terem apresentado as menores reduções nas variáveis de crescimento analisadas aos 150 dias após a semeadura, afirmando que é possível obter mudas aceitáveis desses porta-enxertos, irrigando com águas de 1,96 dS m⁻¹ e 3,06 dS m⁻¹, respectivamente. Semelhantemente, Pátria (2013) avaliou em seu trabalho de dissertação, o crescimento inicial de citros *in vitro* até os 150 dias, mas classificou o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o híbrido trifoliado-069, como genótipos moderadamente sensíveis, com base no rendimento relativo no nível de 6,0 dS m⁻¹; dentre os outros genótipos o *Poncirus trifoliata*, foi considerado tolerante à salinidade. Tais divergências podem ser devidas a condições adversas experimentais e genéticas, gerando contradição na classificação dos porta-enxertos tolerantes à salinidade (MAAS, 1993).

3.4.1. Aspectos fisiológicos em citros

O estresse salino ocasiona distúrbios fisiológicos em virtude das mudanças induzidas pela salinidade nas relações hídricas entre solo, planta e atmosfera, especificamente nos processos dependentes da turgescência, como a fotossíntese, afetando plantas susceptíveis que possuem um ajustamento osmótico ineficiente (MURKUTE et al., 2005). Em genótipos de citros a capacidade é diferenciada na manutenção da turgescência quando submetidas a estresse salino (WALKER et al., 1983). Em seu estudo, Hepaksoy et al. (2002) comentam que a condutância estomática varia entre os porta-enxertos de citros quando irrigados com água salina, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos por Banuls e Primo-Millo (1995), ao avaliarem o potencial hídrico da folha, a condutância estomática e a fotossíntese.

Segundo Al-Yassin (2004) em condições de salinidade ocorre queda na taxa de assimilação líquida de CO₂, na condutância estomática e no potencial hídrico das folhas de citros, além do excessivo acúmulo de Na⁺. Alguns pesquisadores (SYVERTSEN e LLOYD 1994; STOREY e WALKER, 1999) relatam redução na taxa de assimilação de CO₂ (A) em folhas de plantas cítricas em resposta à elevada concentração de Cl⁻. Divergindo desses resultados Syvertsen et al. (1988) não encontraram efeito algum da salinidade sobre as trocas gasosas de folhas de laranjeira 'Valência', apesar dos altos teores foliares de Cl⁻.

Lloyd e Howie (1989) atribuíram a queda nas trocas gasosas dos citros ao efeito tóxico do Na⁺, ao invés do Cl⁻. Segundo Banuls e Primo-Millo (1995) as reduções na taxa de assimilação de CO₂ podem ser atribuídas à alta concentração de Na⁺, contribuído pelo baixo teor foliar de Ca²⁺ e K⁺, sendo que a sensibilidade ao estresse salino é dependente mais da combinação copa/porta-enxerto que das concentrações relativas de Na⁺ ou de Cl⁻ (Brito, 2010). Com o mesmo entendimento Garcia et al. (2002) afirmam que reduções nos parâmetros de trocas gasosas a níveis crescentes de salinidade, são variadas entre os diferentes tipos de porta-enxertos.

Murkute et al. (2005) afirmam que os indicadores bioquímicos, como prolina e pigmentos vegetais, apresentaram resposta variada à salinidade. Nolte et al. (1997) estudando 55 espécies cultivadas e silvestres de *Aurantioideae*,

realizaram análises para prolina e betaína e concluíram que algumas espécies acumulam só prolina e outras prolina e betaína sob estresse salino. Balal et al. (2011) estudando a influência da salinidade nos aspectos bioquímicos de porta-enxertos de citros, concluíram que o limoeiro 'Cravo' foi o que manteve maiores níveis de prolina, em comparação aos outros. Abraham et al. (2003) indicam que maiores teores de prolina proporcionam manutenção da turgescência sem afetar a solubilidade de várias outras proteínas.

O conteúdo de pigmentos vegetais é reduzido em resposta ao estresse salino em vários porta-enxertos de citros (MOBAYEN e MILTHORPE, 1980; SYVERTSEN et al., 1988). Zekri (1991) relata que a perda de clorofila se deve à acumulação de Cl^- nas folhas. Para Murkute et al. (2005), a redução na capacidade fotossintética sob salinidade é devida ao fechamento dos estômatos, suprimindo assim, a atividade de enzimas específicas responsáveis pela síntese de pigmentos fotossintéticos. Conforme El-Desouky e Atawia (1998) a redução no teor de clorofila ocorre principalmente em razão da destruição da biossíntese de clorofila e da redução de magnésio, ferro e manganês.

3.5. Nitrogênio

O nitrogênio é citado, frequentemente na literatura, como o nutriente mais exigido pelas plantas (HUETT e DETTMANN 1991; AQUINO et al., 1993; PAGANINI, 1997. Segundo Carmello (1999) o nitrogênio é um macronutriente que está relacionado aos mais importantes processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem na planta, tais como: respiração, fotossíntese, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular. O uso de adubos nitrogenados constitui um fator importante na determinação do rendimento das culturas, sendo sua eficiência determinada pela dose e época de aplicação (CARVALHO e PISSAIA, 2002).

Em caso de deficiência de nitrogênio, ocorre uma diminuição da clorofila e uma conseqüente clorose (amarelecimento) das folhas. A clorose se inicia nas folhas mais velhas e, posteriormente, nas mais jovens em função da severidade da deficiência. Plantas deficientes normalmente tendem a ter um crescimento mais lento, menor produção de perfilhos e folhas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

França (2007) afirma que uma planta submetida à deficiência mais severa de nitrogênio, terá reduzido o número de folíolos, queda dos botões florais, as nervuras principais apresentarão cor púrpura e as folhas um verde-pálido. Blanco e Folegatti, (2008) verificaram que doses elevadas de nitrogênio potencializam os efeitos da salinidade no solo, reduzindo a tolerância da cultura, desta maneira, deve-se conhecer um ponto ideal de uso de adubação nitrogenada, frente ao uso de irrigação com água salina.

Segundo Debouba et al. (2006) a assimilação de nitrogênio necessária à síntese proteica é reduzida pela concentração de sais no solo, o que ocorre devido a inibição na absorção do NO_3^- . A condutividade elétrica do solo pode ser elevada pela fonte de nitrogênio aplicado, pois a maioria das fontes disponíveis no mercado são sais, devendo-se ter atenção especial ao índice salino, sobretudo, quando a utilização de água salina é inevitável (SANGOI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010).

Del Amor et al. (2000) comentam que uma maior concentração de nitrato na solução do solo, próxima a zona radicular, pode inibir a absorção de cloreto pela planta, já que existem evidências de competição entre esses dois nutrientes. Nobre et al. (2010) e Soares et al. (2012) não encontram efeito da interação, salinidade da água e doses de nitrogênio, para as culturas do girassol e da mamoneira, respectivamente. Diferente dos resultados obtidos por Fernandes et al. (2010), que obtiveram significância para essa interação, para as variáveis fotossíntese (A), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) corroborando com os resultados de Sousa et al. (2013), que estudaram a formação de mudas de pinhão manso sob irrigação com água salina e adubação nitrogenada, onde os mesmos concluíram que ocorreu mitigação dos efeitos deletérios da salinidade com a utilização de adubação nitrogenada, pois, mesmo com a elevação da salinidade da água de irrigação, promovendo a redução na transpiração, condutância estomática, taxa de assimilação de CO_2 e eficiência no uso da água, seus efeitos foram reduzidos com o incremento nos níveis de nitrogênio aplicados.

Nos citros o nitrogênio é o nutriente mais exigido pela planta, quando fornecido em quantidades adequadas favorece o crescimento, floração, produção e a qualidade pós-colheita. Em excesso pode predispor a planta a diversas doenças, ataque de insetos-praga, devido à elevação da suculência dos tecidos; aumento

exagerado do tamanho das folhas; reduz o tamanho e a qualidade dos frutos, exibindo coloração esverdeada, produzindo efeito visual não desejado.

A deficiência de nitrogênio provoca clorose nas folhas, inicialmente observado nas folhas maduras; verificando-se redução no tamanho das folhas e no número de novas brotações; com queda na produção de frutos, reduzindo o valor comercial, devido ao menor conteúdo de suco. (FAGOTTI 1998; MAGALHÃES 2006).

Conforme Mattos Jr et al. (2003) plantas de citros possuem a capacidade de armazenar nitrogênio na sua biomassa, podendo ser redistribuído, para órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos, não reduzindo sua produção de imediato, contudo a reposição deve existir para que não ocorra restrições devido a deficiência do nutriente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento

Foram conduzidos concomitantes dois experimentos em ambiente protegido (telado, sem cobertura) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, vinculada ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são: 7°15'18" de latitude S, 35°52'28" de longitude O e altitude de 550 m e o clima, segundo a classificação climática de Köeppen, é do tipo As (Figura 1).

A estação chuvosa da região se inicia no mês de fevereiro ou março prolongando-se até julho ou agosto, sendo os meses de junho e julho os mais chuvosos, com média de precipitação anual em torno de 700 mm; já a estação de estiagem se inicia em setembro estendendo-se até fevereiro (BRASIL, 1972).



Figura 1. Vista geral do experimento. Campina Grande, 2014.

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

Experimento I

Em um delineamento experimental de blocos casualizados, foram estudados, usando-se um esquema fatorial (5 x 3), cinco níveis de salinidade da água, sendo S1: água com condutividade elétrica (CEa) de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ (testemunha); S2 - CEa de

1,2 dS m⁻¹; S3 - CEa de 1,8 dS m⁻¹; S4 - CEa de 2,4 dS m⁻¹ e S5 - CEa 3,0 dS m⁻¹, aplicados a três combinações de copa/porta-enxerto (Tabela 1).

Tabela 1. Combinações de copa/porta-enxerto estudadas. Campina Grande - PB, 2014.

Copa	Porta-enxerto
	PE1 - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (<i>Citrus sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (<i>Poncirus Trifoliata</i> ‘English’) – 256
Laranjeira “Mimo do Céu”	PE2 - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’ (<i>Citrus limonia</i> Osbeck))
	PE3 - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (<i>Citrus sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x <i>Poncirus Trifoliata</i>) – 059.

Experimento II

Outra parte do estudo foi a maior aplicação de nitrogênio como atenuador dos efeitos da salinidade. Para tanto, aproveitou-se as plantas do tratamento de CEa de 3,0 dS m⁻¹ do experimento I que foram adubadas com 100% da recomendação nitrogenada, sendo que foi replicado esse mesmo tratamento, mas aplicando-se maior dose de nitrogênio, representando 200% da recomendação, tomando-se por base as informações contidas em Novais et al. (1991) (100 mg kg⁻¹) para ensaios em ambientes controlados. Formou-se assim, um fatorial (3 x 2), sendo três combinações de copa/porta-enxerto x duas doses de nitrogênio. A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia (45% de N), por ser a principal fonte de ‘N’ utilizada no Brasil apresentando, como vantagens, a alta concentração de N e o menor preço de ‘N’ por unidade (CANTARELLA, 2007).

4.3. Condução do experimento

Os estudos foram realizados em plantas de dois anos de transplante abrangendo o período entre a prefloração e o início da primeira produção comercial, compreendido entre 30 de julho a 30 de dezembro de 2013.

Durante a realização dos estudos foram registrados os dados climáticos (temperatura média e precipitações pluviométricas) obtidos em estação meteorológica situada próximo à área experimental, os quais estão apresentados na Figura 2.

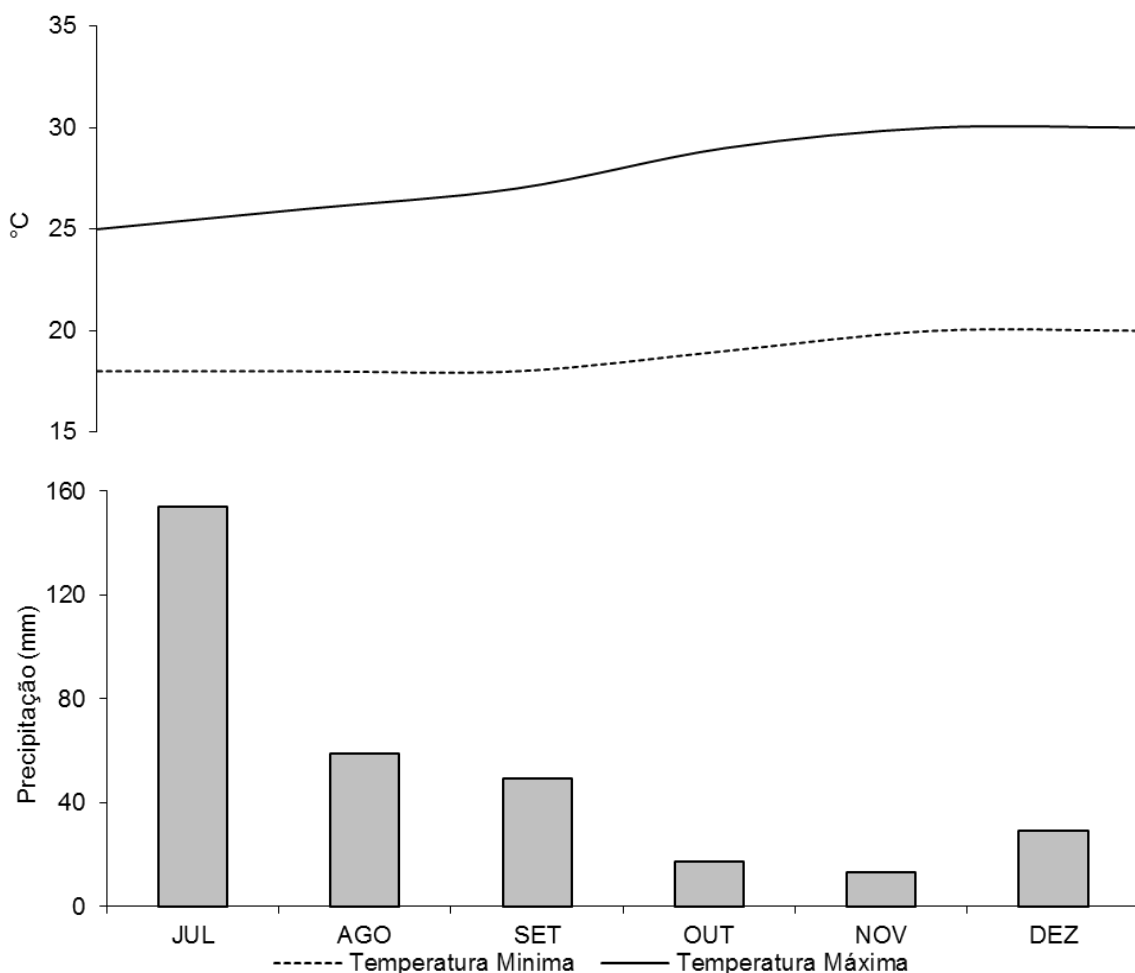


Figura 2. Dados médios mensais de temperatura do ar (°C) e de precipitação pluvial mensal (mm) de Campina Grande, PB, durante o período de julho a dezembro de 2013.

Para ambos os experimentos utilizaram-se lisímetros de drenagem com dimensões de 0,70 m de altura e 0,57 m de diâmetro, com capacidade volumétrica de 150 L, os quais foram distribuídos em fileiras simples, espaçadas 1,5 m e 1 m

entre plantas dentro da fileira; no preenchimento dos lisímetros usou-se uma camada de 0,1 m de brita nº 0, seguida de uma camada de areia de 0,1 m, com o objetivo de facilitar a drenagem da água excedente da irrigação e, logo acima, foi adicionada uma camada de 0,4 m de material de solo correspondendo a uma massa de 200 kg de um solo e 38 kg de mistura de solo e 4,76 kg de húmus (2% do peso total de solo); Deixou-se 0,1 m livre na superfície do vaso para facilitar a irrigação.

O solo utilizado foi classificado como neossolo regolítico eutrófico franco-arenoso (SANTOS et al., 2013) não salino e não sódico e retirado de uma camada de 0 – 30 cm, proveniente do distrito de São José da Mata, Campina Grande, PB, cujas características físico-hídricas e químicas são encontradas na Tabela 2, determinadas conforme metodologias recomendadas pela EMBRAPA (2011).

Tabela 02. Propriedades físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB, 2014.

Características Físicas	
Granulometria	Valor
Areia (g kg ⁻¹)	734
Silte (g kg ⁻¹)	168
Matéria orgânica (%)	0,33
Argila (g kg ⁻¹)	98
Classificação Textural	Franco arenoso
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,42
Densidade das partículas (g cm ⁻³)	2,81
Porosidade (%)	49,47
Capacidade Campo (CC)	14,38
Ponto de Murcha (PM)	2,5
Água disponível (AD)	11,88
Características Químicas	
Complexo Sortivo	Valor
Cálcio (cmol _c kg ⁻¹)	1,88
Magnésio (cmol _c kg ⁻¹)	3,13
Sódio (cmol _c kg ⁻¹)	1,64
Potássio (cmol _c kg ⁻¹)	0,06
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	6,71
PST (%)	24,41
pH em água (1:2,5)	5,0
CE em suspensão Solo-Água (1:2,5) (dS m ⁻¹)	0,13
Extrato de Saturação	
pHes	4,72
CEes (dS m ⁻¹)	0,66
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	1,62
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	3,13
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	1,82
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,74
Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	2,0
Carbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,0
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	1,40
Percentagem de saturação (%)	19,67
Relação de adsorção de Sódio (RAS) (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,18

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG).

Os lisímetros foram perfurados na base, com dois orifícios em posições opostas e com diâmetro de 0,50 polegadas para instalação de conexões do sistema de drenagem, que foi ligado a um recipiente externo com capacidade de 2,0 L, o que permitiu a coleta da água lixiviada e a realização do controle do consumo de água pela planta.

Após o preenchimento com solo adicionaram-se as adubações de fundação com fósforo e nitrogênio e de cobertura com nitrogênio e potássio atendendo às exigências nutricionais para o plantio e o primeiro ano de cultivo de citros, conforme recomendação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, contida na Tabela 3, apresentada por Magalhães (2006).

Tabela 3. Recomendação de adubação mineral para a cultura dos citros sob irrigação no plantio (fundação) e no 1º ano (cobertura) conforme Magalhães (2006)

Adubação	Ureia	Superfósforo simples	Sulfato de potássio
	N (mg kg⁻¹ de solo)	P₂O₅ (mg kg⁻¹ de solo)	K₂O (mg kg⁻¹ de solo)
Fundação	450	180	-
Cobertura 0-1 ano	144	-	144

Durante o período de condução do experimento as adubações de N, P e K foram baseadas nas recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em ambientes controlados enquanto as aplicações foram realizadas mensalmente, conforme a Tabela 4. Para o suprimento de micronutrientes foram realizadas duas aplicações foliares, com o fertilizante comercial Albatroz de composição: N - 7%; P₂O₅ - 17%; K₂O - 35%; MgO - 3%; Ca - 0,10%; B - 0,02%; Cu - 0,02%; na dose de 1 g L⁻¹.

As plantas que compreendiam o experimento II recebiam a fertilização de nitrogênio adicional sempre 15 dias após a adubação de cultivo, que abrangia ambos os experimentos.

Tabela 4. Adubação durante o período de estudo. Campina Grande. 2014

	Nitrogênio (N)		Fosforo (P)		Potássio (K)	
Recomendação (g kg⁻¹ de solo)	0,1		0,3		0,15	
	Ureia		MAP		K₂SO₄	
Adubação (g por lisímetro)	21,5		121,1		72,2	
Quantidade por aplicação (g)	1,8		10,1		6,1	
Data de aplicação (dia/mês/2014)	10/07	09/08	08/09	08/10	07/11	06/12

As irrigações foram efetuadas de acordo com a necessidade hídrica das plantas, com turno de rega variando entre dois e três dias, com base no consumo de água das plantas determinada pelo balanço hídrico, sendo acrescida uma fração de lixiviação (FL) de 20%, como indica a Expressão 1:

$$VI = (VA - VD)/(1 - FL)$$

Exp: 1

Sendo:

VI → Volume de água a ser aplicado na irrigação (mL).

VA → Volume de água aplicado da irrigação anterior (mL).

VD → Volume de água drenado da irrigação anterior (mL).

FL → Fração de lixiviação (0,2)

4.4. Preparação das águas de irrigação

As águas de irrigação foram preparadas a partir do sal comercial NaCl (sem iodo). Para tanto no preparo da água de irrigação com vários níveis de salinidade, foi considerado a relação entre CEa e a concentração de sais ($Q_{NaCl} = 640 (CEa \text{ desejada} - CEa \text{ inicial})$), em que Q_{NaCl} é a quantidade de cloreto de sódio a ser adicionado e CEa é a condutividade elétrica da água, em $dS \text{ m}^{-1}$ extraída de Richards (1954) cuja base é a água de abastecimento existente no local; após a preparação as águas eram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais passíveis de comprometer sua qualidade.

Para o preparo das águas com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento adicionando-se águas, até ser atingido

o nível desejado de CEa, conferindo-se os valores com um condutímetro de bancada que teve a condutividade ajustada na temperatura de 25°C. Considerando que a água de abastecimento utilizada no preparo das águas de irrigação possuía uma condutividade elétrica de 1,1 dS m⁻¹, fez-se necessária a realização de mistura com água de menor condutividade elétrica, obtida por captação de água de chuva em reservatório próximo ao local do experimento.

4.5. Proteção das plantas

Manteve-se a cultura livre de plantas infestantes por meio da realização de capina manual, sempre que necessário.

Ocorreu pequena infestação de pulgão (*Aphis gossypii*) em algumas plantas sendo o controle efetuado através da aplicação de Imidacloprido (PROVADO 200 SC) com pulverizador costal manual.

Ademais, se adotou todos os demais cuidados quanto ao controle de plantas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças.

4.6. Variáveis analisadas

4.6.1. Crescimento

Ao final do período de estudo foram determinados: em ambos os experimentos o diâmetro da secção do caule no ponto de enxertia, o diâmetro do caule do porta-enxerto, medido 10 cm abaixo do ponto de enxertia e o diâmetro de caule da copa, medido 10 cm acima do ponto de enxertia, todos usando-se de paquímetro digital com leituras expressas em milímetros, em que os pontos medidos podem ser visualizados na Figura 3.



Figura 3. Determinação dos diâmetros de caule. Campina Grande, PB, 2014.

4.6.2. Índices fisiológicos

4.6.2.1. Teor relativo de água

O 'Status' hídrico da planta foi avaliado por meio do teor relativo de água (TRA); para isto, foram coletadas duas folhas referentes a cada tratamento e imediatamente pesadas em balança com precisão de 0,001g (P1) e depois colocadas para hidratar durante 24 h, em sacos plásticos contendo 200 ml de água destilada; foram, então, pesadas (P2) novamente e postas em estufa de ventilação de ar a 65 °C por 48h, para obtenção do peso da matéria seca (P3). O TRA foi calculado usando-se da equação contida em Cairo (1995): $[TRA = ((P1 - P3)/(P2 - P3)) \times 100]$; enfim, as coletas foram realizadas por volta das 6h da manhã, de modo a reduzir o efeito da radiação e da temperatura (Figura 4A).

4.6.2.2. Extravasamento de eletrólitos

Estudou-se a integridade da membrana celular pelo extravasamento de eletrólitos, quando foram retirados, por unidade experimental, dez discos foliares de área 2,8 cm² cada um, com auxílio de um perfurador de ferro, os quais foram lavados e acondicionados em erlenmeyers contendo 50 mL de água destilada. Os erlenmeyers foram fechados com papel alumínio e mantidos em temperatura de 25 °C por 90 minutos. Após este período, a condutividade inicial no meio foi medida (Xi) usando-se um condutivímetro de bancada (mCA150, MS Techonopon®). Em seguida, os erlenmeyers foram submetidos à temperatura de 90 °C, durante 90 minutos, em estufa de secagem (SL100/336, SOLAB®) e a condutividade elétrica medida novamente (Xf). O extravasamento de eletrólitos foi expresso como a porcentagem de condutividade em relação à condutividade elétrica total após o tratamento por 90 minutos a 90°C: $[(X_i/X_f) \times 100]$ (SCOTTI CAMPOS e THU PHAM THI, 1997) (Figura 4B).



Figura 4. Determinação do teor relativo de água (A) e extravasamento de eletrólitos (B) nas folhas de citros. Campina Grande, PB, 2014.

4.6.2.3. Teores de pigmentos fotossintéticos

A estimativa da clorofila seguiu o método de Arnon (1949) e Lichtenthäler (1987). A extração da clorofila foi realizada em recipientes contendo 6 mL de acetona 80% e um disco foliar com peso conhecido de área de 2,8 cm², os quais foram mantidos no escuro e em refrigerador durante 48 horas, devido à grande

oxidação que as folhas de citros sofrem. Os discos foliares foram coletados às 6h da manhã, a quantificação dos teores de clorofila *a* e *b* e de carotenoides foram procedidos por espectrofotometria de emissão a 470 nm, 645 nm e 663 nm, respectivamente, através das equações a seguir, conforme metodologia de Lichtenthäler (1987) em que A é a absorbância no comprimento de onda utilizado e os valores foram expressos em g m⁻²; ressalta-se que a determinação da clorofila total foi realizada pelo somatório das clorofilas *a* e *b* (Figura 5).

$$\text{Clorofila } a = (12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645})$$

$$\text{Clorofila } b = (22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663})$$

$$\text{Clorofila total} = \text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b$$

$$\text{Carotenoides totais} = (1000 \times A_{470} - 1,82 \text{ Chl } a - 85,02 \text{ Chl } b) / 198$$

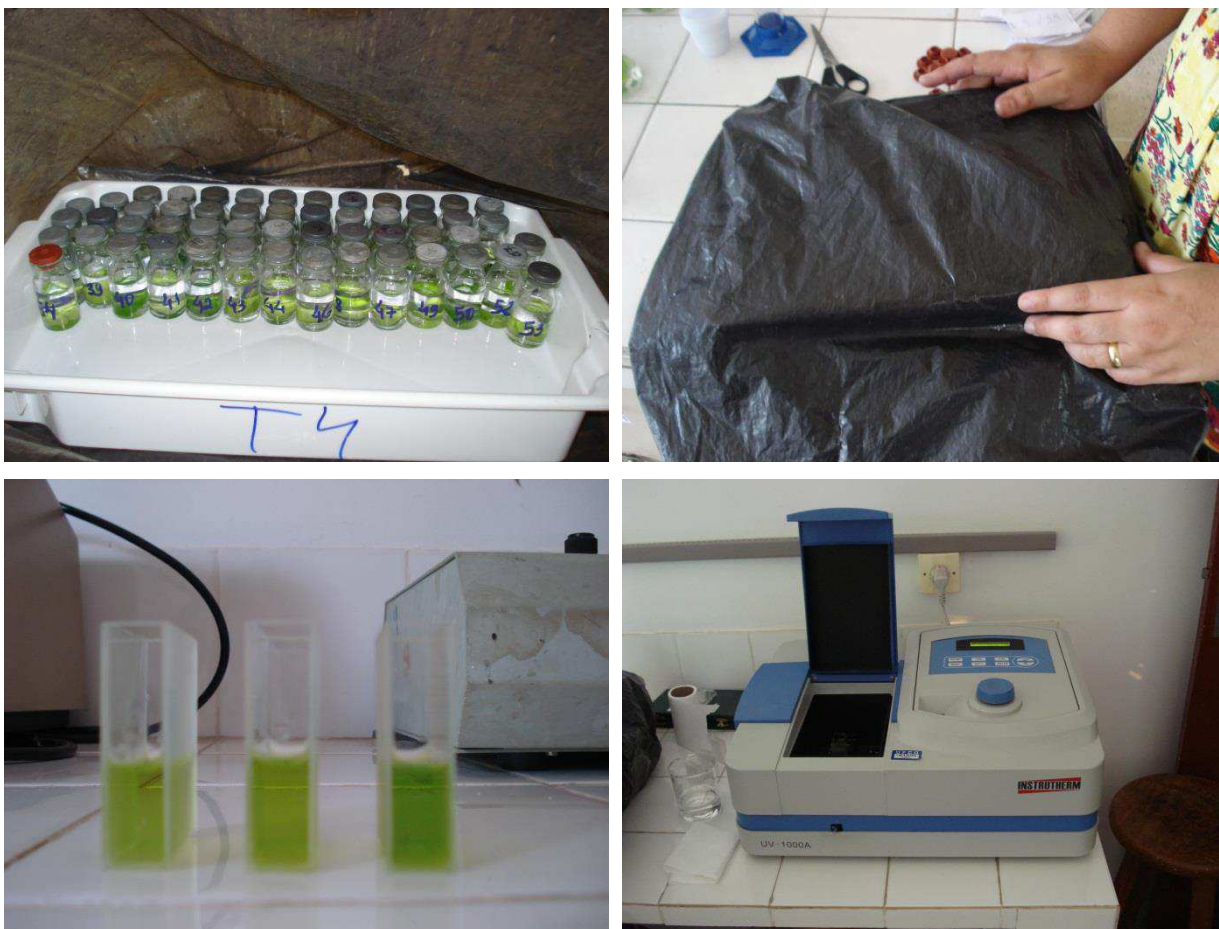


Figura 5. Determinação de pigmentos. Campina Grande, PB, 2014.

4.6.2.4. Trocas gasosas

Foram determinadas as seguintes trocas gasosas: Concentração interna de CO_2 (C_i), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na terceira folha, contada a partir do ápice, utilizando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda. De posse desses dados foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A/C_i) (KONRAD et al., 2005; RIBEIRO, 2006, BRITO et al., 2012) (Figura 6A).

4.6.2.5. Fluorescência da clorofila *a*

As medições da emissão da fluorescência da clorofila *a* foram efetuadas por meio de um fluorômetro PEA (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Norfolk, UK). Inicialmente, as folhas a serem avaliadas foram adaptadas ao escuro, por 30 minutos, com o auxílio de pinças apropriadas ao sensor do equipamento para que os centros de reação do fotossistema (PSII) se mantivessem no estado aberto (KONRAD et al., 2005) determinando-se os seguintes parâmetros: fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica do PSII (F_v/F_m) (Figura 6B).



Figura 6. Determinação de trocas gasosas (A) e da fluorescência da clorofila *a* (B). Campina Grande, PB, 2014.

4.6.3. Produção

A produção foi estudada através da biometria dos frutos através dos diâmetros transversal e longitudinal, mensurados com o auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,1 mm, tomando-se as medidas para diâmetro transversal na região de inserção do pedúnculo até a parte oposta a este e o diâmetro longitudinal perpendicular ao primeiro, conforme apresentado na Figura 7. Também foi quantificado o número total de frutos por tratamento, o peso médio do fruto por tratamento e a produção total de cada tratamento, obtida pelo somatório do peso total dos frutos.

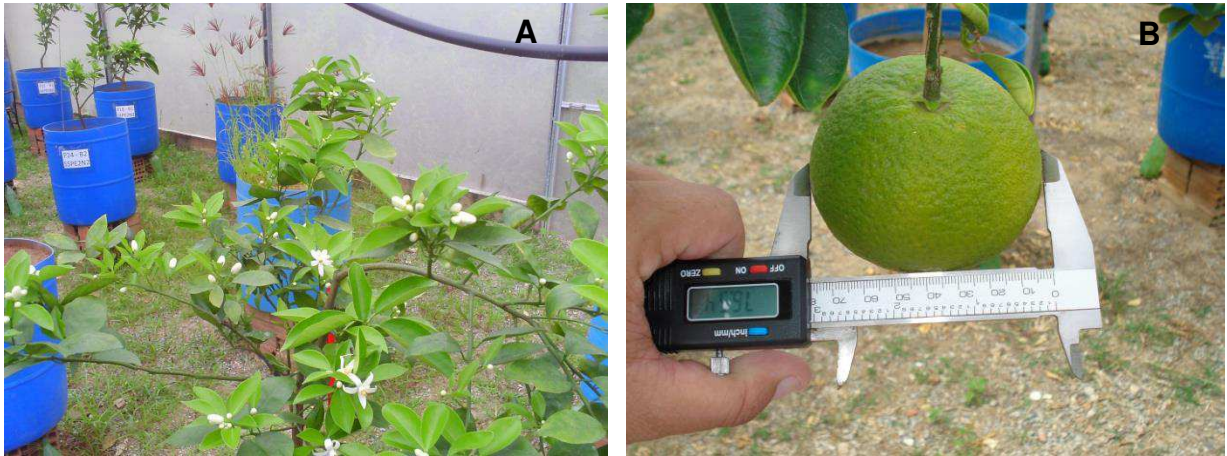


Figura 7. Floração em planta de citros sob salinidade de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (A) e determinação do diâmetro transversal do fruto (B). Campina Grande, PB, 2014.

4.7. Análise estatística

Os resultados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' até o nível de 0,05 de probabilidade; nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para o fator 'salinidade da água de irrigação' e o teste de comparação de médias (Tukey a nível 0,05 de probabilidade) para o fator porta-enxerto e doses de nitrogênio utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I: Salinidade nas combinações de copa/porta-enxertos

5.1. Crescimento

Na Tabela 5, referente ao resumo da análise de variância para o diâmetro de caule do porta-enxerto (DPOR), diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DPE) e diâmetro de caule da copa (DC) em função dos níveis de salinidade da água e as três combinações copa/porta-enxerto analisados, verifica-se que não houve efeito da interação apenas no diâmetro do caule da copa sendo que, para esta variável, contudo, houve efeito isolado das fontes de variação.

Para Taiz e Zeiger (2013) plantas sob estresse salino podem apresentar, como mecanismo de tolerância, o ajustamento osmótico possibilitando redução no potencial hídrico e absorção de água e nutrientes, mas como contraponto, a falta de água reduz a pressão de turgor e, conseqüentemente, o fluxo de seiva pelos vasos condutores, fato que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Segundo Almeida et al. (2011) a habilidade para minimizar os efeitos negativos da salinidade depende do genótipo utilizado, como evidenciando por Brito (2010), estudando o crescimento de diferentes genótipos de porta-enxertos de citros sob salinidade; deste modo, essas informações corroboram com este trabalho já que houve efeito da salinidade e diferenças entre as combinações copa/porta-enxerto.

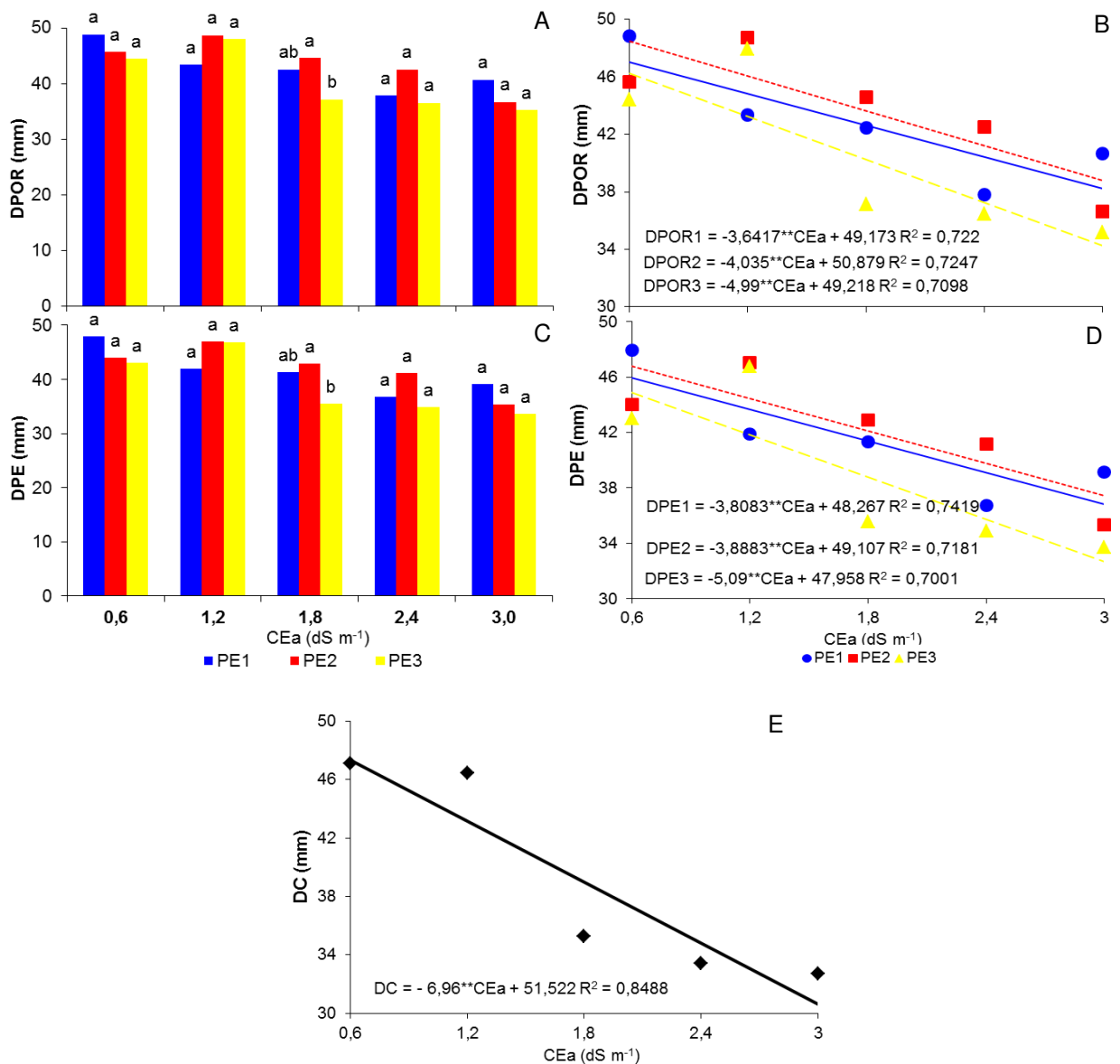
Tabela 5. Resumo da análise de variância para o diâmetro de caule do porta-enxerto (DPOR) (mm), diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DPE) (mm) e diâmetro de caule da copa (DC) (mm) em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DPOR	DPE	DC
Salinidade (Sal)	4	157,876**	159,887**	457,373**
Reg. Linear		581,9**	592,396**	1551,234**
Reg. Quadrática		0,004 ^{ns}	0,039 ^{ns}	70,96 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	2	45,245*	45,776*	85,213 ^{ns}
Sal x PE	8	23,558*	24,847*	12,418 ^{ns}
Bloco	2	3,259	3,566	72,302
Resíduo	28	10,215	10,803	25,144
CV		7,58	8,06	12,87
Médias				
Salinidade (Sal)				(mm)
CEa 0,6 dS m ⁻¹				46,72
CEa 1,2 dS m ⁻¹				46,45
CEa 1,8 dS m ⁻¹				35,27
CEa 2,4 dS m ⁻¹				33,41
CEa 3,0 dS m ⁻¹				32,74
Porta-enxerto (PE)				
PE1				37,713 a
PE2				41,72 a
PE3				37,48 a

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade. **PE1** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256; **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) (*Citrus limonea* Osback); **PE3** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limoeiro Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente o crescimento em diâmetro do caule, em todos os pontos medidos (Figuras 8) das plantas de citros, mais expressivamente no PE3 (TSKC x [LCR x TR] – 059) ocorrendo reduções lineares por aumento unitário da CEa, na ordem de 7,41%; 7,93% e 10,14% no diâmetro caulinar dos porta-enxertos 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 8B). De forma semelhante, a salinidade da água de irrigação promoveu decréscimos nos diâmetros de caule medido no ponto de enxertia dos porta-enxertos (Figura 8D), havendo reduções lineares de 7,89% (PE1); 7,92% (PE2) e 10,61%(PE3) com a elevação unitária da CEa, destacando-se a maior tolerância à salinidade das plantas enxertadas no TSKC x TRENG – 256, devido às menores reduções nos diâmetros corroborando com os resultados obtidos por Silva et al. (2012) que concluem afirmando ser esta combinação a mais indicada para plantas de citros irrigadas com água de CEa de 1,2 dS m⁻¹.

Segundo Qadir et al. (2005) o estresse salino reduz o diâmetro caulinar das plantas de citros em virtude da diminuição na absorção de água, afetando a nutrição mineral das plantas. Brito et al. (2008) estudando porta-enxertos de Citrange e Rebequi et al. (2009) avaliando o limoeiro Cravo, também obtiveram reduções no diâmetro do caule com o aumento da concentração de sais na água de irrigação.



PE1 - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) x TRENG (*Poncirus trifoliata* 'English') – 256; **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo 'Comum') (*Citrus limonea* Osback); **PE3** - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limoeiro Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 8. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água relativo às variáveis diâmetros de caule do porta-enxerto (A) e do ponto de enxertia (C) e análise de regressão para os diâmetros do caule do porta-enxerto (B), do ponto de enxertia (D) e da copa (E) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipo de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

5.2. Índices fisiológicos

5.2.1. Teor relativo de água, extravasamento de eletrólitos e teores de pigmentos fotossintéticos.

Verificou-se interação significativa em nível de 0,05 de probabilidade entre a salinidade da água de irrigação (CEa dS m⁻¹) e os diferentes porta-enxertos nas variáveis teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (ExTrav) e, de forma isolada, a 0,01, para salinidade nos teores de clorofila *a*, *b*, Total e carotenoides (Tabela 6).

A salinidade afeta as plantas cítricas das seguintes maneiras: pelo estresse osmótico, pelo estresse de íons tóxicos, pelo desbalanço nutricional ocasionado pela elevada concentração de íons de sódio e cloreto e ainda pelo efeito combinado desses fatores (HUSSAIN et al., 2012).

Sais dissolvidos na solução do solo exercem efeito osmótico que reduz a disponibilidade de água livre necessitando a planta de maior dispêndio de energia para extrair água do solo e, assim, tentar manter sua turgescência, implicando em redução no seu crescimento, como pode ser visto nos diâmetros do caule; tal fato ainda pode ser estudado pelo teor relativo de água nas folhas. Em adição ao estresse osmótico parte da sensibilidade ao sal dos citros pode estar relacionada com os efeitos tóxicos de íons, como o cloreto e o sódio acumulados nas folhas (GONZALEZ, 2012), caracterizando o estresse tóxico que, segundo Mansour (1998) é na membrana plasmática que os sais provocam maior injúria, ocasionando menor estabilidade sendo o extravasamento de eletrólitos uma variável importante no estudo dos danos causados às membranas celulares das plantas, podendo ser correlacionado com o estudo de teores de clorofila em citros, como afirmam Hussain et al. (2012) já que a acumulação de íons tóxicos pode inibir a produção de pigmentos fotossintéticos.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para o teor relativo de água (TRA) (%), extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (%), teores de clorofila *a* (CLa) (g m⁻²), *b* (CLb) (g m⁻²), total (CLTOT) (g m⁻²) e carotenoides (CAT) (g m⁻²), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		TRA	ExTrav	CLa	CLb	CLTOT	CAT ¹
Salinidade (Sal)	4	392,33**	61,413**	0,158**	0,396**	1,014**	0,562*
Reg. Linear		1563,14**	236,296**	0,479**	1,518**	3,705**	2,201**
Reg. Quadrática		1,941 ^{ns}	0,001 ^{ns}	00,01 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	2	27,437**	11,352**	0,046 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,192 ^{ns}	0,303 ^{ns}
Sal x PE	8	8,895*	3,865*	0,016 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,049 ^{ns}	0,143 ^{ns}
Bloco	2	5,85	0,013	0,018	0,003	0,028	0,065
Resíduo	28	3,189	1,527	0,021	0,037	0,092	0,145
CV		2,19	10,08	18,35	17,44	15,88	15,69

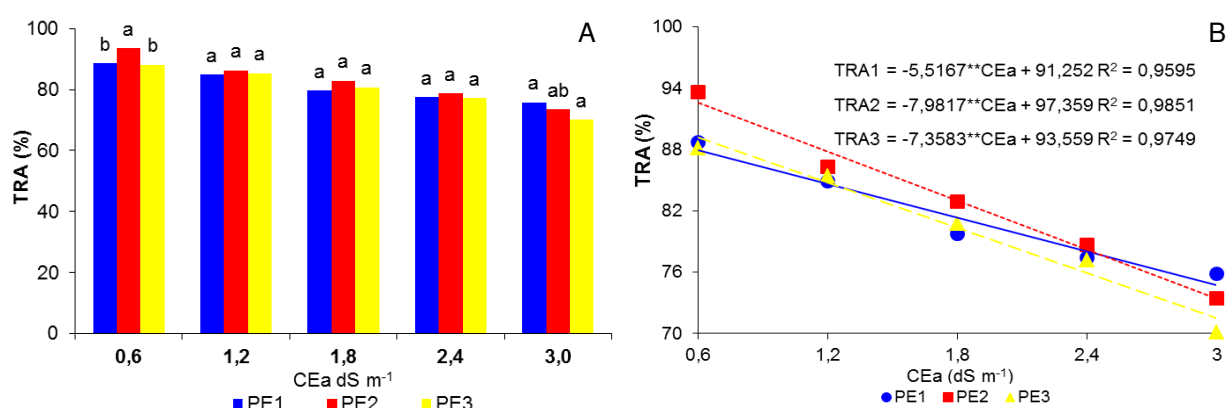
Salinidade (Sal)	Médias				
	g m ⁻²				
CEa 0,6 dS m ⁻¹	Ver desdobramento Figura 9	1	1,38	2,38	1,62
CEa 1,2 dS m ⁻¹		0,802	1,197	1,999	1,428
CEa 1,8 dS m ⁻¹		0,761	1,152	1,914	1,307
CEa 2,4 dS m ⁻¹		0,807	1,026	1,833	1,198
CEa 3,0 dS m ⁻¹		0,63	0,815	1,445	0,952
Porta-enxerto (PE)					
PE1		0,813a	1,16a	1,973a	1,457a
PE2		0,848a	1,138a	1,986a	1,266a
PE3		0,739a	1,044a	1,784a	1,179a

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade. **PE1** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256 **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) **PE3** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059. ¹Análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{x} .

Na Figura 9A se encontra o teste de média (Tukey) entre porta-enxertos para o teor relativo de água estudado em cada nível de salinidade e na Figura 9B as equações de regressão para cada porta-enxerto, em função da salinidade da água, podendo-se observar que o TRA das folhas decresceu com o aumento da CEa de irrigação, em todos os genótipos usados como porta-enxertos; avaliando-se pelo teste de média do primeiro ao último nível de salinidade, constata-se maior média no PE2, contudo, ao analisar as equações de regressão, pode-se notar que este PE sofreu as maiores reduções com o aumento unitário na CEa (8,2%), quando comparado aos demais (6,35% no PE1 e 7,86% no PE3) demonstrando, assim, a sensibilidade desse PE ao estresse salino.

Tais resultados corroboram com o entendimento de Maas (1986), ao reportar que genótipos de uma mesma espécie podem possuir limites diferenciados de tolerância a salinidade. Larcher (2006) ressalta que, pelo TRA, é possível obter informação relativas às condições hídricas das plantas em máxima turgescência das

células sendo o potencial de crescimento das plantas elevado com o aumento no TRA, visto que o crescimento vegetal depende da turgescência celular. Brito et al. (2008) obtiveram redução no TRA na ordem de 1,38% no limoeiro cravo enquanto Fernandes et al. (2011), nos limoeiros ‘Cravo Santa Cruz’ e ‘Volkameriano’ redução de 1,6 e 0,7%, respectivamente, com o incremento unitário da CEa, reduções menores que as observadas neste trabalho em razão, possivelmente, desses autores terem estudado apenas a fase de formação de mudas indicando que o maior período de exposição ao estresse ocasiona maiores danos a esta variável.



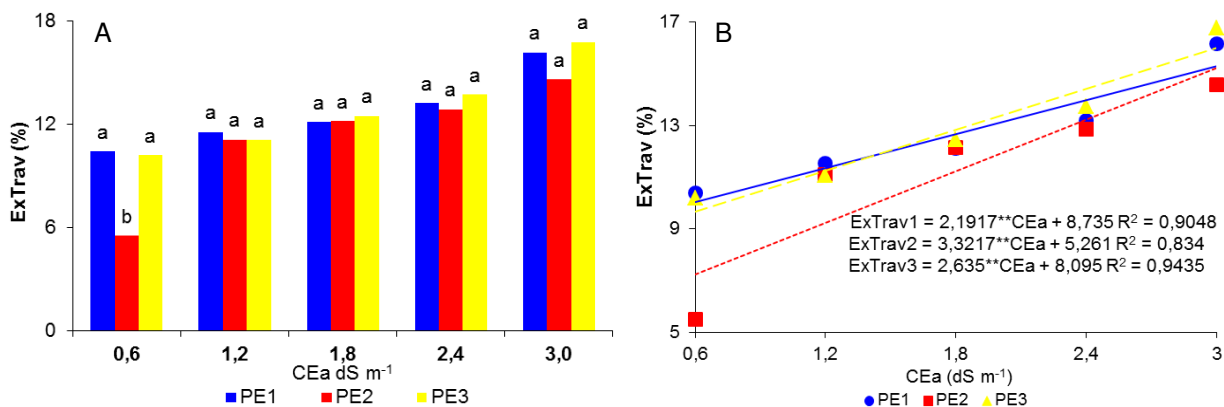
PE1 - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256
 PE2 - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) PE3 - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 9. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água relativo à variável teor relativo de água (A) e análise de regressão para o Teor relativo de água (TRA) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipo de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Verificam-se, através da Figura 10, acréscimos no extravasamento de eletrólitos com a elevação da salinidade, sendo a proporção desse incremento diferenciado entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos. Deferida variável indica a resistência da membrana celular a danos que podem ser ocasionados por estresses, a exemplo do salino; assim, quanto menor os valores obtidos no extravasamento mais estável é a membrana celular, como ocorrido no PE2, com médias de 5,59%; 11,1%; 12,16%; 12,85%; e 14,59%, para cada nível de salinidade estudado. Nos demais porta-enxertos as médias foram de 10,41%; 11,53%; 12,11%; 13,2% e 16,15% e 10,18%; 11,07%; 12,46%; 13,72% e 16,76%, respectivamente PE1 e PE3 (Figura 10A).

Tal como observado no teor relativo de água, o PE2 também teve maior variação entre os níveis salinos, de forma proporcional, elevou mais os valores de extravasamento que os demais porta-enxertos, com incremento de 27,47%; 54,95%; 82,42% e 109,9%, quando se compara o nível de 0,6 dS m⁻¹, aos de 1,2%; 1,8; 2,4 e 3,0, respectivamente, confirmando teoria ora apresentada, ou seja, ocorreu maior sensibilidade ao estresse salino. Confrontando os resultados obtidos, expõem-se as variações dos demais porta-enxertos, entre o menor nível de salinidade estudado comparado aos subsequentes: 13,08%; 26,17%; 39,25%; 52,34% (PE1) e 16,34%; 32,68%; 49,02%; 65,36% (PE3). Tais resultados podem ser mais bem visualizados com o estudo da análise de regressão, expresso na Figura 10B.

Ben-Amor et al. (2006) citam que o aumento do extravasamento de eletrólitos do conteúdo celular é devido à maior fluidez da membrana em decorrência de injúrias, como o estresse salino, evento também observado nos resultados. Não se encontram, na literatura, resultados de pesquisas abordando diretamente os efeitos do estresse salino sobre o extravasamento de eletrólitos em plantas cítricas porém Mandhania et al. (2006) avaliando o extravasamento de eletrólitos em trigo, observaram maior liberação de eletrólitos com a elevação do período de exposição da cultura ao estresse salino. Trabalhando com duas cultivares de *Cakile marítima*, durante 20 dias com concentrações de 0, 100, 200, 300 e 400 mM de NaCl, Ben-Amor (2006) também observou elevação na liberação de eletrólitos com o incremento da salinidade, resultado este mais significativo no genótipo mais sensível, corroborando com os dados aqui apresentados.



PE1 - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* 'English') – 256
PE2 - LCRC (Limoeiro Cravo 'Comum') **PE3** - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 10. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável Extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (A) e análise de regressão para o Extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (B) em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranja "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

No teor de clorofila *a* (Figura 11A) observa-se que, com a elevação da salinidade da água, ocorreu uma redução de 0,294 g m⁻² para o tratamento de CEa 3,0 dS m⁻¹ em relação ao de 0,6 dS m⁻¹, representando, portanto, uma perda relativa de 31,05%, o que equivale a um decréscimo linear de 12% para elevação unitária de CEa; já para a clorofila *b* (Figura 11B) a redução foi de 0,52 g m⁻², representando uma perda relativa de 37,86% no teor de clorofila entre o menor e o maior nível de salinidade estudado, equivalente a uma queda de 14,41% por elevação unitária de CEa. Quando se fez o somatório das clorofilas (CLTOT), a tendência foi similar, reduzindo também, significativamente, o teor de clorofila, na ordem de 0,814 g m⁻² entre o menor e o maior nível de sal, CE de 3,0 dS m⁻¹ correspondendo a uma perda de 35,08%, ou de 13,44% por incremento unitário de CEa (Figura 11C).

Uma série de fatores pode estar relacionada à degradação das clorofilas evidenciada neste estudo. O magnésio é o elemento central da molécula de clorofila e reduções nos teores foliares deste elemento podem reduzir a síntese dessa molécula, como relatam Jampeetong e Brix (2009), corroborando com teoria apresentada; Levy e Syvertsen (2004) concluíram que a elevação da concentração salina no solo reduz a quantidade foliar de magnésio em pomelos confirmando a afirmação de Khan (2004) de que a produção de pigmentos fotossintéticos é mais lenta em condições de estresse salino. O acúmulo de íons tóxicos como sódio e cloreto pode elevar a degradação dos cloroplastos, organelas nas quais são

encontradas as clorofilas, fato observado por Gomes (2011) visualizando células de *Salvinia auriculata* através de microscópio eletrônico de transmissão relatando que a deterioração do aparato fotossintético refletiu nos teores de clorofila.

Observou-se, também, redução nos teores de carotenoides das plantas de citros quando irrigadas com águas salinas (Figura 11D) notando-se um decréscimo de $0,626 \text{ g m}^{-2}$ entre os níveis de $0,6$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ correspondendo a uma perda relativa de $38,81\%$, ou seja, o incremento de uma unidade de dS m^{-1} na CEa proporciona queda de $14,74\%$ na quantidade total de carotenoides presentes nas folhas de citros.

Os carotenoides são moléculas que também participam no processo de fotossíntese, atuam absorvendo e transferindo energia luminosa para a clorofila, porém, se destaca que eles apenas auxiliam a clorofila, não as substituindo, razão pela qual, são denominados pigmentos acessórios. As clorofilas podem ser danificadas facilmente devido à absorção de grandes quantidades de energia, desta forma, os carotenoides atuam como mecanismo fotoprotetor dissipando o excesso de energia armazenado nas clorofilas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Neste sentido, Lima et al. (2004) comentam que a produção lenta de carotenoides pode implicar em degradação acelerada de clorofilas. Segundo Munns e Tester (2008) o estresse salino provoca degradação do betacaroteno proporcionando decréscimo no teor de carotenoides, fato observado no maracujazeiro amarelo, por Freire et al. (2013) cujo tratamento com água salinizada ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) reduziu os teores de carotenoides sendo os efeitos depressivos do sais atenuados pela aplicação de biofertilizante e cobertura morta; assim, a redução nos teores de carotenoides pode ter implicado em aumento da sensibilidade das clorofilas e ocasionado sua degradação.

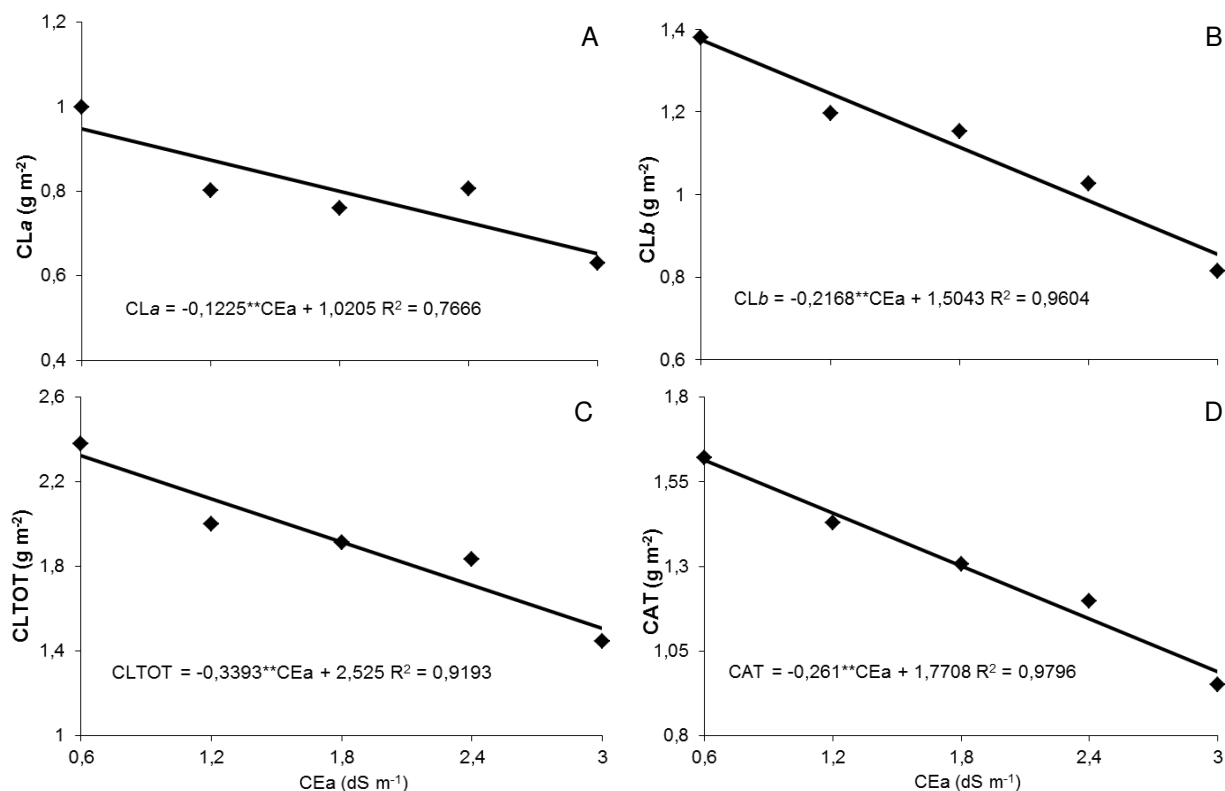


Figura 11. Teores de clorofila a (CLa) (A), clorofila b (B) (CLb), clorofila total (CLTOT) (C) e carotenoides (CAT) (D), em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014

5.2.2. Trocas Gasosas

Como consta nos resumos de análises de variância expressos na Tabela 7, os níveis de salinidade geraram efeito significativo nas variáveis transpiração (E), condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i) a nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Entre os porta-enxertos houve diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas na eficiência no uso da água (EUA). Não houve efeitos significativos decorrentes da interação salinidade x porta-enxertos. Segundo Levy e Syvertsen (2004) o estresse osmótico decorrente do salino, reduz, sem dúvida, a eficiência na utilização da água e as trocas gasosas, porém a magnitude da redução depende da duração do estresse salino, tal como, da sensibilidade do porta-enxerto aos íons tóxicos.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EICi), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Ci	E ¹	gs ¹	A	EUA ¹	EICi ¹
Salinidade (Sal)	4	2346,564 ^{ns}	4,382 ^{**}	0,031 ^{**}	71,267 ^{**}	0,344 ^{ns}	0,001577 ^{**}
Reg. Linear		0,753 ^{ns}	17,317 ^{**}	0,115 ^{**}	275,49 ^{**}	0,078 ^{ns}	0,005 ^{**}
Reg. Quadrática		8017,106 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	2,945 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	2	3705,867 ^{ns}	0,311 ^{ns}	0,002 ^{ns}	4,921 ^{ns}	3,168 [*]	0,000344 ^{ns}
Sal x PE	8	1018,256 ^{ns}	0,378 ^{ns}	0,006 ^{ns}	1,513 ^{ns}	1,141 ^{ns}	0,000097 ^{ns}
Bloco	2	15,617	0,088	0,001	5,196	1,132	0,000127
Resíduo	28	38955,433	0,289	0,021	5,167	0,817	0,000215
CV		15,4	12,1	19,85	11,85	11,27	16,48

Salinidade (Sal)	Médias					
	Ci	E ¹	gs ¹	A	EUA ¹	EICi ¹
CEa 0,6 dS m ⁻¹	230,889	3,213	0,24	13,148	4,157	0,059
CEa 1,2 dS m ⁻¹	242,222	2,642	0,196	10,132	4,074	0,043
CEa 1,8 dS m ⁻¹	256,889	2,337	0,193	9,251	4,12	0,037
CEa 2,4 dS m ⁻¹	259,056	1,932	0,148	7,322	3,86	0,028
CEa 3,0 dS m ⁻¹	222,111	1,373	0,085	5,778	4,407	0,027
Porta-enxerto (PE)						
PE1	232,4a	2,18a	0,166a	9,347a	4,505a	0,0412a
PE2	233,73a	2,25a	0,166a	9,556a	4,253ab	0,0427a
PE3	260,27a	2,46a	0,187a	8,476a	3,613b	0,034a

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade. **PE1** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256 **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) **PE3** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059. ¹Análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{x} .

De acordo com a Figura 12A, pode-se constatar que o aumento da salinidade da água de irrigação promoveu redução na taxa de E decrescendo em relativos 20,24%, por cada adição unitária de dS m⁻¹ na CEa. Steppuhn (2001) define transpiração como o processo no qual ocorre transferência de energia na forma de calor latente da folha para o ar; desta forma, a queda na transpiração verificada neste estudo deve ter sido ocasionada pelo fechamento estomático em decorrência do estresse osmótico causado pelas soluções salinas, processo denominado por Flowers (2004) como mecanismo de aclimatação ao estresse salino, sentido no qual ocorreu o fechamento dos estômatos devido ao condicionamento osmótico imposto pela crescente salinidade da água de irrigação, o que reduziu as taxas de transpiração foliar, podendo-se fazer uma correlação direta com a condutância estomática que decresceu de forma similar, com reduções na ordem de 14,64%; 29,29%; 43,93% e 58,57%, quando comparado com o tratamento de 0,6 dS m⁻¹ aos demais tratamentos (Figura 12B). Corroborando, Gonçalves et al.

(2010) citam uma relação direta entre a E e g_s ; à medida que os estômatos se fecham, ocorre diminuição do fluxo de vapor d'água para a atmosfera reduzindo, assim, a transpiração e, por conseguinte, a condutância estomática; tal fato pode ser evidenciado pelo comportamento observado nessas variáveis já que a redução com aumento da salinidade da água de irrigação teve o mesmo comportamento, ou seja, verificou-se uma redução de 55,28% na transpiração e de 58,57% na condutância entre o menor e o maior nível de salinidade estudado.

Seguindo a redução na taxa transpiratória e da condutância estomática, pode-se observar que a fotossíntese (A) (Figura 12C) foi prejudicada, reduzindo a taxa em 20,33% com o incremento unitário da C_{Ea}, fato também explicado por, López-Climent et al. (2008) de que, quando submetidas ao estresse salino, as plantas tendem a apresentar redução na taxa de assimilação líquida de CO₂, isso ocorre devido a efeitos estomáticos que, conforme Musyimi et al. (2007) o fechamento estomático é o principal fator na redução da fotossíntese de vez que restringe a entrada de CO₂ nas células; Tal restrição ainda pode elevar a susceptibilidade a danos fotoquímicos, visto que, o excesso de energia luminosa no fotosistema II é ocasionado por baixas taxas de assimilação do CO₂, podendo tal fato ser visto no estudo de fluorescência (Silva et al., 2010). Outrossim, a diminuição na taxa de assimilação de CO₂ ainda pode ser associada, conforme Hura et al. (2007) e Pinheiro et al. (2013) à maior degradação das clorofilas, causando redução em virtude de distúrbios na estrutura e no funcionamento do aparato fotossintético, fato notado neste trabalho; quando se eleva a salinidade até 3 dS⁻¹ ocorre redução em cerca de 40% na clorofila total (Figura 11C). Levy e Syvertsen (2004) afirmam que a salinidade exerce efeito direto sobre as concentrações de clorofila refletindo em variações na A , confirmando Romero-Aranda et al (1998) observaram, estudando citros irrigados com água salina, reduções na concentração de clorofilas, juntamente com as trocas gasosas, analogia evidente com as reduções nos teores de pigmentos fotossintéticos observados nas Figuras 11.

De acordo Konrad et al. (2005) fatores não estomáticos podem comprometer a fotossíntese, sendo possível o estudo através da eficiência instantânea da carboxilação (E_{ICi}) que, neste trabalho, foi reduzida em 14,48%; 28,96%; 43,43% e 57,91% quando se compara a salinidade de 0,6 dS m⁻¹ aos demais tratamentos estudados (Figura 12D) podendo estar relacionado segundo

Larcher (2006), a restrições metabólicas no ciclo de Calvin, em que o carbono recebido não está sendo fixado na fase carboxilativa nas células do mesófilo. De acordo com Taiz e Zeiger (2013) sempre que o estresse se torna rigoroso a desidratação de células do mesofilo inibe a fotossíntese, o metabolismo do mesófilo é prejudicado e a eficiência na carboxilação, por conseguinte. Contribuindo, Tezara et al (2005) atribuem aos efeitos do estresse hídrico, decorrendo queda da EIC_i, relacionando a perda atividade da enzima rubisco, o que pode ter ocorrido também com o estresse salino ocasionado pelas águas de maiores condutividades.

Syvetsen et al (1988) e Lloyd e Howie (1989) encontraram correlação entre as trocas gasosas e a salinidade em pomares de citros na Austrália, sendo atribuídos os efeitos deletérios ao acúmulo de íons de Na⁺ e Cl⁻, principalmente quando houve baixas concentrações de 'Ca' e 'K' nas folhas mas apesar dos danos foliares ocasionados pelo Na⁺ e o Cl⁻, o agravamento dos efeitos da salinidade é ainda dependente da sensibilidade relativa do genótipo do porta-enxerto. A salinidade elevada pode inibir as trocas gasosas tanto por toxicidade de íons assim evidenciado por Storey e Walker (1999) em folhas de citros com elevadas concentrações de Cl⁻, como pelo estresse osmótico notado por Medina et al (1999) estudando a condutância estomática, transpiração e a fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica.

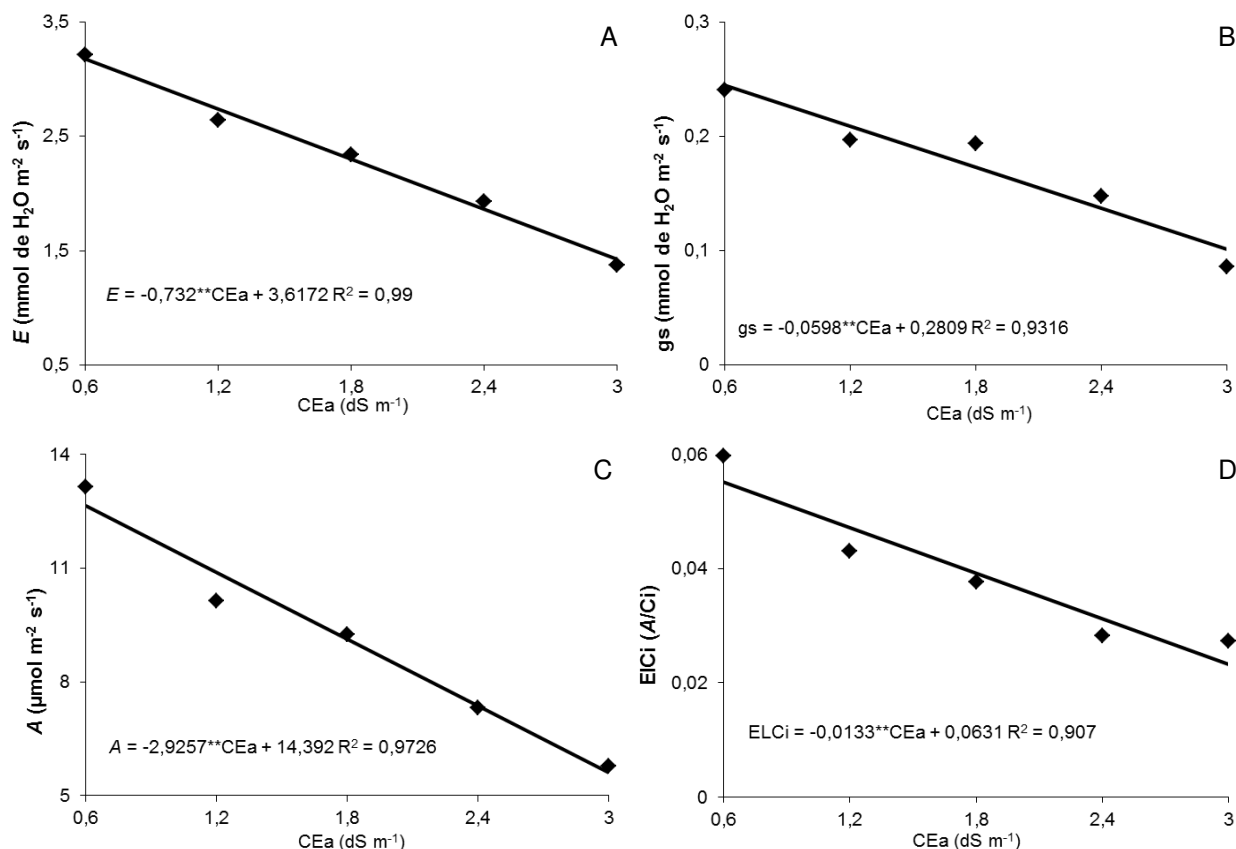
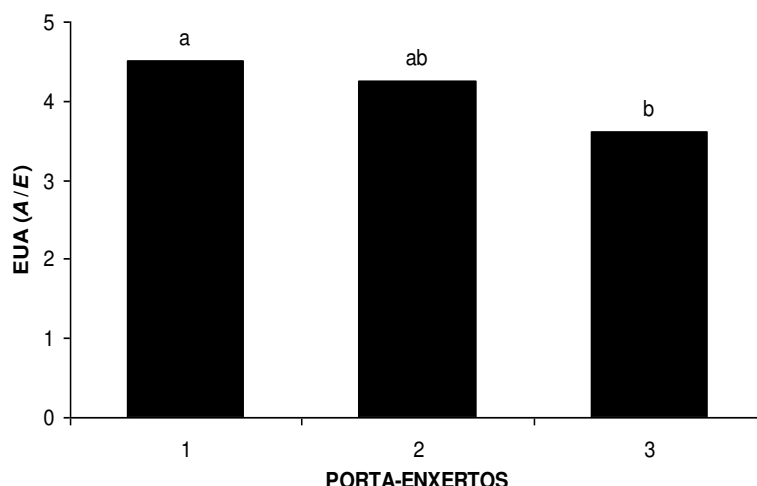


Figura 12. Transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO_2 (A) e eficiência instantânea da carboxilação ($EICi$) em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Quanto à eficiência no uso da água (EUA) verificou-se, na Tabela 7, que a salinidade não ocasionou efeito significativo pelo teste de F; todavia, diferenças foram notadas entre os porta-enxertos pelo teste de Tukey constatando-se, na Figura 13, que o PE1 obteve a maior média ($4,505 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) não diferindo estatisticamente do PE2 ($4,253 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), no entanto, diferiu do PE3 em 19,8% a menos de EUA, o qual obteve a menor média ($3,613 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dentre os porta-enxertos estudados. Tal fato pode ser explicado pelo argumento de Lacerda (2005) que atribui este resultado à redução no crescimento da planta a qual foi influenciada pelo estresse salino no que resulta em prejuízo para eficiência no uso da água. Neste entendimento se nota que o PE3 obteve as menores médias nos diâmetros de caule estudados constando-se maior sensibilidade desse genótipo ao estresse salino.



PE1 - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) x TRENG (*Poncirus trifoliata* 'English') – 256 **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo 'Comum') **PE3** - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 13. Teste de média (Tukey) para a eficiência no uso da água (EUA) em função dos genótipos de citros usados como porta-enxertos e enxertados com a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

5.2.3. Fluorescência da clorofila a

Observando o resumo da análise de variância disposto na Tabela 8, verifica-se que houve efeito significativo a 1% de probabilidade, dos níveis de salinidade para a fluorescência inicial (F_o), máxima (F_m), variável (F_v) e para a eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m); entretanto, não foram observadas diferenças entre os porta-enxertos ou efeito da interação entre os tratamentos.

Pelas medições da fluorescência da clorofila a é possível analisar a eficiência fotoquímica e a condição fisiológica das plantas, de modo não destrutivo, permitindo avaliar a qualidade e a quantidade da absorção e o aproveitamento da energia luminosa pelo fotossistema II, podendo ser diretamente correlacionada com outras informações do aparato fotossintético, como os teores de clorofila e as trocas gasosas (TORRES NETTO et al, 2005; FALCO et al., 2011). Esta técnica é bem aceita na identificação de ausência ou presença de danos no processo fotossintético, notadamente em plantas expostas a estresses ambientais, bem como, no reconhecimento de genótipos tolerantes (TORRES NETTO, 2005; PINCELLI, 2010). Usando-se deste método, López-Climent et al. (2007) selecionaram genótipos de citros tolerantes e sensíveis à salinidade.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Fo ¹	Fm	Fv	Fv/Fm
Salinidade (Sal)	4	116082,988**	399487,889**	902822,577**	0,081**
Reg. Linear		395328,117**	1597951,556**	3480766,513**	0,288**
Reg. Quadrática		45048,618 ^{ns}	43134,689 ^{ns}	118151,145 ^{ns}	0,031**
Porta-enxerto (PE)	2	19079,444 ^{ns}	43134,689 ^{ns}	22869,272 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Sal x PE	8	7343,186 ^{ns}	26950,272 ^{ns}	15061,869 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Bloco	2	8083,084	24758,689	36191,339	0,003
Resíduo	28	10280,084	53464,998	35825,934	0,002
CV		9,86	12,44	13,7	7,15
		Médias			
Salinidade (Sal)		Elétrons quantum ⁻¹			
CEa 0,6 dS m ⁻¹		365,333	2063,778	1698,444	0,823
CEa 1,2 dS m ⁻¹		428,667	2064,667	1636,000	0,791
CEa 1,8 dS m ⁻¹		428,722	1851,444	1422,722	0,767
CEa 2,4 dS m ⁻¹		496,957	1727,111	1230,222	0,711
CEa 3,0 dS m ⁻¹		661,556	1583,556	921,667	0,581
Porta-enxerto					
PE1		463,8a	1802,267a	1338,467 ^a	0,733a
PE2		448,473a	1862,867a	1414,233 ^a	0,749a
PE3		516,467a	1909,2a	1392,733 ^a	0,721a

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade. **PE1** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256 **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) **PE3** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059. ¹Análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{x} .

Como ilustrado na Figura 14A, a Fo teve tendência linear crescente com o aumento dos níveis salinos, diferenciando-se em 264,288 elétrons quantum⁻¹, entre os tratamentos de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, e se elevando em 39,61% a cada acréscimo unitário na CEa. De acordo com Rumeau et al. (2007) plantas que estão sob estresses abióticos, como o salino, têm sua fluorescência inicial elevada, devido a danos nas proteínas D1 do fotossistema II (PSII) e por redução não fotoquímicas da quinona pelo NADPH disponível nos cloroplastos. Corroborando, Dias e Marengo (2007) também atribuem referida elevação na Fo ao dano na proteína D1, inativando o PSII, teorizando outra possibilidade, que seria o desprendimento do complexo coletor luminoso do complexo central do fotossistema. Cruz et al. (2009a), realizaram estudos de fluorescência em folhas de tangerina ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas a estresse hídrico e concluíram que os valores de Fo foram elevados de forma proporcional aos níveis de estresse, corroborando com o dano ocasionado no PSII.

Em relação à fluorescência máxima (Fm) constatam-se através da Figura 14B, depleções de 6,13%; 12,26%; 18,39% e 24,52%, entre o menor nível salino (0,6 dS m⁻¹) e os demais (1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹), ou seja, redução relativa de 9,63% por cada acréscimo unitário na CEa. Silva et al. (2006) comentam que diminuições na Fm podem estar relacionadas à fotoinibição da quinona, associando-as à inativação do fotossistema II nas membranas dos tilacóides, comprometendo o fluxo de elétrons entre os fotossistemas. No maracujazeiro amarelo Freire et al. (2014) descreveram redução de 2 256,7 para 2 048,1 elétrons quantum⁻¹, ocorrida na Fm quando se elevou a salinidade da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹, equivalente à queda de 9,2%, como identificado neste trabalho.

A Fv representa a variação da fluorescência da clorofila a, podendo-se verificar, por meio da Figura 14C, redução em 16,59% por incremento unitário na CEa de irrigação, atingindo ponto máximo no tratamento de 0,6 dS m⁻¹ com média de 1773,064 elétrons quantum⁻¹ que a partir daí ocorreram decréscimos lineares absolutos de 195,936 elétrons quantum⁻¹. Lucena (2009) descreveu reduções na Fv de 39,89%; 28,40%; 24,94% e 40,39%, quando comparou as plantas do tratamento controle com as de 45 mmol L⁻¹, para as cultivares de mangueira Haden, Palmer, Tommy Atkins e Ubá, respectivamente.

A eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (Figura 14D) foi máxima (0,84) quando as plantas foram irrigadas com água de CE de 0,6 dS m⁻¹, notando-se decréscimos lineares com o incremento da salinidade; para tanto, a aplicação de uma unidade a mais na CEa proporciona depleções de 10,4% na Fv/Fm, comprometendo o processo fotoquímico; o ideal desta relação deve estar entre 0,75 a 0,85 (BOLHÀR-NORDENKAMPF et al. 1989), valores abaixo refletem danos fotoinibitórios nos centros de reação do fotossistema II; deduz-se, daí, que com a salinidade da água a partir de 1,8 dS m⁻¹, se observa um valor de 0,73, causando redução na eficiência quântica do PSII, mantendo-se apenas os dois primeiros tratamentos salinos dentro da faixa ótima. No estudo de Cruz et al. (2009a) o menor valor na relação Fv/Fm alcançado foi 0,32, com 35 dias de estresse hídrico para ambas as cultivares de citros analisadas recuperando-se com posterior irrigação. Para Silveira et al. (2010), plantas submetidas a salinidade apresentam baixo rendimento quântico devido, provavelmente, ao fechamento estomático e ao declínio

da fotossíntese líquida, hipótese que pode ser observada pelos resultados obtidos nas trocas gasosas.

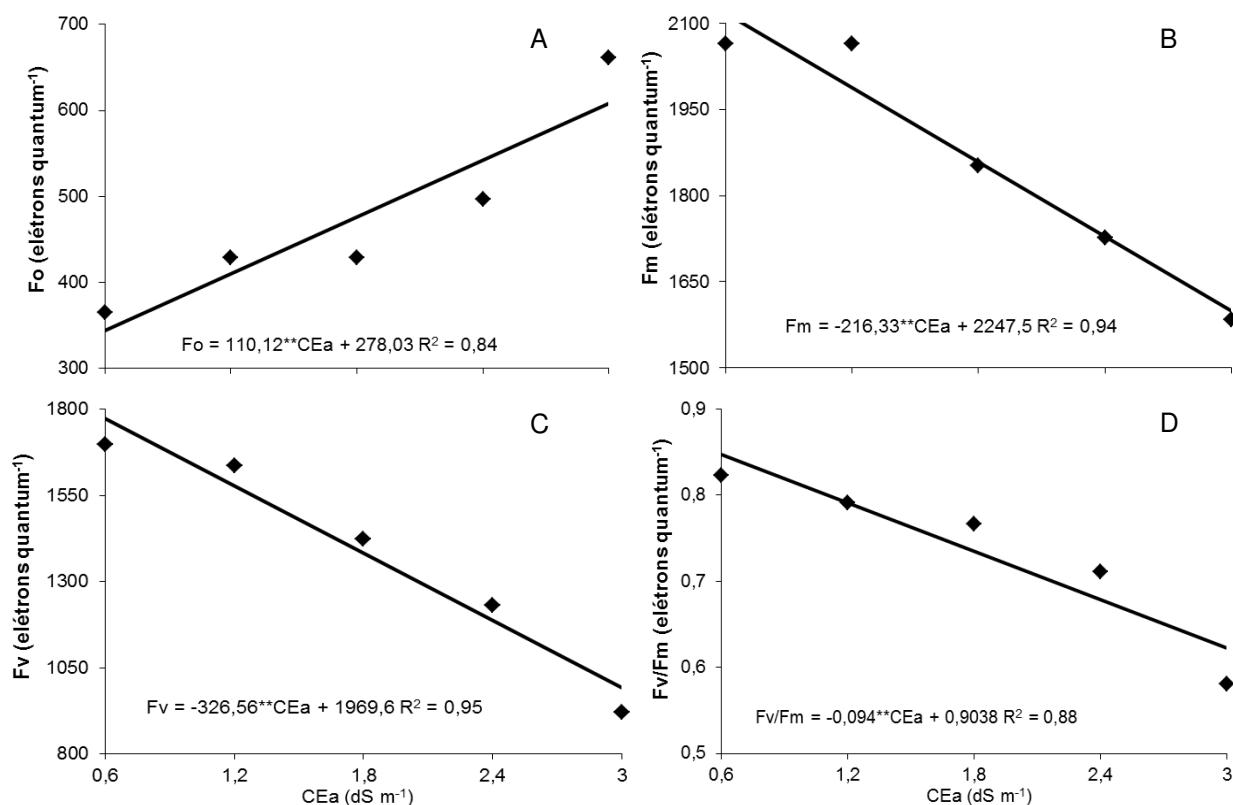


Figura 14. Fluorescência inicial (Fo) (A), fluorescência máxima (Fm) (B), fluorescência variável (Fv) (C) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (D) em função da salinidade da água de irrigação em citros sob a variedade de copa laranja “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

5.3. Produção

Expõe-se, na Tabela 9, o resumo da análise de variância referente ao número de frutos por planta (NFRUT), diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL), peso médio do fruto (PMF) e produção total por tratamento (PT) em funções dos níveis de salinidade e as três combinações copa/porta-enxerto estudados, podendo ser constatado efeito significativo ($p < 0,01$) para essas variáveis, quando submetidas aos tratamentos de salinidade da água de irrigação e nos diferentes porta-enxertos, mas o efeito interativo de ambos foi observado apenas no peso médio dos frutos. Desta forma, dar-se-á ênfase ao estudo por meio da análise de regressão para o efeito da salinidade dentro de cada porta-enxerto e teste de comparação de médias (Tukey) para as diferenças entre os porta-enxertos.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para o número de frutos (NFRUT), diâmetro transversal do fruto (DT) (mm), diâmetro longitudinal do fruto (DL) (mm), peso médio do fruto (PMF) (g) e produção total por tratamento (PT) (g) em função da salinidade da água (Sal) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

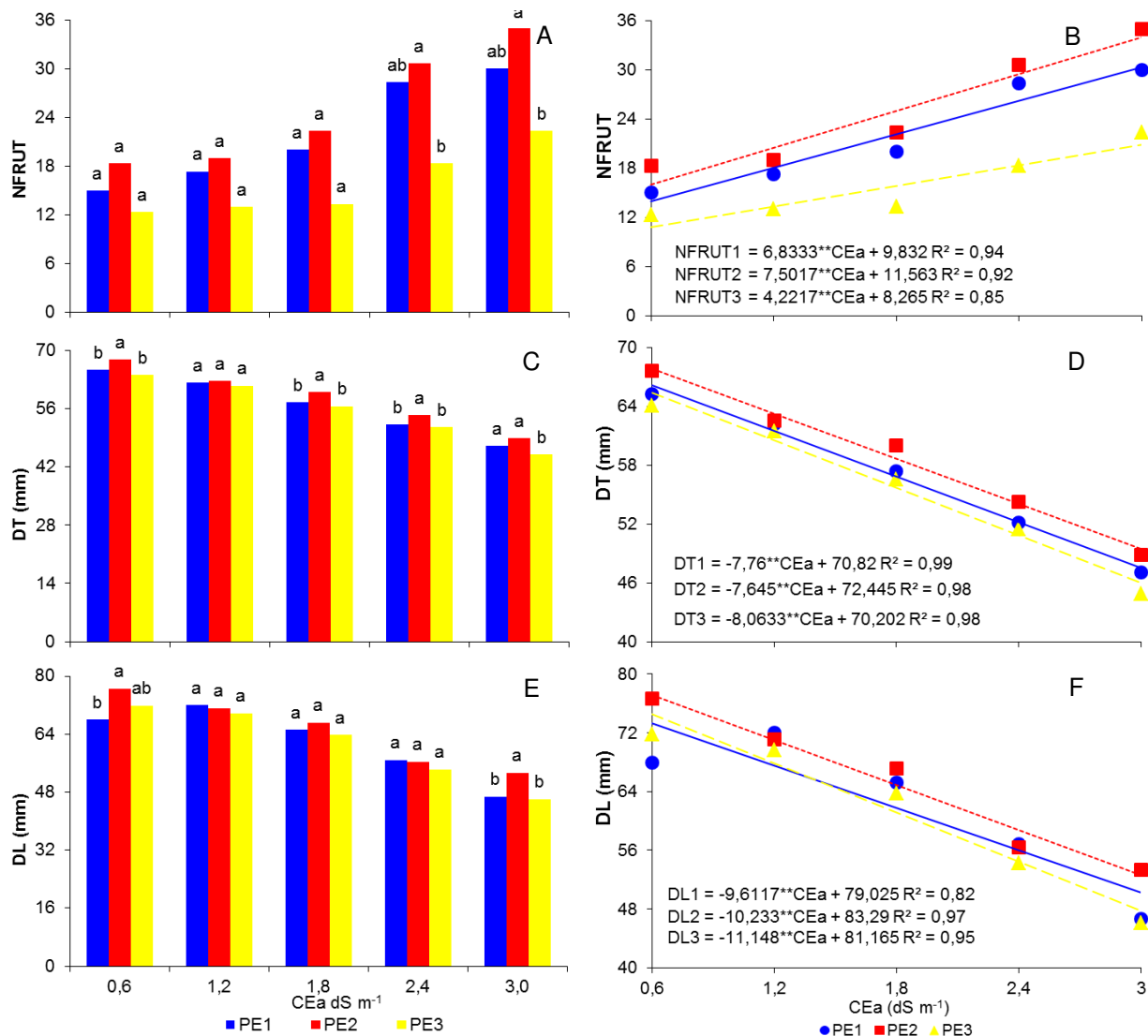
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		NFRUT ¹	DT	DL	PMF	PT ¹
Salinidade (Sal)	4	334,633**	500,741**	916,031**	68445,856**	7805376,744**
Reg. Linear		1250,072**	1989,004**	3488,659**	272763,082**	29158543,699**
Reg. Quadrática		46,058 ^{ns}	13,488**	132,43**	458,183**	1343595,208 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	2	331,289**	34,222**	61,322**	3588,289**	15191409,8**
Sal x PE	8	10,233 ^{ns}	1,23 ^{ns}	15,267 ^{ns}	214,789**	246646,744 ^{ns}
Bloco	2	30,956	9,493	19,524	472,622	227141,267
Resíduo	28	28,789	0,888	8,273	21,86	420757,719
CV		11,68	1,65	4,6	2,67	10,25

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade. **PE1** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* ‘English’) – 256 **PE2** - LCRC (Limoeiro Cravo ‘Comum’) **PE3** - TSKC (Tangerineira ‘Sunki Comum’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059. ¹Análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{x} .

Nas Figuras 15A e B, observa-se que a adição cumulativa de sais à água de irrigação, promove o aumento no número de frutos por planta nos três diferentes genótipos de porta-enxertos estudados. Atribuindo valores percentuais, tem-se os PE1, 2 e 3 aumentando a quantidade de frutos por planta em relativos 69,5%, 64,88% e 51,08%, respectivamente, por cada avanço unitário na CEa. É sabido que o estresse salino provoca reduções no número de frutos de várias espécies, mas um diferencial nos citros pode ser analisado; a presença de altas concentrações de sais na solução do solo ocasiona um efeito osmótico denominado de seca fisiológica, ou seja, mesmo em condições de umidade do solo, a planta não consegue absorver água e nutrientes, proporcionando um déficit hídrico, que nos citros é indutor de floração, afirmação feita por diversos autores (SOUTHWICK e DAVENPORT, 1986; AGUSTÍ, 2000; KOSHITA e TAKAHARA, 2004; SANTOS et al. 2004) sendo considerado para regiões tropicais o principal fator na indução da floração dos citros. Para Ballester et al. (2009) o desenvolvimento de ramos florais é proporcional ao aumento do estresse hídrico, entretanto, Restrepo-Díaz et al. (2010) alertam para a necessidade de determinar o nível ideal, para que o estresse hídrico não cause efeitos depressivos na vitalidade das plantas e conseqüentemente na carga de produção e qualidade dos frutos. Pesquisas referentes à indução floral nos citros pelo estresse hídrico no Brasil são escassas, mas podem ser destacadas as realizadas por Souza et al. (2004) produzindo lima ácida ‘Tahiti’ em campo, e Cruz et

al. (2006 e 2009b) trabalhando com tangerineira 'Ponkan' e também com limeira ácida 'tahiti', porém em casa de vegetação, onde concluíram que o prolongamento do déficit de umidade no solo, até certo ponto, eleva o número de frutos por planta, assim como identificado neste trabalho, porém, com o estresse salino; ainda, Yao et al. (2010) citam que os efeitos do estresse salino podem ser diferenciados entre genótipos de uma mesma espécie, fato que pode ter ocorrido no PE3 que produziu menor quantidade de frutos, já que além do estresse osmótico, pode ocorrer efeito tóxico ocasionado por íons específicos, ou efeitos de ordem nutricional.

López et al. (2007) obtiveram alta produção em pessegueiros (*Prunus pérsica* L.) com o maior prolongamento do déficit hídrico, mas o tamanho médio dos frutos foi reduzido na mesma proporção, fato também evidenciado neste trabalho, já que ocorreu redução nos diâmetros transversal e longitudinal dos frutos em todas as combinações copa/porta-enxertos, variando na proporção de decréscimo para cada um, constando-se decréscimo na ordem de 10,96%; 10,55%; 11,49% e 12,16%; 12,29%; 13,73%, para o diâmetro transversal e longitudinal dos frutos produzidos pelas plantas da laranjeira 'Mimo do Céu' enxertadas nos porta-enxertos 1, 2 e 3, respectivamente (Figuras D e F). De acordo com Taiz e Zeiger (2013), plantas expostas a estresses ambientais desviam boa parte de seus recursos energéticos para a manutenção da sobrevivência ao meio, o que deve ter ocorrido com os citrinos sob condições de estresse salino, com conseqüente redução no tamanho médio dos frutos.

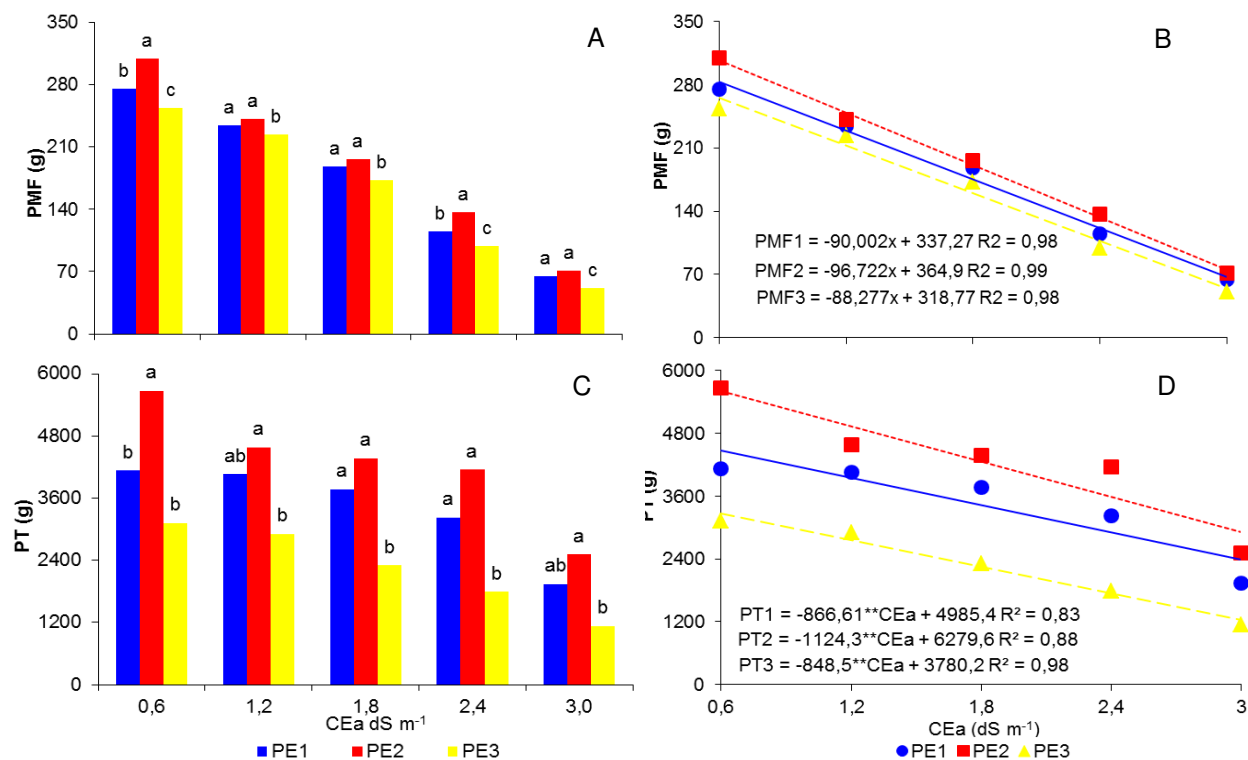


PE1 - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* 'English') – 256
PE2 - LCRC (Limoeiro Cravo 'Comum') **PE3** - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 15. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável Número de frutos (NFRUT) (A), diâmetro transversal (DT) (C) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (E) e análise de regressão para o Número de frutos (NFRUT) (B), diâmetro transversal (DT) (D) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (F), em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranja "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

O peso médio dos frutos decresceu linearmente quando se aumentou os níveis salinos, todavia é observado que as plantas mais sensíveis à salinidade foram as enxertadas com o PE3 ((TSKC x (LCR x TR) – 59) com redução de 27,69% a cada aumento unitário na CEa da água. Com a mesma tendência de decréscimos os as plantas enxertadas com os PE1 e 2 reduziram o peso médio dos frutos em 26,69% e 26,51%, na mesma ordem (Figura 16A e B).

Analisando as figuras 16A e B constata-se que semelhante ao PMF à produção total teve um declínio com a elevação da salinidade da água de irrigação, no entanto o PE2 se destacou entre os demais em produção, obtendo médias de 5668 e 2511,33 g de frutos produzidos por planta, isso na salinidade de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. Nos mesmos tratamentos salinos as plantas enxertadas com o PE3 obtiveram médias de 3123,67 e 1136,33 g de frutos por planta, sendo as que menos produziram em todos os tratamentos salinos, quando se compara as demais. Proporcionalmente os PE1, 2 e 3 reduziram sua produção total de frutos em 17,38%, 17,9% e 22,45%, respectivamente, para cada aumento de uma unidade de salinidade da água de irrigação em dS m⁻¹. Como citado anteriormente, a salinidade crescente da água de irrigação provoca efeitos deletérios a planta de ordem osmótica, toxica, nutricional e demais efeitos indiretos; reduzindo os índices crescimento, ocorrendo danos na bioquímica e fisiologia das plantas como pode ser visto anteriormente; Desta forma, a produção de fotoassimilados pela folha e a alocação destes nos frutos fica prejudicada, reduzindo assim sua produção total como foi observado neste trabalho. Como citam Ashraf e Foolad (2005) em condições salina o sódio e o cloreto são os principais íons, que causam perturbações fisiológicas em citros limitando o crescimento da planta e produtividade; conquanto, segundo Garcia-Sanchez et al. (2002) existem variações entre diferentes genótipos de porta-enxertos quanto a tolerância a salinidade, cuja a identificação será fundamental para a estabilização da citricultura em várias regiões; Balal et al. (2011) identificaram o limoeiro 'Cravo', como o mais resistente dentre os estudados, semelhante a este trabalho; Corroborando Bielorai et al. (1983) observaram reduções de 9% para cada acréscimo unitário da CEa na produção de pomelos irrigados com águas salinas.



PE1 - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x TRENG (*Poncirus trifoliata* 'English') – 256
PE2 - LCRC (Limoeiro Cravo 'Comum') **PE3** - TSKC (Tangerineira 'Sunki Comum' (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka)) x (LCR x TR) (Limão Cravo x *Poncirus trifoliata*) – 059.

Figura 16. Teste de médias (Tukey) entre os genótipos de citros usados como porta-enxertos em cada nível de salinidade da água, relativo à variável peso médio dos frutos (PMF) (A) e produção total (PT) (C) e análise de regressão para o peso médio dos frutos (PMF) (B) e produção total (PT) (D), em função da salinidade da água de irrigação em cada genótipos de citros usado como porta-enxerto e enxertados com a variedade de copa laranjeira "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Experimento II – Fertilização nitrogenada como atenuador do estresse salino

Verifica-se, com base nos resultados do resumo da análise de variância (Tabela 10) dos dados, que não houve efeito significativo na interação entre os fatores dose de nitrogênio e combinações copa/porta-enxertos para nenhuma variável analisada, ocorrendo significância para o fator isolado 'PE' nas variáveis, número de frutos (NFRUT), peso médio de frutos (PMF) e na produção total (PT) ($p < 0,01$) e para o fator nitrogênio nas variáveis, extravasamento de eletrólitos ($p < 0,01$), fluorescência inicial e variável, transpiração (E), condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 (A) (Tabela 10 ($p < 0,05$)) indicando que o maior suprimento de adubação nitrogenada não proporcionou os efeitos esperados na produção; destaca-se, no entanto, que a fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia, que possui alta porcentagem de volatilização, podendo, segundo Rocha e Miyazawa (2008), ser intensificada por temperaturas elevadas. Os mesmos autores citam que temperaturas acima dos 30 °C favorecem a volatilização da NH_3 formada, podendo ser atribuída a maior eficiência das uréases na hidrólise da ureia sob temperaturas elevadas (KRAJEWSKA, 2009), sendo fato conhecido a maior volatilidade dos gases em elevadas temperaturas.

Conforme Jones et al. (2007) 70% de adubações nitrogenadas com a ureia, como a fonte podem ser perdidas por volatilização em condições de altas temperaturas, onde os mesmos autores recomendam, como alternativa, a aplicação da ureia em períodos de baixa temperatura e/ou posterior fornecimento de uma lâmina de água no intuito de reduzir o aquecimento do solo. Ternoski et al. (2012) contribuem citando a adoção de misturas à ureia, como o NBPT (tiofosfato de N - Butiltriamida) que inibe a ação da uréase e o uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada, formados pelo revestimento da ureia com polímeros ou gel. De acordo com Rocha e Miyazawa (2008), para reduzir as perdas de ureia por volatilização da NH_3 é necessário utilizar uma técnica adequada para cada condição climática da região.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para os diâmetros de caule da copa (DC), do ponto de enxertia (DPE), do porta-enxerto (DPOR), extravasamento de eletrólitos (ExTrav), teor relativo de água (TRA), teores de clorofila *a* (CLA), *b* (CLB), total (CLTOT), carotenoides (CAT), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (*E*), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (ELCi), número de frutos (NF), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL) e peso médio do fruto (PMF) e produção total por tratamento (PT) em função de diferentes doses de nitrogênio (N) e porta-enxertos (PE) de citros enxertados com a laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

FV	N	PE	NxPE	BLO	RES	CV	Média
GI	1	2	2	2	10		
DC	1,125 ^{ns}	14,82 ^{ns}	2,911 ^{ns}	2,515	4,966	6,86	32,494
DPE	0,781 ^{ns}	19,155 ^{ns}	8,477 ^{ns}	18,073	10,258	8,93	35,847
DPOR	1,253 ^{ns}	24,05 ^{ns}	7,48 ^{ns}	18,037	9,709	8,37	37,236
ExTrav	44,972 ^{**}	9,476 ^{ns}	0,922 ^{ns}	3,481	2,901	11,95	14,257
TRA	5,056 ^{ns}	24,116 ^{ns}	55,516 ^{ns}	4,84	42,351	8,83	73,681
CLA ¹	0,058 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,014	0,022	11,27	0,687
CLB ¹	0,309 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,032	0,077	15,36	0,946
CLTOT ¹	0,637 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,019	0,169	13,16	1,634
CAT ¹	0,407 ^{ns}	0,096 ^{ns}	0,143 ^{ns}	0,402	0,142	18,13	1,103
Ci ¹	2122,5 ^{ns}	1837,722 ^{ns}	3157,167 ^{ns}	4355,722	1909,922	10,46	232,944
<i>E</i> ¹	3,025 [*]	0,022 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,341	0,34	16,83	1,783
gs ¹	0,022 [*]	0,0014 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,0034	0,0033	25,2	0,12
<i>A</i> ¹	33,633 [*]	4,987 ^{ns}	3,142 ^{ns}	4,619	4,46	14,62	7,144
EUA ¹	0,673 ^{ns}	1,004 ^{ns}	3,332 ^{ns}	1,164	0,941	11,18	4,214
ELCi ¹	0,000356 ^{ns}	0,000233 ^{ns}	0,00016 ^{ns}	0,000324	0,000087	13,9	0,0318
Fo ¹	183618 [*]	20743,39 ^{ns}	35668,5 ^{ns}	26403,39	28714,39	14,78	560,56
Fm ¹	560740,5 ^{ns}	61766,89 ^{ns}	61766,89 ^{ns}	29070,06	187019,12	12,47	1760,06
Fv ¹	1387778 [*]	119632,67 ^{ns}	98468,67 ^{ns}	86	232686,93	22,19	1199,33
Fv/Fm ¹	0,105 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,001	0,024	13,28	0,657
NF ¹	16,056 ^{ns}	256,222 ^{**}	0,222 ^{ns}	14,389	8,922	9,94	30,056
DT	1,17 ^{ns}	55,55 ^{ns}	22,609 ^{ns}	55,344	47,507	14,76	46,684
DL	25,169 ^{ns}	100,438 ^{ns}	5,826 ^{ns}	56,127	44,396	13,37	49,844
PMF	8,005 ^{ns}	626,127 ^{**}	1,38 ^{ns}	56,289	5,423	3,69	63,075
PT	107399,13 ^{ns}	2974490,941 ^{**}	2464,898 ^{ns}	205415,235	34026,458	9,5	1941,142

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

Constata-se através de alguns resultados conformidade com a teoria ora apresentada, sobre a possibilidade de maior volatilização da ureia e o não aproveitamento por completo do maior incremento de nitrogênio na fertilização.

Na Figura 16A observa-se redução de 19,96% no extravasamento de eletrólitos com o fornecimento de 200% da recomendação de adubo nitrogenado, comparando-se ao nível de 1,8 dS m⁻¹ de CEa do primeiro experimento, tem-se elevação de apenas 3,39%, evidenciando a atenuação dos efeitos depressivos dos sais sobre a membrana celular, como já descrito.

Segundo Taiz e Zeiger (2013) a síntese de compostos presentes na membrana celular é favorecida com a maior disponibilidade de nitrogênio, entretanto a deficiência ocasiona diminuição nos teores de clorofila, fato que pode ser

observado na Figura 16, onde mesmo não apresentando significância pelo teste de média, a dose de 200% de 'N' manteve maior concentração de clorofilas nas folhas das plantas irrigadas com água de CE de 3,0 dS m⁻¹, ou seja, diferenças de 15,32%; 24,2% e 20,69% entre os tratamentos N1 e N2, sendo os valores aproximados ao nível de salinidade de 2,4 dS m⁻¹ do primeiro experimento.

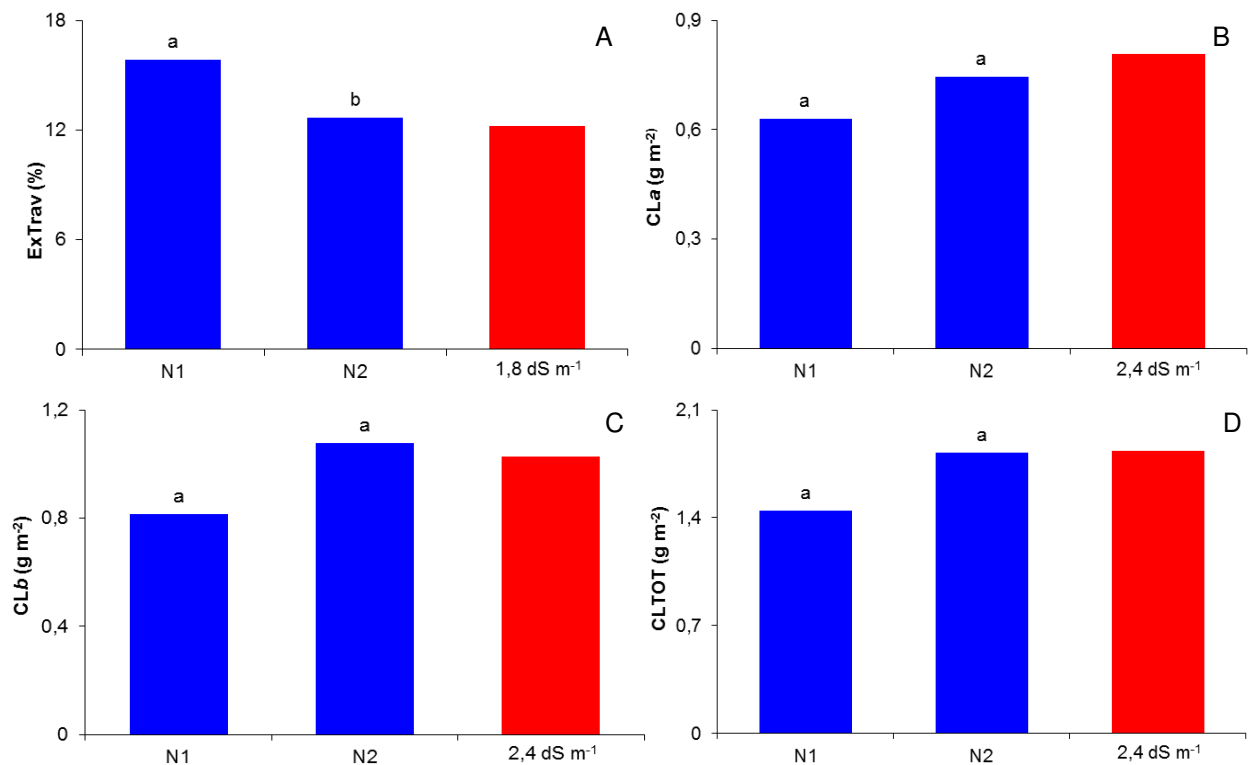


Figura 16. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável extravasamento de eletrólitos (ExTrav) (A), teores de clorofila *a* (CLa) (B), clorofila *b* (C) (CLb) e clorofila total (CLTOT) (D), em citros sob a variedade de copa laranja "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

É possível observar, por meio das variáveis *E*, *gs* e *A* (Figura 17) que as plantas submetidas ao tratamento de 200% de 'N' apresentam melhor condição fisiológica, já que ao se comparar as plantas irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹ com e sem o acréscimo na adubação nitrogenada, verifica-se equivalência ao nível de 1,8 ds m⁻¹ do primeiro experimento, o que é interessante, notadamente quando o produtor só possui água com maior teor de sais.

Constata-se que a transpiração reduziu em 37,39% comparando-se o N1 ao N2, sendo mais bem visualizado quando se confronta esse resultado com o tratamento de 1,8 dS m⁻¹ do experimento 1, onde a *E* foi maior apenas 6,57% (Figura 17A). Resultados similares para a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO₂, constando-se elevação em 44,87% e 32,12% entre a dose de

100 e 200% da fertilização nitrogenada, respectivamente (Figura 17B e C). Fazendo-se a mesma comparação com o tratamento de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ do primeiro experimento, é notado depleção de $0,038 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na *gs* e de $0,739 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a *A* em relação ao N_2 , indicando que ocorre atenuação dos efeitos depressivos da salinidade pela maior aplicação de N.

Fernandes et al. (2010) estudando o meloeiro e Sousa et al. (2013) estudando mudas de pinhão manso, concluíram que o maior fornecimento de N foi eficaz na minimização dos danos causados pela elevada salinidade na *E*, *gs* e *A*, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Em plantas cítricas Syvertsen et al. (1993) observou que a medida que aumentava a concentração de Cl^- nas folhas reduzia a de 'N', entretanto, Lea-Cox e Syvertsen (1993) constataram que a aplicação de nitrogênio foliar eleva a taxa de fotossíntese em plantas de citros submetidas ao estresse salino. Maior resistência estomática foram observadas em plantas cultivadas em baixos teores de nitrogênio, onde os autores concluíram que a causa do decréscimo na fotossíntese teria sido pela inibição da atividade da enzima Rubisco (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase oxigenase) (JUST et al. 1989; FREDEEN et al. 1991).

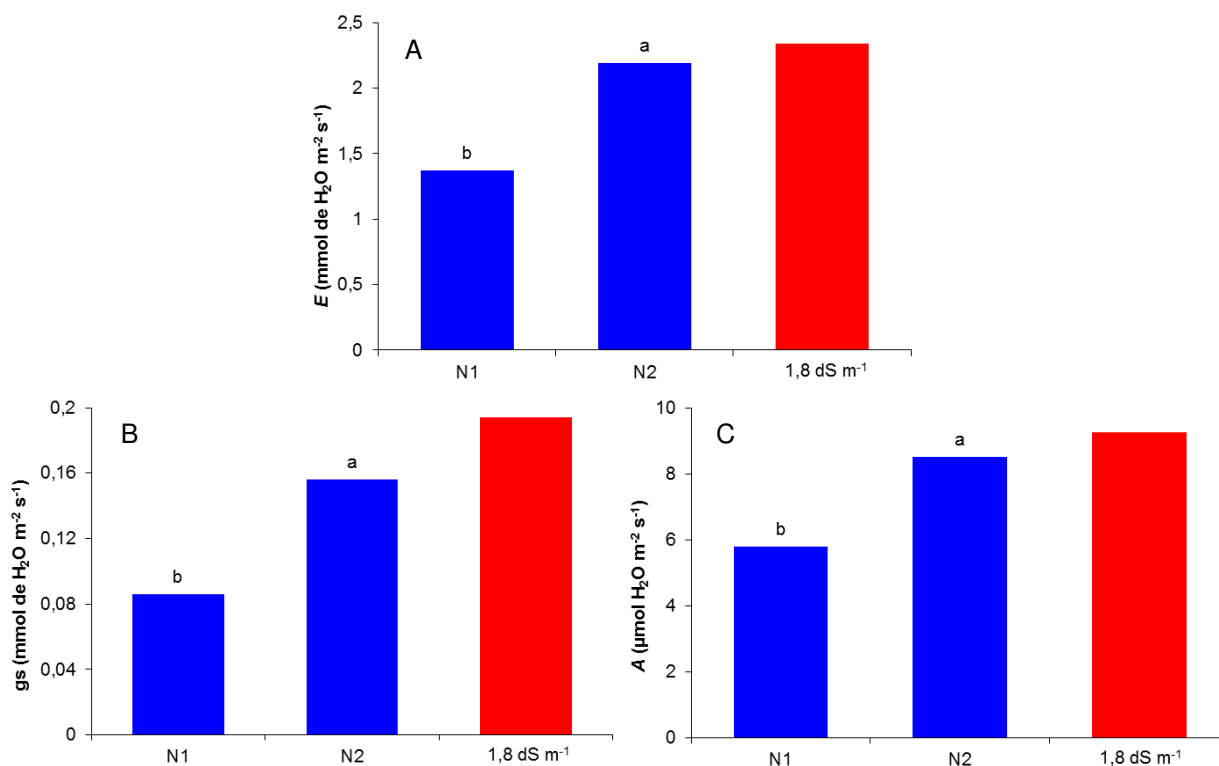


Figura 17. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO_2 (A), em citros sob a variedade de copa laranja "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

Conforme Epstein e Bloom (2006) quatro átomos de 'N' estão ligados a um de 'Mg' no centro da molécula de clorofila, conferindo integridade estrutural e funcional no processo de captação de luz, fazendo parte de proteínas importantes para a fotossíntese como a rubisco. Evans (1989) destaca que durante o processo de formação dos pigmentos absorvedores de luz, o nitrogênio é requerido em quantidades substanciais, onde limitações inibem a eficiência dos sistemas de captação de luz e, por conseguinte a fotossíntese (DEMMING-ADAMS et al., 1997). Neste sentido, ao visualizar a Figura 18 constata-se elevação de 30,53% na fluorescência inicial (F_o) e decréscimos na ordem de 18,23%; 37,6% e 20,84% para as variáveis fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) comparando-se as médias do tratamento de 100% com as do tratamento de 200% da fertilização nitrogenada.

Como anteriormente exposto à salinidade crescente reduz a eficiência quântica do PSII, sendo atribuído o fato a baixa capacidade de síntese de proteínas presentes nas membranas dos tilacóides, mas a maior disponibilidade de nitrogênio pode ter amenizado os efeitos deletérios, pois, segundo Epstein e Bloom, (2006) a

presença de 'N' em quantidades suficientes favorece a atividade da proteína-rubisco beneficiando o transporte de elétrons nas membranas dos tilacóides.

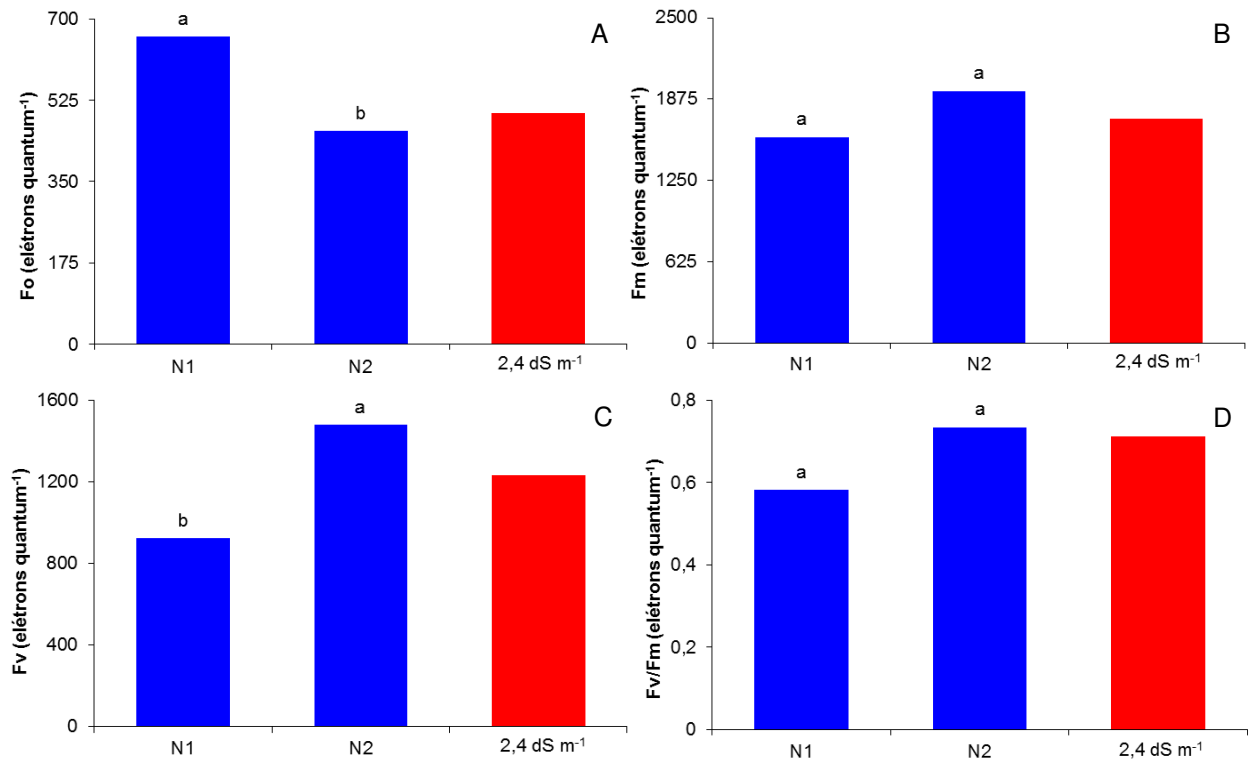


Figura 18. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável fluorescência inicial (Fo) (A), fluorescência máxima (Fm) (B), fluorescência variável (Fv) (C) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (D), em citros sob a variedade de copa laranja "Mimo do Céu" (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

De acordo com Santos et al. (2010) plantas melhor nutridas tendem a tolerar mais os efeitos da salinidade do que plantas submetidas à deficiência de algum nutriente, esses autores citam a importância da implementação de estudos sobre os efeitos dos nutrientes nas plantas em condições salinas, do mesmo modo, Aragão et al. (2010) citam que o estresse salino inibe a aquisição e utilização do N, dificultado a absorção, distribuição e assimilação tal como a síntese de proteínas. Feijão et al. (2011) e Furtado et al. (2012) concluíram que o nitrogênio é capaz de reduzir os efeitos deletérios da salinidade no sorgo e na melanciaira, respectivamente; entretanto, é importante comentar que os autores trabalharam com soluções nutritivas, fornecendo o NO_3^- de forma mais direta. Neste trabalho é notado o efeito benéfico do nitrogênio, mesmo não tendo significância estatística para a maior parte das variáveis analisadas, observa-se que o aumento no fornecimento de N favorece a fotossíntese das plantas, o que refletiu na produção total de frutos,

onde os tratamentos de N2 foram superiores em 5,87%; 7,36% e 11,16% nas plantas enxertadas com os porta-enxertos 1, 2 e 3, respectivamente, quando comparadas às plantas que receberam menor dosagem de nitrogênio, corroborando com a teoria ora apresentada, ou seja, ocorreu volatilização de parte do fertilizante aplicado, incorrendo em menor aproveitamento pelas plantas do nitrogênio aplicado.

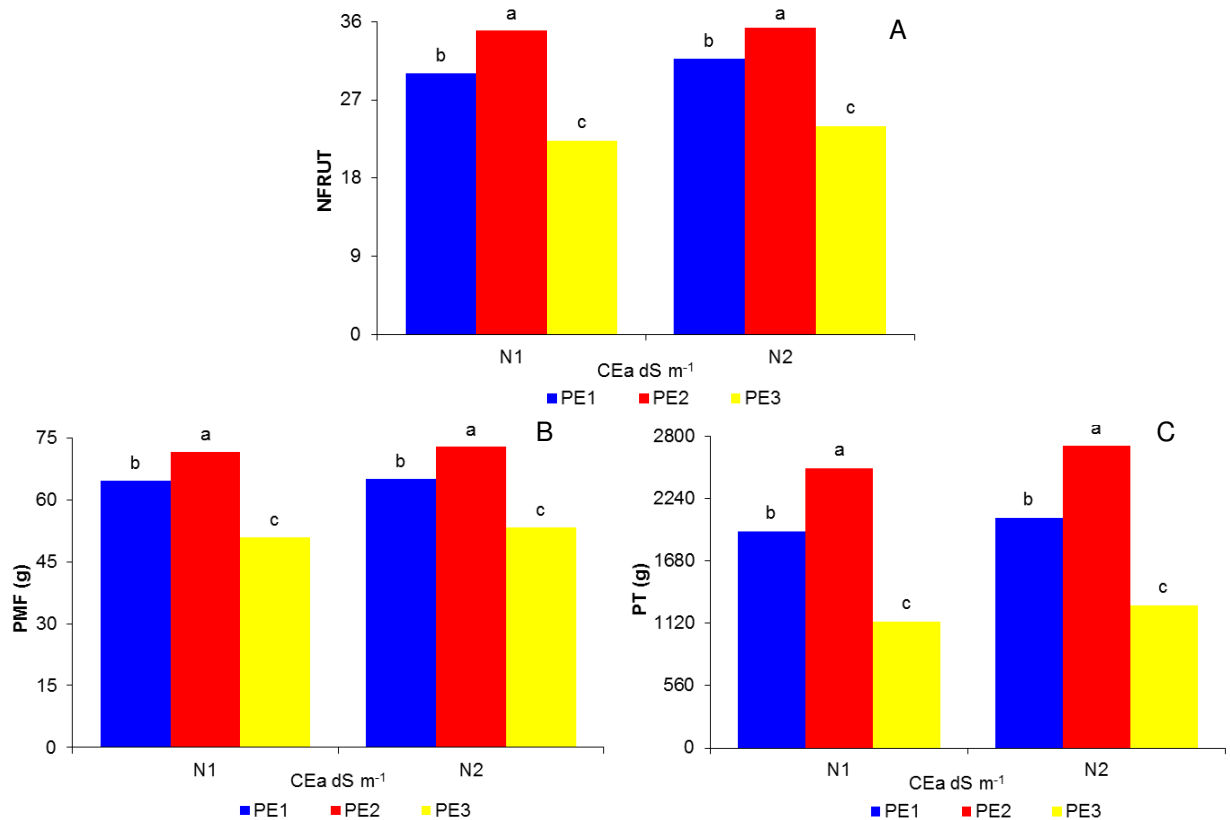


Figura 19. Teste de médias (Tukey) entre as doses de nitrogênio relativo à variável número de frutos (NFRUT) (A), diâmetro transversal (DT) (B) e diâmetro longitudinal de fruto (DL) (C), em citros sob a variedade de copa laranjeira “Mimo do Céu” (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo) aos 150 dias após o início da floração. Campina Grande, PB, 2014.

6. CONCLUSÕES

1. A irrigação com água salina reduz os diâmetros de caule medidos, sendo as plantas enxertadas com o PE3 ((TSKC) x (LCR x TR) - 059) as mais afetadas;

2. As plantas enxertadas com Limoeiro Cravo 'Comum' possuem as melhores médias para o teor relativo de água e o extravasamento de eletrólitos porém, com base nessas variáveis, são as mais sensíveis ao aumento da salinidade.

3. O PE1 (TSKC x TRENG – 256) é o genótipo que proporciona maior tolerância com base no teor relativo de água e o extravasamento de eletrólitos.

4. O estresse salino reduz as trocas gasosas e os teores dos pigmentos clorofilianos das plantas cítricas;

5. A eficiência quântica do fotossistema II é inibida nas plantas cítricas sob estresse salino;

6. O aumento do teor salino da água de irrigação promove o aumento do número de frutos por planta, mas reduz o tamanho médio dos frutos, bem como a produção total de frutos;

7. Plantas enxertadas com o Limoeiro Cravo 'Comum' apresentam maior potencial produtivo, mesmo sob irrigação com águas salinas, quando comparados aos demais genótipos estudados;

8. O dano celular é reduzido quando se aplica maior quantidade de nitrogênio;

9. As taxas de transpiração, condutância estomática, taxa de assimilação de CO₂, são elevadas com o incremento da dose de nitrogênio aplicado;

10. O aumento na fertilização nitrogenada elevou o número e o tamanho dos frutos, conseqüentemente, a produção total, mesmo com a eficiência tendo sido reduzida devido à volatilização da ureia que ocorre em altas temperaturas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, E.; RIGO, G.; SZEKELY, G.; VAGY, R.; KONGZ, C. SZABADOS, L. Light dependent induction of proline biosynthesis by abscisic acid and salt stress is inhibited by brassinosteriod in *Arabidopsis*. **Plant Molecular Biology**, v.51, p.363-372, 2003.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**, Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 416p.

ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; HOLANDA, J. S. PORTO, C. N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.7, n.2, p.221-226, 2003.

ALMEIDA, W. S. de; BELÉM, F. R. F.; BERTINI, C. H. C. de M.; PINHEIRO, M. de S.; TEÓFILO, E. M. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a salinidade avaliado por meio de método multivariado. **Ciência Rural**. v.41, n.11, p.1884-1889, 2011.

AL-YASSIN, A. Influence of salinity on citrus: a review paper. **Journal of Central European Agriculture**, v.5, n.4, p.263-272, 2004.

AMORIM, A. F.; 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.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, n.2, p.167-176, 2002.

ANA. **Irrigação no Brasil**. Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticias.aspx>>. Acesso em: 24 dez 2013.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISOSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. 1.ed. Fortaleza: UFC, 1993. 247p.

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, v.14, p.100-106, 2010.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p.206-216, 2005.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na Agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999, 218 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

AZEVEDO, L. G. T.; PORTO, R. L.; MELO JUNIOR, A. V.; PEREIRA, J. G.; ARROBAS, D. P.; NORANHA, L.C.; PEREIRA, L. P. (2005) **Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas**. V.7, p.93. Série Água Brasil, Banco Mundial, Brasília.

BALAL, R. M.; ASHRAF, M. Y.; KHAN, M. M.; JASKANI, M. J.; ASHFAQ, M. Influence of salt stress on growth and biochemical parameters of citrus rootstocks. **Pakistan Journal of Botany**, v.43, n.4, p.2135-2141, 2011.

BALLESTER, C.; CASTEL, J.; CASTEL, J. R. Riego deficitario controlando en Clementina de nules y Navel lane late: producción y calidad de la fruta. **Acta Horticulturae**. v.54, p.198-202, 2009.

BALLESTEROS, M. J. M. **Desarrollo de un producto gelificado con pomelo (var. Star Ruby) empleando tratamientos osmóticos.** Valencia, Universitat Politècnica de València. 2008, p. 233, Tese Doutorado.

BANULS, J.; PRIMO-MILLO, E. Effects of salinity on some citrus scion-rootstock combinations, **Annals of Botany**, v.76, p.97-102, 1995.

BEN-AMOR, N.; JIMENEZ, A.; MEGDICHE, W.; LUNDQVIST, M.; SEVILLA, F.; ABDELLY, C. Response of antioxidant systems to NaCl stress in the halophyte *Cakile maritima*. **Plant Physiology**. V.126, p.446-457, 2006.

BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD, J. van (ed.). **Drainage for agriculture. Madison: American Society of Agronomy.**, 1974. Cap.3, p.39-54.

BERNSTEIN, L. Salt tolerance of fruit crops. **USDA Agricultural Information. Bulletin 292 (rev.)**, 1980, 283 p.

BIELORAI, H.; SHALHEVET, J.; LEVY, Y. The effect of high sodium irrigation water on soil salinity and yield of mature grapefruit orchard. **Irrigation Science**. v.4, p.255–266, 1983.

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

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; ÖQUIST, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER E. G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, v.3, n.4, p.497-514, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **I – Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. II – Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba.** Rio de Janeiro:

A/CONTAP/USAID/BRASIL. 1972. p.683, Boletim DPFS, EPE-MA, 15 – Pedologia, 8.

BRITO, M. E. B. **Tolerância de genótipos de citros ao estresse salino**. Campina Grande, UFCG. 2010, p.143, Tese Doutorado.

BRITO, M. E. B.; ANJOS, L. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S de. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Agrária**, v.7, p.857-865, 2012.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. dos S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.343-353, 2008.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de, SOARES FILHO, W. dos S.; SANTOS, R. T. dos. SENSIBILIDADE À SALINIDADE DE HÍBRIDOS TRIFOLIADOS E OUTROS PORTA-ENXERTOS DE CITROS. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 17 – 27, 2014.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; OQUIST, G.; SCHREIBERS, U.; LECHNER, E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, p.497-514, 1989.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba: ESALQ, 1999. 59 p. (Apostilha).

CARVALHO, D. B.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Revista Scientia Agrária**, v3, n. 1-2, p. 41-45, 2002.

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

CRUZ, M. C. M., SIQUEIRA, D. L., SALOMÃO, L. C. C., CECON, P. R. Florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.360-364, 2006.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.896-901, 2009a.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Florescimento de limeira ácida Tahiti submetida a estresse hídrico e tratada com paclobutrazol. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 53-60, 2009b.

D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**. v.25, n.3, p.615-621. 2005.

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

DEL AMOR, F. M.; RUIZ-SANCHEZ, M. C.; MARTINEZ, V.; CERDA, 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.

DEMMING-ADAMS, B.; VERHOEVEN, A. S.; ADAMS, W.W. Enhanced employment of the xanthophyll cycle and thermal energy dissipation in spinach exposed to high light and N stress. **Plant Physiology**, v.113, n.3, p.817-854, 1997.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Efeito da nebulosidade nos parâmetros da fluorescência em *Mimosa guianensis* Aubl. **Revista Brasileira de Biociência**, v.5, supl.2, p.54-56, 2007.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.: Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. Cap.9, p.129-140.

EL-DESOUKY, S. A.; ATAWIA, A. A. R.: Growth performance of some citrus rootstocks under saline conditions, **Alexandria Journal of Agricultural Research**, v.43, p.231-254, 1998.

EMBRAPA. **Manual e métodos de análise de solo**. 2.ed. revista. Rio de Janeiro, 2011. 230p.

ENGLISH, M. J.; ASCE, M.; SLOMON, K. H.; ASCE, M.; HOFFMAN, G. J. "A paradigm shift in irrigation management". **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.128, n.5, p.267-277, 2002.

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

EVANS, J. R. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. **Oecologia**, v.78, n.1, p.9-19, 1989.

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

FAGOTTI, M. Nutrição e qualidade do fruto. **Citricultura Atual**, v.1, n.3, p.10, 1998.

FALCO, W. F.; BOTERO, E. R.; FALCÃO, E. A.; SANTIAGO, E. F.; BAGNATO, V. S.; CAIRES, A. R. L. In vivo observation of chlorophyll fluorescence quenching induced by gold nanoparticles. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**. v.225, p.65–71, 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Citrus fruit fresh and processed. Annual statistics 2013**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. p.35.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B. da; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**. v.42, n.3, p.675-683, 2011.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.93-103, 2010.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S. de; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, p.259-267, 2011.

FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; HOLANDA, J. S.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, P. D. Qualidade do fruto verde de coqueiro em função da irrigação com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. v.6, n.1, p.69-75, 2002.

FIGUEIRÊDO, V. B. **Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e Melão irrigados com águas de diferentes salinidades**. Botucatu: UNESP. 2008. 104 p., Tese Doutorado.

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

FNP. **AGRIANUAL**, São Paulo, 2006. 504p.

FRANÇA, L. V. **Efeitos da fertirrigação nitrogenada no carbono da biomassa microbiana do solo e nos componentes de produção de genótipos de cevada**. Brasília: Universidade Brasília. 2007. p.91. Dissertação Mestrado.

FREDEEN, A. L.; GAMON, J. A.; FIED, C. B. Responses of photosynthesis and carbohydrate partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. **Plant, Cell and Environment**, v.14, p.963-970, 1991.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**. vol.36 n.1, p.57-70, 2013.

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 Agrônômica**, v.45, n.1, p.82-91, 2014.

FURTADO, G. F.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE, E. M. G.; PEREIRA FILHO, R. R.; SILVA, S. S. da. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melanciaira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v.7, n.3, p. 33-40, 2012.

GARCIA, M. R.; BERNET G. P.; PUCHADES, J.; GOMEZ, I.; CARBONELL. E. A.; ASINS, M. J. Reliable and easy screening technique for salt tolerance of citrus rootstocks under controlled environments, **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, p.653-662, 2002.

GOELLNER, C. Simpósio Nacional sobre o uso da água na agricultura, 1, 2004. Passo Fundo. **O USO DA ÁGUA E A AGRICULTURA**: Comitê do Alto Jacuí, 2004.

GOMES, M. A. da C. **EFEITO DA SALINIDADE SOBRE A BIOMASSA, FISIOLOGIA E MORFOLOGIA DE *Salvinia auriculata* AUBL.** Campos dos Goytacazes: UENF. 2011, p.51, Dissertação Mestrado.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. B.; DUARTE, W. 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.

GONZALEZ, P.; SYVERTSEN, J.; P.; ETXEBERRIA, ED. Sodium Distribution in Salt-stressed Citrus Rootstock Seedlings. **HortScience**. v.47, n.10, p.1504–1511, 2012.

HEPAKSOY, S.; OZER, B.; CAN, H. Z.; UI, M. A.; ANAC, D. Influence of rootstocks on physiological response of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) to salinity, **Acta Horticulturae**. v.573, p.247- 253, 2002.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. Cap.4, p.43-61.

HUETT, D.O.; DETTMANN, E. B. Nitrogen response surface models of zucchini squash, head lettuce and potato. **Plant and Soil**. v.134, p.243-254, 1991.

HURA, T.; HURA, K.; GRZESIAK, M.; RZEPKA, A. Effect of long term drought stress on leaf gas exchange and fluorescence parameters in C3 and C4 plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.29, p.103–113, 2007.

HUSSAIN, S.; LURO, F.; COSTANTINO, G.; OLLITRAULT, P.; MORILLON, R. Physiological analysis of salt stress behaviour of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. **South African Journal of Botany**. v.81, p.103-112, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra. Citros. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 dez 2013.

INGVALSON, R. D.; RHOADES, J. D.; PAGE, A. L. Correlation of alfafa yield with various index of salinity. **Soil Science**. v.122, n.3, p.145-153, 1976.

JAMPEETONG, A.; BRIX, H. Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. **Aquatic Botany**. v.91, p.181-186, 2009.

JONES, B. C. A.; KOENIG, R. T.; ELLSWORTH, J. W.; BROWN, B. D.; JACKSON, G. D. Management of Urea Fertilizer to Minimize Volatilization. **MSU Extension**, 2007 p.12.

JUST, D.; SAUX, C.; RICHAUD, C. & ANDRE, M. Effects of nitrogen stress on sunflower gas exchange. I. Photorespiration and carbon partitioning. **Plant Physiology Biochemistry**, v.27, p.669-677, 1989.

KAFKAFI, U. **Topics in irrigation: seven lectures on irrigation**. Disponível em:<http://departments.agri.ac.il/fieldcrops/topics_irrigation/uzifert.html>, Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

KHAN, N. A. NaCl-inhibited chlorophyll synthesis and associated changes in ethylene evolution and antioxidative enzyme activities in wheat. **Plant Biology**. v.47, p.437-440, 2004.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KORKOR, S. A.; HILLAL, M. H. Use of saline water for irrigating wheat crop. **Agrochemical**, v.20, n.1-2, p.233-238, 1976.

KOSHITA, Y.; TAKAHARA, T. Effect of water stress on flower-bud-formation and plant-hormone content of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.), **Scientia Horticulturae**, v.99, p.301-307, 2004.

KRAJEWSKA B. Ureases I. Functional, catalytic and kinetic properties: A review. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v.59, p.9-21, 2009.

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (ed.) **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE – Imprensa Universitária, 2005. p.95–105.

LARANJA. In: **AGRIANUAL**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. p.273-303.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LEA-COX, J. D.; SYVERTSEN J. P. Salinity reduces water use and nitrate-N use efficiency of citrus. **Annals of Botany**. v.72, p.47–54. 1993.

LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. Relatório do Convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro.** Recife: SUDENE. 1983, p.91-141.

LEVY, Y.; SYVERTSEN, J. Irrigation water quality and salinity effects in citrus trees. **Horticultural Reviews.** v.30, p.37–82, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. (ed.). **Methods in Enzimology. Academic Press,** London, 1987, v.148, p.350-381.

LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; LOURENÇO, G. da S. Resposta da mamoneira cv. BRS Energia a diferentes níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v.7, n.2, p.79-87, 2012.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia.** v.63, n.3, p. 335-340, 2004.

LLOYD, J.; HOWIE, H. Response of orchard 'Washington navel' orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) to saline irrigation water. I. Canopy characteristics and seasonal patterns in leaf osmotic potential, carbohydrates, and osmotic potential. **Australian Journal of Agricultural Research.** v.40, p.359–369, 1989.

LLOYD, J.; HOWIE, H. Salinity, stomatal responses, and whole-tree hydraulic conductivity of orchard Washington navel orange *Citrus sinensis* (L) Osbeck. **Journal of Plant Physiology.** v.16, p.169–179, 1989.

LÓPEZ, G.; GIRONA, J.; MARSAL, J. Response of winter root starch concentration to severe water stress and fruit load and its subsequent effects on early peach fruit development. **Tree Physiology.** v.26, p.469-477, 2007.

LÓPEZ-CLIMENT, M. F; ARBONA, A; PÉREZ-CLEMENTE, R. M; GOMEZ-CADENAS, A. Relationship between salt tolerance and photosynthetic machinery performance in citrus **Environmental and Experimental Botany**. v.62, p.176-184, 2008.

LUCENA, C. C. **Crescimento vegetativo, absorção de nutrientes e trocas gasosas em mangueiras submetidas a estresse salino**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2009. 178p, Dissertação Mestrado.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, p.115-134, 1977.

MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, New York, v.1, p.12-26, 1986.

MAAS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, v.12, p.195-216, 1993.

MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. **Madison: American Society of Agronomy**. 1978. p.277-229.

MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição mineral e adubação dos citros irrigados. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2006. 12p. (Circular Técnica, 79).

MANDHANIA, S.; MADAN, S.; SAWHNEY, V. Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedlings. **Biologia Plantarum**, v.50, p.227-231, 2006.

MANSOUR, M. M. F. Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine and proline against NaCl stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.36, n.10, p.767-772, 1998.

MATTOS JUNIOR, D.; GRAETZ, D. A.; ALVA, A. K. Biomass distribution and 15N-nitrogen partitioning in citrus trees on a sandy Entisol. **Soil Science Society America Journal**. v.67, p.555-563, 2003.

MEDEIROS, J. F. de. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. Piracicaba: ESALQ.1998, 152p. Tese Doutorado.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**. v.26, n.4, p.452-457, 2008.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.29-34, 1999.

MOBAYEN, R. G.; MILTHORPE, F. L. Response of seedlings of three citrus-rootstock cultivars to salinity, **Australian Journal of Agricultural Research**, v.31, p.117-124, 1980.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**. v.59, p.651-681, 2008.

MURKUTE, A. A.; SHARMA, S.; SINGH, S. K. Citrus in terms of soil and water salinity: a review. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v.64, n.6, p.393-402, 2005.

MUSYIMI, D. M.; NETONDO, G. W.; OUMA, G. Effects of salinity on gas exchange and nutrients uptake in avocados. **Journal of Biological Sciences**. v.7, n.3, p.496-505, 2007.

NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G. J. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.2, p. 199-209, 2005.

NEVES, L. L. M.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; MARTINEZ, C. A.; SALOMÃO, L. C. C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira "Prata" submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.524-529, 2002.

NICOLOSI, E. Origin and taxonomy. In: KHAN, I. A. (ed.). **Citrus genetic, breeding and biotechnology**. Oxford: CAB International, 2007. p.18-44.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; Andrade, L. O. de. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, p.358-367, 2010.

NOLTE, K. D.; HANSON, A. D.; GAGE, D. A. Proline accumulation and methylation to proline betaine in Citrus: implications for genetic engineering of stress resistance, **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.122, p.8-13, 1997.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (ed.). **Métodos de pesquisa em ambiente controlado**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991, p.189-273.

OLIVEIRA, A. C. M. **Tolerância de genótipos de porta-enxertos de citros em condições de estresse salino**. Campina Grande, UFCG. 2012, 120p, Tese Doutorado.

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

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M. G. V. X.; LIMA, J. F. W. F.; MARQUES, F. A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, p.1477-1486, 2002.

OLIVEIRA, R. P.; KOLLER, O. C.; SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, S. P.: **Pomelos: informações básicas sobre o cultivo e cultivares apirênicas recomendadas para o Rio Grande do Sul**. Pelotas-RS: Embrapa Clima Temperado, 2007. 28p.

ONU. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. United Nations. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/documents/ecosoc>>. Acesso em: 24 dez 2013.

PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo: escoamento à superfície**. São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP, 1997.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Irriga**, v.16, n.2, p.163-176, 2011.

PÁTRIA, F. M. F. da. **Tolerância de genótipos de citros à salinidade, em cultivo in vitro e hidropônico**. CRUZ DAS ALMAS: UFRB. 2013, p.145.

PINCELLI, R. P. **Tolerância à deficiência hídrica em cultivares de cana-de-açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas**. Botucatu: UNESP, 2010. 78p. Dissertação Mestrado.

PINHEIRO, H. A.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; FERREIRA, V. M.; CÂMARA, C. A.; CABRAL, F. F.; OLIVEIRA, J. F.; CARVALHO, L. W. T.; FONSECA, F. K. P. SANTOS, J. M. Alterações na fotossíntese e nos teores de pigmentos cloroplastídeos em plântulas de mamonas cultivadas sob condições de salinidade. **In: 1º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel; Anais**. Brasília. Disponível em:

<<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/AlteracoesFotossintes e.pdf>>. Acesso em: 23 de jan. 2013.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. 2.ed. Madrid: Editorial Española S.A., 1985, 542p.

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

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; CAVALCANTE, M. Z. B. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.32, p.219-228, 2009.

RESTREPO-DÍAZ, H. J.; MELGAR, C.; LOMBARDINI, L. Ecophysiology of Horticultural Crops: An Overview. **Agronomía Colombiana**, v.28, n.1, p.79. 2010.

RHOADES, J. D., LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, Q. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (Irrigation and Drainage Paper, 48).

RIBEIRO, R. V. **Varição sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira "Valência"**. Piracicaba, ESALQ, 2006. 157p. Tese Doutorado.

RICHARDS, L. A. **Diagnoses and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p.

ROCHA, J. F.; MIYAZAWA, M. Avaliação da perda de nitrogênio da uréia aplicada sobre resíduo vegetal em sistema de plantio direto. **In: 31ª Reunião Anual da SBQ**, 2008, Águas de Lindóia. Reunião Anual da SBQ, 2008.

ROMERO-ARANDA, R.; MOYA, J. L.; TADEO, F. R.; LAGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Physiological and anatomical disturbances induced by chloride salts in sensitive and tolerant citrus: beneficial and detrimental effects of cations. **Plant, Cell and Environmental**, v.21, p.1243-1253, 1998.

ROMERO-ARANDA, R.; SORIA, T.; CUARTERO, J. Tomato plant-water uptake and plantwater relationships under saline growth conditions. **Plant Science**. v.160, p.265-272, 2001.

RUMEAU, D.; PELTIER, G.; COURNAC, L.; Chlororespiration and cyclic electron flow around PSI during photosynthesis and plant stress response. **Plant Cell Environment**. v.30, p.1041-1051, 2007.

SALIBE, A.A. Citricultura: 500 anos. **Citricultura Atual - GCONCI**, Cordeirópolis, ano 4, n.16, p.14, 2000.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P.: Desenvolvimento inicial do milho em função de doses e fontes de nitrogênio aplicadas na semeadura. **Biotemas**, v.22, n.4, p.53-58, 2009.

SANTOS, C. H.; KLAR, A. E.; GRASSI FILHO, H.; RODRIGUES, J. D.; PIERRE, F. C. Indução do florescimento e crescimento de tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulata* Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.8-12, 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013, 353p.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L F; VITAL, A. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na Agricultura: Estudo básico e aplicados**. Fortaleza-CE: INCT Sal, 2010, Cap.14, p.221-252.

SCHOLES, J. D.; HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements. In: **Methodes in comparative plant ecology**. Chapman e Hall, London, 1993, 252p.

SCOTTI CAMPOS, P; THU PHAM 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.

SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **HortScience**, v.14, n.5, p.587-589, 1979.

SHARMA, L. K.; KAUSHAL, M.; BALI, S. B.; CHOUDHARY, P. Evaluation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) as rootstock for salinity tolerance at seedling stage under in vitro conditions. **African Journal of Biotechnology**. v.12, p.6267-6275, 2013.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha* plants. **Journal of Arid Environments**, v.74, n.10, p.1130–1137, 2010.

SILVA, F. V.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; TRAVASSOS, K.D.; SUASSUNA, J. F.; CARDOSO, J. A. F. Produção de Citros Irrigados com Água Moderadamente Salina. **Irriga**, v.1, p.396-407, 2012.

SILVA, M. M. P. da; VASQUEZ, H. M.; BRESSANS SMITH, R.; SILVA, J. F. C.; ERBES DOBLER, E. D.; ANDRADE JÚNIOR, P. S. C. Eficiência fotoquímica de

gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.67-74, 2006.

SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; COSTA, J. R. M. Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo pela irrigação. **Irriga**. v.5, n.2, p.112-25, 2000.

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. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. Cap.11, p.161-18.

SINGH, A.; SAINI, M. L.; BEHL, R. K. Screening of citrus rootstocks for salt tolerance in semi-arid climates – A review. **Tropics**, v.13, n.1, p.53-66, 2003.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; GRAF, C. C. D.; ZANETTI, M.; ZOCHI, S. S. Irrigação de porta-enxertos cítricos com água salina. **Irriga**, v.11, n.3, p.428-440, 2006.

SOUSA, J. R. M. **Formação de mudas de pinhão-manso sob níveis de nitrogênio e irrigação com águas salinas**. Pombal: UFCG, 2012, 67p, Monografia Graduação.

SOUSA, J. R. M.; ALVINO, F. C. G.; BRITO, M. E. B. Viabilização no uso da água salina em pinhão manso. In: MESSIAS, A. S.; FRADIQUE, P. C. N. (ed.) **Gestão de água: água, meio ambiente e saúde**. Recife: UNICAP, 2013. v.1, p.866-875.

SOUTHWICK, S. M.; DAVENPORT, T. L. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in Citrus. **Plant Physiology**, v.81, p.26-29, 1986.

SOUZA, C. R. de; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.10, p.1221-1230, 2001.

SOUZA, M. J. H. de.; RAMOS, M. M.; SIQUEIRA, D. L.; COSTA, L. C.; LHAMAS, A. J. M.; MANTOVANI, E. C.; CECON, P. R.; SALOMÃO, L. C. C. Estresse hídrico e época de produção da lima ácida 'Tahiti'. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.31-38, 2004.

STEPPUHN, H. Pre-irrigation of a severely-saline soil with *in situ* water to establish dry land forages. **Transactions of the ASAE**, v.44, n.6, p.1543-1551, 2001.

STOREY, R.; WALKER, R. R. Citrus and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1-4, p.39-81, 1999.

STROGONOV, B. P. **Physiological basis of salt tolerance of plants**. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations. 1964, 279p.

SWINGLE, W. T.; REECE, P. C. The botany of *Citrus* and its wild relatives. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (ed.). **The Citrus Industry**. Berkeley: University of California, 1967. p.190-430.

SYVERTSEN, J. P.; MELGAR, J. C.; GARCIA-SANCHEZ, F. Salinity tolerance and leaf water use efficiency in citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.135, p.33–39, 2010.

SYVERTSEN, J. P.; LLOYD, J. Citrus. In: B. Schaffer and P. Andersen (ed.). **Sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994, v.2. p.65–99.

SYVERTSEN, J. P.; LLOYD, J.; KRIEDEMANN, P. E. Salinity and drought stress effects on foliar ion concentration, water relations, and photosynthetic characteristics of orchard citrus. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.39, p.619–627, 1988.

SYVERTSEN, J. P.; SMITH, M. L.; BOMAN, B. J. Tree growth, mineral nutrition, and nutrient leaching losses from soil of salinized citrus. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.45, p.319–334. 1993.

SYVERTSEN, J. P.; YELENOSKY, G. Salinity can enhance freeze tolerance of citrus rootstock seedlings by modifying growth, water relations, and mineral nutrition. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.113, p.889–893, 1988.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 828p.

TAYER, J. N. **Effect og irrigation methods with saline waters on maize production and salt distribution in soil**. Bari: CIHEAM, 1987. 285p. Dissertação Mestrado.

TERNOSKI, G. D.; PAULETTI, V.; SILVEIRA, C. A. P.; RANZAN, T.; LEMISKA, A.; OLIVEIRA, A. B. . Volatilização da amônia da uréia misturada com subprodutos do xisto. In: **Workshop insumos para agricultura sustentável**, Pelotas. Anais do Woskshop insumos para agricultura sustentável, 2012.

TEZARA, W.; MARÍN, O.; RENGIFO, E.; MARTÍNEZ, D.; HERRERA, A. Photosynthesis and photoinhibition in two xerophytic shrubs during drought. **Photosynthetica**, v.43, n.1, p.37-45, 2005.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; SMITH, R. E. B. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.2, p.199-209, 2005.

VASCONCELO, N. S.; DANTAS NETO, J.; MEDEIROS, J. F.: Qualidade das águas subterrâneas de área irrigada da comunidade de pau branco em Mossoró (RN). **HOLOS**, v.1, p.47, 2013.

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

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007

WALKER, R. R.; TOROKFALVY, E.; GRIEVE, A. M. PRIOR, L. D. Water relations and ion concentrations of leaves on salt stressed citrus plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.10, p.263-277, 1983.

WHO. World Health Organization. **Right to Water.**, Geneva, 2003, 44p.

YAO, X.; HORIE, T.; XUE, S.; LEUNG, H. Y.; KATSUHARA, M.; BRODSKY, D. E.; SCHROEDER, J. I. Differential sodium and potassium transport selectivities of the rice OsHKT2;1 and OsHKT2;2 transporters in plant cells. **Plant Physiology**, v.1, p.341-355, 2010.

ZEKRI, M. Effect of NaCl on growth and physiology of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings, **Scientia Horticulturae**, v.47, p.305-315, 1991.

ZEKRI, M. Salinity effect on seedling emergence, nitrogen and chloride concentrations, and growth of citrus rootstocks. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. v.114, p.79-82, 2001.