



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

LARISSA ALBUQUERQUE BRITO

**COMBINAÇÕES DA LIMEIRA-ÁCIDA TAHITI COM PORTA-ENXERTOS, SOB ESTRATÉGIAS
DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINIZADA**

POMBAL-PB
2024

LARISSA ALBUQUERQUE BRITO

**COMBINAÇÕES DA LIMEIRA-ÁCIDA TAHITI COM PORTA-ENXERTOS, SOB ESTRATÉGIAS
DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINIZADA**

Dissertação apresentada ao programa
de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical da Universidade Federal de
Campina Grande em cumprimento às
exigências para obtenção do Título de
Mestre em Horticultura Tropical, linha
de pesquisa: Manejo de água e solo

Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas
Fernandes

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

B862c Brito, Larissa Albuquerque.
Combinações da limeira-ácida Tahiti com porta-enxertos,
sob estratégias de irrigação com água salinizada / Larissa
Albuquerque Brito. – Pombal, 2024.
65 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.
"Orientação: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes".
Referências.

1. Citrus. 2. Salinidade. 3. Enxertia. I. Fernandes, Pedro Dantas.
II. Título.

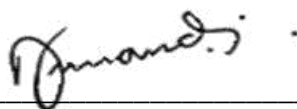
CDU 634.3(043)

LARISSA ALBUQUERQUE BRITO

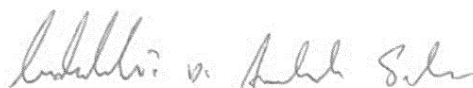
**COMBINAÇÕES DA LIMEIRA-ÁCIDA TAHITI COM PORTA-ENXERTOS, SOB
ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINIZADA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Campina
Grande, como parte das exigências
do Programa de Pós- Graduação em
Horticultura Tropical para a
obtenção de Mestre em Horticultura
Tropical.

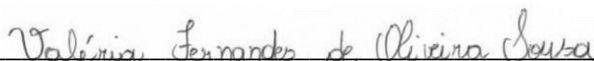
BANCA EXAMINADORA:



Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
PPGEA/UFCG



Examinador externo: Dr. Luderlandio de Andrade Silva
UFCG



Examinadora interna: Dra. Valéria Fernandes de Oliveira Sousa
PPGHT/UFCG



Documento assinado digitalmente
MARCOS ERIC BARBOSA BRITO
Data: 19/04/2024 09:13:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador externo: Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
UFS

Ao meu Deus, pai e ajudador de todas
às horas, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus por ter me dado forças e sabedoria durante toda minha jornada, sem ele jamais conseguiria.

À minha irmã Valéria e ao meu cunhado Fábio pelo apoio de sempre.

À minha mãe Maria Lúcia Albuquerque Brito (*in memória*), obrigada mãe. Te amo!

Aos meus irmãos Valdilene, Lairton e Valter pela ajuda e incentivo.

Aos meus sobrinhos Yago, Filipe, João, Valentina, Mateus e Ana Lúcia. E à minha família que de alguma forma me ajudou nesse período e agradeço também a Maria Rita pelos conselhos ditos durante toda a minha caminhada.

Agradeço aos professores e professoras que deram o seu melhor para que eu pudesse alcançar meus objetivos, principalmente ao Prof. Dr. Pedro Dantas, ao meu coorientador Dr. Luderlandio de Andrade Silva, e ao Prof. Dr. Geovani e Prof. Dra. Lauriane pela ajuda e acolhimento, e a todos os funcionários que me acolheram durante esses dois anos, em especial Jociano e Maria Rita.

Agradecer também ao pessoal do laboratório de hidráulica e irrigação, em especial a Alan, Dr. Reynaldo, MSc. Ana Paula, MSc. Valeska, MSc. Amanda, MSc. Smith, Dra. Valéria, MSc. Jean Têlvio, Dr. Jean Paiva e a todos que me ajudaram nessa fase. Muito Obrigada!

Obrigada à minha família do EJC, pela compreensão, pelas orações e por todos os conselhos que me serviram de bússola nos caminhos do Senhor.

Obrigada aos meus colegas de sala, do campus e da vida, pelas palavras de positividade e momentos incríveis que vivemos, em especial MSc. Dayany, Lauro José ‘o melhor’, Eduardo, Bren Carla, José Paulo, Caio, Patrick, Antônio, Leonardo, Neylton R., Maísa, Alyne, Raíssa, Damião, Lucas C., Felipe W., Wallace, Íris, Juninho, Aristeu, Mizael, Rafael, Eugênia, Vitória, Elannia, Inspetora Elisa, Eloísa, Renata, Elisabete, Janiely, Renato, Dayane, Kaline L. e Luana Rêgo. Vocês foram fundamentais nessa minha fase acadêmica.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Obrigada à todos!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluviométrica (A), temperaturas máxima e mínima (B) e umidade relativa do ar máxima e mínima (C), no período de outubro de 2022 a setembro 2023...	23 a 24
Figura 2. A - Registro verde (manejo 1 – 0,3 dS m ⁻¹), B- registro azul (manejo 2 – 3,0 dS m ⁻¹) e C - Registros alternados (manejo 3 e 4)	24
Figura 3. Armazenamento da água salina 3,0 dS m ⁻¹ das combinações copa/porta-enxerto Pombal- PB, 2023.....	26
Figura 4. Medição de diâmetro do caule abaixo da enxertia (A), acima da enxertia (B) e ramos secundários (C) de combinações ‘Tahiti’/genótipos cítricos, Pombal- PB, 2023.....	27
Figura 5. Peso do fruto da limeira ácida ‘Tahiti’, enxertada em diferentes porta-enxertos e manejos de irrigação com água salina, Pombal- PB, 2023.....	28
Figura 6. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro do porta – enxerto - TCAD _{PE} (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro do porta-enxerto - TCRD _{PE} (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).....	30
Figura 7. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro do enxerto - TCAD _E (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro do enxerto - TCRD _E (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).....	32 e 33
Figura 8. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro dos ramos secundários – TCAD _{RS} (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro dos ramos secundários – TCRD _{RS} (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).....	34
Figura 9. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para peso total dos frutos (PTF) do terceiro ano de produção (1095 dias)....	36
Figura 10. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para número de frutos (NF) do terceiro ano de produção (1095 dias).....	37
Figura 11. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para peso médio dos frutos (PMF) do terceiro ano de produção.....	38
Figura 12. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para potencial hidrogeniônico dos frutos cítricos no período seco - pH ₁ (A) e chuvoso – pH ₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).....	40
Figura 13. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação	

com água salina para os teores de sólidos solúveis dos frutos cítricos no período seco - SS₁ (A) e chuvoso – SS₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).....42

Figura 14. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de acidez total dos frutos cítricos no período seco - Acidez₁ (A) e chuvoso – Acidez₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).....44

Figura 15. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de vitamina C dos frutos cítricos no período seco – Vit. C₁ (A) e chuvoso – Vit. C₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).....46

Figura 16. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de açúcares totais dos frutos cítricos no período seco - AT₁ (A) e chuvoso – AT₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).....48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação dos cinco porta-enxertos utilizados para enxertia da limeira ácida ‘Tahiti’[<i>C. ×latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] provenientes do programa de melhoramento genético de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.....	24
Tabela 2. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do porta-enxerto ($TCAD_{PE}$ e $TCRD_{PE}$), taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do enxerto ($TCAD_E$ e $TCRD_E$) e taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro dos ramos secundários ($TCAD_{RS}$ e $TCRD_{RS}$) das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 1095 dias após o transplântio.....	29
Tabela 3. Resumo da análise de variância para peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF) e peso médio de frutos (PMF) das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 1095 dias após o transplântio.....	35
Tabela 4. Resumo da análise de variância para potencial hidrogeniônico1 (pH_1 e pH_2), sólidos solúveis (SS_1 e SS_2), acidez total (AT_1 e AT_2), vitamina C ($VIT.C_1$ e $VIT.C_2$) e açúcares totais (A_1 e A_2) das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 211 dias (período chuvoso) e 1095 dias (período seco) dias após o transplântio.....	38 a 39

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Água na agricultura.....	14
2.2 Citros.....	16
2.3 Variedades de copa/porta-enxerto.....	17
2.4 Salinidade em citros.....	19
2.5 Estratégias de irrigação com água salina.....	20
2.6 Qualidade de frutos.....	21
3 MATERIAL E MÉTODO	23
3.1 Localização e características da área experimental.....	23
3.2 Fatores estudados e delineamento estatístico.....	24
3.3 Condução do experimento em área aberta.....	25
3.4 Preparação das águas de irrigação.....	26
3.5 Variáveis analisadas.....	26
3.5.1 Variáveis de crescimento.....	27
3.5.2 Variáveis de produção.....	27
3.5.3 Variáveis de qualidade.....	28
3.6 Análise estatística.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APENDÊNCIE	60

BRITO, Larissa Albuquerque. Combinações da limeira-ácida ‘Tahiti’ com porta-enxertos, sob estratégias de irrigação com água salinizada, 2024. 60p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB¹.

RESUMO

O Brasil se destaca como segundo maior produtor de frutas cítricas e o maior exportador de sucos concentrados, sendo a região Sudeste a mais relevante na cadeia do seu agronegócio. No Nordeste, desempenha importante função econômica e social, com destaques para o cultivo de limões. No entanto, os índices de produtividade das plantas, nesta região, são inferiores aos obtidos nos pomares da região Sudeste. A explicação está no uso de combinações copa/porta-enxertos menos adequadas às condições edafo-climáticas da maioria das áreas do Nordeste, usualmente afetadas por secas e períodos longos de estiagem, coincidentes com altas temperaturas. Outro fator a se considerar é a presença de sais na água, proveniente de poços e açudes, em níveis que prejudicam o crescimento/desenvolvimento e a produção das plantas cítricas. Neste contexto, objetivou-se avaliar o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’, enxertada em cinco porta-enxertos, no terceiro ano de cultivo, sob manejo de irrigação com água salina. Para tanto, realizou-se um experimento em ambiente aberto, usando-se lisímetros de drenagem com capacidade de 150 L, onde se estudou a aplicação de quatro manejos da água de irrigação na limeira ácida Tahiti enxertada em cinco porta-enxertos (Citrandarin ‘Indio’, Citrandarin ‘San Diego’, TSKC x CTARG – 019, Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]). Os manejos de irrigação foram relativos a: manejo 1 - irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹, durante o período de estudos; manejo 2 - irrigação com água de 3,0 dS m⁻¹ durante o período; manejo 3: irrigação em intervalos intercalados, com água de 0,3 dS m⁻¹ durante dois meses e água de 3,0 dS m⁻¹ em mais dois meses, consecutivamente, durante o terceiro ano de produção e manejo 4 - irrigação em intervalos intercalados, com água de 0,3 dS m⁻¹ durante quatro meses, seguidos de irrigação com água de 3,0 dS m⁻¹ por mais quatro meses, sucessivamente, no terceiro ano de produção. Durante esse período, as combinações copa/porta-enxerto foram avaliadas quanto a crescimento, produção e qualidade. A salinidade de 3,0 dS m⁻¹ reduz as taxas de crescimento das combinações da limeira ácida ‘Tahiti’, enxertadas nos cinco porta-enxertos. As maiores produções de frutos foram observadas nas combinações de ‘Tahiti’ com os porta-enxerto Citrandarin ‘Indio’, ‘Cravo Santa Cruz’ e BRS ‘Bravo’, ao se usar água com baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹). Essas mesmas combinações foram as mais sensíveis ao manejo de irrigação com água salina de 3,0 S m⁻¹. A produção das plantas foi maior com alternância de irrigação, em períodos de dois e quatro meses, em comparação aos tratamentos com irrigação contínua de 3,0 dS m⁻¹, em todas as combinações copa/porta-enxerto, exceto para a combinação com Citrandarin ‘San Diego’. A qualidade química dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ são afetados positivamente pelo período de avaliação.

Palavras-chave: Enxertia; salinidade; citros.

¹Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, PPGEA/UFCG.

BRITO, Larissa Albuquerque. Cultivation of scion/rootstock combinations of 'Tahiti' acid lime under saline water irrigation management, 2024. 60p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB¹.

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of citrus fruits and the largest exporter of concentrated juices, with the Southeast being the most important region in the agribusiness chain. In the Northeast, it plays an important economic and social role, especially in the cultivation of lemons. However, plant productivity rates in this region are lower than those obtained in orchards in the Southeast. The explanation lies in the use of scion/rootstock combinations that are less suited to the soil and climate conditions in most areas of the Northeast, which are usually affected by droughts and long dry spells, coinciding with high temperatures. Another factor to consider is the presence of salts in the water from wells and reservoirs, at levels that impair the growth/development and production of citrus plants. In this context, the objective was to evaluate the growth, production and fruit quality of the 'Tahiti' acid lime tree, grafted onto five rootstocks, in the third year of cultivation, under irrigation management with saline water. To this end, an experiment was carried out in an open environment, using drainage lysimeters with a capacity of 150 L, where the application of four irrigation water managements was studied on the Tahiti acid lime tree grafted onto five rootstocks (Citrandarin 'Indio', Citrandarin 'San Diego', TSKC x CTARG - 019, Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' and BRS 'Bravo' [TSKC x (LCR x TR) - 059]). The irrigation treatments were as follows: treatment 1 - irrigation with water of 0.3 dS m⁻¹ during the study period; treatment 2 - irrigation with water of 3.0 dS m⁻¹ during the study period; treatment 3: irrigation at staggered intervals, with water of 0.3 dS m⁻¹ for two months and water of 3.0 dS m⁻¹ for a further two months, consecutively, during the third year of production; and management 4 - irrigation at staggered intervals, with water of 0.3 dS m⁻¹ for four months, followed by irrigation with water of 3.0 dS m⁻¹ for a further four months, successively, in the third year of production. During this period, the scion/rootstock combinations were evaluated for growth, production and quality. Salinity of 3.0 dS m⁻¹ reduces the growth rates of 'Tahiti' acid lime combinations grafted onto the five rootstocks. The highest fruit yields were observed in combinations of 'Tahiti' with the rootstocks Citrandarin 'Indio', 'Cravo Santa Cruz' and BRS 'Bravo', when using water with low salinity (0.3 dS m⁻¹). These same combinations were the most sensitive to irrigation with saline water of 3.0 S m⁻¹. Plant production was higher with alternating irrigation, over periods of two and four months, compared to treatments with continuous irrigation of 3.0 dS m⁻¹, in all scion/scion combinations, except for the combination with Citrandarin 'San Diego'. The chemical quality of 'Tahiti' acid lime fruit is positively affected by the evaluation period.

Key Words: grafting; salinity; citrus.

¹Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, PPGEA/UFCG

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como segundo maior produtor de frutas cítricas e o maior exportador de sucos concentrado e pasteurizado de laranja [*Citrus ×sinensis* (L.) Osback] (Silva, 2021). De acordo com dados do IBGE, durante o ano de 2022, a produção nacional ultrapassou mais de 1,5 milhões de toneladas de limão, representando 25% das culturas temporárias e permanentes, enquanto a região Sudeste é a maior produtora de limão do país, representando cerca de 73% do valor da produção nacional (IBGE, 2023).

No Nordeste, a citricultura é também relevante em termos sociais e econômicos, pela geração de emprego e renda. No entanto, a produtividade das plantas é bastante inferior àquelas encontradas nos pomares da região Sudeste (30 ton) (IBGE, 2021), o que pode ser atribuído ao uso de combinações copa/porta-enxertos menos produtivas, bem como ao déficit hídrico ocorrido nos meses mais quentes do ano. Tal fato resulta na necessidade de utilizar sistemas de irrigação para ampliar a produção. Essa relação foi identificada por Braz et al., (2009), quando estudou a frequência e lâminas de irrigação em limeira ácida ‘Tahiti’ e também por Soares et al., (2015), ao analisar o crescimento de diferentes combinações copa/porta-enxerto de citros em condições de estresse hídrico.

O uso da irrigação, por outro lado, deve levar em consideração a disponibilidade de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, verificando-se a existência de sais na água dos poços e açudes, em concentrações que afetam as culturas, variando de acordo com a quantidade de chuvas e a origem do solo (Audry; Suassuna, 1995; Santos, 2008; Oliveira et al., 2010). Esses sais podem influenciar no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade das plantas de citros, que são consideradas moderadamente sensíveis à salinidade (Levy & Syvertsen, 2004; Silva et al., 2012).

A salinidade, então, reduz o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas cítricas que podem ser prejudicadas por íons tóxicos, como o cloro, sódio e boro, e pelo estresse osmótico (Levy & Syvertsen, 2004). Por outro lado, o uso de porta-enxertos que são tolerantes à salinidade pode possibilitar o aproveitamento de águas de qualidade inferior e o cultivo em solos salinizados (Grieve et al., 2007; Prior et al., 2007; Fernandes et al., 2011; Brito et al., 2014a).

Para determinar quais genótipos são tolerantes, é necessário realizar avaliações consecutivas que abrangem todo o processo de produção da cultura. Para os citros, os materiais resistentes precisam ser identificados na fase de formação do porta-enxerto, conforme descrito por Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011), durante a fase de formação da muda enxertada,

como registrado por Brito et al. (2014b) e Brito et al. (2015), e na fase de crescimento inicial até a prefloração, estudada por Silva et al. (2019a 2019b), e esses materiais com potencial devem ser levados a campo para avaliar as características de crescimento e produção de frutos ao longo do tempo, antes de consolidar as recomendações.

Neste sentido, para obter conhecimento sobre como alcançar uma produção de melhor qualidade, se faz necessário o estudo de frutos de citros e suas combinações copa/porta-enxerto, sob estresse salino, condição essa já mencionada principalmente na região Nordeste.

Portanto, para se garantir a maior produtividade de frutas cítricas em grande parte do Nordeste brasileiro, é necessário estudar as combinações copa/porta-enxerto em toda a cadeia produtiva, desde a fase de muda até a produção sob estresse salino. Os estudos devem abranger aspectos específicos relacionados à crescimento, produção e qualidade dos frutos. Ressalte-se que devido às peculiaridades e necessidades da copa e do porta-enxerto, tais estudos são específicos para cada combinação (Oliveira et al., 2005), dificilmente válidas para outros casos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, produção e qualidade da limeira ácida ‘Tahiti’ combinada com cinco porta-enxertos no terceiro ano de produção sob manejo de irrigação com água salina, em lisímetros de drenagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água na agricultura

O globo terrestre é coberto por 75% de água, recurso mais abundante e essencial à vida, porém, segundo Silva e Pereira (2019c), 97,5% são de água salgada e apenas 2,5% é água doce, sendo a maioria (69%) de difícil acesso por estar concentrada em geleiras, 29,9% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos), 0,8% está em pântanos e umidade de solo e 0,3% são superficiais encontrados em rios, lagos e açudes. Aproximadamente 12% da água doce do mundo está localizada no Brasil, e está disponível em rios, incluindo o Amazonas, o maior rio do mundo em extensão e volume do planeta. Além disso, mais de 90% da área terrestre do Brasil recebe chuvas abundantes ao longo do ano, com exceção das áreas semiáridas (ISA, 2005).

A agricultura foi apontada como um dos pivôs do problema por utilizar cerca de 70% da água consumida (Embrapa 2015). Segundo os estudos preliminares da FAO (2014) mostra que existe uma necessidade urgente de melhorar a produtividade agrícola para suprir o incremento demográfico e aumento do deslocamento da população para grandes centros urbanos. Portanto, o uso consuntivo da água refere-se aos usos que retiram água de fontes naturais e, assim, reduzem a água disponível espacial e temporalmente (Possas, 2011).

No Nordeste do Brasil, a disponibilidade hídrica para a agricultura é baixa, pois apresenta baixos níveis de precipitação, com média de 750 mm e em alguns regiões a precipitação média não ultrapassa os 400 mm anuais, e a evapotranspiração potencial média pode atingir 2.500 mm por ano, gerando elevados déficits hídricos (Montengro & Montenegro, 2012), e isto dificulta a utilização de estratégias de recuperação e armazenamento durante períodos de seca. Além disso, a maior parte da água dos açudes e poços desta região contém sais (Audry & Suassuna, 1995), sendo necessário cultivar apenas variedades que tolerem estas condições, ou cultivar sob manejo de irrigação que preconize o controle da salinidade do solo, através do uso da fração de lixiviação, sistema de drenagem superficial e subterrânea, ou a aplicação de corretivos como gesso, caso o solo seja deficiente em cálcio e a água possua alta soidade.

Segundo o relatório de conjuntura da ANA (2021), a agricultura irrigada está em expansão no Brasil, principalmente na região Nordeste, porém esse aumento de áreas irrigadas em bacias hidrográficas com baixa disponibilidade hídrica, torna vulnerável o sistema de abastecimento de água e é necessário racionalizar o uso da água para evitar conflitos com outras categorias de usuários, especialmente com o abastecimento humano e industrial.

De acordo com os padrões globais, a produção agrícola com irrigação aumenta a produtividade em 2,7 vezes em comparação com o cultivo de sequeiro e, em alguns casos pode garantir a produção em regiões áridas ou semiáridas, que são caracterizadas principalmente pela escassez de água, decorrente de chuvas apenas em curtos períodos (três a cinco meses por ano), irregularmente distribuídas no tempo e no espaço (Christofidis, 2013; Dalastra et al., 2014). Isto limita a disponibilidade de água para fins agrícolas e promove processos de salinização e dissolução do solo, ou seja, a acumulação gradual de sais solúveis e/ou sódio trocável na zona radicular, sendo esse processo acelerado pelas irrigações com água de má qualidade, sem estudo prévio e pela drenagem ineficiente (Silva et al., 2011, Christofidis, 2013).

Os principais sais encontrados na água de irrigação são o sódio, o cálcio e o magnésio na forma de cloreto, sulfato e bicarbonato (Almeida, 2010). Limites específicos das concentrações salinas admissíveis, que não podem ser estabelecidos devido às grandes variações de tolerância à salinidade entre as diferentes plantas. Contudo, dados de estudo de campo sobre plantas que crescem em solos adaptados artificialmente a diferentes níveis de salinidade fornecem informações valiosas sobre a tolerância ao sal (Silva et al., 2011), mas isso requer correta interpretação e análise de parâmetros relevantes relacionados aos efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação (Almeida, 2010).

A presença de sais no ambiente do solo impede a dinâmica de floculação e dispersão das unidades estruturais do solo, afetando suas propriedades físicas e químicas (Assis Júnior & Silva, 2012), e levando à redução do crescimento e produtividade das plantas cultivadas e em casos mais severos, pode levar ao colapso da produção agrícola. Isso é causado por um desequilíbrio nutricional devido à inibição da absorção de outros cátions devido ao excesso de sódio, além da influência dos íons tóxicos, principalmente cloro, sódio e boro, e do efeito osmótico e o déficit hídrico que reduz o potencial osmótico da solução do solo (Silva et al., 2011).

Os sais solúveis presentes na água de irrigação são incorporados ao solo e, desta forma são absorvidos pelas plantas, podendo causar alterações morfológicas, estruturais e metabólicas (Pompeu Júnior, 2005; Lima et al., 2016), principalmente quando a concentração de sal no solo e na água de irrigação está acima do limite de salinidade da cultura (Ayers; Westcot, 1999). Portanto, é necessário dar ênfase a estudos que busquem alternativas viáveis para o uso de água salina na irrigação em regiões de clima semiárido, especialmente na citricultura.

De acordo com Miranda et al. (2011), a diluição e remoção desses sais do solo podem ser realizados por meio de aplicação de lâminas de lixiviação; os sais dispersantes são frequentemente combinados com íons agregantes diluídos, levando a mudanças significativas na

estrutura do solo e impactando negativamente a estabilidade, a porosidade ou a densidade dos agregados, entre outras características físicas.

2.2 Citros

Os Citros pertencem à família das Rutáceas e da subfamília Aurantioidea, é originário das áreas subtropicais e tropicais da Ásia. São árvores ou arbustos espinhosos, com raiz principal, folhas longas, simples e grossas que parecem coriáceas. As flores originam-se entre a folha e o caule, solitárias, em cachos ou em pequenas cimeiras terminais; As frutas cítricas, denominada de hesperídios, variam em cor, forma e tamanho, dependendo da espécie e da variedade, e a textura das sementes pode variar entre as espécies, mas geralmente têm textura grossa, rígida e lenhosa (Queiroz-Voltan; Blumer, 2005; Medina et al., 2008). Os frutos são ricos em vitamina C e também contêm vitaminas A e do complexo B, e sais minerais, principalmente cálcio, potássio, sódio, fósforo e ferro (Mattos Junior et al., 2005).

Foram introduzidos no Brasil por volta de 1530, durante expedições colonias e provavelmente encontraram condições adequadas para seu desenvolvimento na Bahia, de onde se espalharam por todo o país, concentrado-se principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste (Barbosa, 2013). Atualmente, as frutas cítricas mais cultivadas no Brasil são as laranjas (*Citrus xsinensis*), tangerinas (*Citrus reticulatae*, *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*) e limas ácidas (*Citrus latifolia*).

O Brasil é um dos maiores países produtores de citros do mundo, com um volume de produção de 19.569,675 t em 2019 e rendimento médio de 24,82 kg/ha; no Sudeste, a produção foi de 14.330,917 t, com rendimento médio de 34,09 kg/ha, superando a produtividade nacional. A produção na região Nordeste é de 1.240,277 t/ha e o rendimento é de 10,51 kg/ha, ficando atrás apenas das regiões Sudeste e Sul. A produção na Paraíba é de 20,144 t, com rendimento de 6,89 kg/ha (IBGE 2020). No entanto, os rendimentos na região Nordeste são significativamente inferiores as regiões sudeste e nacional, este baixo rendimento se dá por se tratar de uma região semiárida, que apresenta alto potencial de estresse hídrico devido à escassez de água, limitada pela falta e distribuição das chuvas, o que limita o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade dos vegetais (Lechinoski, 2007).

Com área de 714,202 h e produção de 23,015 t ha⁻¹, a laranja doce se destaca não só no Brasil, mas em todo o mundo. Grande parte da colheita é destinada à industrialização de suco, sendo responsável por 50% do suco processado mundialmente, sendo 98% desde total exportado (Neves et al., 2010).

A citricultura é uma importante atividade agrícola que gera direta e indiretamente renda

e emprego para a população rural e, sobretudo, divisas provenientes da exportação de seus produtos, como suco de laranja concentrado e congelado (Borges & costa 2006). Os frutos cítricos adaptam-se a diversas condições de solo e clima, permanecendo produtivos, (Sentelhas, 2005; Medina et al., 2008). Outro aspecto importante é a qualidade genética e sanitária das mudas, que refletem em toda vida útil da planta, (Carvalho, Graf & Violante, 2005; Rezende et al., 2010).

Atualmente na tentativa de obter maiores produtividades, prolongar a vida do pomar, superar problemas associados a estresses abióticos como a salinidade, bem como aumentar a resistência a doenças, as plantas cítricas são formadas por dois indivíduos unidos por meio do processo de enxertia: o porta-enxerto (ou cavalo) e o enxerto (ou copa) que crescem e se desenvolvem formando uma única planta (Rezende et al., 2010). Para produzir mudas de frutas cítricas e outras fruteiras, a combinação copa/porta-enxerto deve atender a vários critérios especiais relacionados à formação do porta-enxerto e da própria muda. Porém, as características e exigências da copa e do porta-enxerto nem sempre são as mesmas, podendo ocorrer incompatibilidade (Oliveira et al., 2005).

2.3 Variedades Copa/Porta-enxerto

A utilização de porta-enxertos tolerantes a determinados estresses garantiu o sucesso da citricultura, mas durante muitos anos o porta-enxerto utilizado foi o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia*), que ainda hoje prevalece devido a sua capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (Brito et al., 2014a), apesar de também se utilizar o limoeiro ‘Volkameriano’ e a tangerineira ‘Sunki’, que têm demonstrado potencial para a diversificação de materiais, bem como o limoeiro ‘Rugoso’ (*C. jambhiri* Lush), as tangerineiras ‘Cleopatra’ e o citrumelo ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] (Fernandes et al., 2011).

Os materiais descritos podem contribuir para dar origem a novos híbridos por meio do melhoramento genético, pois sabe-se o risco da utilização de um único porta-enxerto, devido a estresses bióticos e à vulnerabilidade a novas doenças, como as mortes súbitas dos citros, registrada a partir de 2001 (Bassanezi et al., 2005), e abióticos como a salinidade do solo (Brito et al., 2014a), que estão aumentando e podem levar ao colapso da produção.

Quanto aos novos híbridos que possam surgir a partir do melhoramento genético dos materiais descritos, estudos têm sido realizados para selecionar genótipos tolerantes a estresses bióticos e abióticos, como o estresse salino no semiárido Nordeste (SILVA et al., 2014; SÁ et al., 2015; Brito et al., 2015; Barbosa et al., 2017).

Porém, para recomendar uma nova combinação entre copa e porta-enxerto é necessário verificar a viabilidade da utilização dos materiais e avaliar a compatibilidade entre variedades. A incompatibilidade é uma desordem de origem fisiológica, caracterizada pela rejeição entre tecidos das variedades enxertadas, com sintomas de fissuras, necrose de tecidos e exsudação de goma, crescimento diferenciado entre hastes de copa e porta-enxerto, resultando em diferentes graus de soldadura e desenvolvimento anormal da copa (Müller et al., 1996).

Estudos desmonstraram que o limoeiro Volkameriano, o citrumelo Swingle e o trifoliata são incompatíveis com a laranja Pêra, com a qual formam plantas pouco produtivas e de vida curta, assim como a trifoliata com o tanger Murcott (Mattos Junior et al., 2005).

A copa da planta é a principal responsável pelas características do fruto e tenta atender às demandas tanto do mercado consumidor de frutas de mesa in natura, quanto a indústria de sucos. Porém, em termos de importância de escolha, o porta-enxerto se iguala à copa, pois as principais características agronômicas são determinadas pela interação entre os dois, o que garantirá melhor desempenho da planta. Dentre as variedades copa mais utilizadas, podemos destacar laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck) nas cultivares Pera; Valência; Natal e Folha Murcha e Bahia, tangerinas Ponkan e Murcott, limão galego e as limas Pérsia e ‘Tahiti’ (Bastos et al., 2014).

Machado et al. (2017) estudando o efeito das variedades porta-enxertos no desenvolvimento e na qualidade dos frutos da limeira-ácida ‘Tahiti’ cultivadas no município de Jaíba-MG, observaram que a qualidade dos frutos não foi afetada pelo uso do porta-enxertos. No entanto, as plantas enxertadas em híbrido limoeiro ‘Volkameriano’ e a tangerineira ‘Cleópatra’ assim como as plantas nos híbridos citrandarin ‘1707’, ‘Rangpur’1710’ e citrumelo ‘Swingle’ produziram maior vigor vegetativo e conseqüentemente produtividade devido o ‘Tahiti’ produzir flores e frutos em novos ramos crescentes, de modo que a produção está diretamente associada ao desenvolvimento vegetativo das plantas.

A limeira ‘Tahiti’ mais popularmente conhecido como “limão” é uma planta vigorosa, de altura média e com folhagem exuberante de coloração verde escura; Floresce principalmente nos meses de setembro a outubro, nas plantações irrigadas ocorre praticamente o ano todo. As flores possuem cinco pétalas brancas aromáticas com grande número de estames contendo pólen inviável. Seus frutos geralmente se desenvolvem sem a formação de sementes, são de tamanho médio, casca lisa e fina e de coloração esverdeada, quando maduros apresentam polpa suculenta com suco ácido, que representa 50% do peso do fruto. A produtividade do ‘Tahiti’ varia de acordo com o espaçamento da cultura e o porta-enxerto utilizado, atingindo produtividade que varia de 6 a 21 t/ha (Mourão Filho et al., 2010).

2.4 Salinidade em citros

Os frutos cítricos são considerados sensíveis à salinidade, porém há divergências quanto à salinidade limiar, Mass (1993), por exemplo, descreve uma salinidade limiar de $1,4 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto Singh et al. (2003) relatam a condutividade $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ como limiar e Ferguson & Grattan (2005) afirmam que as plantas de citros toleram salinidade entre $1,2$ e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, com declínio a partir deste ponto no crescimento e produção das plantas. Segundo Brito et al. (2014a) pode-se utilizar salinidade da água de até $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, mas isso acarreta pequenas limitações de crescimento dos genótipos de citros recomendados como porta-enxertos, especialmente para o limão ‘Volkameriano’, tangerineira ‘Sunki Tropical’, limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e o híbrido trifoliado (HTR) – 069.

Tendo em vista a capacidade dos genótipos de se adaptarem as condições diversas, assim permitindo a seleção de genótipos tolerantes a vários estresses abióticos como é o caso da salinidade, sendo estes capazes de manter as produções economicamente viáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos (Tester & Davenport, 2003; Silva, 2012; Brito, 2014a). A tolerância à salinidade é variável entre espécies e mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento em cada fase a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (Flowers & Flowers, 2005; Munns, 2005). No caso da citricultura, segundo Brito (2008) e Silva (2014), o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ apresenta maior tolerância ao estresse salino e o TSKC x (LCR x TR) – 040 aumenta a eficiência do uso da água nas condições de salinidade, sendo indicado para a produção de porta enxertos de citros.

No entanto, apesar de sua considerável tolerância à seca e à salinidade, o limoeiro ‘Cravo’ está sujeito a problemas fitossanitários, que podem impedir as variedades copa de atingir seu máximo de produção, e em casos mais severos podendo levar ao colapso de produção. De acordo com Silva et al. (2014) e Brito et al. (2014a) há uma necessidade crescente de obtenção de novos materiais de melhoramento genético, de modo a diversificar cultivares a serem usadas como porta-enxerto e com combinação com as copas, sendo uma das características importantes a tolerância a salinidade. Neste sentido, o Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura – (PMG Citros), tem desenvolvido híbridos a partir de diversos cruzamentos que podem ser utilizados em sistemas de produção agrícola.

Na tentativa de comprovar essa variabilidade, autores estudaram plantas cítricas enquanto porta-enxerto, com destaque para o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, híbridos oriundos do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki Comum’ (TSKC) com outro híbrido formado pelo

limoeiro Cravo (LCR) e o *Poncirus trifoliata* (TR), com denominação de TSKC x (LCR x TR) – 040, com potencial tolerante ao estresse salino enquanto porta-enxerto (Silva et al., 2014, Sá et al., 2017) e outros híbridos oriundos a partir do cruzamento da TSKC com o citrumelo Swingle (CTSW), denominado TSKC x CTSW - 041 e o híbrido resultante entre o cruzamento LCR e o limoeiro Volkameriano (LVK), denominado LCR x LVK – 038 (Barbosa et al., 2017). O híbrido da tangerineira Sunki Comum (TSKC) com a citrange [*C. Sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L) Raf.] 'Argentina' – 019 o CTARG - 019 mostrou-se sensibilidade quanto a salinidade em fase de porta- enxerto (Sá et al., 2017).

No entanto, tais estudos devem se estender, ainda, na fase de produção, porque o efeito do estresse salino pode causar distúrbios fisiológicos, que podem ser demonstrados principalmente pela redução da condutância estomática que conseqüentemente, leva a redução da difusão CO₂ e da taxa fotossintética, prejudicando posteriormente todo o processo de crescimento e desenvolvimento das plantas (Hussain et al., 2012), o que pode levar à redução da produção agrícola. Embora isso possa estar relacionado a mecanismos de tolerância e/ou sobrevivência ao estresse (Magalhães Filho et al., 2008), o estudo é importante para verificar a viabilidade de utilização dos materiais em campo.

2.5 Estratégias de irrigação com água salina

O uso de águas com altos teores de sais tem se tornado cada vez mais frequente e bem-sucedido em plantações irrigadas em diferentes países, principalmente quando há um controle contínuo da salinidade do solo e a adoção de práticas de manejo da água salina (Kusvuran et al., 2010; Zong et al., 2011). A utilização de estratégias de manejo de águas salinas pode contribuir para aprimorar as características químicas, físicas e biológicas do solo, diminuindo a quantidade de sais que alcança a zona radicular, minimizando os danos às plantas e otimizando a utilização da terra e da água (Murtaza et al., 2006; Lacerda et al., 2011).

De acordo com Barbosa et al. (2012) as estratégias não específicas são utilizadas em diferentes condições de cultivo, e podem aumentar a produtividade e aproveitamento da terra tanto sob condições salinas quanto sob condições não salinas, por outro lado, as estratégias específicas direcionam-se explicitamente para lidar com o problema da salinidade, e que normalmente não se aplicam aos cultivos em condições não salinas. No estudo realizado por Costa et al. (2013), foi analisado diferentes estratégias de manejo de água salina no cultivo de mamona, de acordo com a fase de desenvolvimento e diferentes níveis de condutividade elétrica (CEa 0,53; 2,09; 3,66 dS m⁻¹) e, foi constatado que, ao iniciar o estresse salino, aos 45 dias após o plantio, não houve alterações significativas nas variáveis de crescimento e produção; além

disso, essa estratégia contribui para minimizar os efeitos adversos da salinidade e da sodicidade do solo ao final do cultivo.

No entanto, devido a redução dos recursos hídricos, torna-se imprescindível obter dados mais preciosos sobre a utilização eficiente da água para a irrigação, bem como para aproveitar águas consideradas de baixa qualidade, ou seja, aquelas com altas concentrações de sais dissolvidos (Alves et al., 2011). Neste caso, utilizar águas com salinidades diversas de forma intercalada pode se tornar uma estratégia técnica e economicamente eficaz na agricultura (Cordão Terceiro Neto et al., 2018). Por outro lado, quando essa água é manejada de maneira inadequada, a irrigação pode resultar em danos ao solo, tais como degradação, desertificação, e abandono do mesmo. Portanto, diante da necessidade de obter dados sobre a tolerância aos níveis de sais na água de irrigação utilizada nas culturas, diversos estudos foram conduzidos com o intuito de fornecer informações mais preciosas (Silva, 2021).

Terceiro Neto et al. (2013) avaliaram a produtividade e a qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente e, observaram que o meloeiro foi mais sensível à salinidade da água de irrigação durante as fases de crescimento e floração, esses resultados observados por estes autores confirmam os resultados registrados por Aragão et al. (2009) e Dias et al. (2010), que relataram que a salinidade elevada do solo durante a floração resultou em menor peso médio dos frutos e número de frutos por planta, ocorrendo, para este último, com maior intensidade. Lima et al. (2020), avaliou o uso de água salina em dois genótipos de gergelim em diferentes estágios de crescimento e, observou que a produção não foi afetada quando as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ nos períodos vegetativo, de floração e frutificação.

2.6 Qualidade de frutos

Para que a lima ácida ‘Tahiti’ alcance comercialização lucrativa, tanto no mercado interno quanto no externo, ela deve atender a alguns atributos de qualidade como forma, tamanho, brilho, sabor, valor nutritivo, segurança alimentar, coloração verde e turgidez (Gayet; Salvo Filho, 2003).

A lima ácida ‘Tahiti’ possui frutos oblongos ou levemente elípticos, de base geralmente arredondada, com casca fina, quando atinge a maturação a superfície fica lisa com cor amarelo pálido (Coelho, 1993). O peso varia entre 70 a 100g, o suco ácido representa metade do peso total do fruto e possui teor de sólidos solúveis (SST) ou °Brix de 9, acidez titulável (ATT) de 6%, relação entre SST e ATT de 1,5 e conteúdo de ácido ascórbico (vitamina C) entre 20 e 40 mg L^{-1} . O comprimento e o diâmetro médio variam entre 55 a 70 mm e 47 a 63 mm. As médias

de comprimento e diâmetro variam entre 55 a 70 mm e 47 a 63 mm. A polpa do fruto também é verde-amarelada e possui textura firme (Luchetti et al., 2003).

A variedade copa é afetada pelo porta-enxerto porque existe variabilidade genética. O tamanho da copa, a produtividade e a qualidade dos frutos afetam, portanto, o porta-enxerto. Para atender às exigências internacionais de exportação de frutas frescas, os produtores tem que escolher um porta-enxerto adequado que forneça frutos de melhor qualidade, com tamanho maior ou em épocas de melhor preço no mercado interno e, finalmente, pode ainda colaborar com as indústrias processadoras na produção de frutos com maiores teores de suco e sólidos solúveis totais (Schäfer et al., 2001).

Em relação à quantidade de sólidos solúveis totais, que são constituídos por solúveis em água, tais potenciais podem variar devido a fatores climáticos, variedade, solo e também durante o processamento (Dantas et al., 2010). Corroborando com tais afirmações, Pompeu Júnior e Blumer (2009) verificaram que os citrandarins induziram a formação de frutos de laranja 'Valência' com maior percentual de sólidos solúveis.

Em termos de rendimento de suco, segundo a companhia de entrepostos armazéns gerais do estado de São Paulo, as frutas a serem exportadas devem ter no mínimo 40,0% de suco, abaixo desse valor são considerados imaturos (Companhia, 2011).

Em estudo realizado por Sales et al., (2018), avaliando a qualidade dos frutos da limeira ácida 'Tahiti' enxertada em dez porta-enxerto sob irrigação com água salina, se observaram que não houve interação entre os fatores estudados e os genótipos diferiram apenas em termos de pH, no entanto, para a salinidade da água de irrigação foi observado diferença, para número de lóculos, condutividade do suco, sólidos solúveis totais, acidez titulável e ácido ascórbico, onde as plantas que foram irrigadas com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ obtiveram valores superiores as que foram irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. Segundo Shalhevet; Levy, (1990) Ginestar; Castel, (1996) a uma relação entre a menor quantidade de água aplicada via irrigação com conteúdo de sólidos solúveis, onde a menor quantidade de água no solo, a concentração de açúcares nos frutos tendem a elevar-se, tendo em vista a menor absorção de água pela planta e, em decorrência, de uma menor diluição desses sólidos quando submetido a déficit hídrico.

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi realizado a céu aberto, com genótipos cítricos cultivados em vasos de 150 L, adaptados para funcionar como lisímetros, em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, localizado no município de Pombal, Paraíba – PB, sob coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m. O experimento foi conduzido no período de outubro de 2022 a setembro de 2023.

De acordo com a classificação de Koeppen aplicada ao Brasil, o clima da região é descrito como 'BSh', ou seja, semiárido quente e seco. Durante o período experimental, coletou-se dados de precipitação foram obtidos por meio de um pluviômetro localizado na área experimental (Figura 2A). Os dados de temperatura (Figura 2B) e umidade relativa do ar (Figura 2C) foram obtidos na estação agrometeorológica do Inmet localizada na cidade de São Gonçalo – PB, (INMET, 2023).

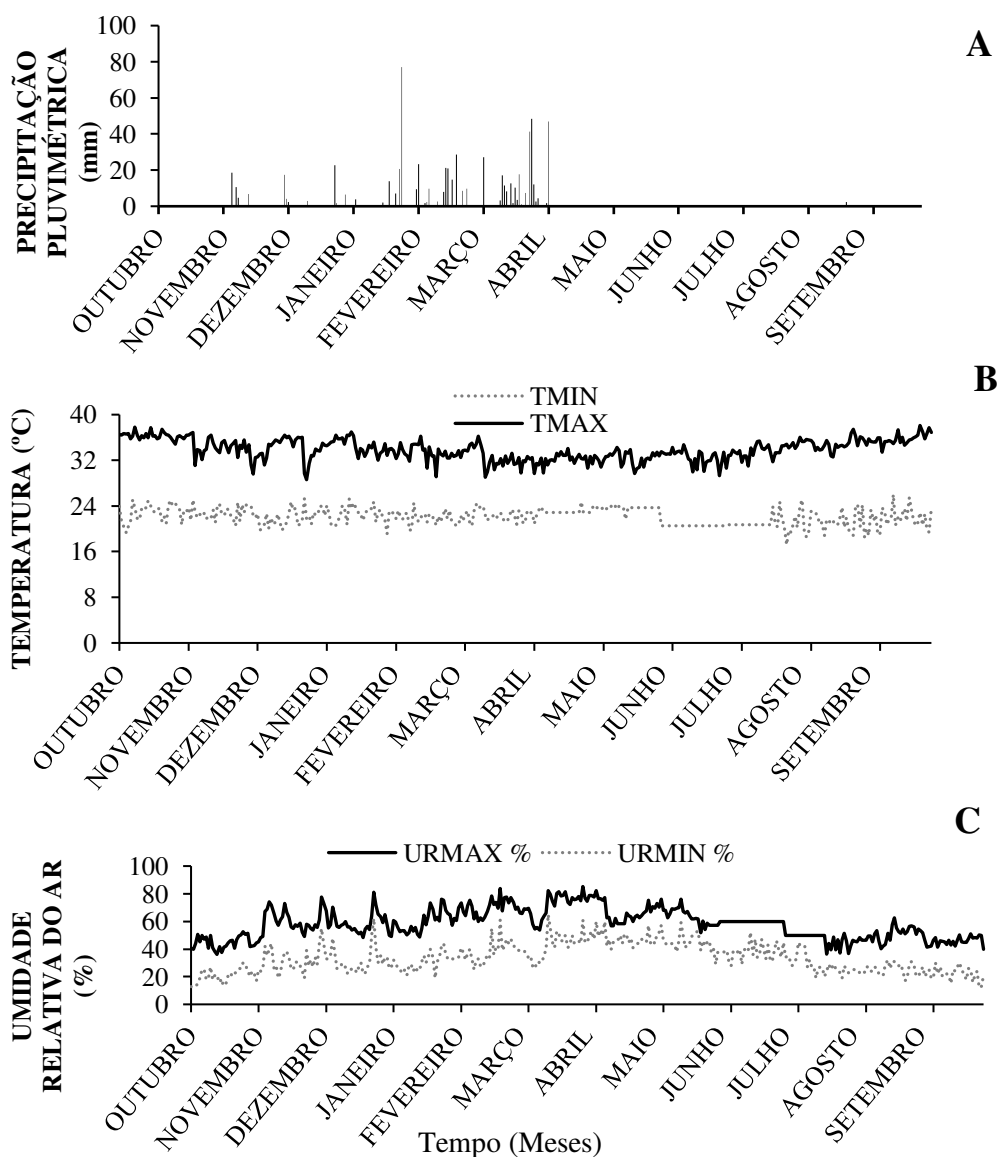


Figura 1: Precipitação pluviométrica (A), temperaturas máxima e mínima (B) e umidade relativa do ar máxima e mínima (C), no período de outubro de 2022 a setembro 2023.

3.2 Fatores estudados e delineamento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com tratamentos formados a partir de um esquema fatorial 5 x 4, correspondente ao manejo da aplicação dos níveis salinos M₁ - (Irrigação apenas com água 0,3 dS m⁻¹), M₂- (Irrigação apenas com água 3,0 dS m⁻¹), M₃- (Irrigação alternada com água 0,3 e 3,0 dS m⁻¹ a cada dois meses) e M₄ - (Irrigação alternada com água 0,3 e 3,0 dS m⁻¹ a cada quatro meses) (Figura 2) e cinco porta-enxertos (Tabela 1) enxertados em limeira ácida ‘Tahiti’.

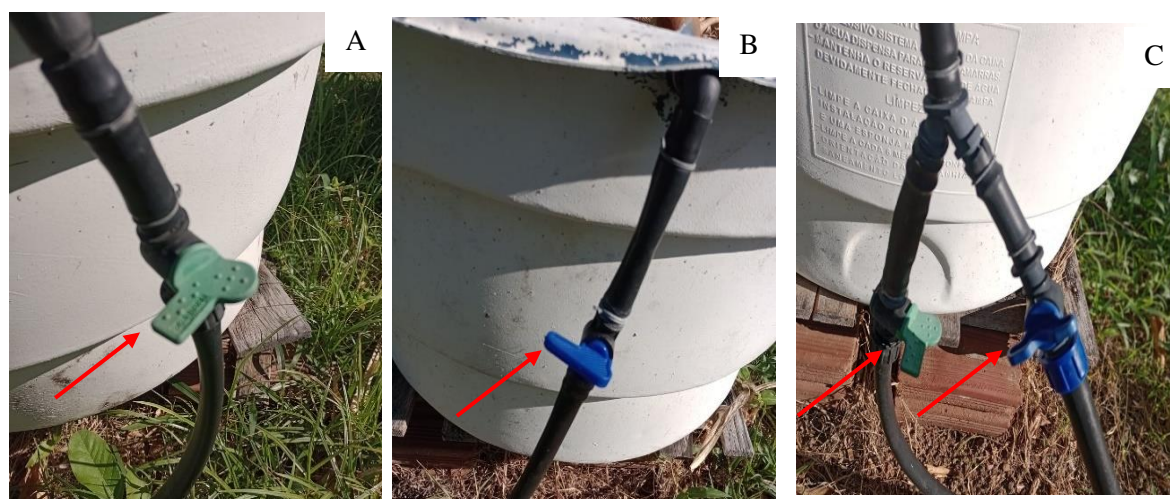


Figura 2. A - Registro verde (manejo 1 – 0,3 dS m⁻¹), B- registro azul (manejo 2 – 3,0 dS m⁻¹) e C - Registros alternados (manejo 3 e 4).

Os cinco genótipos de porta enxertos foram obtidos do Programa de Melhoramento de Genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, conforme relação contida na Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos cinco porta-enxerto utilizados para enxertia da limeira ácida ‘Tahiti’[*Citrus×latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] provenientes do programa de melhoramento genético de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Ordem	Genótipo
1	Citrandarin ‘Indio’
2	Citrandarin ‘San Diego’
3	TSKC x CTARG –019
4	Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
5	BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]

TSKC = tangerina Sunki Comum; CTARG = citrange Argentina; LCR = limoeiro Cravo; TR = Poncirus trifoliata.

A variedade copa para todas as combinações foi a limeira ácida 'Tahiti'. A combinação dos fatores resultou em 20 tratamentos (5 combinações copa/porta-enxerto x 4 manejos de irrigação), repetidos em 4 blocos, sendo cada parcela composta por uma planta, totalizando 80 parcelas.

3.3 Condução do experimento em área aberta

As plantas de cada genótipo de citros enxertadas com a limeira ácida 'Tahiti' (combinação copa/porta-enxerto), foram conduzidos em recipientes adaptados a lisímetros de 150 L. Os genótipos utilizados como porta-enxerto são de origem apogamia. O espaçamento utilizado foi de 2 m entre lisímetros em linhas e 2 m entre lisímetros em colunas. O solo utilizado para preenchimento dos lisímetros foi coletado na fazenda experimental da UFCG 'Rolando Enrique Rivas Castellón', no Município de São Domingos - PB, com amostras coletadas nas profundidades de 0 – 0,2 m e de 0,2 – 0,4 m. Os lisímetros foram formados a partir de caixas d'água de 150 L (poliuretano) e pintadas na cor branca para aumentar a refletividade e reduzir o calor do solo em seu interior. Um registro de 18 mm foi colocado em cada lisímetro, de modo a garantir a drenagem do excesso de água no solo e a determinação do seu volume.

Para facilitar a drenagem do excesso de água no enchimento do lisímetro, foram colocados 15 L de brita e areia na primeira camada a uma altura de aproximadamente de 0,04 m. Após a primeira camada, o preenchimento simula uma cova de plantio no campo (0,40 x 0,40 cm), utilizando um cilindro ajustado no centro do lisímetro (0,44 m de diâmetro e 0,4 m de altura), pondo-se 15 L de brita + areia na base do lisímetro para auxiliar na drenagem. Em seguida, colocando-se uma mistura de 50 L de solo, 20 L de esterco bovino curtido na parte de interna; a parte externa do cilindro é preenchida apenas com solo (60 L), dando um volume de 145 L, e a adubação fosfatada foi colocada no centro do lisímetro. O abastecimento de água salina às plantas em cada nível de salinidade foi realizado por meio de sistema de irrigação local, utilizando mangueira de 18 mm com gotejadores autocompensantes com três gotejadores e vazão de 10 L/h por gotejador, estando dispostos 3 gotejadores por planta.

A adubação foi realizada com algumas alterações quanto as fontes de adubação em relação ao primeiro ano, devido à alterações no pH, onde, 60% do nitrogênio foi aplicado junto com a ureia e os 40% restantes na forma de MAP e nitrato de cálcio, já o Potássio 60% a fonte é KCL e 40% foi sulfato de potássio, conforme descrito por Mattos Junior et al. (2005), como também os tratos culturais: podas de ramos ladrões, roço nas entre linhas, capinas manuais nos lisímetros e controle de pragas.

O manejo de irrigação foi realizado pelo método do balanço hídrico, de forma a repor o consumo médio diário das plantas, dividindo-se o volume a ser aplicado (mL) por 0,9 para se obter uma fração de lixiviação correspondente a 10%, a fim de propiciar a lixiviação de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação (Expressão 1) (Ayers & Westcot, 1999). Porém, essa lixiviação foi realizada semanalmente, onde 10% do acúmulo de cada irrigação foi colocado na última irrigação de cada evento determinado semanalmente.

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{1 - FL} \quad \text{Exp. 1}$$

Em que: VI = volume a ser irrigado no próximo evento de irrigação (mL); Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL); Vd volume drenado (mL), e FL = coeficiente usado para se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 20% ($1 - 0,20$).

Para coletar a água drenada, foram feitos furos no fundo de cada lisímetro, que foi conectado por uma mangueira a um recipiente com capacidade de 18 L, possibilitando assim a medição do volume drenado.

3.4. Preparação das águas de irrigação

Foram dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,3 e 3,0 dS m⁻¹. Na preparação do nível de 3,0 dS m⁻¹ a água utilizada de irrigação foi composta pela adição de NaCl (cloreto de sódio) e a água de 0,3 dS m⁻¹ foi obtida do sistema de abastecimento local.

Na preparação da água de irrigação com CE de 3,0 dS m⁻¹, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ($10 \cdot \text{meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CEa), de acordo com Rhoades et al. (1992), válida para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹, em que se enquadra o nível testado; os sais foram adicionados a água de abastecimento, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro, com condutividade elétrica ajustada à temperatura de 25 °C. Após o preparo, a água foi armazenada em recipientes plásticos de 500 L e devidamente protegida da evaporação, entrada de água da chuva e contaminação por substâncias que pudessem afetar sua qualidade. (Figura 3).



Figura 3 . Armazenamento da água salina 3,0 dS m⁻¹ das combinações copa/porta-enxerto, Pombal- PB, 2023.

3.5 Variáveis Analisadas

3.5.1 Variáveis de crescimento

O crescimento das combinações copa/porta-enxerto foi avaliado aos 1095 dias, a partir do início da aplicação dos manejos de irrigação com água salinizada, com mensuração do diâmetro do porta-enxerto D_{PE} (mm), obtido a uma altura de 2 cm do colo da planta, já o diâmetro do enxerto – D_E (mm) foi feito a 3 cm acima da enxertia e o diâmetro dos ramos secundários - D_{RS} (mm), a 2 cm do ponto de inserção do ramos no caule da planta, usando-se um paquímetro digital; já as taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do caule (TCA_{dc}) e (TCR_{dc}), foram determinados a partir da metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme as equações 1 e 2:

$$TCA = \frac{(A_2 - A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$TCR = \frac{\ln(A_2) - \ln(A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

Em: TCA = taxa de crescimento absoluto; TCR = taxa de crescimento relativo; A_2 = avaliação no tempo t_2 ; A_1 = avaliação o tempo t_1 ; $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as avaliações e $\ln$ = logaritmo natural.

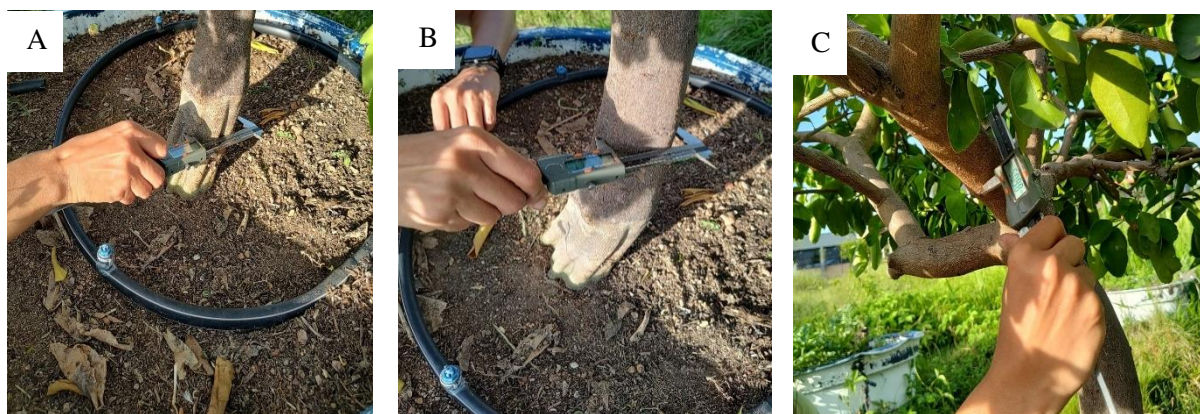


Figura 4: Medição de diâmetro do caule abaixo da enxertia (A), acima da enxertia (B) e ramos secundários (C) de combinações ‘Tahiti’/genótipos cítricos, Pombal- PB, 2023.

3.5.2 Variáveis de produção

Durante o final do terceiro ano de produção, as variáveis de produção foram avaliadas na medida em que os frutos estavam em estágio de colheita (Gayet; Salvo filho, 2003), em cada parcela foi determinado o número de frutos por planta (NFP), o peso médio dos frutos por plantas (PMF) e o peso médio dos frutos (PMF) em gramas.

O NFP foi determinado pela contagem de todos os frutos cítricos colhidos; já o peso médio de frutos por planta diz respeito ao peso total dos frutos colhidos por planta, que equivale

à soma das colheitas realizadas, com auxílio de uma balança.



Figura 5. Peso do fruto da limeira ácida ‘Tahiti’, enxertada em diferentes porta-enxertos e manejos de irrigação com água salina, Pombal- PB, 2023.

3.5.3 Variáveis de qualidade

Os frutos de cada parcela foram colhidos quando apresentavam maturidade fisiológica. A colheita foi realizada na proporção de 1 kg de frutos por genótipos de cada tratamento, devidamente identificado. Os frutos foram lavados e em seguida, com um espremedor de limão, o sumo foi coletado; imediatamente, realizou-se as análises. A primeira análise foi realizada no mês de abril de 2023 (período chuvoso); já a segunda análise foi realizada no mês de setembro de 2023 (período seco). As análises foram realizadas no Campus Pombal-PB do Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande. Onde os teores de sólidos solúveis – SS (%) e de vitamina C (Vit. C) foram determinados usando a metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005); o potencial Hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (AT) pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de médias (Teste de Turkey até 5% de probabilidade) para o fator combinação e em cada nível de salinidade da água estudado através do Software Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis de crescimento

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 2), verifica-se que houve interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os manejos de irrigação para taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do porta-enxerto (TCAD_{PE} e TCRD_{PE}), diâmetro do enxerto (TCAD_E e TCRD_E) e diâmetro dos ramos secundários (TCAD_{RS} e TCRD_{RS}).

Tabela 2 : Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do porta-enxerto (TCAD_{PE} e TCRD_{PE}), taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do enxerto (TCAD_E e TCRD_E) e taxa de crescimento absoluto e relativo do diâmetro dos ramos secundários (TCAD_{RS} e TCRD_{RS}) das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 1095 dias após o transplante.

Variáveis	Quadrado Médio					
	Genótipos (G)	Manejos (M)	G X M	Erro	Média	CV (%)
TCAD _{PE}	0,000273**	0,000861**	0,000073**	0,000006	13,89	0,017
TCRD _{PE}	5,28e ⁻⁸ **	1,01e ⁻⁷ **	2,79e ⁻⁸ **	1,84e ⁻⁹	0,0003	12,28
TCAD _E	0,000046**	0,000823**	0,000067**	0,000003	13,95	10,48
TCRD _E	4,74e ⁻⁸ **	1,10e ⁻⁷ **	3,21e ⁻⁸ **	1,70e ⁻⁹	0,0002	14,57
TCAD _{RS}	0,000051**	0,000375**	0,000033**	0,000003	0,012	16,98
TCRD _{RS}	4,59e ⁻⁸ **	1,33e ⁻⁷ **	4,13e ⁻⁸ **	4,05e ⁻⁹	0,0004	15,00
GL	4	3	12	57	-	-

** = significativo 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo; GL grau de liberdade; CV = coeficiente de variação.

As maiores médias para a taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule do porta-enxerto (Figura 7A), foram observadas nas combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e o citrandarian ‘Indio’ G1 - (0,030 mm dia⁻¹), citrandarin ‘San Diego’ G2 - (0,029 mm dia⁻¹) e BRS ‘Bravo’ G5 - (0,030 mm dia⁻¹) sob manejo de irrigação com água doce (M1). Porém, sob estresse contínuo (M2), todas as combinações copa/porta-enxerto continham valores inferiores da taxa, sendo mais agravante na combinação limeira ácida ‘Tahiti’ com o citrandarin ‘San Diego’ (G2) (0,004 mm dia⁻¹). Esse comportamento está relacionado à sensibilidade das plantas cítricas à salinidade, que resulta em restrição de crescimento devido ao acúmulo de íons tóxicos no caule e ao estresse osmótico, que limita a absorção de água pelas raízes (Brito et al., 2021). Por outro lado, quando se usou os manejos intercalados (M3 e M4), foi possível observar médias de crescimento superiores às observadas nas plantas sob irrigação contínua com água salina (M2) e isso contribuiu para amenizar os efeitos do estresse salino em todas as

combinações. Uma possível explicação para o evento em questão se encontra no fato de que os efeitos dos sais no crescimento das plantas podem variar dependendo da intensidade e duração do estresse (Barbosa et al., 2017).

A maior média de taxa de crescimento relativo em diâmetros de caule de porta-enxerto (Figura 7B) foi observada na planta de limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada no BRS ‘Bravo’ (G5) – $0,00047 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ sob manejo de irrigação com água doce (M1), enquanto a menor média foi no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) – $0,00034 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com diferença de 27,65% ao obtido pelo G5. Quando se estudou o desdobramento dos manejos dentro de cada combinação copa/porta-enxerto, no manejo de irrigação com água salina contínua (M2) a maior média foi observada no citrandarin ‘San Diego’ (G2) ($0,00040 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), superior em 2,56% que o observado nas plantas sob o manejo M1. Enquanto que o G1 e G4 obtiveram as menores médias do genótipo da condição de irrigação contínua com água salina, com valor $0,00011$ e $0,00013 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. O manejo intercalado entre água doce e salina a cada quatro meses possibilitou aos genótipos G1, G2 e G5 taxas de crescimento relativos similares às observadas nas plantas irrigadas com água doce todo o período.

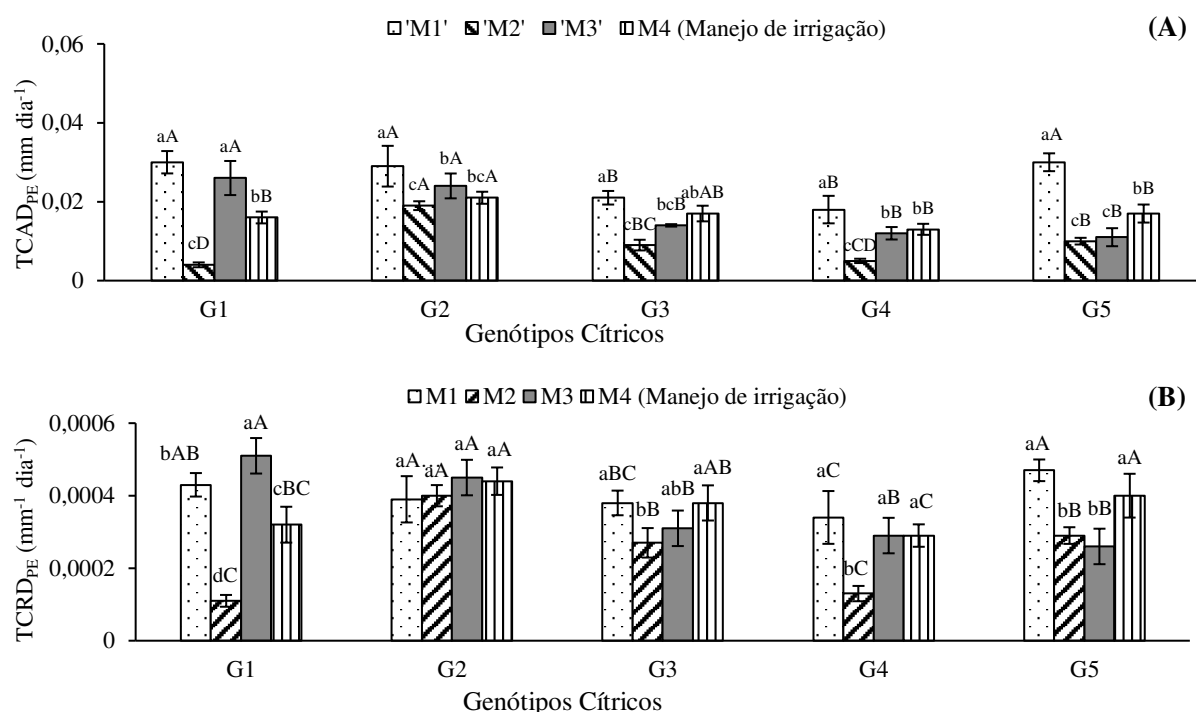


Figura 6. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro do porta – enxerto - TCAD_{PE} (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro do porta-enxerto - TCRD_{PE} (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A maior média de taxa de crescimento relativo em diâmetros de caule do enxerto (Figura 8A), foi observada na planta limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) ($0,030 \text{ mm dia}^{-1}$) quando mantido no manejo de irrigação com água doce (M1), enquanto a menor média foi observada no TSKC x CTARG – 019 (G3), resultando em um perda de 53,33% em relação ao G4. Esses resultados indicam uma melhor compatibilidade entre as variedades de G4 e G1 a copa de ‘Tahiti’ CNPMF 01. Nessa relação, o porta-enxerto desempenha a função de fornecer suporte, água e nutrientes absorvidos pelo solo, enquanto a copa se encarrega da produção de compostos orgânicos que serão transportados para outras partes da planta, como as raízes (Pompeu Júnior, 2005; Silva et al., 2012).

Quando observou os manejos de irrigação entre as combinações copa/porta-enxerto, o manejo contínuo com água salina (M2) no BRS ‘Bravo’ (G5) apresenta a maior média entre os demais, com média de $0,013 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto que o manejo intercalado água salina contínua e água doce (M3) foi o que resultou nas menores médias para essa combinação copa/porta-enxerto, com média de $0,005 \text{ mm dia}^{-1}$. Fato difere do observado no citrandarin ‘San Diego’ (G2) e G3 que apresentaram benefícios em ambas as condições intercaladas (M3 e M4) entre água salina e doce, sendo que no G3 esses manejos não diferenciou do obtido nas plantas sob M1. Enquanto que no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) observou no M4 a maior média dentre os manejos com água salina, porém resultando em uma diferença de 56,67% em relação ao M1.

A maior média taxa de crescimento relativo do diâmetro do enxerto, conforme observado na Figura 8B, foi na combinação de Tahiti com o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) – $0,00050 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ sob manejo de irrigação com água doce (M1). Verificou-se que, na condição de estresse salino contínuo (M2), a maior média foi observada no BRS ‘Bravo’ - (G5), essa com $0,00040 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com ganho de 33,33% a mais que no M1; por outro lado as demais combinações copa/porta-enxerto mantidos no M2 obtiveram médias inferiores ao G5, enquanto nessa mesma combinação copa/porta-enxerto o manejo intercalado água salina contínua e água doce (M3 e M4) foi o que obteve a menor média ($0,00010 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Fato que difere do

observado no TSKC x CTARG – 019 (G3) no qual se observaram maiores médias quando se aplicou o manejo M4, uma vez que no citrandarin ‘San Diego’ (G2), os manejos M3 e M4 não diferiram estatisticamente entre si, porém notou-se médias superiores ao M2.

Almeida (2019) ao analisar o impacto da salinidade na água de irrigação na taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule da enxertia, observou uma diminuição acentuada quando a concentração de salinidade da água aumenta. Sabendo que a taxa de crescimento relativo está relacionada à eficiência com que o novo tecido é formado com base no tecido existente (Barbosa, 2013), pode-se dizer que à medida que a salinidade aumenta, a eficiência de crescimento das plantas estudadas diminui. Essa mudança morfológica sob estresse está relacionada aos seguintes fatores: desbalanço hídrico, nutricional ou hormonal, levando ao fechamento dos estômatos, declínio transpiratório, diminuição da fotossíntese e, conseqüentemente, baixa taxa de crescimento da planta (Mesquita et al., 2014; Taiz et al., 2017).

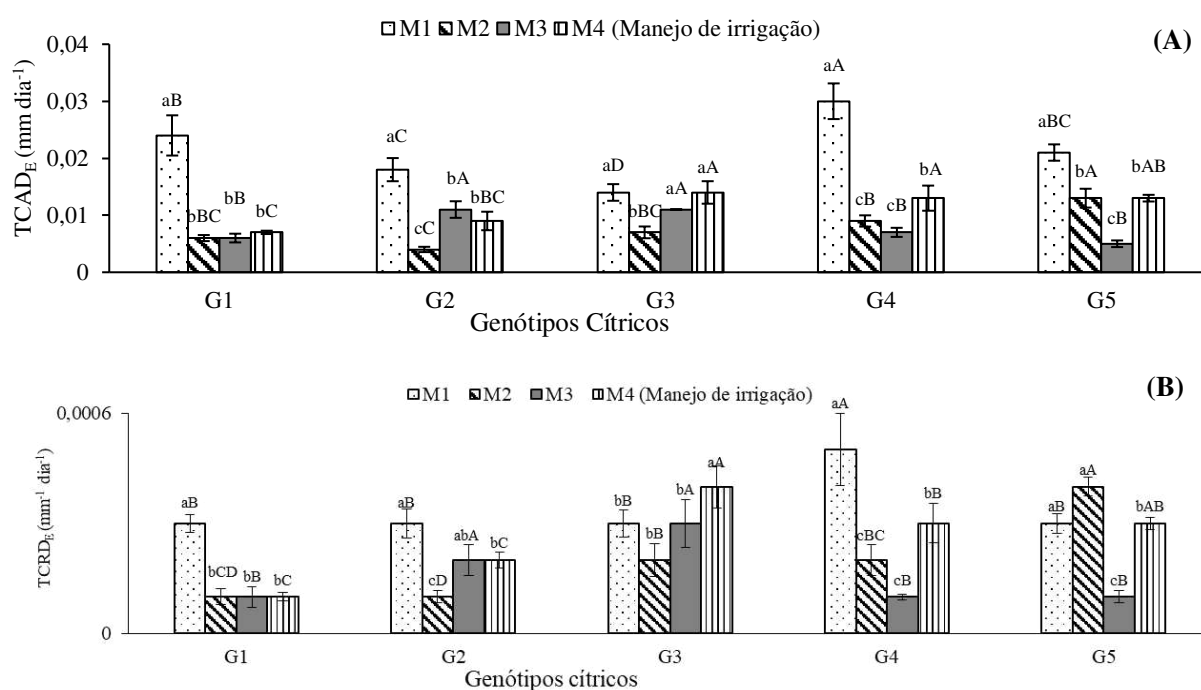


Figura 7. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro do enxerto - TCAD_E (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro do enxerto - TCRD_E (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 -

(TSKC x CTARG – 019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro dos ramos secundários (TCAD_{RS}) das combinações copa/porta-enxerto sob manejo de irrigação com água salin (Figura 9A), verifica-se que a maior média foi obtida no citrandarin ‘Indio’- G1 (0,020 mm dia⁻¹), limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’- G4 (0,019 mm dia⁻¹) e BRS ‘Bravo’ – G5 (0,018 mm dia⁻¹) quando mantidos sob manejo de irrigação com água doce (M1); já a menor média foi observado no TSKC x CTARG – 019 (G3), independentemente do manejo de irrigação que foi utilizado. Nesse contexto, vale ressaltar que o aumento da salinidade (M2) teve um efeito negativo no crescimento dos ramos secundários de todas as combinações copa/porta-enxerto estudadas.

As combinações copa/porta-enxerto G1, G4 e G5 resultaram nas maiores médias de sob manejo de irrigação 1, nota-se reduções significativas de 80%, 57,89 e 38,88% quando irrigados com água salina contínua (M2), sendo que no G5 o manejo com água intercalada água salina contínua e água doce (M3) não diferiu estatisticamente entre si. Condição que difere no G1 e G2 que apresentaram ganhos positivos sob o manejo citado, indicando a capacidade de resistir à salinidade dessa combinação quando exposta a tais técnicas de irrigação, o que pode estar associado a um possível processo de adaptação das plantas ao estresse, devido ao gradual aumento na concentração de sais solúveis no solo (Syvertsen e Garcia-Sanchez, 2014).

Em relação à redução no crescimento dos ramos secundários de diferentes genótipos cítricos, sob manejo de irrigação com água salina contínua, pode ter sido causada pelos efeitos da natureza osmótica ou distúrbios nutricionais causados pela irrigação com alta condutividade elétrica (Brito et al., 2017), em função do maior período de exposição à salinidade (Fernandes et al., 2011; Brito et al., 2014a; Silva et al., 2019a), de acordo com os dados de condutividade da água de drenagem (Apêndice), onde íons tóxicos podem se acumular excessivamente nos tecidos dos ramos secundários. Além de que, segundo Ayers e Westcot (1999), uma redução relativa de 10% é considerada aceitável para plantas que crescem em condições de salinidade.

A menor taxa de crescimento relativo do diâmetro dos ramos secundários (TCRD_{RS}), foi observado na combinação copa/porta-enxerto TSKC x CTARG – 019 (G3), com média de 0,00030 mm⁻¹ dia⁻¹ quando mantido no manejo de irrigação com água doce (M1). Sob condição

de estresse contínuo (M2), nota-se maior média no BRS ‘Bravo’ (G5) ($0,00060 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), com um ganho de 20% a mais que no M1. Os manejos de irrigação intercalado com água salina contínua e água doce proporcionaram ganhos na TCRD_{RS} na combinação copa/porta-enxerto citrandarin ‘Índio’ (G1), sendo observado aumento de 100% no M3 e 50% no M4 em relação ao obtido nas plantas sob M2, benefícios do M3 foram obtidos no TSKC x CTARG – 019 (G3), que manteve médias próximas ao obtido no M1. (Figura 9B).

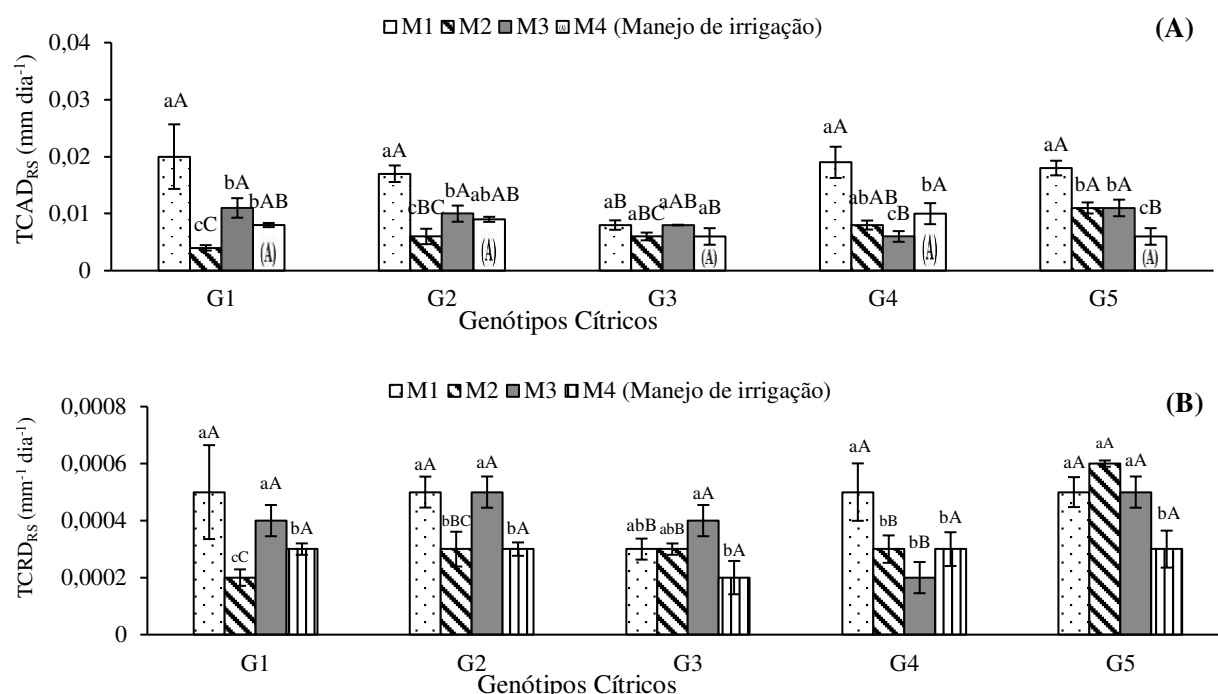


Figura 8. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para taxa de crescimento absoluto do diâmetro dos ramos secundários – TCAD_{RS} (A) e taxa de crescimento relativo do diâmetro dos ramos secundários – TCRD_{RS} (B) do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG – 019), G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade – água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2 Variáveis de produção

Verifica-se (Tabela 3) que houve interação significativa ($p < 0,01$) entre as combinações copa/porta-enxerto e o manejo de irrigação com água salina para peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF) e peso médio de frutos (PMF).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para peso total de frutos (PTF) em gramas, número de frutos (NF) e peso médio de frutos (PMF) em gramas das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 1095 dias após o transplante.

Variáveis	Quadrado Médio						
	Genótipos (G)	Manejos (M)	G X M	BLOCO	ERRO	MÉDIA	CV (%)
PTF	1758175,47**	33005344,73**	7541510,54**	1073834,71**	180765,99	3760,40	11,31
NF	7485,77**	7664,66**	2685,27**	174,48**	38,33	75,49	8,20
PMF	188,69**	442,54**	156,21**	9,06 ^{ns}	16,09	49,84	8,05
GL	- 4	3	12	3	57	-	-

** = significativo 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo; FV = fonte de variação; GL grau de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Em relação ao estudo das variáveis de produção, observou-se que a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘Indio’ (G1), obteve a maior média (7826,85 g) no manejo 1 (M1 - água doce 0,3 dS m⁻¹) para peso total dos frutos (PTF), seguido por BRS ‘Bravo’ – G5 (7281,85 g) e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ - G4 (6996,16 g), enquanto que na combinação de Tahiti com o TSKC x CTARG – 019 (G3), se observou as menores médias, independentemente dos manejos de irrigação utilizados. No entanto, na condição de estresse salino contínuo (M2), a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘San Diego’ - (G2) foi o que obteve a maior média, no entanto, não diferindo estatisticamente com o manejo 1. Contudo, os manejos de irrigação intercalado água salina e água doce (M3 e M4) contribuíram para amenizar os efeitos de estresse salino nas combinações copa/porta-enxerto G1, G3 e G4 (Figura 10). Fato que demonstra a diferença de aclimação entre os genótipos à condição ambiental e de estresse salino, o que deixa claro a variação na compatibilidade entre a copa e o porta-enxerto, sendo que as combinações copa/porta-enxerto com maior produção apresentam maior sensibilidade ao estresse salino, o que pode estar relacionado ao processo de sinalização e atividade secundária do metabolismo ocorrer de forma mais lenta do que os genótipos com produções menores, mas esse

apresentando o processo aclimatativo ao ambiente mais eficiente (Acosta-Motos et al., 2017).

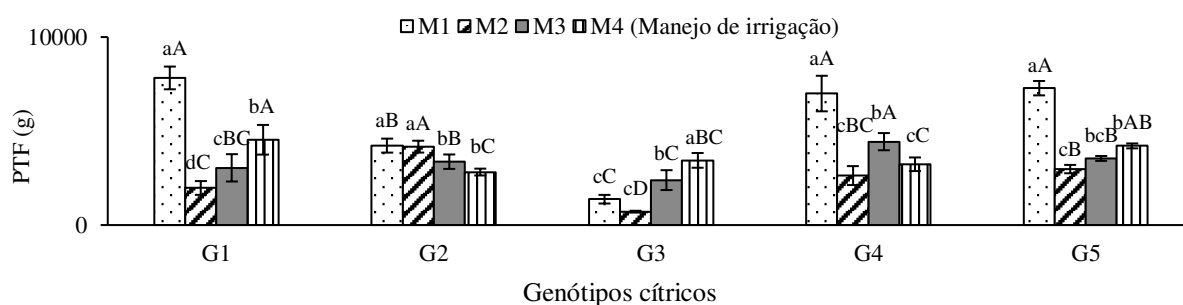


Figura 9. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para peso total dos frutos do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Figura 11, no que se refere ao número de frutos por planta (NFP), a maior média foi observada na combinação de Tahiti com o BRS ‘Bravo’ G5 – (143,96), seguido pelo citrandarin ‘Índio’ G1 - (126,12) e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ G4 – (121,25), sob manejo 1 (água doce $0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Entretanto, na condição de estresse salino contínuo (M2), a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘San Diego’ - G2 obteve a maior média (88,97) entre as demais combinações analisadas. Um estudo realizado por Santos (2021), registrou para quantidade de frutos, que os genótipos cítricos ‘Sunki Tropical’ e TSKC x CTTR – 012 resultaram no maior valor médio dentro da salinidade de $0,14 \text{ dS m}^{-1}$; já na salinidade $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, apenas o genótipo HTR-069 obteve o maior valor médio. E independentemente dos manejos utilizados o TSKC x CTARG – 019 (G3) resultou nas menores médias. Verificando a combinação Tahiti com o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) no manejo intercalado com água salina e água doce (M3), nota-se um ganho de 7,82% a mais que no M1. Essa diferença de número de frutos pode ser explicada por variabilidade genética, especialmente sob condições de estresse (Santos, 2021). Neste caso, o uso intermitente de águas com salinidade variada pode ser uma estratégia técnica e economicamente viável na produção agrícola (Cordão Terceiro Neto et al., 2018). Além do mais, a condição de semiárido da região pode contribuir para aumentar o abortamento de flores

em condições de estresse, o que pode ter ocasionado as perdas no número de frutos (Smith; Zhao, 2016).

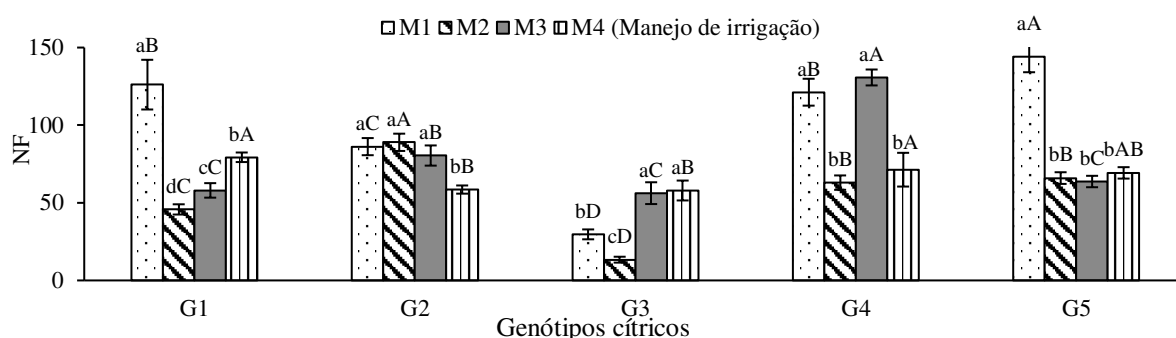


Figura 10. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para número de frutos do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto ao peso médio dos frutos (g) (PMF), nota-se que as maiores médias foram nas combinações copa/porta-enxerto citrandarin ‘Índio’ - G1 (62,23 g), limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ - G4 (54,51 g) e citrandarin ‘San Diego’ - G2 (51,95 g) quando mantidos com manejo de irrigação com água doce (M1), enquanto a menor média foi observada no TSKC x CTARG – 019 (G3) (46,16 g), produzindo frutos 25,88% mais leves que os produzidos pelas plantas enxertada no G1, ainda na mesma combinação copa/porta-enxerto, observa-se que o manejo de irrigação com água salina (M2) foi superior ao M1, com ganho de 18,51%.

Quando se estuda os manejos entre as combinações copa/porta-enxerto, observou-se que o manejo intercalado água salina contínua e água doce (M3 e M4) atenuaram o efeito do M2 nas combinações copa/porta-enxerto G1 e G5. As perdas no peso do fruto podem ser consequências da redução na atividade fotossintética da planta à condição de estresse salino, seja restrição hídrica ou mesmo pela perda da atividade metabólica da planta resultar na produção excessiva de EROs e, porventura, reduzir a produção e translocação de fotoassimilados para a formação do fruto (Acosta-Motos et al., 2017) (Figura 12).

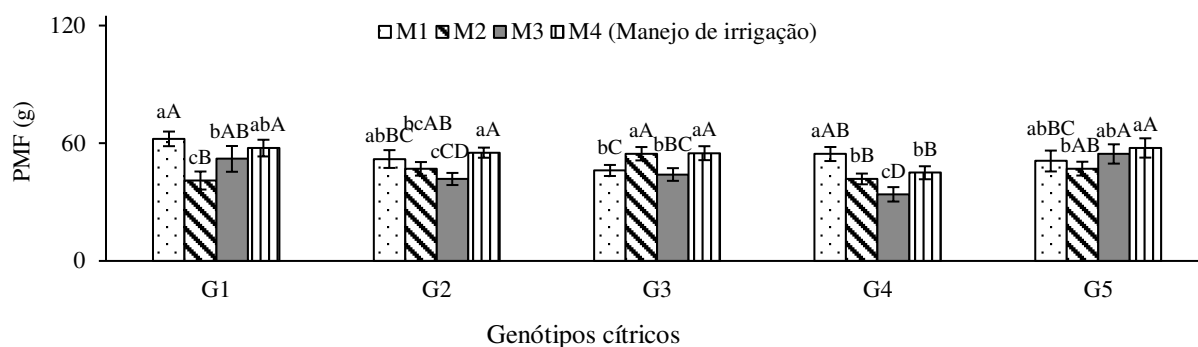


Figura 11. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para peso médio dos frutos do terceiro ano de produção (1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.3 Variáveis de qualidade do fruto em duas épocas de avaliação

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 4), verifica-se que houve interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os manejos de irrigação em todas as variáveis de qualidade química dos frutos cítricos nas duas épocas de avaliação. A interação significativa entre os manejos e as combinações copa/porta-enxerto, segundo Sun & Hong (2011), pode ser explicada devido ao fato de que algumas culturas, ao se encontrarem em situações de estresse, tendem a acumular solutos e liberar quantidades excessivas de ácidos orgânicos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para potencial hidrogeniônico (pH_1 e pH_2), sólidos solúveis (SS_1 e SS_2), acidez total (AT_1 e AT_2), vitamina C ($VIT.C_1$ e $VIT.C_2$) e açúcares totais (A_1 e A_2) dos frutos cítricos das combinações copa/porta-enxerto em função dos manejos de irrigação com água salinizada aos 211 (período chuvoso) e 1095 (período seco) dias após o transplante.

Variáveis	Quadrado Médio					CV (%)
	Genótipos (G)	Manejos (M)	G X M	Erro	Média	
pH_1	0,01*	0,05**	0,03**	0,005	2,20	3,29
pH_2	0,008 ^{ns}	0,32**	0,095**	0,021	2,40	6,15
SS_1	1,43**	1,62**	2,95**	0,14	9,48	3,99
SS_2	1,86**	0,91**	3,95**	0,022	9,53	1,57

AT ₁	9,37 ^{ns}	48,24 ^{**}	19,92 ^{**}	6,75	30,81	8,44
AT ₂	7,98 [*]	15,64 ^{**}	12,31 ^{**}	1,32	25,56	4,50
VIT.C ₁	3,29 ^{**}	3,77 ^{**}	2,13 ^{**}	0,68	4,20	18,56
VIT.C ₂	0,23 ^{ns}	1,98 ^{**}	7,03 ^{**}	0,20	11,07	4,06
A ₁	0,06 ^{**}	0,011 ^{**}	0,054 ^{**}	0,0003	0,48	3,64
A ₂	0,029 ^{**}	0,033 ^{**}	0,019 ^{**}	0,000073	0,29	2,91
GL	4	3	12	38	-	-

** = significativo 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo; GL grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; 1 = período chuvoso e 2 = período seco.

Observa-se, na Figura 13A, que o potencial hidrogeniônico no período chuvoso (pH₁) obtido no citrandarin ‘San Diego’- G2 (2,23) foi superior ao obtido nos frutos do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ – G4 (2,04) quando mantido no manejo de irrigação com água doce (M1), na ordem de 8,52%. Verificando no manejo de irrigação com estresse salino contínuo (M2), a menor média obtida foi de 2,07 no citrandarin ‘Índio’ (G1), o qual foi inferior as médias obtidas no TSKC x CTARG – 019 - G3 (2,31) e BRS ‘Bravo’ - G5 (2,24) na mesma condição de irrigação. Além disso, no citrandarin ‘Índio’ (G1) notou-se aumento do pH₁ dos frutos nas plantas sob M3, resultando em 2,44, esse que representa a maior média dentre os manejos na combinação copa/porta-enxerto. Comportamento similar foi obtido por Silva (2020), o qual verificou diferenças entre os genótipos quanto ao pH da lima ácida ‘Tahiti’, com resultados aproximados aos obtidos na pesquisa. Visto que o pH é uma barreira contra o crescimento microbiano, permitindo a utilização de temperaturas de pasteurização inferiores a 100°C; baixos valores de pH são importantes, pois contribui para preservar a polpa do fruto sem a necessidade de tratamentos térmicos, o que evita a perda de sua qualidade nutritiva (Benevides

et al., 2008; Morais, 2017).

Estudando o potencial hidrogeniônico (pH_2) no período seco (Figura 13B), observa-se que no manejo de irrigação com água doce (M1) a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘Índio’ (G1), resultou na maior média, essa que foi superior em 16,37% ao obtido no TSKC x CTARG – 019 (G3). O manejo com irrigação contínua com água salina (M2) não resultou em diferenças significativas entre as combinações copa/porta-enxerto, porém, destacando o G3, que apresentou aumento de 15,04% ao utilizar o M2 em relação ao M1. O manejo com água salina e água doce (M4) no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) resultou na menor média dentre o manejos de irrigação no genótipo, com média de 1,86. Valores próximos ao observado a primeira avaliação, demonstrando regulação no pH da polpa dos frutos cítricos a condição ambiental. Respostas similares ao da presente pesquisa foram constatados por Almeida (2019) em lima ácida ‘Tahiti’ em diferentes porta-enxertos.

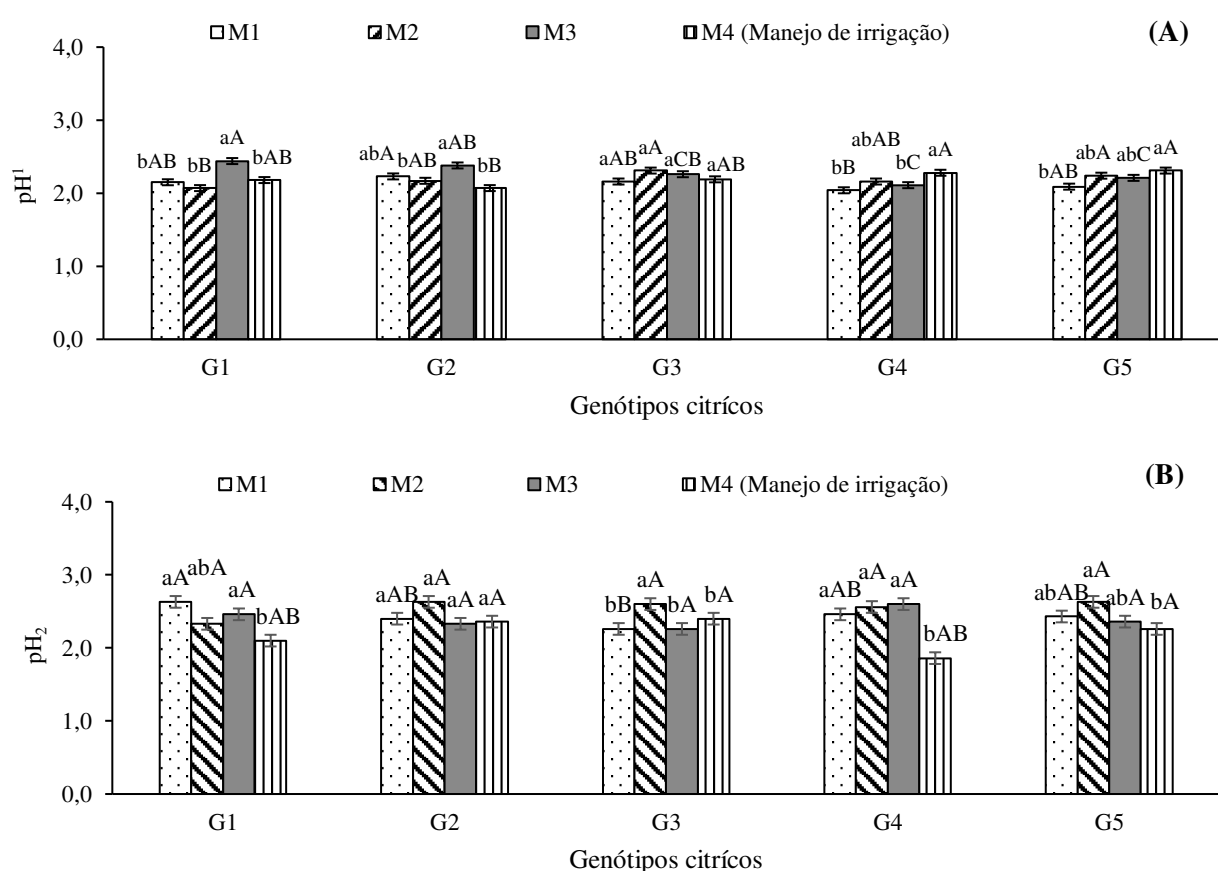


Figura 12. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para potencial hidrogeniônico₁ dos frutos cítricos no período seco - pH_1 (A) e chuvoso - pH_2 (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 -

(TSKC x CTARG -019)], G4 - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz', G5 - BRS 'Bravo' [TSKC x (LCR x TR) - 059]; M1 - irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 - irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 - irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 - irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com 'Tahiti', e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao sólidos solúveis₁ no período chuvoso (Figura 14A), a maior média obtida foi na combinação de Tahiti com o citrandarin 'San Diego' - G2 (10,46°Brix) quando mantido no manejo de irrigação com água doce (M1), sendo o menor valor obtido na combinação de Tahiti com citrandarin 'Indio' - G1 (7,43°Brix), obtendo-se valores 28,97% menores que os dos frutos das plantas G2. Porém, na condição de estresse salino contínuo (M2), a maior média foi obtida no TSKC x CTARG - 019 - G3 (10,63°Brix), porém sem apresentar diferença significativa do obtido no citrandarin 'San Diego' - G2, na qual se observou média de 10,33°Brix, quando comparado ao M1, o G3 foi 15,54 superior ao G2, embora não se tenha notado diferenças significativas entre os dois manejos. Contudo, dentre os manejos de irrigação intercalados com água salina e água doce, o M3 apresentou os maiores valores de SS nas combinações copa/porta-enxerto citrandarin 'Indio' - G1 (10,43°Brix) e citrandarin 'San Diego' - G2 (11,33°Brix), distiguindo do TSKC x CTARG - 019 - G3, no qual o M3 resultou no menor valor de SS (8,46°Brix). Para as combinações copa/porta-enxerto limoeiro 'Cravo Santa Cruz' - G4 e BRS 'Bravo' - G5, não foram observadas diferenças significativas no teor de SS entre os manejos de irrigação.

Os sólidos solúveis apresentam relação com a translocação de fotoassimilados ao fruto, refletindo assim a atividade fotossintética e quantidade de drenos presentes na planta (Luengwilai et al., 2010). Sendo que a falta de efeito entre os manejos podem estar associadas as perdas de produção e a manutenção da irrigação com água de baixa salinidade no período dos manejos M3 e M4. De acordo com Sales (2017), ao estudar qualidade de frutas da limeira ácida 'Tahiti', relatou que plantas irrigadas com água com condutividade de 3,0 dS m⁻¹ apresentaram superioridade de 13,86% em comparação com plantas irrigadas com água com condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹. Além do mais, os genótipos influenciam sobre os frutos e a copa, com efeitos significativos principalmente sob a disponibilidade de absorção hídrica e nutrição mineral, propriedades que apresentam influência no conteúdo de sólidos solúveis (LU et al., 2019).

Verifica-se na figura 14B, que a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘San Diego’ (G2) sob manejo de irrigação com água doce (M1) resultou na maior média de sólidos solúveis₂ no período seco do ano, com valor de 11,93°Brix, sendo a menor média obtida no BRS ‘Bravo’ (G5), com perda 30,42% em relação ao obtido no G2. Porém, no manejo contínuo com água salina (M2), a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘Índio’ (G1) resultou na maior média (11,60°Brix), com um ganho de 23,01% ao obtido no M1, enquanto o M4 foi o que resultou as menores médias para essa combinação (8,80). Diferença observada no TSKC x CTARG – 019 - (G3) que obteve ganho em ambas as condições intercalada manejo de água de salina e água doce (M3 e M4), similar ao obtido pelo M4 no G3, o qual não diferenciou do M1 nessa combinação. O manejo com água salina no período seco do ano impactou o acúmulo de SS das combinações copa/porta-enxerto G2 e G3, provavelmente por esses genótipos necessitarem de maior investimento para manutenção da turgescência foliar (Luengwilai et al., 2010; Egea et al., 2022), visto os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação (Apêndice).

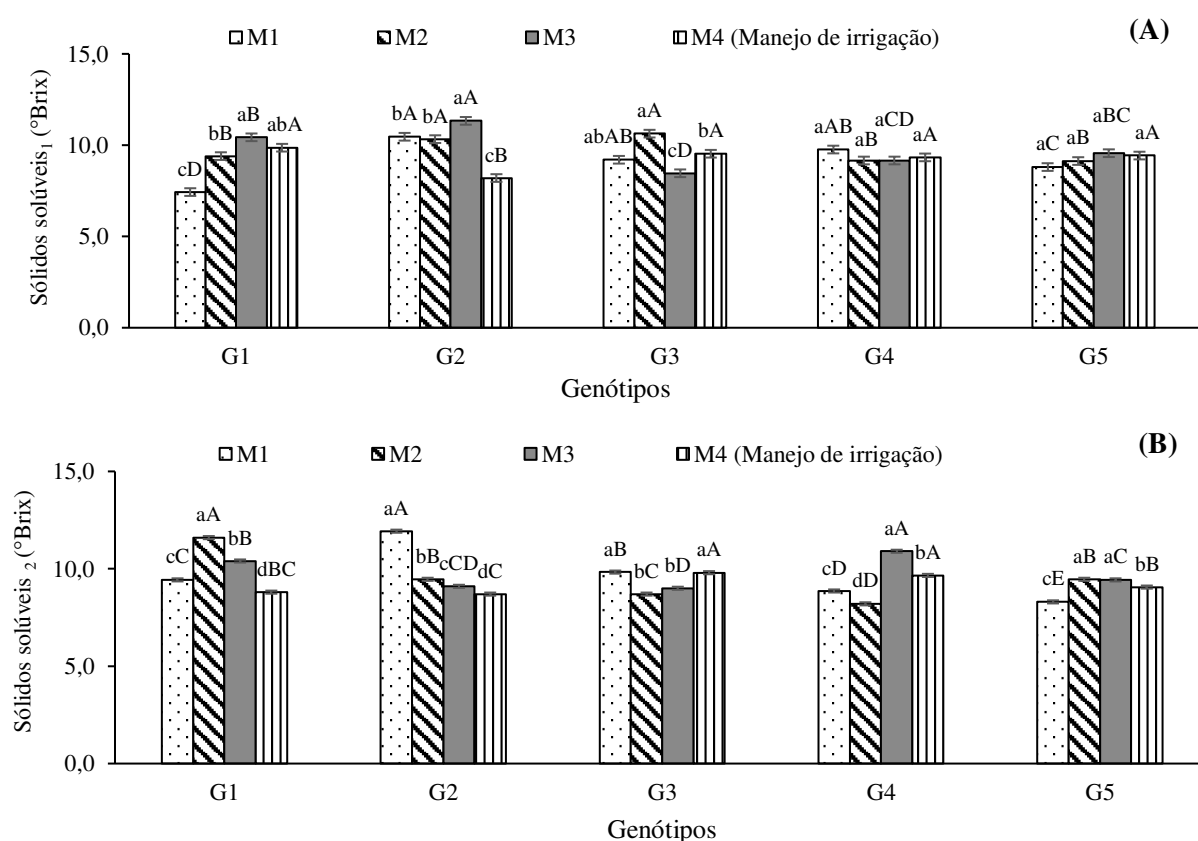


Figura 13. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de sólidos solúveis dos frutos cítricos no período seco - SS₁ (A) e chuvoso – SS₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG – 019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059];

M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificando o teor de acidez total₁ dos frutos das combinações copa/porta-enxerto na irrigação com água doce (M1), observou-se que não houve diferenças significativas entre si na avaliação realizada no período chuvoso (Figura 15A), comportamento similar ao observado no manejo com água salina contínua durante o ciclo (M2). Diferenças significativas só foram observadas ao utilizar o manejo intercalado água salina contínua e água doce (M3 e M4), com o M3 no citrandarin ‘Indio’ (G1) resultando na maior média da combinação copa/porta-enxerto (35,26), sendo ainda superior ao observado no ‘San Diego’ (G2) com o M4, o qual resultou no teor de acidez₁ 37,36%, sendo superior ao obtido no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4). A acidez dos frutos estar relacionado a quantidade de prótons livres e ácidos indissociados, que tendem a ser neutralizados por uma base forte, o que reduz a atividade metabólica, mantendo o tempo de conservação do fruto (Obi et al., 2018). As alterações obtidas nas plantas do G1 e G2 podem ser um indicativo da diferença genética entre os genótipos utilizados, que pelo processo de aclimação a condição ambiental na época de formação do fruto, ter favorecido tanto os teores de SS e AT, mas também a acidez do frutos.

Observa-se para acidez total₂ dos frutos nas diferentes combinações copa/porta-enxerto no período seco (Figura 15B), que o citrandarin ‘Indio’ - G1 (27,93) obteve a maior média sob manejo de irrigação com água doce (M1). Observou-se que no manejo de irrigação com água salina contínua (M2), o citrandarin ‘San Diego’ – G2 obteve a maior média (30,36), obtendo um ganho de 18,59% em relação ao M1. Esse fato que difere do observado no citrandarin ‘Indio’ (G1), que obteve perdas em relação ao M1. Nota-se que no M4 os grupos das menores médias foram no G1 e G2, com a respectiva perda de 12,28 e 14,22% em relação ao M1. Diferindo assim do observado na primeira avaliação, sobretudo no M4, o que pode estar relacionado a esse manejo se apresentar no quarto mês consecutivo sob a condição de irrigação com água salina, reduzindo a quantidade de ácido cítrico presente no fruto, como consequência da condição adversa de cultivo (Bisbis et al., 2018).

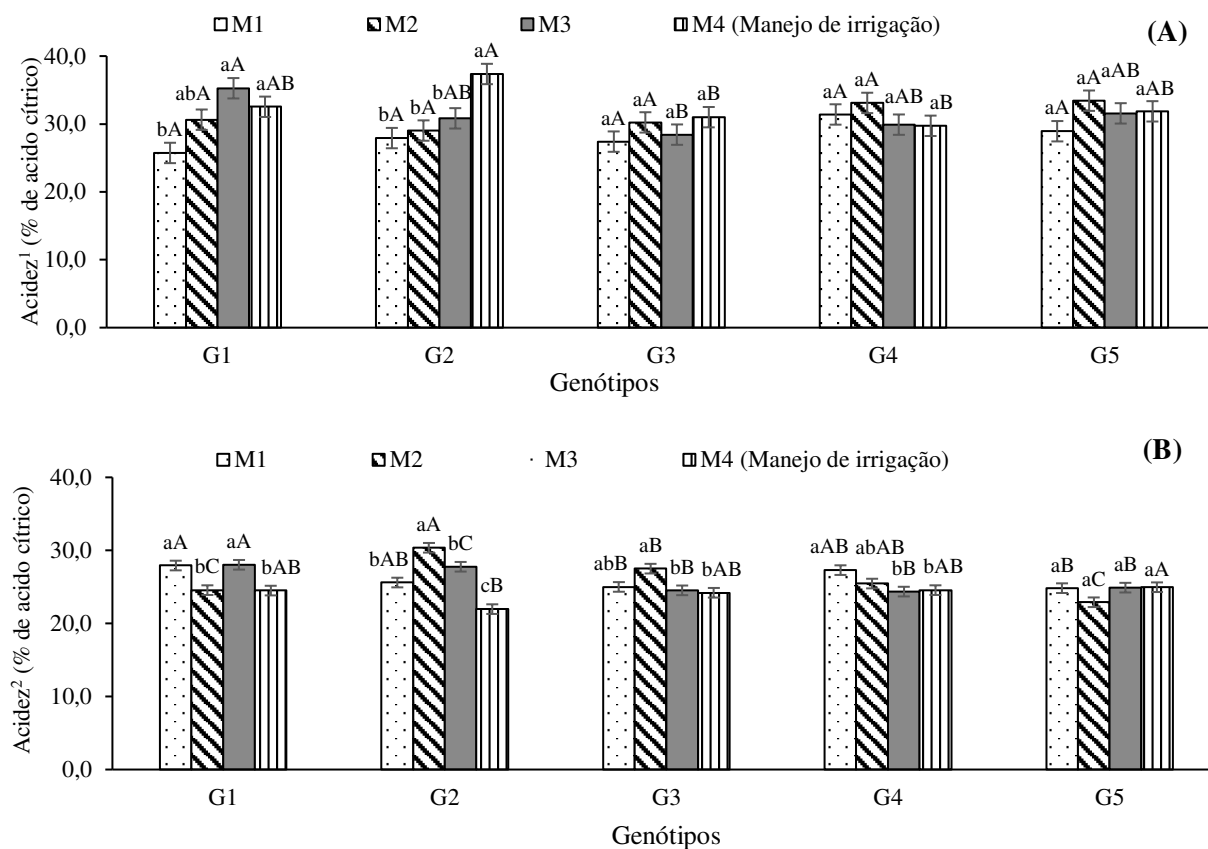


Figura 14. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejos de irrigação com água salina para os teores de acidez total dos frutos cítricos no período seco - A₁ (A) e chuvoso - A₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Figura 16A, para os teores de vitamina C₁ nas combinações copa/porta-enxerto submetidas ao manejo de irrigação com água doce (M1) no período chuvoso, observou-se que a combinação de Tahiti com o citrandarin ‘San Diego’ – G2 (16 mg. 100mL⁻¹) obteve a maior média dentre as combinações. Para o manejo contínuo com água salina (M2), a maior média foi no BRS ‘Bravo’ (G5), com valor de 14,8 mg. 100mL⁻¹, resultando em um ganho de 30,62% em relação ao M1, sendo que o manejo intercalado com água salina contínua e água doce no M3 foi o que obteve as menores médias (10,46 mg. 100g⁻¹) para essa combinação copa/porta-enxerto, contudo sem se diferenciar do obtido no M1. A vitamina C proporciona diversas funções nas plantas, dentre as quais destaca-se a atividade antioxidante, sobretudo da ascorbato peroxidase, e manutenção da cadeia transportadora de elétrons, comportamento que favorece a

formação do fruto (Akram et al., 2017). Vale ressaltar que perdas no teor de vitamina C em frutos pode estar relacionado a translocação desse composto para a manutenção da defesa antioxidante (Celi et al., 2023). Além disso, segundo Couto (2010), o teor de ácido ascórbico pode variar dependendo da variedade utilizada, da região e idade do pomar e da maturação do fruto, o que pode ter sido favorecido pela condição climática na época de avaliação.

Para os teores de vitamina C₂ no período chuvoso (Figura 16B), o citrandarin ‘Indio’ (G1), sob manejo de irrigação com água doce (M1) obteve a maior média entre as combinações copa/porta-enxerto na mesma condição, com média de 13,43 mg.100g⁻¹. Enquanto a menor média foi observada no citrandarin ‘San Diego’ (G2), com perda de 29,78% ao obtido no G1. Observando o manejo de irrigação com água salina contínua (M2), o G2 resultou na maior média, essa de 13,93 mg.100g⁻¹, notando-se aumento de 47,72% em relação ao obtido no M1. O manejo de irrigação intercalado entre água salina e água doce (M3 e M4) proporcionaram ganhos em relação ao M2 no G3 em ambas as condições, resposta que só foi obtida pelo M4 no G1, mantendo médias similares ao M1. Desta forma, quando comparada as duas avaliações de qualidade do fruto, a avaliação no período seco do ano, por elevar a temperatura e reduzir a umidade relativa no período (Figura 1C), e afeta o teor de vitamina C dos genótipos em relação aos manejos. Provavelmente pelas combinações copa/porta-enxerto apresentarem compatibilidades variadas com o porta-enxerto, apresentando aclimações distintas a condição de estresse, sendo o composto não-enzimático translocado para o controle do excesso de EROs formados pela atividade do fotossistema na condição de estresse térmico e em alguns genótipos pelo estresse salino, reduzindo a quantidade presente no fruto (Celi et al., 2023).

No entanto, as instruções normativas definidas no art. 18 do Decreto nº 6.871, de 2009, do Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2018), o suco de limão deve apresentar teores de acidez titulável em ácido cítrico superior a 5% e ácido ascórbico de no mínimo 20 mg por 100g. Esse último parâmetro não sendo alcançado na presente pesquisa nas duas épocas de avaliação, o que pode estar relacionado a compatibilidade dos genótipos ao porta-enxerto, que pela condição de semiárido da região ter afetado a produção e translocação de vitamina C ao fruto (Akram et al., 2017).

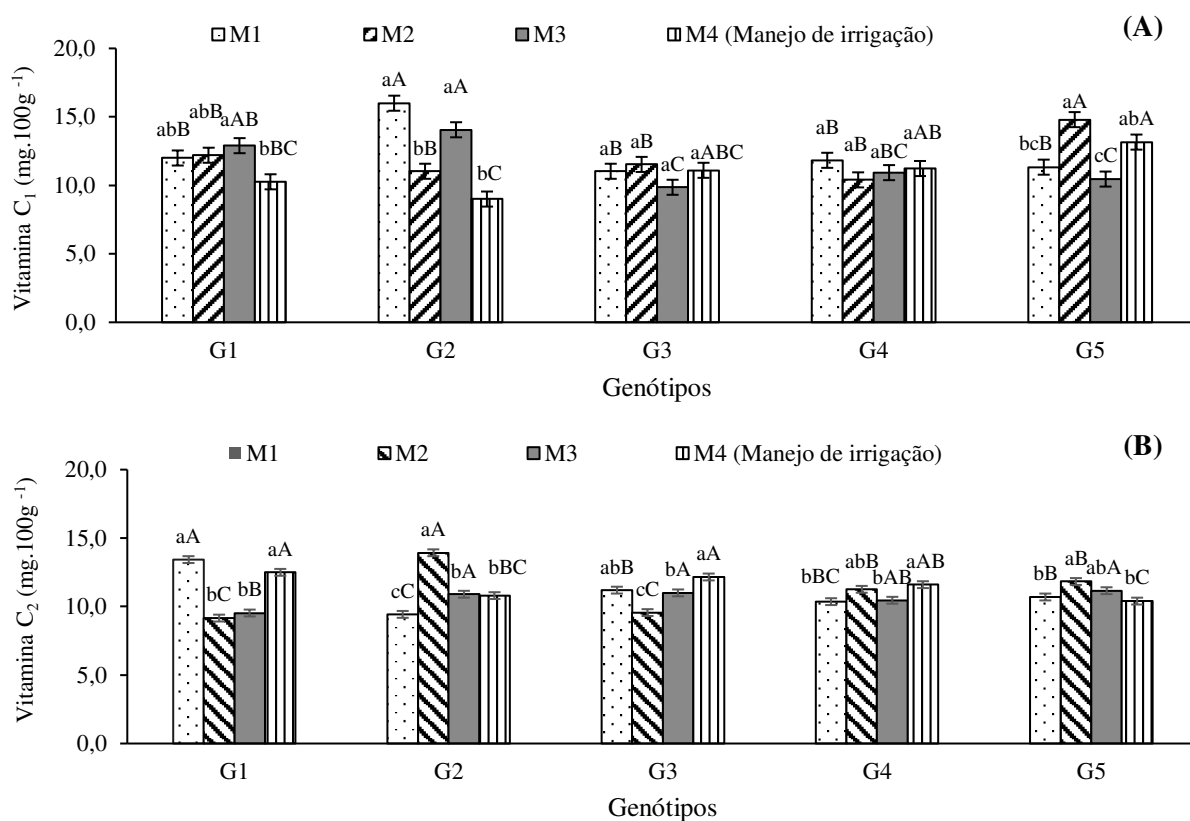


Figura 15. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de vitamina C dos frutos cítricos no período seco – Vit.1 (A) e chuvoso – Vit.2 (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na variável de açúcares totais₁ no período chuvoso (Figura 17A), verificou-se que o manejo de água doce (M1) na combinação de Tahiti com o BRS ‘Bravo’ – G5 resultou na maior média (0,56 mg 100 mL⁻¹), seguido dos citrandarin ‘Índio’ – G1 (0,47 mg 100 mL⁻¹) e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ – G4 (0,47 mg 100 mL⁻¹), essas médias não diferiram entre si. No entanto, na condição de estresse salino contínuo (M2), o citrandarin ‘Índio’ – G1 obteve o maior resultado (0,66 mg 100 mL⁻¹), com ganho de 40,42 % ao obtido do M1. Sousa (2018) ao estudar qualidade pós-colheita dos frutos limeira ácida ‘Tahiti’ sob estresse salino, observou-se que os valores de AT na salinidade 0,3 dS m⁻¹ foram inferiores da salinidade 3,0 dS m⁻¹.

Comportamento que pode estar relacionado ao processo de aclimação apresentando no período de formação do fruto, tendo em vista que na época de formação a temperatura e umidade relativa se encontra nos menores valores durante o ano (figura 1B; 1C), que associada as perdas de produção e tamanho do fruto, favorece o acúmulo de açúcares (Bisbis et al., 2018).

No período seco, ao analisar os resultados para açúcares totais₂ das combinações copa/porta-enxerto sob manejo de irrigação com água salinizada (Figura 17B), verifica-se que a maior média para manejo de irrigação com água doce (M1) foi obtido pelo citrandarin ‘San Diego’– G2 (0,37), enquanto a menor média foi observada no BRS ‘Bravo’- G5 (0,13), com perda de 64,86% ao obtido no G2. Em condição de estresse salino contínuo (M2), o citrandarin ‘Indio’ (G1) resultou na maior média, essa de 0,48 mg 100 g⁻¹, notando-se um ganho de 77,77% ao obtido no M1. Nos manejos intercalados com água salina e água doce (M3 e M4), a combinação de Tahiti com o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (G4) resultou na melhor média, entre as demais combinações copa/porta-enxerto. Os impactos da condição ambiental no período seco do ano, com temperaturas que chegam a 37°C e umidade relativa inferior a 50% (Figura 1C), foram observados nos teores de açúcares dos frutos cítricos, os quais apresentaram valores inferiores a 0,50 mg 100 g⁻¹, valor comumente superado pelas genótipos na primeira avaliação (Figura A), o que reforça a ideia de redução na translocação de fotoassimilados ao fruto, destinando os açúcares fotoassimilados a manutenção da turgescência e teores aceitáveis de EROs, os quais são os principais precursores de dano a condição de estresse a planta (Saddhe et al., 2020). Impactos que foram observados principalmente nas plantas sob o manejo de irrigação de menor salinidade (M1), que além de apresentarem maior produção dentre os manejos, provavelmente necessita de maior investimento a aclimação ao estresse térmico (Akram et al., 2017; Aziz et al., 2018).

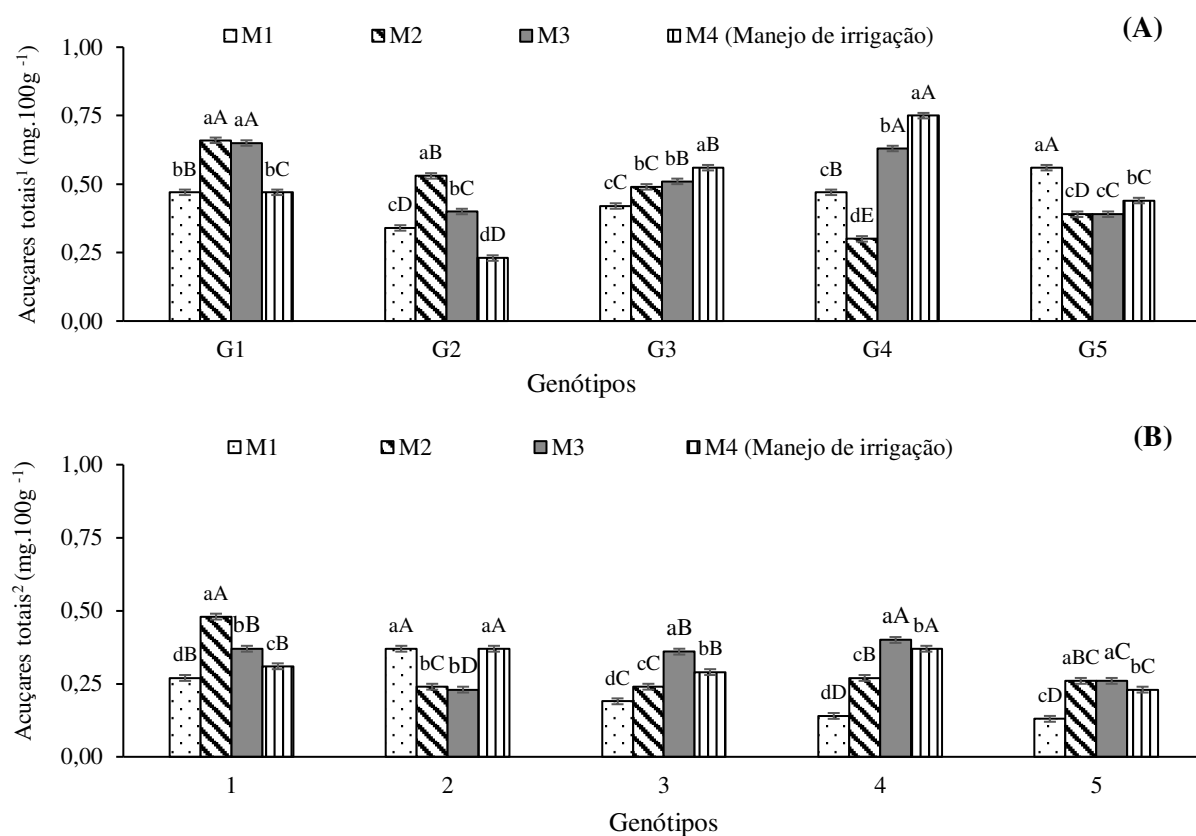


Figura 16. Interação dos fatores das combinações copa/porta-enxerto e manejo de irrigação com água salina para os teores de açúcares totais dos frutos cítricos no período seco - AT₁ (A) e chuvoso – AT₂ (B) do terceiro ano de produção (211 e 1095 dias).

Nota: combinações ‘Tahiti’ / genótipos cítricos: G1- Citrandarin ‘Índio’, G2 - Citrandarin ‘San Diego’, G3 - (TSKC x CTARG –019)], G4 - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, G5 - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]; M1 – irrigação com água de baixa salinidade durante o ciclo de cultivo, M2 – irrigação com água de elevada salinidade água salina, M3 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada dois meses, M4 – irrigação intercalada entre águas de diferentes salinidades a cada quatro meses. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os genótipos cítricos enxertados com ‘Tahiti’, e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os manejos de irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5 CONCLUSÕES

A salinidade de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ reduz as taxas de crescimento das combinações limeira ácida ‘Tahiti’ copa/porta-enxerto;

As combinações copa/porta-enxerto citrandarin ‘Indio’ (G_1), ‘Cravo Santa Cruz’ (G_4) e BRS ‘Bravo’ (G_5) possuem as maiores produções no manejo de irrigação com água salina $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ (M_1), revelando-se os mais sensíveis ao manejo de irrigação com água salina de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (M_2);

A combinação copa/porta-enxerto TSKC x CTARG – 019 (G_3) tem o menor índice de produção em todos os manejos estudados;

A combinação copa/porta-enxerto que apresentou maior produção com água de maior salinidade $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (M_2) foi citrandarin ‘San Diego’ (G_2), sendo a mais tolerante a água salina;

Os manejos de irrigação intercalados entre os níveis de salinidade dois e quatro meses (M_3 e M_4) obtiveram valores superiores de produção em relação a irrigação contínua de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (M_2) para todas as combinações copa/porta-enxerto, exceto a combinação citrandarin ‘San Diego’ (G_2);

A qualidade química dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ é afetada positivamente pelo período de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida F.S.S. **Análise da qualidade físico-química de frutos lima ácida “Tahiti” (*Citrus latifolia* Tanaka) em combinação com diferentes porta-enxerto em capitão poço- PA**, Trabalho de conclusão de curso, Grau de Bacharel em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia campus de Capitão Poço, 2019.
- Almeida, o. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- Alves, F. A. L.; Ferreira-Silva, S. L.; Silveira, J. A. G.; Pereira, V. L. A. Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p. 602-608, 2011.
- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v. 7, n. 1, p. 18, 2017.
- Assis júnior, R. N.; SILVA, E. F. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre os atributos físicos de um neossolo flúvico do município de Quixeré, CE– brasil. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Fortaleza, v.36, p.1778-1786, 2012.
- Audry, P.; Suassuna, J. A. **Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino: caracterização, variação sazonal e limitações de uso**. Recife: CNPq, 1995.128p.
- Aragão, C. A.; Santos, J.J.; Queiroz, S.O.P.; Dantas, B.F. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.161-169, 2009.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, Revisado I.
- Akram, N. A.; Shafiq, F.; Ashraf, M. Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 613, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00613>
- Aziz, A.; Akram, N. A.; & Ashraf, M. Influence of natural and synthetic vitamin C (ascorbic acid) on primary and secondary metabolites and associated metabolism in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants under water deficit regimes. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 123, p. 192-203, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.12.004>
- Barbosa, R. C. A. **Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

- Barbosa, R. C. A.; Brito, M. E. B.; Sá, F. V. S.; Soares filho, W. S.; Fernandes, P. D.; Silva, L. A. Gas exchange of citrus rootstocks in response to intensity and duration of saline stress. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, no prelo, 2017.
- Barbosa, F. S.; Lacerda, C. F.; Gheyi, H. R.; Farias, G. C.; Silva júnior, R. J. C.; Lage, Y. A.; Hernandez, F. F. F. Yield and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1731-1737, 2012.
- Bastos, D. C.; Ferreira, E. A.; Passos, O S.; Sá, J. F. de.; Ataíde, E. M.; Calgaro, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belorizonte, v.35, n.281, p.36-45, jul/ago. 2014.
- Bassanezi, R. B.; Busato, L. A.; Sanches, A. L.; Barbosa, J. C. Danos da morte súbita dos citros sobre a produção de laranja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p. 497-503, Set/out. 2005.
- Benevides, S. D.; Ramos, A. M.; Stringheta, P. C.; Castro, V. C. Qualidade da 281 manga e polpa da manga Uba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 13, p. 282 571-578, jul./set. 2008.
- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas, noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- Bisbis, MB, Gruda, N. e Blanke, M. Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality—A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 170, p. 1602-1620, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.224>
- BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. de M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do estado. *Revista Uniara*, Araraquara, n. 17/18, p. 101-123, 2006.
- BRAZ, V. B.; RAMOS, M. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SOUSA, C. A. F. de; MANTOVANI, E. C. Níveis e frequências de irrigação na limeira ‘Tahiti’ no Estado do Piauí. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 611-619, 2009.
- BRITO, M. E. B., FERNANDES, P. D., GHEYI, H. R., SOARES, L. A. DOS A., SOARES FILHO, W. DOS S.; SUASSUNA, J. F. Screening of citrus scion-rootstock combinations for tolerance to water salinity during seedling formation. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 43, n. 1, e48163, 2021.
- BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. DA S.; SILVA, L. DE A.; SOARES FILHO, W. DOS S.; GHEYI, H. R.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; FIGUEIREDO, L. C. DE. Saline stress onto growth and physiology of trifoliate citrus hybrids during rootstock formation. **Bioscience Journal**, v.33, p.1523-1534, 2017.
- BRITO, M. E. B.; SILVA, E. C. B. DA; FERNANDES, P. D.; SOARES FILHO, W. DOS S.;

- COELHO FILHO, M.A.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. de; BARBOSA, R. C. A. Salt balance in the substrate and growth of ‘Tahiti’ acid lime grafted onto Sunki mandarin hybrids under salt stress. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 10, p. 954-961, 2015.
- BRITO, M. E. B.; BRITO, K. S. A. DE; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SUASSUNA, J. F.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S. DE; XAVIER, D. A. Growth of ungrafted and grafted citrus rootstocks under saline water irrigation. **African Journal and Agricultural Research**, v. 9, n. 50, p. 3600-3609, 2014a.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A.S; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 17-27, 2014b.
- BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S. de; CARDOSO, J.A.F.; SOARES FILHO, W.S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p 343-353, 2008.
- CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. **Produção de material básico e propagação**. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 279-316.
- Celi, G. E. A.; Gratão, P. L.; Lanza, M. G. D. B.; Reis, A. R. Physiological and biochemical roles of ascorbic acid on mitigation of abiotic stresses in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, e.107970, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107970>
- CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. *Revista de Política Agrícola*, Brasília-DF, v. 22, n. 1, p.115-127, 2013.
- COELHO, I. da S. **Lima ácida ‘Tahiti’ para exportação: aspectos técnicos da produção**. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 35P. (Série publicações técnicas FRUPEX; 1).
- COSTA, A. R. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.
- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS ARMAZÉNS GERIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Classificação do limão (lima ácida) Tahiti (Citrus latifolia Tanaka)**. São Paulo, 2011.

CORDÃO TERCEIRO NETO, C. P.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. H.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, J. D.; CAMPOS, M. S. Viabilidade econômica de la producción de melón regado con agua salina empleando estrategias de manejo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 209 - 217, 2018.

Couto, M.A.L., Canniatti-Brazaca, S.G. 2010. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:15-19.

DANTAS, R. L.; ROCHA, A. P. T.; ARAUJO, A. S.; RODRIGUES, M. S. A.; MARANHÃO, T.K. L. Perfil da qualidade de polpa de fruta comercializadas na cidade de Campina GrandePB. *Revista Verde*, v. 5, n. 5, p. 61-66, dez. 2010.

DALASTRA, C.; HERNANDEZ, F. B. T.; BARBOZA, G. C.; SONEGO, C. R. Qualidade da água do córrego do Cedro para fins de irrigação na produção de alimentos consumidos in natura. **Revista de Agricultura Neotropical**, Mato Grosso do Sul, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 52-63, out/dez., 2014.

EMBRAPA. Verdades e mitos sobre a água na agricultura. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3619657/verdades-e-mitos-sobre-a-agua-na-agricultura>. Acesso em: 17 abr. 2024.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F de (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755-761, 2010.

Egea, I., Estrada, Y., Flores, F. B., & Bolarín, M. C. Improving production and fruit quality of tomato under abiotic stress: Genes for the future of tomato breeding for a sustainable agriculture. *Environmental and Experimental Botany*, v. 204, p. 105086, 2022.

FAO - Statistical yearbook. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 2014. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00>.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p. 529-535, 2019.

FLOWERS, T.J.; FLOWERS, S.A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant

- breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- GAYET, J.P.; SALVO FILHO, A. **Colheita e beneficiamento**. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Eds.). *Lima Ácida Tahiti*, 8., 2003. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. p. 147-162.
- GINESTAR, C.; CASTEL, J. R. Responses of Young Clementine citrus trees to water stress during different phonological periods. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 4, p. 551-559, 1996.
- GRIEVE, A.M.; PRIOR, L.D.; BEVINGTON, K.B. Long-term effects of saline irrigation water on growth, yield, and fruit quality of Valencia orange trees. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 58, p. 342 – 348, 2007.
- HUSSAIN, S.; LURO, F.; COSTANTINO, G.; OLLITRAULT, P.; MORILLON, R. Physiological analysis of salt stress behavior of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. **South African Journal of Botany**, Scottsville, v. 81, p. 103- 112. 2012.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Levantamento Sistemático da produção agrícola**: março de 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Pesquisa Produção Agrícola Municipal. In: Sidra: sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro, 2023a.
- LECHINOSKI, A. L.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. das.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectona grandis* L. F.). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.927-929, 2007.
- LEVY, Y.; SYVERTSEN, J. Irrigation Water Quality and Salinity. Effects in Citrus Trees. **Horticultural Reviews**, [S.L.], v. 30, p. 37-82, 2004.
- LIMA, G. S.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, R. H. C. R. Production characteristics of sesame genotypes under different strategies of saline water application. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 490-499, 2020.

- LUCHETTI, M.A.; MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J.D.; FIGUIREDO, J.O. **Aspectos gerais e distribuição de cultivo**. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. (Eds.). Lima Ácida Tahiti, 1., 2003. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. p. 1- 12.
- Lu, Z.J., Yu, H.Z., Mi, L.F., Liu, Y.X., Huang, Y.L., Xie, Y.X., Li, N.Y., Zhong, B.L. 2019. The effects of inarching *Citrus reticulata* Blanco var. tangerine on the tree vigor, nutrient status and fruit quality of *Citrus sinensis* Osbeck „Newhall“ trees that have *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. as rootstocks. *Scientia Horticulturae* 256:1-8.
- Luengwilai, K., Fiehn, O. E., & Beckles, D. M. Comparison of leaf and fruit metabolism in two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes varying in total soluble solids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 22, p. 11790-11800, 2010.
- KUSVURAN, S. **Relationships between physiological mechanisms of tolerances to drought and salinity in melons**. PhD Thesis, Department of Horticulture, Institute of Natural and Applied Sciences, University of Cukurova, Turkey, 2010. 356p.
- MACHADO, D. L.; SIQUEIRA, D. L. D.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SILVA, D. F. P. D. Evaluation of rootstocks for ‘Tahiti’ acid lime in northern state of Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n.1, e.790, 2017.
- MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L.R.; MACHADO, D. F. S. P.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘valência’ sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, p. 75-82, 2008.
- MASS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, Victoria, v. 12, n.2, p. 195-216, 1993.
- MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D. de; PIO, R.S; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**, Campinas, Instituto Agronômico e Fundag, 2005, 929p.
- MEDINA, C. L.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. Citros. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. (Ed.). **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia dos cultivos**. 1. Ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. p. 498-516.
- MENDONÇA, Luciana Maria Vieira Lopes. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, [s. l], v. 4, n. 26, p. 870-874, dez. 2006.
- MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salinosódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.484- 490, 2011.
- MURTAZA, G.; GHAFOR, A.; QADIR, M. Irrigation and soil management strategies for

- using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. **Agricultural Water Management**, v.81, n.1, p.98-114, 2006.
- MOURÃO FILHO, F. A. A. de.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; STUCHI, E. S.; CANTUARIASVILÉS, T.; BREMER, H. Desenvolvimento e produção de limeira ácida ‘tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos cultivada com e sem irrigação. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade. **Anais...** Natal: sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.
- Morais, D. L. 2017. Impacto da Salinidade na Qualidade e Conservação Póscolheita do Maxixe (*Cucumis Anguria* L.). 60p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; PEREIRA, F.C.; KALAKI, R.B.; **O retrato da citricultura brasileira**. p.137. 2010.
- OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010.
- Obi, V.I.; Barriuso, J.J.; Gogorcena, Y. Effects of pH and titratable acidity on the growth and development of *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhl.) in vitro and in vivo. *European Journal of Plant Pathology*, v. 151, p. 781-790, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1413-4>
- OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.108, n.655, 2005.
- POMPEU-JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira ‘Valência’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 7, p. 701-705, 2009.
- PRIOR, L.D.; GRIEVE, A.M.; BEVINGTON, K.B.; SLAVICH, P.G. Long-term effects of saline irrigation water on Valencia orange trees: relationships between growth and yield, and salt levels in soil and leaves. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 58, p.349–358, 2007.
- QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; BLUMER, S. Morfologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 107-123.
- REZENDE, C. F. A.; FERNANDES, E. P.; SILVA, M. F. da; LEANDRO, W. M. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 367-375, 2010.
- Saddhe, A. A.; Manuka, R.; Penna, S. Plant sugars: Homeostasis and transport under abiotic

- stress in plants. *Physiologia plantarum*, v. 171, p. 739-755, 2020.
<https://doi.org/10.1111/ppl.13283>
- SANTOS, R. T. dos. **Identificação e caracterização de corpos de água salinas no semi-árido paraibano**. 2008, 76p., Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, 2008.
- SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 317-344.
- SÁ, F. V. S. de.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A. de.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; FIGUEIREDO, L. C. Fisiologia da percepção do estresse salino em híbridos de tangerineira “Sunki Comum” sob solução hidropônica salinizada. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p.463-470, 2015.
- SÁ, F. V. S. de.; BRITO, M. E. B.; FIGUEIREDO, L. C.; MELO A. S. de.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L. Biochemical components and dry matter of lemon and mandarin hybrids under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.249- 253, 2017.
- SHALHEVET, J.; LEVY, Y. Citrus tree. In.: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1990, p. 951-986 (Agronomy, 30).
- SALES, G. N. B., Silva, L. A., Almeida, J. F., Nobre, R. G., Costa, F. B., Brito, M. E. B., ... Fernandes, P. D. Quality of fruits from grafted tahiti lime (*Citrus latifolia* Tan) irrigated with waters of different salinities. **Journal of Experimental Agriculture International**, 27(2), 1-10. DOI: 10.9734/JEAI/2018/44302 (2018).
- SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLS, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 723-733, 2001.
- SILVA, L. A, BRITO, M. E. B., FERNANDES, P. D., SÁ, F. V. S., MOREIRA, R.C. L., SALES, G. N. B., ALMEIDA, J. F., SOARES FILHO, W. S. Growth and fluorescence of ‘tahiti’ acid lime/rootstock on sunki mandarin hybrids under salinity. **Biosci J** 35:1131–1142. doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-42192 (2019a)
- SILVA, L. A., BRITO, M. E., FERNANDES, P. D., SÁ, F. V. D. S., MOREIRA, R. C., & ALMEIDA, I. P. D. Morphophysiology of Tahiti lime grafted onto Sunki mandarin hybrids under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23, 598-606. doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n8p598-606 (2019b).
- SILVA, I. N.; FONTES, L. O. de.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B. de.; OLIVEIRA, A. C.

- de. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.7, n.3, p. 01-15, jul./set., 2011.
- SILVA, Jailson Batista da. **Fisiologia do maracujazeiro brs ga1 sob estratégias de irrigação com água salina e adubação potássica**. 2021. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.
- SILVA, F. V. da.; 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**, Edição Especial, p.396-407, 2012.
- SILVA. L. A. S.; BRITO. M. E. B.; SÁ. F. V. S. S.; MOREIRA. R. C. L. M.; WALTER. W. S. S.; FERNANDES.; P. D. F. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.S1–S7, 2014.
- SILVA, Bruna Rocha da. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DA LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ EM PORTA ENXERTOS SOB ESTRESSE SALINO**. 2020. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2020.
- SILVA, Luderlândio de Andrade. **Tolerância ao estresse salino e eficiência biofísica da água em combinações da limeira ácida 'Tahiti' com diferentes porta-enxertos**. 2021. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, 2021.
- SINGH, A.; SAINI, M. L.; BEHL, R. K. Screening of citrus rootstocks for salt tolerance in semi-arid climates – A review. **Tropics**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 53-66, 2003.
- SOARES, L. A. A. et al. Crescimento de combinações copa-porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 211-217, 2015.
- SANTOS, Larissa Lorrane dos. **Produção e atributos físico-químicos de frutos de limeira ácida ‘tahiti’ sob porta-enxertos e salinidade da água**. 2021. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma Do Núcleo de Graduação de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória/Sergipe, 2021.
- Smith, A. R., & Zhao, D. Dazhong. Sterility caused by floral organ degeneration and abiotic stresses in Arabidopsis and cereal grains. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, p. 1503, 2016.
- SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. *Environment and Experimental Botany*, n. 103, p. 128–137, 2014.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na^+ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.

APÊNDICES

CE dS m ⁻¹													
Genótipos		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
G ₁ - Citrandarin ‘Indio’	Manejo 1	3,21	1,91	2,22	2,11	1,50	1,57	2,35	3,17	1,96	1,55	1,57	3,61
	Manejo 2	7,37	5,74	8,53	8,39	9,17	6,89	5,79	8,37	5,85	6,14	5,53	7,43
	Manejo 3	4,78	6,38	10,45	13,48	2,92	3,50	4,33	5,00	8,81	7,56	11,71	6,98
	Manejo 4	7,27	2,31	3,17	2,72	6,29	7,19	3,85	1,80	6,53	3,10	13,03	3,07
G ₂ - Citrandarin ‘San Diego’	Manejo 1	3,06	1,70	2,18	1,97	1,33	2,49	2,68	5,79	1,97	1,07	1,28	5,77
	Manejo 2	8,59	4,74	8,56	10,43	6,31	6,97	6,48	6,13	8,30	8,03	8,54	5,13
	Manejo 3	4,24	3,29	5,78	8,11	4,45	5,12	5,33	7,35	8,58	8,70	9,78	6,40
	Manejo 4	8,95	1,61	2,76	3,79	7,57	6,64	4,30	4,14	8,25	7,05	8,92	6,61
G ₃ - [(TSKC x CTARG –019)]	Manejo 1	3,46	1,08	2,56	1,79	2,30	2,40	3,04	2,94	2,35	1,50	1,47	5,71
	Manejo 2	7,18	3,66	5,17	4,39	5,15	7,00	3,98	6,69	4,67	5,49	5,96	6,76
	Manejo 3	6,34	3,07	5,52	6,98	3,76	4,42	4,60	5,54	5,71	5,51	6,61	6,13
	Manejo 4	4,89	2,56	4,35	4,15	6,49	6,66	4,71	3,54	5,04	5,40	6,30	4,72
G ₄ - Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	Manejo 1	2,50	4,71	5,65	4,54	4,84	3,65	3,95	3,71	5,39	3,55	3,62	3,38
	Manejo 2	8,98	6,49	7,85	8,10	7,83	8,31	5,18	6,48	7,42	7,96	8,48	7,81
	Manejo 3	7,32	6,58	8,43	12,02	3,94	3,70	5,23	5,11	7,36	7,89	8,68	7,02
	Manejo 4	9,61	3,10	3,64	5,96	7,23	7,34	4,22	5,10	7,67	8,28	9,34	5,81
G ₅ - BRS ‘Bravo’ [TSKC x (LCR x TR) – 059]	Manejo 1	1,97	1,02	1,12	0,95	0,96	1,16	1,92	10,71	11,66	0,81	0,98	1,84
	Manejo 2	5,51	4,10	5,40	5,54	6,34	7,15	5,03	4,98	5,33	7,10	7,18	6,43
	Manejo 3	5,54	5,36	7,29	6,96	3,87	3,00	4,80	5,77	4,70	5,12	6,46	6,63
	Manejo 4	4,91	1,36	3,43	3,73	7,07	6,00	4,22	5,34	5,65	6,44	6,12	1,33

Condutividade elétrica média da água de drenagem [CE_{ad} (dS m⁻¹)] durante 1095 dias após início da aplicação dos manejos de irrigação com água salina (DAIE), nas distintas combinações ‘Tahiti’/genótipos cítricos, Pombal – PB, 2023.