

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

Renata Araujo e Amariz

USO DOS PORTA-ENXERTOS COQUINHO E ESPADA PARA
CULTIVO DE MANGUEIRAS ISRAELENSES NO VALE DO SÃO
FRANCISCO

Renata Araujo e Amariz

USO DOS PORTA-ENXERTOS COQUINHO E ESPADA PARA CULTIVO DE MANGUEIRAS ISRAELENSES NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

Amariz, Renata Araujo e

A485u

Uso dos porta-enxertos coquinho e espada para cultivo de mangueiras israelenses no Vale do São Francisco / Renata Araujo e Amariz. – Petrolina-PE, 2022.

89 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2022.

Orientador: Prof.º Dr.º Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Inclui referências.

1. Manga – Cultivo. 2. Cultura da mangueira. 3. Enxertia. I. Título. II. Cavalcante, Ítalo Herbert Lucena. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF. Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Renata Araujo e Amariz

USO DOS PORTA-ENXERTOS COQUINHO E ESPADA PARA CULTIVO DE MANGUEIRAS ISRAELENSES NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 29 de julho de 2022.

Ranca Fyaminadora Documento assinado digitalmente
Data: 17/10/2022 22:41:37-0300 Verifique em https://verificador.iti.br
. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (CCA/UNIVASF)
(Orientador)
Documento assinado digitalmente
ANTONIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO Data: 18/10/2022 17:26:17-0300 Verifique em https://verificador.iti.br
Gustavo de Luna Souto (DCR-Facepe/CNPq - UNIVASF
MATEUS PEREIRA GONZATTO Data: 13/10/2022 07:35:02-0300 Verifique em https://verificador.iti.br

Dr. Mateus Pereira Gonzatto (UFV)



À Deus e aos meus pais, Antônio Renato e Maria de Lourdes, que são os meus exemplos de força, resiliência e amor Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e por Seu amor e misericórdia. Pelas oportunidades, pela minha família maravilhosa e por tantas bençãos que me concedeu. Obrigada minha Mãezinha Maria Santíssima por Sua proteção e amor.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Ciências Agrárias (CCA/UNIVASF), e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia -Produção Vegetal pela oportunidade de cursar o Mestrado.

Á FACEPE (Fundação de Amparo á Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) pela concessão da bolsa de estudo que me permitiu realizar essa pesquisa.

Aos meus pais, Antônio Renato e Maria de Lourdes, meus exemplos de vida, de força e resiliência. Obrigada por todo amor, dedicação e cuidado. Vocês são a minha vida, amo infinitamente.

Aos meus irmãos Fabiano e Isabela, pelo companheirismo, incentivo e pela certeza de que nunca estarei sozinha, amo vocês. À minha sobrinha Maria Luiza e minha cunhada Simone, amo vocês.

Ao meu noivo Diógenes pelo apoio incondicional e por sempre acreditar em mim e incentivar a ir mais longe. Te amo.

Ao meu orientador Prof. Ítalo Cavalcante, meu pai científico e amigo, serei eternamente grata por todos os ensinamentos, conselhos, oportunidades e por ser esse exemplo de profissional.

Ao FRUTVASF (Grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco) por toda ajuda, amizades construídas, momentos de trabalho e descontração e aprendizado. Durante esses quase sete anos de grupo, vocês foram a minha segunda família e levarei cada um no coração.

Ao amigo Walber Félix pela ajuda e apoio no desenvolvimento dessa pesquisa, peça fundamental no decorrer do projeto.

A Adriana Santos, Maiara Lima, Fernando Antonio, Carol Rodrigues, Luana Aquino, Jackson Lobo, Valéria Ribeiro, Lucas Soares, Gustavo de Luna, Francisco Xavier, Filipe Bernard e Jaciele Lira, pela amizade e pela ajuda nas atividades.

Aos meus amigos de mestrado Talison Sousa e Teogene Sá pela parceria e trocas no decorrer das disciplinas e desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Vespasiano e a Mônica pela ajuda, contribuições e conhecimentos compartilhados.

Ao consultor Rogério Martins pela parceria e suporte desde a elaboração até a instalação do projeto. Admiro muito a pessoa e o profissional humilde e amigo que é.

A todos que direto ou indiretamente contribuíram para a concretização desse trabalho.

RESUMO

A mangueira é comercialmente propagada via técnica da enxertia, de forma que o porta-enxerto apresenta forte influência no crescimento e desenvolvimento da cultivar copa, na nutrição da planta, na produção e na qualidade de frutos. Objetivou-se avaliar o crescimento, desempenho fotossintético, estado nutricional e acúmulo de carboidratos e amido de mudas mangueira 'Agam', 'Omer' e 'Shelly' enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos 'Coquinho' e 'Espada'. O experimento foi conduzido entre os meses de dezembro de 2020 e dezembro de 2021 no Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em esquema fatorial 3 x 2, correspondentes a três cultivares copa israelenses ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de portaenxertos ('Espada' e 'Coquinho').Para as variáveis avaliadas em função do tempo houve inclusão de mais um fator correspondente ao tempo decorrido, em duas fases da cultura: desenvolvimento de mudas e estabelecimento inicial. Foram avaliados os diâmetros do caule do porta-enxerto, diâmetro do enxerto, diâmetro da enxertia, diâmetro da brotação do enxerto, comprimento da brotação do enxerto, o índice de determinação de compatibilidade, teores de carboidratos solúveis totais e de amido em folhas, biomassa, teores de macronutrientes e micronutrientes em folhas, trocas gasosas, atividade da enzima nitrato redutase, dias decorridos para a primeira poda, incremento do diâmetro da brotação e dias decorridos para a primeira poda. Observou-se que a combinação porta-enxerto copa afetou o crescimento, desenvolvimento e estabelecimento inicial, como também da atividade da enzima nitrato redutase, teores de macro e micronutrientes e teores de carboidratos solúveis totais e amido.

Palavras-chaves: *Mangifera indica* L., Cultivares Israelenes. Produção de mudas. Enxertia.

ABSTRACT

Mango is commercially propagated via the grafting technique, so the rootstock has a strong influence on the growth and development of the canopy cultivar. plant nutrition, production and fruit quality. The objective was to evaluate the growth, photosynthetic performance, nutritional status and accumulation of carbohydrates and starch of 'Agam', 'Omer' and 'Shelly' mango seedlings grafted onto polyembryonic rootstocks 'Coquinho' and 'Espada'. The experiment was carried out between December 2020 and December 2021 at the Campus Ciências Agrárias of the Universidade Federal do Vale do São Francisco, in a 3 x 2 factorial scheme, corresponding to three Israeli canopy cultivars ('Agam', 'Omer' and 'Shelly') and two rootstock cultivars ('Espada' and 'Coquinho'). For the variables evaluated as a function of time, one more factor corresponding to the elapsed time was included, in two phases of the culture: seedling development and initial establishment. Rootstock stem diameters, scion diameter, grafting diameter, scion bud diameter, scion bud length, compatibility determination index, total soluble carbohydrates and starch contents in leaves, biomass, levels of macronutrients and micronutrients in leaves, gas exchange, activity of the enzyme nitrate reductase, days elapsed for the first pruning, increase in bud diameter and days elapsed for the first pruning. . It was observed that the rootstock scion combination affected the growth, development and initial establishment, as well as the activity of the enzyme nitrate reductase, macro and micronutrient contents and contents of total soluble carbohydrates and starch.

Keywords: Mangifera indica L., Israeli cultivars. Seedling production. Grafting.

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

CAPÍTULO 2
Tabela 1 . Síntese da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, para diâmetro do caule do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE), índice de determinação de compatibilidade (IDC), diâmetro da enxertia (DEN), diâmetro da brotação do enxerto (DB), comprimento da brotação do enxerto (AB), em função de cultivares copa (C), porta-enxertos (PE), e tempo decorrido após a enxertia (T)
CAPÍTULO 3
Tabela 1. Síntese da análise de variância (valor 'F') para massa seca das folhas (MSF)
massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) en
função de diferentes porta-enxertos e cultivares copa
massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) en função de diferentes porta-enxertos e cultivares copa
CAPÍTULO 4
Tabela 1. Caracterização do solo quanto à fertilidade na camada de 0 - 30 cm de
profundidade antes da instalação do experimento
transpiração (E), concentração interna de CO2 (Ci), condutância estomática (gs)
eficiência instantânea de carboxilação (Eic) e eficiência do uso da água (EUA)74
Tabela 3. Síntese da análise de variância para dias decorridos para a primeira poda
(DPPP), diâmetro da brotação (DB), carboidratos solúveis totais (CST), amido e nitrato redutase
Tabela 4. Síntese da análise de variância para diâmetro do caule do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de determinação de compatibilidade (IDC).80

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 A CULTURA DA MANGUEIRA	15
2.2 CULTIVARES ISRAELENSES	16
2.3 PROPAGAÇÃO DA MANGUEIRA	17
2.4 COMPATIBILIDADE DA ENXERTIA	18
2.5 IMPORTÂNCIA DO PORTA-ENXERTO	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 2	27
CRESCIMENTO E ACÚMULO DE CARBOIDRATOS EM MUDAS DE MANGISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO	
RESUMO	27
ABSTRACT	27
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4. CONCLUSÃO	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CAPÍTULO 3	47
BIOMASSA E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE MANGUEIRAS ISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO	47
RESUMO	47
ABSTRACT	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÃO	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO 4	68
TROCAS GASOSAS, PARAMETROS BIOQUÍMICOS E ESTABELECIMENT MANGUEIRAS ISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO EM CU	JLTIVO
ADENSADO	68
RESUMO	68

ABSTRACT	68
1. INTRODUÇÃO	69
2. MATERIAL E MÉTODOS	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4. CONCLUSÃO	84
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das frutíferas tropicais de maior importância socioeconômica para o Brasil (ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022). A produção brasileira de manga no ano de 2020 foi de 1.569.011 t, das quais 40,26% foram produzidas no polo Juazeiro-BA/Petrolina-PE (IBGE, 2022). Adicionalmente, o Vale do São Francisco é responsável por 87% das exportações dessa fruta, tendo como principais destinos os Países Baixos, os Estados Unidos e a Espanha (ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2021).

Embora as cultivares exportadas sejam, predominantemente, Tommy Atkins, Keitt, Kent e Palmer, cada vez mais o mercado está demandando por frutos com sabor e qualidade diferenciados. Assim, novos materiais genéticos estão sendo introduzidos e obtendo boa aceitação no mercado consumidor, como por exemplo as cultivares israelenses (LIMA NETO, 2020).

A cultivar Shelly, selecionada no pomar experimental ARO Bet-Dagan (Israel) é resultado do cruzamento entre a cultivar americana Tommy Atkins e o parental masculino sendo identificado no passado como 'Keitt', embora estudos moleculares recentes e não publicados o classificaram com o pai sendo a cultivar Kent (COHEN et al., 2016). A cultivar Agam é um resultado da polinização aberta da cultivar Shelly, enquanto a cultivar Omer foi identificada como uma muda híbrida da cultivar Zillate (COHEN et al., 2016). Apesar de já haver cultivos comerciais dessas cultivares no Brasil, não há na literatura informações sobre o seu manejo.

Em 2020 houve um aumento de 6,3% na área cultivada com a mangueira no Brasil, principalmente no Vale do São Francisco, destacando-se os municípios de Livramento de Nossa Senhora e a região do Norte mineiro (ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2021). Para garantia de sucesso da produção nessas áreas em expansão, a utilização de mudas de alto padrão

de qualidade é um dos principais aspectos que devem ser observados para o sucesso do empreendimento (MENZEL; LAGADEC, 2017).

A mangueira é preferencialmente propagada via reprodução vegetativa através da técnica da enxertia, pelo fato da precocidade da produção, pois evita o estado juvenil da cultivar copa, pelo uso do material adulto, e reduz o tempo entre o transplantio e a produção (BARON et al., 2019). Nesse sentido, o sucesso da técnica da enxertia depende do alinhamento entre os tecidos cambiais do porta-enxerto e da cultivar-copa de forma a haver a regeneração dos tecidos lesados.

A compatibilidade é estabelecida pela produção e translocação de carboidratos, pelo transporte de nutrientes e pela produção e translocação de fitohomônios (BARON et al., 2019). A conexão insuficiente de feixes vasculares entre a cultivar copa e o porta-enxerto induz distúrbios fisiológicos que inibem o crescimento, diminui a produção e em casos severos causam a morte da planta (MARTÍNEZ-BALLESTA et al., 2010; PEREIRA et al., 2014; BARON et al., 2019).

Estabelecida a conexão entre o porta-enxerto e a cultivar-copa, vários parâmetros bioquímicos e fisiológicos (HAYAT et al., 2020). Segundo esses autores a fotossíntese líquida, condutância estomática, condutância hidráulica, concentração interna de CO₂, amido, hormônios e nutrientes da planta enxertada são influenciados pelo porta-enxerto.

Estudos em diferentes partes do mundo demonstraram a forte influência do porta-enxerto no crescimento e desenvolvimento dos pomares de mangueiras (ZUAZO et al., 2006; REBOLLEDO-MARTÍNEZ et al., 2019), no estado nutricional da planta (KOEPKE; DHINGRA, 2013), no acumulo de reservas (FOSTER et al., 2017; BARON et al., 2019; HAYAT et al., 2020), na produção (SMITH et al., 2003) e qualidade de frutos (DAYAL et al., 2016; NIMBOLKAR et al., 2016).

Entretanto, no Brasil, a escolha do porta-enxerto ainda é feita de acordo com a disponibilidade regional, logo as cultivares diferem em cada região (SIQUEIRA et al., 2019). No Nordeste, a cultivar 'Espada' é a mais utilizada como porta-enxerto, já na Região Central tanto a Espada quanto a cultivar Comum de Cerrados são preferidas pelos viveiristas, enquanto na Região

Sudeste, as cultivares Coquinho e Rosinha são as mais importantes (PINTO et al., 2018).

Nesse sentido e mediante o exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento, desempenho fotossintético, estado nutricional e biossíntese de carboidratos solúveis totais e amido em mudas mangueiras 'Agam', 'Omer' e 'Shelly' enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos 'Coquinho' e 'Espada'.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A CULTURA DA MANGUEIRA

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à classe das dicotiledôneas e a família Anacardiaceae, sendo que o gênero Mangifera inclui cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é a mais importante, embora existam outras espécies que produzam frutos comestíveis, como a *M. altíssima, M. caesia, M. lagenifera, M. macrocarpa, M. odorata e M. sylvatica* (SIQUEIRA et al., 2019). Originária do sudoeste da Ásia, a manga advém de dois subcentros: o Indico-Burma Tailândes e o Filipínico-Celeste/Timor (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

Esses dois subcentros deram origem a duas raças: a indiana, que possui flores com um estame viável, frutos de formato oblongo ovalado com sementes monoembriônicas (SIQUEIRA et al., 2019). A raça filipínica ou indochinesa possui flores com cinco estames viáveis, frutos de formato longo com sementes poliembriônicas (SIQUEIRA et al., 2019).

A mangueira foi domesticada há mais de 6.000 anos e foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, sendo esse o primeiro país das Américas a cultiva-la, com plantas oriundas da raça indochinesa, enquanto que cultivares da raça indiana chegaram somente em 1960 trazidas da Flórida, local considerado como centro secundário de diversidade genética da mangueira (SIQUEIRA et al., 2019).

A cultura da manga apresenta grande importância econômica para o Brasil, na qual a exportação de frutos *in natura* alcançou recordes históricos em 2021,

tendo sido exportado cerca de 272.560,2 mil toneladas e gerou receita de US\$ 248.738,7 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022). O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de manga e apresentou um aumento de 10,41% na produção, em relação a 2019, com 1.569.011 t da fruta em 2020, das quais a região polarizada pelos munícipios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, que respondem, juntos, por 631.716 t (IBGE, 2022).

2.2 CULTIVARES ISRAELENSES

Atualmente, o mercado consumidor vem demandando cultivares de mangueira que apresentem frutos com sabor e qualidade diferentes do que normalmente é ofertado (LIMA NETO, 2020). As cultivares de manga israelenses possuem frutas de alta qualidade, que estão com elevada demanda nos mercados internacionais (SCHNEIDER et al., 2015).

A cultivar 'Shelly' foi selecionada no pomar experimental ARO Bet-Dagan (Israel), sendo oriunda do cruzamento entre a 'Tommy Atkins' e parental masculino identificado como 'Keitt', embora análises moleculares recentes apontem para a possibilidade de que o genitor masculino seja a cultivar 'Kent' (Sherman, Ofir e Cohen, resultados não publicados) (COHEN et al., 2016). Tratase de uma cultivar de maturação tardia, com safra a partir do final de setembro até meados de novembro em condições edafoclimáticas de Israel (LAVI et al., 1997).

O fruto da 'Shelly' é redondo sem bico, em formato de maçã, apresenta coloração laranja com um blush vermelho quando maduro, com peso médio de aproximadamente 500g (variando de 350 g a 700 g), com casca delicada, sendo carnoso, com polpa suculenta e sem fibras, permanecendo firme e atraente até 30 dias após a colheita, quando mantido à temperatura ambiente (LAVI et al., 1997). De forma similar, o fruto maduro pode permanecer ileso na árvore por várias semanas, o que significa que frutas maduras de alta qualidade pode ser colhidas seletivamente durante um longo período (COHEN et al., 2016).

Outra cultivar com potencial é a 'Agam', originada a partir da polinização aberta da cultivar 'Shelly', com safra em meados de julho, nas condições de Israel (COHEN et al., 2016). Possui um fruto atraente, de casca vermelha escura a escarlate com lenticelas amarelas, com sabor doce e textura suave e

amanteigada, sendo a polpa laranja escura, com baixo teor de fibras, e tamanho médio a grande (variando de 330-520g e média 450 g) (COHEN et al., 2016; CRANE, 2017). É uma cultivar tolerante a manipulação pós-colheita, mas ainda não se conhece a tolerância ao tratamento de quarentena pós-colheita (por exemplo, água quente) (CRANE, 2017).

Por outro lado, a cultivar 'Omer', resultado do processo de polinização aberta da cultivar 'Zillate', amadurece no final de julho e início de agosto nas condições de Israel (COHEN et al., 2016). O fruto possui formato oval, com uma coloração púrpura a vermelho brilhante, com sabor doce e delicado, semelhante ao abacaxi, com textura carnuda e sem fibra, e peso médio de 450 g, sendo uma cultivar com elevada produtividade e que se mantem bem em embalagem e transporte (CRANE, 2017). Segundo Cohen et al. (2016), por apresentar tamanho uniforme, e se manter bem em esteiras transportadoras de packing house e durante o transporte, gera um nível mínimo de perdas durante a embalagem, exportação e comercialização, apresentando-se como bastante atraente e promissora para o comercio internacional.

2.3 PROPAGAÇÃO DA MANGUEIRA

No sistema produtivo da mangueira, a formação de pomares vigorosos e produtivos depende dentre outros fatores do uso de mudas de alto padrão de qualidade (MENZEL; LAGADEC, 2017). A mangueira, conforme Pinto et al. (2018), pode ser propagada por sementes (propagação sexuada/seminífera) e estaquia e/ou enxertia por via vegetativa (propagação assexuada).

Dependendo do cultivar, a semente pode ser monoembriônica ou poliembrionica. A primeira possui apenas um embrião (zigótico), originando assim uma única planta de origem sexuada, sendo esse o fato gerador de toda a variabilidade entre as plantas propagadas por semente (SIQUEIRA et al., 2019).

Já as sementes poliembriônicas possuem vários embriões, sendo apenas um de origem sexual (zigótico) e os demais de origem assexuada (nucelares). Os embriões nucelares são formados a partir do crescimento de células somáticas formadoras do tecido nucelar e possuem a mesma constituição genética da planta-mãe, sendo então uma forma engenhosa que a natureza

encontrou de promover uma propagação vegetativa, via sementes (SIQUEIRA et al., 2019).

Os porta-enxertos são preferencialmente cultivares poliembriônicas, pois a plântula zigótica (embrião sexuado) geralmente degenera ou não se desenvolve bem, enquanto as nucelares tornam-se mais vigorosas em diâmetro e em altura (CORDEIRO et al., 2006). Dessa forma, são preferidas para a enxertia pois mantem as características genéticas da planta-mãe e oferecem maior uniformidade ao pomar (PINTO et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2019).

Comercialmente, as mudas de manga são propagadas a partir da enxertia (PINTO et al., 2018). A enxertia é uma técnica de propagação assexuada, através da qual são unidos dois indivíduos (cultivar-copa e porta-enxerto) com o objetivo de formar uma nova planta (PEREIRA et al., 2014). Essa técnica permite gerar um clone da planta matriz e assim manter a uniformidade das plantas (CORDEIRO et al., 2006), além de reduzir a fase juvenil e permitir maior controle sobre o vigor vegetativo da copa (SCHAFFER et al., 2009), tornando o pomar precoce, mais produtivo e com frutos de maior qualidade (FERREIRA et al., 2016).

A enxertia é realizada usando-se como porta-enxerto e cultivar-copa espécies taxonômicas próximas para gerar combinações compatíveis (REBOLLEDO-MARTÍNEZ et al., 2019). Para se garantir o sucesso na enxertia, é necessário que haja coincidência entre os tecidos próximos ao câmbio vascular, que gera o calo ou cicatriz (PEIL, 2003). Além disso, a interação do porta-enxerto com a cultivar-copa e o seu estabelecimento edafoclimático à região do cultivo, são importantes fatores a serem considerados (YADAV, 2000).

Segundo Baron et al. (2019), a compatibilidade porta-enxerto e enxerto é estabelecida pela produção e translocação de carboidratos, transporte de nutrientes e produção e translocação de fitohomônios. O autor ainda afirma que, a cultivar copa enxertada sob o porta-enxerto mantem seu atual estágio de crescimento, ou seja, sua condição adulta, incluindo a capacidade de produzir frutos imediatamente.

2.4 COMPATIBILIDADE DA ENXERTIA

A compatibilidade ou incompatibilidade da enxertia é definida como o sucesso ou fracasso de uma união entre o porta-enxerto e a cultivar-copa, sendo na verdade uma resposta complexa que inclui uma ampla gama de interações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas (CHEN et al., 2017; REIG et al., 2018).

Para um enxerto ser considerado bem-sucedido deve haver uma coincidência entre os tecidos próximos ao câmbio vascular para que seja formado uma conexão contínua, devido ao tecido meristemático entre o xilema e o floema estar continuamente se dividindo e formando novas células (KUMPERS; BISHOPP, 2015). Esse correto posicionamento, ativa o potencial genético necessário para a regeneração dos tecidos lesados e a produção dos metabólitos secundários, como os compostos fenólicos, que juntamente com os fitohormônios (auxinas e citocininas) induzem o restabelecimento e sobrevivência da planta (BARON et al., 2019).

Para que ocorra o restabelecimento do crescimento da planta enxertada, são necessárias cinco etapas que devem ocorrer durante o alinhamento do enxerto (HARTMANN et al., 2010). São elas: o alinhamento do tecido do câmbio vascular entre a copa e o porta-enxerto, a resposta à ferida (cicatrização das feridas subsequentes), a formação da ponte calosa, o reparo do xilema pela diferenciação do tecido do câmbio vascular através da ponte calosa e a produção do xilema secundário e floema dos novos tecidos do câmbio vascular da ponte calosa (HARTMANN et al., 2010; DOGRA et al., 2018). Uma combinação compatível irá transportar e translocar nutrientes, carboidratos, promotores e fitormônios para o desenvolvimento normal da planta, enquanto o não alinhamento dos tecidos cambiais de ambos os parceiros do enxerto podem gerar a falha do enxerto (BARON et al., 2019).

A incompatibilidade de enxertia é a falha ou a incapacidade do portaenxerto e da cultivar-copa em produzir uma união bem sucedida podendo ocorrer devido a respostas fisiológicas adversas entre ambos, transmissão de doenças ou anormalidades anatômicas do tecido vascular na ponte do calo (DOGRA et al., 2018). Tal incompatibilidade leva a árvores doentias, crescimento vegetativo retardado, quebra da união e incapacidade de formar uma união funcional, forte e duradoura, com reflexos em baixas produtividades e em casos mais severos a morte prematura da planta (PEREIRA et al., 2014; DOGRA et al., 2018). Segundo Martínez-Ballesta et al. (2010), a incompatibilidade do portaenxerto e a cultivar-copa, geralmente, ocorre nos estágios iniciais quando as conexões vasculares estão se formando. Entretanto, os sintomas podem se manifestar em estágios posteriores de desenvolvimento até a fase de frutificação quando a planta tem uma grande demanda por água e nutrientes (BARON et al., 2019).

Os sintomas de incompatibilidade em espécies lenhosas incluem folhas cloróticas, queda prematura de folhas e atraso na brotação (HARTMANN et al., 2010). Além disso, há diferenças de vigor entre porta-enxerto e cultivar copa, espessamento excessivo do caule abaixo, acima ou no ponto de união do enxerto, rompimento da união do enxerto e redução do crescimento vegetativo (HARTMANN et al., 2010; ZARROUK et al., 2010; PEREIRA et al., 2014).

A incompatibilidade, segundo a classificação de Mosse (1962), pode ser do tipo localizado ou translocado. A incompatibilidade localizada é caracterizada por irregularidades anatômicas na interface da união do enxerto e do tecido vascular da ponte calosa, que gera quebras na continuidade cambial e com isso má conexão vasculares (HARTMANN et al., 2010; ZARROUK et al., 2010; REIG et al., 2019).

Plantas com esse tipo de incompatibilidade apresentam desenvolvimento lento, proporcional ao grau de descontinuidade da união (HARTMANN, et al., 2010), de forma que sintomas externos são pouco perceptíveis. Em estágios avançados, há esgotamento do sistema radicular devido à translocação deficiente no ponto de união (ZARROUK et al., 2010). Esse tipo de incompatibilidade pode ser superado com o uso de interenxertos ou "filtros" compatíveis (HARTMANN et al., 2002).

A incompatibilidade do tipo translocado caracteriza-se por apresentar sintomas de amarelecimento de folhas, parada precoce no crescimento, redução do desenvolvimento radicular e redução da translocação de carboidratos na região de união, havendo acúmulo na cultivar-copa (ZARROUK et al., 2010; PEREIRA et al., 2014; REIG et al., 2019). Ocorre também a produção, pelas folhas, de compostos tóxicos, como os glicosídeos cianogênios, que causa a degeneração dos tecidos do porta-enxerto, dificultando o estabelecimento de conexões vasculares funcionais (NOCITO et al., 2010). Esse tipo de

incompatibilidade não pode ser impedida com o uso de um interenxerto (HARTMANN et al., 2002).

2.5 IMPORTÂNCIA DO PORTA-ENXERTO

A modificação instantânea de características desejáveis no enxerto, devido ao processo da enxertia, que imitam mudanças genéticas, é mediada por vários agentes derivados do porta-enxerto, sendo o melhoramento dessas características o resultado de interações celulares ou genéticas nas células somáticas (KOEPKE; DHINGRA, 2013).

Os porta-enxertos têm um efeito substancial nas características fisiológicas das plantas enxertadas e em outros aspectos de crescimento e desenvolvimento (HAYAT et al., 2020). Segundo Koepke e Dhingra (2013), o tamanho total da planta é uma característica importante do enxerto que é controlada pelo porta-enxerto, como as demais características de crescimento e desenvolvimento, da produtividade e suas características subjacentes como precocidade, número de flores e frutificação.

Além disso, a eficiência e arquitetura do sistema radicular e a capacidade de absorção e transporte de água e dos nutrientes são as principais características do porta-enxerto que regulam o crescimento da planta e a capacidade produtiva. Logo, a composição mineral e hormonal do enxerto é influenciada pela interação porta-enxerto e cultivar-copa (HAYAT et al., 2020).

Os teores de macro e micronutrientes são afetados pelas características dos porta-enxertos e da cultivar-copa, dependendo também do tipo de elemento e do ambiente (MARTÍNEZ-BALLESTA et al., 2010). O porta-enxerto, também, pode exercer influência sobre a resistência a estresses abióticos como seca, salinidade, deficiência mineral e a doenças, embora a grande maioria sejam relacionadas a doenças de solo e na qualidade física e físico-químicas dos frutos (KOEPKE; DHINGRA, 2013; GAION et al., 2018; BARON et al., 2019).

As prioridades da seleção de porta-enxertos nos trópicos e subtrópicos têm se concentrado, principalmente, no manejo do vigor e na garantia de alta produtividade e qualidade de frutos (DAYAL et al., 2016). Segundo Nimbolkar et al. (2016), o manejo do vigor desempenha um papel importante na produção de frutos de manga, especialmente para o plantio de alta densidade e condução dos

pomares em termos de manejo do dossel, colheita e medidas de proteção vegetal.

Estudos em diferentes partes do mundo demonstraram a forte influência de porta-enxertos no crescimento e desenvolvimento, na nutrição, na produção e qualidade de frutos de manga. Na Espanha, o desempenho da manga 'Keitt' foi avaliado em quatro porta-enxertos por Zuazo et al. (2006), que constataram os maiores resultados para altura, volume do dossel e área transversal do tronco, produção e maior capacidade de absorção e translocação de nutrientes no porta-enxerto Gomera-3, que apresentou maior vigor em relação aos demais porta-enxertos avaliados.

Avaliando nove porta-enxertos de mangueiras de acessos poliembriônicas, do germoplasma de manga do Território Norte da Austrália, enxertados sob a cultivar Kensington Pride, Smith et al. (2003)observaram que a produção, produtividade e as taxas de colheita foram influenciadas significativamente pelo porta-enxerto. No Brasil, avaliando o desenvolvimento dos cultivares de manga Tommy Atkins, Van Daye e Keitt, usando como portaenxertos Rosinha, Carabao, Espada e Manga D'Agua, Santos et al. (2006) observaram que o diâmetro do caule das cultivares copa foram influenciados pelo porta-enxerto enxertos, e que o porta-enxerto 'Espada' proporcionou melhor desenvolvimento do diâmetro.

Dayal et al. (2016) analisando a influencia dos porta-enxertos poliembrionicos, K-5, Kurakkan e Olour, na regulação e funcionamento fisiológico da copa das plantas de cultivares comerciais de mangueira (Pusa Arunima, Pusa Surya, Amrapali, Mallika e Dushehari), verificaram que os porta-enxertos influenciaram os parâmetros de crescimento (altura, diâmetro e volume de copa), fisiológicos (teor de clorofila e taxa fotossintética) e bioquímicos (enzimas antioxidantes, proteínas e fenóis totais). Além disso, concluíram que a alteração físico-química na cultivar copa decorrente da interação com o porta-enxerto é um parâmetro que deve ser considerado no momento da seleção da combinação copa/porta-enxerto para o plantio.

No México, Rebolledo-Martínez et al. (2019) estudando o efeito de diferentes porta-enxertos sobre a cultivar-copa da mangueira 'Manila', concluíram que os porta-enxertos influenciam diretamente no crescimento das

plantas, na floração e na produção dos frutos, devendo o uso do porta-enxerto ser considerado ao estabelecer plantios comercias

Dayal et al. (2016) analisando o papel dos porta-enxertos poliembrionicos, K-5, Kurakkan e Olour, na regulação do funcionamento fisiológico da copa das plantas de cultivares comerciais de mangueira (Pusa Arunima, Pusa Surya, Amrapali, Mallika e Dushehari), verificaram que os porta-enxertos influenciaram os parâmetros de crescimento (altura, diâmetro e volume de copa), fisiológicos (teor de clorofila e taxa fotossintética) e bioquímicos (enzimas antioxidantes, proteínas e fenóis totais). Além disso, concluíram que a alteração físico-química na cultivar copa decorrente da interação com o porta-enxerto é um parâmetro que deve ser considerado no momento da seleção da combinação copa-porta-enxerto para o plantio.

Apesar das comprovações da influência do porta-enxerto no estabelecimento e desempenho do pomar, atualmente ainda é utilizado de acordo com a disponibilidade da região de cultivo (SIQUEIRA et al., 2019).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2022 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2021 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021. 104 p.

BARON, D., AMARO, A.C.E., PINA, A., FERREIRA, G. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. **Scientae Horticulturae**. v. 243, p. 84–91, 2019.

CHEN, Z.; ZHAO, J., HU, F., QIN, Y., WANG, X., HU, G. Transcriptome changes between compatible and incompatible graft combination of Litchi chinensis by digital gene expression profile. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2017.

COHEN, Y., D. SAADA, R. DOR, A. KEINAN, AND M. NOY. Set of elite new Israeli mango cultivars. **AgroIsrael**. v. 2, p.64-69, 2016.

CORDEIRO, M. C. R., PINTO, A. C. Q., RAMOS, V. H. V., FALEIRO, F. G., FRAGA, L. M. S. Identification of plantlet genetic origin in polyembryonic mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Rosinha seeds using RAPD markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n. 3, p. 454-457, 2006.

- CRANE, J. H. This document was developed using information compiled ruing the National Mango Board-sponsored 2015-2017 research project, Mango Cultivar Evaluation Project-Phase 1. 2017.
- DAYAL, V., DUBEY, A. K., SINGH, S. K., SHARMA, R. M., DAHUJA, A., KAUR, C. Growth, yield and physiology of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars as affected by polyembryonic rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 186-197, 2016.
- DOGRA, K., KOUR, K., KUMAR, R., BAKSHI, P., & KUMAR, V. Graft-incompatibility in horticultural crops. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 02, p. 1805-1820, 2018.
- FERREIRA, L.G., JUNIOR, E.N., VALENTE, J.P., TÁVORA, C., FERREIRA, C.B. Avaliação de Métodos de Enxertia para Mangueira e Cajueiro na Baixada Cuiabana. **Ensaios e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 3, p. 128-132, 2016.
- FOSTER, T. M., MCATEE, P. A., WAITE, C. N., BOLDINGH, H. L., & MCGHIE, T. K. Apple dwarfing rootstocks exhibit an imbalance in carbohydrate allocation and reduced cell growth and metabolism. **Horticulture Research**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2017.
- GAION, L. A., BRAZ, L. T., CARVALHO, R. F. Grafting in vegetable crops: A great technique for agriculture. **International Journal of Vegetable Science**, v. 24, n. 1, p. 85-102, 2018.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T., GENEVE, R.L. Plant propagation. Principles and practices. In: Education, Pearson (Ed.), **Principles of Grafting and Budding**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, p. 411–460, 2002.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR, F.T.D., GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915p
- HAYAT, F., ASGHAR, S., YANMIN, Z., XUE, T., NAWAZ, M. A., XU, X., ... & HAN, Z. Rootstock Induced Vigour is Associated with Physiological, Biochemical and Molecular Changes in 'Red Fuji'Apple. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 24, n. 6, p. 1823-1834, 2020.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geográfica Estatistia. Disponível na internet via https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado. Acesso em: 22 de mar. 2022.
- KOEPKE, T.; DHINGRA, A. Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. **Plant Cell Reports**, v. 32, n. 9, p. 1321-1337, 2013.
- KUMPERS, B.M.C., BISHOPP, A. Plant grafting: making the right connections. **Current Biology**, n. 25, v.10, p.411–413. 2015.

- LAVI, U., KAUFMAN, D., SHARON, D., GAZIT, S., & TOMER, E. "Shelly": A New Mango Cultivar. **HortScience**. v. 32, n. 1, p. 138-138, 1997.
- LIMA NETO, F. P. Mangueira: melhoramento genético, cultivares e mercado. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPOSIO ONLINE DE FRUTICULTURA, 2020, Brasília, DF. Simposio... Brasília, DF: SBF: SBCTA: Embrapa, 2020., 2020.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C., ALCARAZ-LÓPEZ, C., MURIES, B., MOTA-CADENAS, C., CARVAJAL, M. Physiological aspects of rootstock—scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.
- MENZEL, C. M.; LAGADEC, M. D. L. Can the productivity of mango orchards be increased by using highdensity plantings?. **Scientia Horticulturae**, v. 219, p. 222-263, 2017.
- MOSSE, B. Graft incompatibility in fruit trees. **East Malling**, England: Commerce of Bureau Horticultural Plant Crops, 1962.36p. (Technical Communication 28)
- MUKHERJEE, S. K.; LITZ, E. Introduction: Botany and importance. In: LITZ, R. E. (Ed). **The mango: botany, production and uses.** 2 ed. Wellingford: CAB International, 2009. p. 1-18.
- NIMBOLKAR, P. K., AWACHARE, C., REDDY, Y. T. N., CHANDER, S., & HUSSAIN, F. Role of rootstocks in fruit production—a review. **Journal of Agricultural Engineering and Food Technology**, v. 3, n. 3, p. 183-188, 2016.
- NOCITO, F. F., ESPEN, L., FEDELI, C., LANCILLI, C., MUSACCHI, S., SERRA, S., ...; SACCHI, G. A. Oxidative stress and senescence-like status of pear calli co-cultured on suspensions of incompatible quince microcalli. **Tree Physiology**, v.30, p.450-458, 2010.
- PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.
- PEREIRA, I. D. S., FACHINELLO, J. C., ANTUNES, L. E. C., CAMPOS, Â. D., PINA, A. Incompatibilidade de enxertia em Prunus. **Ciência Rural**, *v.*44, n.9, p.1519-1526, 2014.
- PINTO, A. C. D. Q., SAÚCO, V. G., MITRA, S. K., FERREIRA, F. R. PROPAGAÇÃO MANGA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018.
- REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., PERALTA-ANTONIO, N., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, L., BECERRIL-ROMÁN, E. A., REBOLLEDO-GARCÍA, R. L. Effect of rootstock in tree growth, dry matter, flowering, yield and quality of 'Manila' mango. **Scientia Horticulturae**, v. 251, p. 155-161, 2019.
- REIG, G., ZARROUK, O., I FORCADA, C. F., & MORENO, M. Á. Anatomical graft compatibility study between apricot cultivars and different plum based rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 67-73, 2018.

- REIG, G., SALAZAR, A., ZARROUK, O., I FORCADA, C. F., VAL, J., & MORENO, M. Á. Long-term graft compatibility study of peach-almond hybrid and plum based rootstocks budded with European and Japanese plums. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 392-400, 2019.
- SANTOS, M. D. G. F. M., TAVARES, J. C., CARDOSO, G. D., DI GALVANINI, F. Desenvolvimento de três cultivares de Mangueira sobre quatro Porta-Enxertos m Ipanguaçu (RN). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 1, p. 133-142, 2006.
- SCHAFFER, B.; URBAN, L.; LU, P.; WHILEY, A. W. Ecophysiology. In: LITZ, R. E. (ed.). **The mango: botany, production and uses**. CAB International, 2009. p. 170-209.
- SCHNEIDER, D.; STERN, R.A.; LOVE, C.; NOY, M. Factors affecting 'Omer' and 'Maya' mango production in Israeli orchards. **Acta Horticulturae**, 1075, 95-102. 10.17660/ActaHortic.2015.1075.9, 2015.
- SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BOREM, A. **Manga: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2019.
- SMITH, M. W., HOULT, M. D., BRIGHT, J. D. Rootstock affects yield, yield efficiency, and harvest rate of 'Kensington Pride'mango. **HortScience**, v. 38, n. 2, p. 273-276, 2003.
- YADAV, I. S. Rootstock evaluation, conservation and use of in tropical fruits. In: YADAV, I. S. **Tropical fruits in Asia: conservation and use**. Bangkok. p.196-206, 2000.
- ZARROUK, O., TESTILLANO, P. S., RISUEÑO, M. C., MORENO, M. Á., GOGORCENA, Y. Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.135, p.9-17, 2010.
- ZUAZO, V.H DURÁN; TARIFA, D. FRANCO. Rootstock influence on fruit yield, growth and mineral nutrition of Mango (*Mangifera indica* L. cv. Keitt'). **European Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 3, p. 102, 2006.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE CARBOIDRATOS EM MUDAS DE MANGUEIRAS ISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO¹

RESUMO

O uso de porta-enxertos pode afetar a morfofisiologia das cultivares copa, bem como modificar o vigor e a produtividade das plantas. Logo, objetivou-se avaliar o estabelecimento e as trocas gasosas das cultivares copa israelenses enxertada sob os portas-enxertos 'Espada' e 'Coguinho' nas trocas gasosas, nos parâmetros bioquímicos e no estabelecimento de mudas de mangueira 'Shelly', 'Omer' e 'Agam'. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 2, correspondentes a três cultivares copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de porta-enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho'), com cinco repetições e duas plantas por parcela. As variáveis analisadas foram as trocas gasosas, acúmulo de carboidratos solúveis totais e amido, no momento da primeira poda de formação, atividade da enzima nitrato redutase e dias decorridos para a primeira poda, incremento do diâmetro da brotação. Para as variáveis avaliadas em função do tempo, diâmetro do caule do porta-enxerto, diâmetro do enxerto e índice de determinação de compatibilidade houve inclusão de mais um fator correspondente ao tempo decorrido (30, 60, 90, 120 150 dias após o transplantio). As trocas gasosas foram influenciadas apenas pelo fator cultivar-copa, de forma que a cultivar Agam apresentou melhor desempenho fotossintético entre as demais cultivares. O porta-enxerto Espada proporcionou maior valores para os parâmetros de crescimento das mudas, com também conferiu menor número de dias para a realização da primeira poda de formação. A atividade da enzima nitrato redutase foi diferente para cada combinação portaenxerto e cultivar-copa.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., Shelly, Omer, Agam, biometria, carboidrato, amido.

GROWTH AND ACCUMULATION OF CARBOHYDRATES IN ISRAELIAN HOSE SEEDLINGS AS A FUNCTION OF ROOTSTOCK

ABSTRACT

The use of rootstocks can affect the morphophysiology of canopy cultivars, as well as modify plant vigor and productivity. Therefore, the objective was to evaluate the establishment and the gas exchange of the cultivars copa israeli grafted under the rootstocks 'Espada' and 'Coquinho' in the gas exchange, in the biochemical parameters and in the establishment of mango seedlings 'Shelly', 'Omer' and 'Agam'. The experiment was carried out in a 3×2 factorial scheme, corresponding to three canopy cultivars ('Agam', 'Omer' and 'Shelly') and two

-

¹ Artigo a ser submetido para publicação

polyembryonic rootstock cultivars ('Espada' and 'Coquinho'), with five replications. and two plants per plot. The variables analyzed were gas exchange, accumulation of total soluble carbohydrates and starch, at the time of the first pruning of formation, activity of the enzyme nitrate reductase and days elapsed for the first pruning, increment of the bud diameter. For the variables evaluated as a function of time, rootstock stem diameter, graft diameter and compatibility determination index, one more factor was included corresponding to the time elapsed (30, 60, 90, 120 and 150 days after transplanting). Gas exchange was influenced only by the cultivar-crown factor, so that the cultivar Agam presented better photosynthetic performance among the other cultivars. The Espada rootstock provided higher values for the growth parameters of the seedlings, as well as a lower number of days for the first formation pruning. The activity of the enzyme nitrate reductase was different for each rootstock and cultivar-scion combination.

Keywords: *Mangifera indica* L., Shelly, Omer, Agam, biometry, carbohydrate, starch.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, sétimo maior produtor mundial de manga, registou em 2021 um novo aumento e recorde, com a exportação de 272,560 mil t de frutos e arrecadação de U\$ 248,738 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022). Os principais estados produtores em 2020 foram Pernambuco e Bahia, com destaque para a região do Vale do São Francisco, polarizada pelos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, que responderam por 450.000 e 181.716t, respectivamente, que somados, equivalem à 40,26% do total produzido (IBGE, 2022).

Dentre as principais cultivares de manga produzidas no Vale do São Francisco, destacam-se Tommy Atkins, Keitt, Kent e Palmer (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2020). Apesar dessas cultivares serem conhecidas no mercado internacional e destaque nas exportações, cada vez mais o consumidor, especialmente o americano e europeu, vem exigindo frutos com qualidade diferente do que tradicionalmente é ofertado. Dentre as novas cultivares de manga que têm apresentado boa aceitação no mercado consumidor e são promissoras, destacam-se as cultivares israelenses (LIMA NETO, 2020).

Selecionada em um pomar experimental em Israel, ARO Bet-Dagan, a cultivar Shelly resultado do cruzamento entre a cultivar americana 'Tommy

Atkins' e o pai sendo identificado no passado como Kent (COHEN et al., 2016). A 'Shelly' possui um fruto redondo com peso variando de 350 a 700 g, com polpa suculenta, firme e sem fibras, e coloração laranja com um 'blush' vermelho permanecendo firme e atraente até 30 dias após a colheita, quando mantido à temperatura ambiente (LAVI et al., 1996).

Outra cultivar potencial é a 'Agam', que é resultado da polinização aberta da cultivar Shelly, possui uma coloração escura a escarlate com numerosas lenticelas amarelas, tamanho médio de 450g e polpa laranja escura de textura firme e pouca fibra (COHEN et al., 2016). Já a cultivar Omer, identificada como uma muda híbrida da cultivar Zillate, produzida a partir de polinização aberta, é caracterizada por um formato oval e peso médio de 450g, com coloração de casca púrpura e vermelho brilhante, possuindo pouca fibra, um aroma leve e sabor doce caracterizado como sendo abacaxi (COHEN et al., 2016). Apesar de já se encontrarem cultivos comerciais dessas cultivares no Brasil, não há na literatura estudos específicos sobre a formação do pomar e o manejo.

Segundo Menzel e Lagadec (2017), a formação de pomares vigorosos e produtivos depende principalmente do uso de mudas de qualidade, o que para a mangueira se inicia com a seleção do porta-enxerto adequado. O sucesso da enxertia depende da compatibilidade entre os tecidos próximos ao câmbio, e essa interação porta-enxerto e enxerto juntamente com a adaptação edafoclimática são fundamentais para a obtenção de bons índices produtivos (YADAV, 2000; PEIL, 2003; BARON et al., 2019; AMRI et al., 2021).

O porta-enxerto promove a sustentação para a cultivar-copa, além de interagir no mútuo fornecimento de hormônios vegetais e proteínas (SHU, et al. 2017; WANG, et al. 2017) e interferir no crescimento e desenvolvimento (SANTOS et al., 2006; ZAYAN et al., 2020), no estado nutricional da copa (ZUAZO et al., 2006; ZAYAN et al., 2020; SARKHOSH et al., 2021) e na produção (REDDY, et al. 2003; SMITH, et al., 2008; REBOLLEDO-MARTINEZ et al., 2019). Por outro lado, apesar dos efeitos do porta-enxerto sobre a copa, no Brasil a escolha do porta-enxerto para o estabelecimento de pomares comerciais de mangueira ainda é feita conforme a disponibilidade regional (SIQUEIRA et al., 2019), independentemente da cultivar copa a ser estabelecida.

Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar o crescimento e o acúmulo de carboidratos solúveis totais e amido foliares em mudas das cultivares

demangueira israelenses, 'Shelly', 'Omer' e 'Agam', enxertadas nos portaenxertos poliembriônicos 'Coquinho' e 'Espada'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de dezembro de 2020 e abril de 2021 no viveiro de Fruticultura do *Campus* Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE (9° 09' S, 40° 22' O e a uma altitude de 365,5 m acima do nível do mar), no semiárido pernambucano. O clima da região é classificado como BSwh, que significa semiárido quente, com precipitação média anual de 481,7 mm, na região do Submédio do Vale do São Francisco (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 × 2 × 8, correspondentes a cultivares-copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly'), porta-enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho') e tempo decorrido após a enxertia (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a enxertia). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e dez plantas por parcela.

O porta-enxerto 'Espada' foi obtido em Petrolina-PE, do viveiro Mudas do Vale, enquanto o porta-enxerto 'Coquinho' foi obtido do viveiro comercial Aderaldo Mudas, localizado no município de Curaçá-BA,ambos credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O material vegetal das cultivares-copa 'Agam', 'Omer' e 'Shelly' foi obtido de plantas sadias, de plantios comerciais da cidade de Petrolina-PE, Brasil, conforme recomendação de Genú e Pinto (2002), no qual todas as cultivares foram enxertadas no dia 04 de dezembro de 2020, pelo método de garfagem de fenda cheia.

As mudas foram preparadas seguindo as recomendações técnicas descritas por Genú e Pinto (2002). As sementes dos porta-enxertos foram obtidas de frutos maduros das cultivares Coquinho e Espada, e após limpeza e secagem à sombra, foram semeadas em sacos polietileno com capacidade de 1 L, preenchidos com areia e mantidas em ambiente protegido até a enxertia.

As mudas enxertadas foram mantidas em telado com sombreamento de 50% e a irrigação das mudas foi realizada diariamente pelo método localizado de microaspersão invertida, com aspersores com vazão de 45 L h⁻¹. Durante a execução dos experimentos, os dados meteorológicos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar e radiação solar global foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (Figura 1).

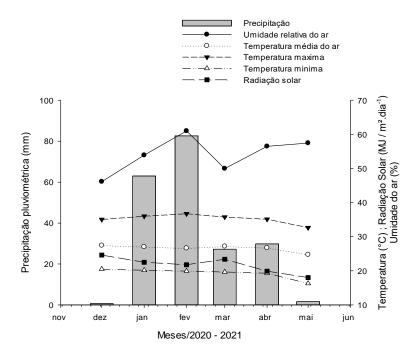


Figura 1. Temperatura máxima (A), mínima (B) e média do ar (C), precipitação (D), radiação solar global (E) e umidade relativa do ar (F) registradas durante a condução dos experimentos. Petrolina-PE.

As práticas de manejo nas mudas, foram realizadas com aplicação de fertilizantes foliares (contendo 10% de nitrogênio, 8% de fosforo (P_2O_5), 8% de potássio (K_2O), 1% de cálcio (C_3), 0,5 % de magnésio (C_3), 0,5% de boro (C_3), 0,5% de manganês (C_3), aplicados de forma quinzenal), e de calda nutritiva (contendo 0,2g de ureia (45% de N), 0,15g de sulfato de potássio (51% de K), 0,15g de o fosfato monoamônico (48% de P₂O₅) e 0,25ml ácido fulvico em 1 litro de água, aplicados a cada 3 dias). O controle de ervas daninhas foi realizado de forma manual e o manejo de pragas

e doenças, com agroquímicos registrados para a cultura da mangueira nessa fase, conforme nível de controle.

Para determinação dos efeitos do porta-enxerto em cada cultivar, foram avaliados, em mm, os diâmetros do caule do porta-enxerto (DPE), do enxerto (DE) e da enxertia (DEN), de forma que o DPE foi determinado a 5 cm acima do ponto da enxertia, o DE 5 cm abaixo do ponto da enxertia e o DEN no ponto da enxertia, enquanto a brotação do enxerto (DB), foi determinado a 5 cm do colo da planta, todos com auxílio de paquímetro digital. O comprimento da brotação do enxerto (AB) foi medido com régua milimetrada da distância do colo à inserção da última folha, sendo os resultados expressos em cm e o índice de determinação de compatibilidade (IDC) obtido pela razão entre o DPE e o DE, adimensional e determinado conforme metodologia descrita por Reig et al. (2018). A primeira avaliação foi realizada aos 30 dias após a enxertia (DAE) e repetida quinzenalmente, totalizando oito medições (aos 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 DAE).

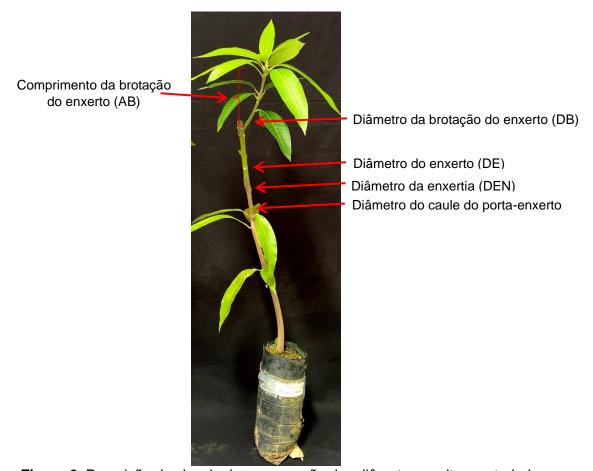


Figura 2. Descrição dos locais de mensuração dos diâmetros e altura estudadas.

Aos 135 DAE, foram coletadas amostras de folhas do último fluxo vegetativo das plantas, sendo que as plantas enxertadas no porta-enxerto Espada apresentavam média de 3 fluxos, enquanto as plantas enxertadas no porta-enxerto Coquinho possuíam em média 4 fluxos curtos. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos sendo armazenadas em caixa térmicas com gelo e conduzidas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF para determinação dos teores de carboidratos solúveis totais (CST) (DUBOIS et al., 1956) e amido (NEVES; MORAES, 2005). De pose dos resultados, foi feita a estimativa dos carboidratos solúveis totais e amido para toda a planta sendo calculado a partir da massa fresca das folhas da planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F (p<0,05). As médias referentes aos portaenxertos e cultivar-copa foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A médias referentes aos tempos de avaliação foi realizado por análise de regressão. Para análise dos dados utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 1) pode-se observar que apenas a variável diâmetro do caule do porta-enxerto apresentou interação significativa para interação entre os fatores cultivar copa, porta-enxerto e tempo. Todas as variáveis apresentaram interação significativa entre os fatores tempo e porta-enxerto, com exceção do DPE e DE, e apenas a variável DB não foi obteve diferença significativa entre os fatores porta-enxerto e cultivar copa.

Tabela 1. Síntese da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, para diâmetro do caule do porta-enxerto, diâmetro do enxerto, índice de determinação de compatibilidade, diâmetro da enxertia, diâmetro da brotação do enxerto, comprimento da brotação do enxerto, em função de cultivares copa, porta-enxertos, e tempo decorrido após a enxertia.

FV	DPE	DE	IDC	DEN	DB	AB
	(mm)			(mm)	(cm)	(mm)
Cultivar copa (C)	9,26**	9,14**	15,32**	15,85**	242,55**	16,67**
Omer	8,74a	9,46b	1,13b	14,72b	3,98b	9,01b
Agam	8,48b	9,73a	1,19a	14,57b	4,34a	10,90 ^a
Shelly	8,78a	9,70a	1,16a	15,14a	3,48c	7,59c
Porta-enxerto (PE)	3007,48**	444,22**	1443,13**	2810,63**	510,48**	332,48**
Espada	10,36a	10,22a	0,99b	17,08a	4,29a	13,45 ^a
Coquinho	6,98b	9,03b	1,32a	12,54b	3,57b	4,89b
Tempo (T)	34,42**	9,03**	28,08**	6,96**	186,96**	36,16**
30	8,19	9,32	1,20	14,11	3,00	4,25
45	8,10	9,50	1,22	14,95	3,31	4,87
60	8,24	9,50	1,20	14,92	3,60	6,42
75	8,48	9,63	1,17	15,11	3,88	8,10
90	8,62	9,52	1,14	14,98	4,00	9,99
105	9,17	9,71	1,09	14,59	4,31	11,03
120	9,08	9,76	1,11	14,86	4,52	13,20
135	9,46	10,07	1,09	14,96	4,81	15,47
T × PE	1,15 ^{ns}	0,37 ^{ns}	3,70**	2,88*	9,00**	20,73**
T×C	1,66 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,11 ^{ns}
PE × C	12,69**	15,28**	32,36**	7,54**	0,66 ^{ns}	8,98**
T × PE × C	1,91*	0,37 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0.98 ^{ns}
CV	4,26	3.52	3,72	3,47	4,84	30,73

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **: significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação.

Houve aumento do diâmetro do caule dos portas-enxertos enxertados nas cultivares copas israelenses em todas as avaliações ocorridas após à enxertia (Figura 3A e 3B). O porta-enxerto 'Espada' apresentou maiores valores de DPE em todas as cultivares copa em comparação à 'Coquinho'. No porta-enxerto Coquinho, as cultivares não apresentaram diferença estatística entre si, já no porta-enxerto Espada as cultivares apresentaram diferença estatística aos 30,

45, 60 e 105 DAE, no qual nessas datas as cultivares Shelly e Omer apresentaram os maiores valores não diferindo entre si.

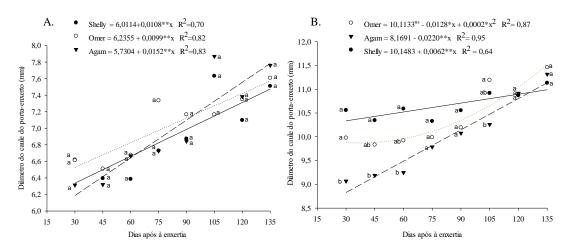


Figura 3. Diâmetro do caule dos porta-enxertos 'Coquinho' (A) e Espada (B) em função das cultivares copa Shelly, Omer e Agam e dos dias após a enxertia.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2006), que avaliando o efeito dos portas-enxerto 'Rosinha', 'Carabao', 'Espada' e 'Manga D'água' nas cultivares copa Tommy Atkins, van Dyke e Keitt, concluíram que o porta-enxerto Espada conferiu maior diâmetro do caule do porta-enxerto para todas as cultivares copa em estudo. Esses autores encontraram superioridade da 'Espada' de aproximadamente 13%, 26% e 23% em relação as cultivares Rosinha, Carabao e Manga D'água, respectivamente. No presente trabalho a 'Espada' apresentou uma superioridade em relação a 'Coquinho' de 42,89%, 47,87% e 54,39% para as cultivares Agam, Omer e Shelly, respectivamente. Esses resultados podem ser explicados devido a 'Espada' apresentar maior vigor quando comparada a 'Coquinho', fazendo com que atinja mais rapidamente o ponto de enxertia (MOUCO, 2010).

O porta-enxerto 'Espada' conferiu maior diâmetro do enxerto em relação à 'Coquinho' com uma superioridade de 18%, 12,51% e 9,21 %, para 'Agam', 'Omer' e 'Shelly', respectivamente (Figura 4). Ademais, para o porta-enxerto 'Espada' a cultivar Agam apresentou maior diâmetro do enxerto, enquanto a cultivar copa Shelly foi a que obteve maior diâmetro no porta-enxerto 'Coquinho'.

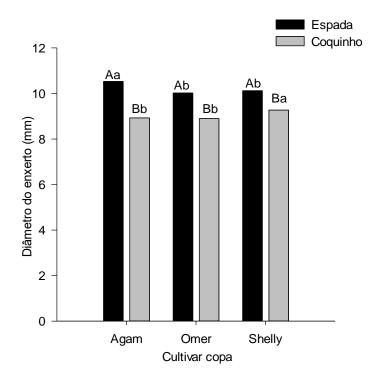


Figura 4. Diâmetro do enxerto dos portas-enxerto 'Coquinho' e 'Espada' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly). Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Segundo Kumpers e Bishopp (2015), para um enxerto ser considerado bem-sucedido deve haver uma coincidência entre os tecidos próximos ao câmbio vascular para que se forme uma conexão continua devido o xilema e o floema estarem continuamente se dividindo e formando novas células. Os maiores valores do diâmetro do enxerto observados para a 'Espada' indicam que esse porta-enxerto conferiu um maior desenvolvimento inicial da planta, uma vez que os enxertos possuíam diâmetro semelhantes no momento da enxertia.

O índice de determinação de compatibilidade apresentou os menores valores para 'Espada' como porta enxerto para todas as cultivares copa, com valores próximos à 1, sendo sempre inferior aos valores observados aos do porta-enxerto 'Coquinho' (Figura 5A). Houve um decréscimo desse índice ao longo dos dias após a enxertia, conforme observado na Figura 5B, de forma que na última avaliação ele se apresenta mais próximo de 1.

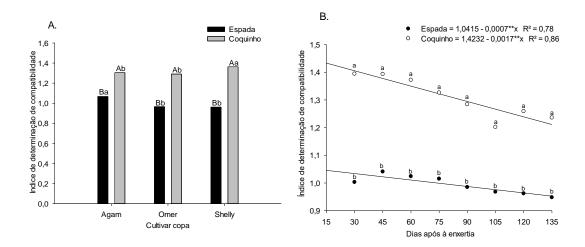


Figura 5. Índice de determinação de compatibilidade nos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) (A) e dos dias após a enxertia (B).

Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

O engrossamento excessivo dos diâmetros acima ou abaixo da união do enxerto caracteriza um sintoma de incompatibilidade da enxertia (HARTMANN et al., 2010; ZARROUK et al., 2010; PEREIRA et al., 2014). Assim, os resultados do presente trabalho demonstram que na fase inicial de desenvolvimento das mudas as combinações de porta-enxertos e cultivares copa em estudo, há uma translocação e desenvolvimento secundário (aumento dos diâmetros) satisfatórios entre as partes enxertadas (TAIZ et al., 2017), visto que os valores tendem a se aproximar de 1 com o passar do tempo, ou seja, diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto semelhantes para ambos os porta-enxertos estudados e independentemente da cultivar copa avaliada.

Conforme se pode observar na Figura 6A, os maiores valores de diâmetro da enxertia são observados para o porta-enxerto 'Espada', em todas as cultivares copa. A combinação porta enxerto 'Espada' e cultivar copa 'Shelly' se destacaram, enquanto que para o porta-enxerto 'Coquinho' não houve diferença estatística.

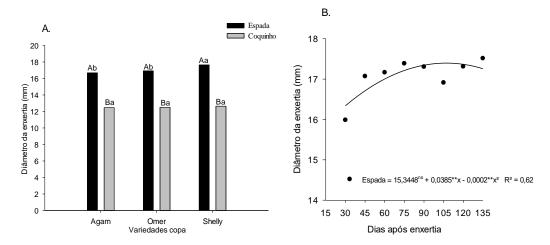


Figura 6. Diâmetro da enxertia dos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) (A) e dos dias após a enxertia (B). Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

O diâmetro da enxertia foi incrementado em 9,56% e 1,44%, respectivamente, para os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' entre a primeira e a última data de avaliação (Figura 6B). Para o porta-enxerto 'Coquinho' apesar de haver significância, o modelo quadrático apresentou coeficiente de determinação muito baixo ($\hat{y} = 12,146 + 0,179x - 0,0001x^2 R^2 = 0,38$) e, portanto, ajuste muito baixo.

O processo de pegamento de uma enxertia envolve cinco etapas biológicas (BARON et al., 2019). São elas: o alinhamento do tecido do câmbio vascular da união do enxerto, a resposta à ferida, a formação da ponte calosa (proliferação do calo), a diferenciação de células parenquimáticas de calo em novas células cambiais, que conectam os câmbios da cultivar-copa e do porta-enxerto, e a formação de do xilema secundário e floema secundário (HARTMANN et al., 2010; BARON et al., 2019).

A formação desse xilema e floema dá origem ao crescimento secundário da planta, produzindo aumentos nos diâmetros, (TAIZ et al., 2017) e é apontada como fundamental para o sucesso da enxertia (BARON et al., 2019). Em adição, observa-se na Tabela 1 que houve superioridade do diâmetro do caule do porta-enxerto da 'Espada' em relação ao 'Coquinho' de aproximadamente 48%, o que também contribuiu para a os maiores valores de diâmetro da enxertia registrados para a 'Espada' em relação ao 'Coquinho'.

Além do estabelecimento da união do porta-enxerto bem sucedido, a compatibilidade é definida como a sobrevivência estendida e o funcionamento adequado da planta composta (GOLDESCHMIDT, 2014). Assim, o aumento do diâmetro da enxertia em ambos os porta-enxertos pode ser considerado como um sinal do sucesso da enxertia, já o percentual de sobrevivência das mudas foi de 100% para ambos os porta-enxertos (dados não apresentados). Esse resultado é superior ao registrado por Cardoso et al. (2010) em estudo realizado com as cultivares copa Amparali, roxa Embrapa 141, Alfa Embrapa 142 e Van Dyke, sob os porta-enxertos 'Amparali', 'Coquinho' e 'Ubá' apresentando médias de 25,15%, 15,90% e 22,64%, respectivamente.

Quanto ao diâmetro das brotações (Figura 7), o porta-enxerto 'Espada' apresentou maiores valores médios quando comparado ao 'Coquinho'. O porta-enxerto 'Espada' promoveu incrementos de 63,67 % (2,07mm) no DB, entre os 30 e 135 DAE, enquanto o incremento o porta-enxerto 'Coquinho' foi de 56,10% (1,55 cm) durante o mesmo período de avaliação. Esses resultados confirmam que o porta-enxerto 'Espada' promove maior vigor nas brotações da cultivar copa em relação ao porta-enxerto 'Coquinho', conforme também registrado por MOUCO (2010).

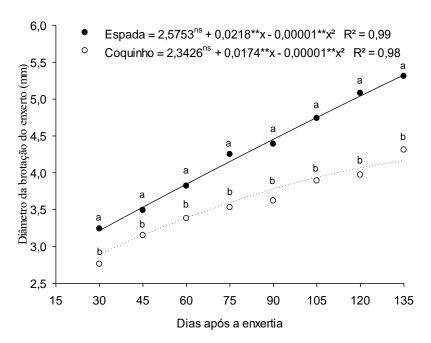


Figura 7. Diâmetro da brotação dos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função dos dias após a enxertia.

O efeito de porta-enxerto no desempenho de macieira 'Red Fuhi' após 45, 90 e 180 dias após a enxertia (DAE) foi avaliado por Hayat et al. (2020), que encontraram maiores valores do diâmetro da copa nos porta-enxertos mais vigorosos, corroborando com os resultados do presente trabalho. Conforme Gjamovski e Kiprijanovski (2011), os porta-enxertos mais vigorosos conferem maior diâmetro de copa e crescimento mais vigoroso das brotações emitidas pela copa.

O comprimento da brotação do enxerto foi maior com o porta-enxerto 'Espada', que apresentou valores médios 301,52%, 285,40% e 233,21% maiores em relação ao 'Coquinho', para mudas das cultivares copa Agam, Omer e Shelly, respectivamente (Figura 8A). Não houve diferença para AB entre as cultivares copa quando foi utilizado o porta-enxerto 'Coquinho'. Já para o porta-enxerto 'Espada' a cultivar Agam apresentou superioridade de 54,08% em relação a combinação com a Shelly e 22,60% em relação a combinação com a 'Omer'.

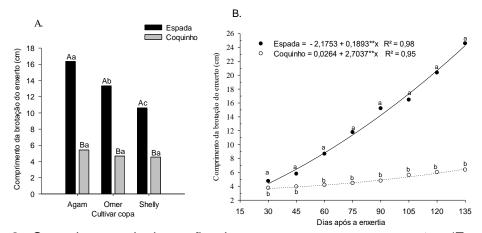


Figura 8. Comprimento da brotação dos enxertos nos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) (A.) e dos dias após a enxertia (B).

Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

A Figura 8B evidencia o crescimento da brotação do enxerto proporcionado pelo porta-enxerto no decorrer das datas de avaliação. É possível observar um efeito bastante pronunciado do porta-enxerto 'Espada', que apresentou incremento de 518,07% (19,83 cm) entre os 30 e 135 DAE. Já para as mudas enxertadas no porta-enxerto 'Coquinho' houve um aumento de 69,89%

(2,62 cm) durante o mesmo período de avaliação, independentemente da cultivar copa adotada em ambos os porta-enxertos.

Com relação ao crescimento da copa em função do porta-enxerto, Koepke e Dhingra (2013) relataram que o tamanho total da planta é uma característica importante do enxerto que é controlada pelo porta-enxerto, sendo o crescimento uma resposta à compatibilidade entre as duas partes (REBOLLEDO-MARTÍNEZ et al., 2019). O vigor induzido pelo porta-enxerto pode ser causado por fatores internos e externos como água, nutrientes e, especialmente, hormônios e ácidos nucléicos que se movem através da união do enxerto para afetar o crescimento da parte aérea (ALBACETE et al., 2015). Em complemento, Reig et al. (2019) destacam que quanto maior o vigor da planta, menor o grau de incompatibilidade entre o porta-enxerto. Nesse sentido, os incrementos proporcionados pelo porta-enxerto 'Espada' permitem conferir melhor compatibilidade com as cultivares israelenses estudadas em reação ao crescimento da brotação do enxerto.

A variável CST apresentou efeito significativo para a interação portaenxertos x cultivares copa estudadas, enquanto o fator porta-enxerto de forma isolada influenciou as concentrações foliares de carboidratos solúveis totais e amido (Tabela 2).

Tabela 2. Síntese da análise de variância (teste 'F') para carboidratos solúveis totais e amido em função de diferentes porta-enxertos e cultivares copa.

FV	Carboidratos solúveis totais	Amido		
I V		7 1111100		
	(µmol g ⁻¹ MF)	(µg g⁻¹MF)		
Porta-enxerto (PE)	478,597**	212,96**		
Espada	14490,82a	359,13 ^a		
Coquinho	2828,61b	75,69b		
Copa (C)	2,259 ^{ns}	0,559 ^{ns}		
Omer	9444,98	208,93		
Agam	8404,71	231,86		
Shelly	8129,45	211,44		
PE × C	6,920**	0,119 ^{ns}		
CV (%)	13,06	18,95		

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **: significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação; MF = massa fresca.

Para a variável carboidratos solúveis totais, a cultivar Omer apresentou uma superioridade de 23,47% e 25,52% em relação as cultivares Shelly e Agam, respectivamente, no porta-enxerto Espada, enquanto para o porta-enxerto

Coquinho, não houve diferença significativa entre as cultivares (Figura 9). Para a variável amido, o porta-enxerto Espada apresentou uma superioridade de 474,97% em relação ao porta-enxerto Coquinho (Tabela 2).

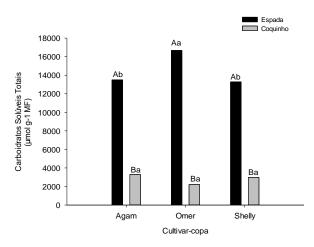


Figura 9. Teores de carboidratos solúveis totais porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) (A.) e dos dias após a enxertia (B).

Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Avaliando o efeito de porta enxertos poliembriônicos em cinco cultivares de manga, Dayat et al. (2016) relataram que os porta-enxertos mais vigorosos obtiveram maior taxa fotossintética produzindo, consequentemente, maior quantidade de fotoassimilados e massa foliar. No presente trabalho, o porta-enxerto Espada proporcionou maior acumulo de carboidratos solúveis totais e amido, devido esses teores terem sido considerados com relação a massa fresca foliar, sendo esse comportamento refletido nos parâmetros de crescimento.

Os carboidratos são muito importantes no metabolismo, nos eventos fisiológicos e no desenvolvimento das plantas, atuando na importação de carbono para regiões consideradas drenos metabolicamente ativos, como ramos em formação (LOPES et al., 2021). Segundo Taiz et al. (2017), os carboidratos fluem em direção das zonas apicais de crescimento para sustentar a divisão e o alongamento celular, proporcionando as células que estão em rápido

crescimento, uma fonte de energia e esqueletos de carbono necessários para a síntese de compostos de carbono.

Infelizmente, não há na literatura informações sobre as cultivares copa em estudo dificultando a interpretação e comparação dos resultados gerados na presente pesquisa. Logo, novos estudos envolvendo essas cultivares devem ser realizados para posterior comparação e conhecimento do seu comportamento.

4. CONCLUSÃO

O porta-enxerto influencia diretamente o crescimento e desenvolvimento inicial das mudas de mangueiras israelenses, mas não influencia os teores de carboidratos solúveis totais e amido;

O porta-enxerto 'Espada' confere maior crescimento e desenvolvimento inicial das cultivares israelenses 'Shelly', 'Omer' e 'Agam' durante a fase de formação de mudas, sendo mais vigoroso que o 'Coquinho';

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBACETE, A., MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C., MARTÍNEZ-PÉREZ, A., THOMPSON, A. J., DODD, I. C., PÉREZ-ALFOCEA, F. Unravelling rootstock × scion interactions to improve food security. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 8, p. 2211-2226, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G.. Kppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013

AMRI, R., FONT I FORCADA, C., GIMÉNEZ, R., PINA, A., & MORENO, M. Á. Biochemical characterization and differential expression of pal genes associated with "translocated" peach/plum graft-incompatibility. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 177, 2021.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2020 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2020. 96 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2022 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

- BARON, D., AMARO, A.C.E., PINA, A., FERREIRA, G. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. **Scientae Horticulture**. v. 243, p. 84–91, 2019.
- CARDOSO, A., PEIXOTO, N., PEIXOTO, F., MONTEIRO, J. Avaliação de cultivares de manga sobre diferentes porta enxertos. **Enciclopédia Biosfera** v. 6, n. 11, 2010.
- COHEN, Y., SAADA D., DOR R., KEINAN A., M. NOY. Set of elite new Israeli mango cultivars. **Agrolsrael.** v. 2, p.64-69, 2016.
- DAYAL, V., DUBEY, A. K., SINGH, S. K., SHARMA, R. M., DAHUJA, A., & KAUR, C. Growth, yield and physiology of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars as affected by polyembryonic rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 186-197, 2016.
- DUBOIS, M. GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS, P. T., & SMITH, F.Colorimetric method for determination of sugars and relatedsubstances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, 2014.
- GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p
- GJAMOVSKI, V., KIPRIJANOVSKI, M. Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar 'Granny Smith'. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 4, p. 742-746, 2011.
- GOLDSCHMIDT, E.E. Plant grafting: new mechanisms, evolutionary implications. **Frontiers in Plant Science**. v. 5, p. 727, 2014.
- HAYAT, F. ASGHAR, S., YANMIN, Z., XUE, T., NAWAZ, M. A., XU, X., ..., HAN, Z. Rootstock Induced Vigour is Associated with Physiological, Biochemical and Molecular Changes in 'Red Fuji'Apple. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 24, n. 6, p. 1823-1834, 2020.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D. E., DAVIES, F. T., & GENEVE, R. L. **Plant propagation**: principles and practices. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915p.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. **Produção Agrícola Municipal**, 2022. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613/>. Acesso em: 04 de maio de 2022.
- KOEPKE, T.; DHINGRA, A. Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. **Plant Cell Reports**, v. 32, n. 9, p. 1321-1337, 2013.
- KÜMPERS, B.M.C., BISHOPP, A., 2015. Plant grafting: making the right connections. Current Biology. v. 25, n. 10, p. 411–413. 2015.

- LAVI, U., KAUFMAN, D., SHARON, D., GAZIT, S., TOMER, E. "Shelly": A New Mango Cultivar, **HortScience**. v.32, n.1, p. 138-138. 1996
- LIMA NETO, F. P. Mangueira: melhoramento genético, variedades e mercado. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPOSIO ONLINE DE FRUTICULTURA, 2020, Brasília, DF. Simposio... Brasília, DF: SBF: SBCTA: Embrapa, 2020., 2020.
- LOPES, R. D. C., PEREIRA, R. N., SILVA, L. D. S., LOBO, J. T., ARAÚJO E AMARIZ, R., & CAVALCANTE, Í. H. L. Impact of first mechanical fructification pruning on mango orchards. **International Journal of Fruit Science**, v. 21, n. 1, p. 1059-1072, 2021.
- MENZEL, C. M.; LAGADEC, M. D. L. Can the productivity of mango orchards be increased by using highdensity plantings?. **Scientia Horticulturae**, v. 219, p. 222-263, 2017.
- MOUCO, M. A. do C. Cultivo da mangueira. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2010.
- NEVES, L. A. S.; MORAES, D. M. Análise do vigor e da atividade da a-amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2005.
- PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.
- PEREIRA, I. D. S., FACHINELLO, J. C., ANTUNES, L. E. C., CAMPOS, Â. D., PINA, A. Incompatibilidade de enxertia em Prunus. **Ciência Rural**, *v.*44, n.9, p.1519-1526, 2014.
- REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., PERALTA-ANTONIO, N., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, L., BECERRIL-ROMÁN, E. A., REBOLLEDO-GARCÍA, R. L. Effect of rootstock in tree growth, dry matter, flowering, yield and quality of 'Manila'mango. **Scientia Horticulturae**, v. 251, p. 155-161, 2019.
- REDDY, Y.T.N., M.K. REJU., P.R. RAMACHANDER., S. GORAKH., R.R. KOHLI. Long-term effects of rootstocks on growth and fruit yielding patterns of Alphonso mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**. v. 97, n. 2, p. 95-108. 2003.
- REIG, G., ZARROUK, O., I FORCADA, C. F., & MORENO, M. Á. Anatomical graft compatibility study between apricot cultivars and different plum based rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 67-73, 2018.
- REIG, G., SALAZAR, A., ZARROUK, O., I FORCADA, C. F., VAL, J., MORENO, M. Á. Long-term graft compatibility study of peach-almond hybrid and plum based rootstocks budded with European and Japanese plums. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 392-400, 2019.

- SANTOS, M. D. G. F. M., TAVARES, J. C., CARDOSO, G. D., & DI GALVANINI, F. Desenvolvimento de três cultivares de mangueira sobre quatro porta-enxertos em ipanguaçu (rn). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 46, n. 1, p. 133-142, 2006.
- SARKHOSH, A., SHAHKOOMAHALLY, S., ASIS, C., MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, p. 1-11, 2021.
- SMITH, M.W., BRIGHT, J.D., HOULT, M.D., RENFREE, R.A., MADDERN, T., COOMBES, N. Field evaluation of 64 rootstocks for growth and yield of 'Kensington Pride'mango. **Hortscience**. v. 43, n. 6, p. 1720–1725, 2008.
- SHU, B., LIU, L., JUE, D., WANG, Y., WEI, Y., SHI, S. Effects of avocado (*Persea americana* Mill.) scion on arbuscular mycorrhizal and root hair development in rootstock. **Archives of Agronomy and Soil Science.** v. 63, n.14, p.1951–1962,2017.
- SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BOREM, A. **Manga: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimentovegetal.6a ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.
- WANG, J., JIANG, L., WU, R. Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular reconnection. New Phytologist, v. 214, n. 1, p. 56–65, 2017.
- YADAV, I. S. Rootstock evaluation, conservation and use of in tropical fruits. In: YADAV, I. S. Tropical fruits in Asia: conservation and use. Bangkok, 2000. p.196-206.
- ZARROUK, O., TESTILLANO, P. S., RISUEÑO, M. C., MORENO, M. Á., GOGORCENA, Y. Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.135, p.9-17, 2010.
- ZAYAN, M.; ABOU ELYAZID, D. M.; MAZEN, W. F. Y. Comparisons of four mango rootstocks and their effect on naomi transplantings growth and nutritional status مقارن. **Journal of Plant Production**, v. 11, n. 10, p. 1007-1011, 2020.
- ZUAZO, V. H. DURAN; TARIFA, D. FRANCO. Rootstock influence on fruit yield, growth and mineral nutrition of mango (*Mangifera indica* L. cv.Keitt'). **European Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 3, p. 102, 2006.

CAPÍTULO 3

BIOMASSA E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE MANGUEIRAS ISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO²

RESUMO

Os porta-enxertos tem papel importante na composição da planta, pois além de fazerem a sustentação da mesma são responsáveis pela absorção de água e nutrientes influenciando assim a composição mineral da parte aérea do enxerto. Logo, o objetivo desse estudo foi avaliar a produção de massa seca e o estado nutricional de mudas mangueira 'Shelly', 'Omer' e 'Agam' enxertadas nos portaenxertos poliembriônicos 'Coquinho' e 'Espada'. O experimento foi conduzido entre os anos de 2020 e 2021 no viveiro do Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em esquema fatorial 3 x 2, correspondentes a três cultivares copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de porta-enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho'). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e dez plantas por parcela cada. Avaliou-se os teores de macronutrientes e micronutrientes das folhas e massa seca das folhas, caule e raiz, aos 150 dias após a enxertia. O porta-enxerto Espada proporcionou maior MSF, MSC, MSR e MST nas cultivares-copa em estudo em relação ao porta-enxerto Coquinho. As cultivares-copa apresentaram comportamentos diferentes para os teores de K, P e Cu conforme o porta-enxerto utilizado, sendo que aquelas influenciaram os teores de Fe e Na, de forma isolada.

Palavras-chave: Mangifera indica L., Omer, Shelly, Agam, nutrição.

BIOMASS AND NUTRITIONAL STATUS OF ISRAELIAN HOSE SEEDLINGS AS A FUNCTION OF ROOTSTOCK

ABSTRACT

Rootstocks play an important role in plant composition, as in addition to supporting the plant, they are responsible for the absorption of water and nutrients, thus influencing the mineral composition of the aerial part of the graft. Therefore, the objective of this study was to evaluate the dry mass production and the nutritional status of 'Shelly', 'Omer' and 'Agam' mango seedlings grafted on the polyembryonic rootstocks 'Coguinho' and 'Espada'. The experiment was

-

² Artigo a ser submetido para publicação

carried out between the years 2020 and 2021 in the nursery of the Campus Ciências Agrárias of the Universidade Federal do Vale do São Francisco, in a 3 x 2 factorial scheme, corresponding to three canopy cultivars ('Agam', 'Omer' and 'Shelly') and two cultivars of polyembryonic rootstocks ('Espada' and 'Coquinho'). The treatments were distributed in randomized blocks, with three replications and ten plants per plot each. The levels of macronutrients and micronutrients of leaves and dry mass of leaves, stem and root were evaluated at 150 days after grafting. The Espada rootstock provided higher MSF, MSC, MSR and MST in the canopy cultivars under study compared to the Coquinho rootstock. The canopy cultivars showed different behaviors for the K, P and Cu contents according to the rootstock used, and they influenced the Fe and Na contents, in an isolated way.

Keywords: Mangifera indica L., Omer, Shelly, Agam, nutrition

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica L.*) é a quinta fruta fresca mais produzida no Brasil e a primeira mais exportada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022). Dentre os Estados produtores destacam-se Pernambuco, Bahia, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Ceará (IBGE, 2022), sendo o Vale do São Francisco a principal região exportadora, responsável por 87% do total exportado da fruta pelo Brasil (COMEXSTAT, 2022).

Comercialmente, as mudas de manga são propagadas vegetativamente pelo processo de enxertia (PINTO et al., 2018). Essa técnica envolve a união de duas partes de plantas vivas: um sistema radicular (porta-enxerto) e parte aérea(cultivar-copa), que através da regeneração dos tecidos constitui-se uma nova planta (MARTÍNEZ-BALLESTA et al., 2010; BARON et al., 2019). Estabelecida a união, a comunicação entre o porta-enxerto e a cultivar-copa é bidirecional, através do xilema e do floema, com os fluxos de água, nutrientes, hormônios, metabólitos, peptídeos, pequenas moléculas orgânicas e ácidos nucléicos (ALBACETE et al., 2015).

Os efeitos do porta-enxerto no estado nutricional da cultivar-copa são bem relatados na literatura para diversas culturas frutíferas como pera (NORTH; COOK, 2008), citrus (CABALLERO et al., 2013), uva - *Vittis vinífera* (TOMASI et al., 2015) e atemoia - *Annona cherimola*, Mill (BARON et al., 2018). Especificamente para a mangueira a literatura disponível é muito limitada destacando-se os trabalhos de Zayan et al. (2020) e Sarkhosh et al. (2021), embora com cultivares diferentes das objeto do presente estudo.

De acordo com Silva et al. (2002) os nutrientes mais demandados pela mangueira são N>K>Ca>Mg>P>S (macronutrientes) e Mn>Cu>Fe>Zn>B (micronutrientes), o que a caracteriza como uma espécie bastante exigente nutricionalmente. Adicionalmente, a exigência nutricional da mangueira é dependente não apenas do porta-enxerto adotado, mas também a cultivar copa precisa ser considerada (REZENDE et al., 2022), o que concorda com Amiri e Fallahi (2009) ao afirmarem que a eficiência de absorção e uso de nutrientes deve ser ponderada no estabelecimento de pomares de mangueira.

Apesar da importância acerca da exigência nutricional das plantas para o seu estabelecimento e crescimento, não há na literatura informações sobre a nutrição de mudas de mangueiras tampouco sobre as cultivares-copa israelenses, que vem se mostrando promissoras nos mercados internacionais.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a partição de massa seca e o estado nutricional de mudas mangueira cultivar 'Shelly', 'Omer' e 'Agam' enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos 'Coquinho' e 'Espada'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os anos de 2020 e 2021 no viveiro de Fruticultura do *Campus* Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE (9° 09' S, 40° 22' O e a uma altitude de 365,5 m acima do nível do mar), no semiárido pernambucano. O clima da região é classificado como Bswh, com precipitação média anual de 481,7 mm, na região do Submédio do Vale do São Francisco (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 2, correspondentes a três cultivares copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de porta-

enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho'). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e dez plantas por parcela cada.

O porta-enxerto 'Espada' foi obtido em Petrolina-PE, pelo viveiro Mudas do Vale, enquanto o porta-enxerto 'Coquinho' foi oriundo de Curaçá-BA e fornecido pelo viveiro comercial Aderaldo Mudas. O material vegetal das cultivares copa 'Agam', 'Omer' e 'Shelly' foi obtido de plantas sadias conforme recomendação de Genú e Pinto (2002), no qual todas as cultivares foram enxertadas no dia 04 de dezembro de 2020, pelo método de fenda cheia.

As mudas foram preparadas seguindo as recomendações técnicas descritas por Genú e Pinto (2002). As sementes dos porta-enxertos foram obtidas de frutos maduros das cultivares Coquinho e Espada, e após limpeza e secagem à sombra, foram semeadas em sacos polietileno com capacidade de 1 L, preenchidos com areia e mantidas em ambiente protegido até a enxertia.

As mudas enxertadas foram mantidas em telado com sombreamento de 50% e a irrigação das mudas foi realizada diariamente pelo método localizado de microaspersão invertida, com aspersores com vazão de 45 L h⁻¹. Durante a execução dos experimentos, os dados meteorológicos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar e radiação solar global foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (Figura 1).

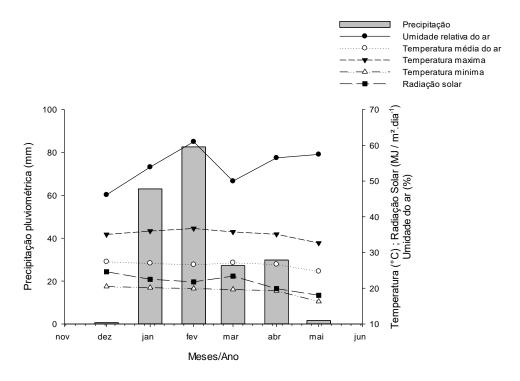


Figura 1. Temperatura máxima (A), mínima (B) e média do ar (C), precipitação (D), radiação solar global (E) e umidade relativa do ar (F) registradas durante a condução dos experimentos. Petrolina-PE.

Para determinação da matéria seca, foi realizada a separação das folhas (MSF), do caule - MSC e do raiz – MSR e a massa seca total - MST das mudas, no qual precedeu-se com a lavagem em água destilada, e posteriormente foram colocadas em estufa de circulação de ar à temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Em seguida, foi realizada a pesagem da matéria seca da parte aérea, do caule e do sistema radicular.

A amostragem de folhas com a finalidade de diagnosticar o estado nutricional das mudas foi realizada aos 150 dias após a enxertia (DAE), seguindo os critérios de Malavolta et al. (1997), sendo acondicionadas em sacos de papel e conduzidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Após lavagem com água destilada, as folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até massa constante, moídas em moinho de facas de aço inoxidável (tipo Willey) e armazenadas em recipiente hermeticamente fechado.

Foram pesadas 0,5 g dessas amostras que foram mineralizadas por digestão seca para determinação dos teores de macro e micronutrientes, conforme metodologias descritas por Silva (2009), para: I) Fósforo (P):

determinado a partir de espectrofotometria UV Visível; II) Potássio (K) e sódio (Na): determinado a partir de fotometria de emissão de chama; III) Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn): determinados a partir de espectrofotometria de absorção atômica. O Nitrogênio foi determinado em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método Kjedahl, conforme Silva (2009). A partir das análises químicas foram obtidos os teores de P, K, Na, Mg, Ca, Cu, Fe, Mn, Zn e N das folhas das mudas de mangueira.

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F, e os tratamentos foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software* – 'SISVAR' versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partição de massa seca

O fator porta-enxerto apresentou efeito significativo para as variáveis massa seca das folhas, massa seca de caule, massa seca de raiz e massa seca total, conforme a Tabela 1. O porta-enxerto 'Espada' conferiu os maiores valores de massa seca das mudas em relação ao 'Coquinho' sendo superior 419,36%, 256,45%, 268,37% e 280,52 % para MSF, MSC, MSR, e MST, respectivamente.

Tabela 1. Síntese da análise de variância (valor 'F') para massa seca das folhas , massa seca do caule , massa seca da raiz e massa seca total em função de diferentes porta-enxertos e cultivares copa.

FV	MSF	MSC	MSR	MST
		g		
Porta-enxerto (PE)	151,13**	189,00**	23,19**	88,69**
Espada	19,92a	46,93a	48,12a	114,96a
Coquinho	4,75b	18,30b	17,93b	40,98b
Copa (C)	2,32 ^{ns}	2,83 ^{ns}	1,65 ^{ns}	2,69 ^{ns}
Omer	12,65	31,04	27,84	71,52
Agam	13,78	36,11	40,96	90,85
Shelly	10,57	30,69	30,28	71,52
PE x C	1,16 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,064 ^{ns}
CV (%)	24,50	15,64	46,48	24,68

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **: significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação.

Rebolledo-Martinez et al. (2019) estudando efeito da cultivar de manga 'Manila' em sete porta-enxertos observaram que a matéria seca foi afetada positivamente pelos porta-enxertos, de forma que os maiores valores foram encontrados para os porta-enxertos 'Criollo', 'Julie' e 'Gomera 1', e o para 'Esmeralda' e 'Thomas', sendo que em todas as árvores, a massa seca do caule constituiu mais de 90% da matéria seca total da parte aérea. Segundo esses autores o crescimento da planta e a quantidade de material vegetal produzido foram devidos ao porta-enxerto utilizado, sendo que a menor altura da planta e área do dossel se refletiu em menor área foliar e matéria seca total. Tal comportamento, também foi observado no presente trabalho.

A massa seca da parte aérea indica a rusticidade de uma muda, de forma que quanto maiores os valores, maior a rusticidade e lignificação (GOMES; PAIVA, 2011). Já massa seca das raízes apresenta-se como uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES; PAIVA, 2011), que segundo esses autores a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular. Dessa forma, o maior conteúdo de MSR, MSF e MSC do porta-enxerto 'Espada' indica melhor desenvolvimento e acúmulo de reserva no sistema radicular e na parte aérea em relação a 'Coquinho'.

Entende-se por alocação a quantidade de biomassa presente nos vários órgãos em relação à massa total da planta (POORTER; NAGEL, 2000). O processo de partição determina os padrões de crescimento, o qual deve ser equilibrado entre a parte aérea (produtividade fotossintética) e a raiz (absorção de água e minerais), de tal modo que a planta pode responder aos desafios de um ambiente variável (TAIZ et al., 2017).

No processo da enxertia, após as conexões serem restabelecidas e os tecidos lesados serem regenerados, composto fenólicos e fitohormônios induzem o restabelecimento e a sobrevivência da planta enxertada (porta enxerto e cultivar-copa) (BARON et al., 2019). Segundo esses autores, uma combinação compatível irá transportar e translocar nutrientes, carboidratos, promotores e fitormônios para o seu desenvolvimento normal. Dessa forma, o crescimento inicial da planta e a massa seca total indicam que houve

compatibilidade entre as combinações em estudo e que o porta-enxerto 'Espada' proporcionou maior desenvolvimento às plantas.

Estado nutricional

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 2) pode-se observar que houve interação significativa entre os fatores porta-enxerto e cultivar-copa apenas para os nutrientes potássio, fósforo e cobre. Para o fator porta-enxerto só houve efeito significativo para o ferro e sódio, enquanto para o fator cultivar copa apenas sódio e zinco foram influenciados a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Síntese da análise de variância (valor 'F') para dos nutrientes nitrogênio, potássio, fosforo, cálcio, magnésio, manganês, cobre, ferro, zinco e sodio em função de diferentes porta-enxertos e cultivares copa.

FV	N	K	Р	Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn	Na
			g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
Porta- enxerto (PE)	0,05 ^{ns}	4,39 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,14 ^{ns}	3,99 ^{ns}	5,41 [*]	3,01 ^{ns}	17,67**
Espada	13,73	7,74	1,56	28,39	3,76	169,51	18,38	61,87b	50,46	158,19b
Coquinho	13,60	8,41	1,42	27,18	3,49	177,37	16,06	78,34a	56,92	204,02a
Cultivar - copa (C)	0,72 ^{ns}	9,48**	0,43 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,72 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,248 ^{ns}	4,93*	8,29**
Omer	13,32	7,12b	1,47	25,45	3,25	149,03	17,19	72,96	51,41ab	168,63b
Agam	13,53	8,75a	1,45	28,45	3,79	173,99	15,80	70,48	47,94b	162,40b
Shelly	14,14	8,37a	1,59	29,46	3,82	197,29	18,67	66,88	61,71a	212,28a
PE * C	0,84 ^{ns}	29,19**	7,64**	0,52 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}	12,23**	0,64 ^{ns}	3,22 ^{ns}	1,90 ^{ns}
CV (%)	10,40	9,67	20,82	27,38	18,50	29,99	16,54	24,74	17,00	14,74

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ": significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação.

O macronutriente nitrogênio (N) não apresentou efeito significativo para nenhum dos fatores analisados, como também para a interação (Tabela 2). Os valores encontrados no presente trabalho são considerados adequados visto que variam entre 12 e 14 g kg⁻¹ de N em folhas de manga segundo classificação de Quaggio (1996), já conforme a classificação de Rezende et al. (2022) os teores de N nas plantas estão abaixo da faixa ótima (14,4 a 21,5 g kg⁻¹). Devese considerar que ambas as classificações são para cultivares diferentes do objeto em estudo, como também são plantas adultas.

Resultados semelhantes com plantas de mesma idade ao do presente trabalho foi observado ao se estudar a condição nutricional da combinação de 6 diferentes porta-enxertos ('B', 'KP', 'Mallapunyah', 'SabahBRF', 'Vellaikulamban' e 'Watertank') com 5 cultivares copa ('B74', 'Kensington Pride', 'NMBP1243', 'NMBP1201' e 'NMBP4069') (SARKHOSH et al., 2021). Os autores também não encontraram diferenças significativas entre a interação porta-enxerto e copa e obtiveram teores de N variando entre 13,5 e 14,8 g kg⁻¹. Os mesmos justificam que os porta-enxertos diferirem quanto a arquitetura radicular, capacidade de troca catiônica e exsudato radicular, além da capacidade de absorção de macronutrientes, influenciando assim as concentrações de nutrientes nas folhas. Zayan et al. (2020) avaliando quatro porta-enxertos de mangueira 'Socaria', 'Gomera-3', 'Sabre' e 'Hibrido 13/1' com e sem enxertia da cultivar Naomi, de um ano de idade, encontraram valores de N superiores variando entre 15,6 e 19,7 g kg⁻¹.

O nitrogênio é um dos macronutrientes mais importantes para a cultura da mangueira (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). Pois sendo componente estrutural de aminoácidos é constituinte da clorofila, proteínas, enzimas e coenzimas, sendo assim o fornecedor de componentes essenciais para produção de ramos, folhas e frutos (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010; XING et al. 2019).

Além dessa função estrutural, o N atua como sinalizador para a transcrição de genes específicos relacionados com a sua absorção, transporte e assimilação (MILLER et al., 2007). Bem como para o balanço hormonal endógeno de auxinas e citocininas, que atuam no crescimento e desenvolvimento vegetal (MILLER et al., 2007; GARNICA et al, 2010), sendo assim seus efeitos se manifestam na fase vegetativa da planta (MOUCO, 2010).

Conforme observado na Figura 2A para a cultivar copa Omer o portaenxerto 'Espada' conferiu maiores teores de K, enquanto que para 'Agam' e 'Shelly' o porta-enxerto 'Coquinho' se sobressaiu. Comparando as cultivares copa dentro de cada porta-enxerto é possível notar que para o porta-enxerto 'Coquinho', as cultivares Agam e Shelly foram semelhantes entre si e superiores a cultivar Omer, enquanto que o porta-enxerto 'Espada', a cultivar Omer foi superior a cultivar 'Shelly' e cultivar 'Agam'.

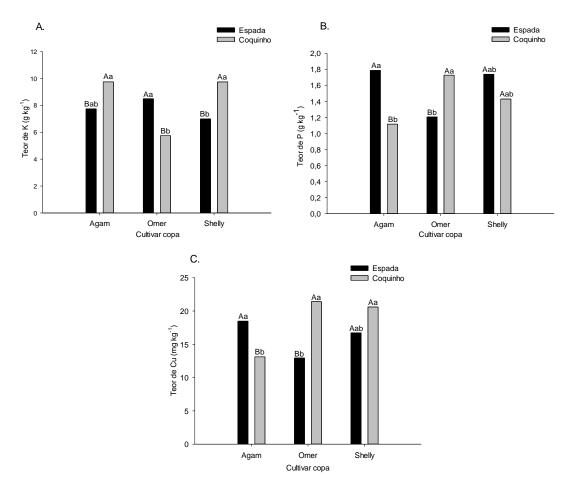


Figura 2. Teor foliar de potássio (A), fósforo (B) e cobre (C) em mudas de mangueiras em função da cultivar copa (Agam, Omer e Shelly) e do porta-enxerto ('Coquinho' e 'Espada').

Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Os valores de K encontrados no presente trabalho são superiores aos observados por Zuazo et al. (2006), que avaliaram o efeito de quatro porta-enxerto ('Gomera-1', 'Gomera-3', 'Turpentine' e '13/1') sob a cultivar copa 'Keitt', e constataram que houve interação entre os fatores porta-enxerto e cultivar-copa, com valores que variaram entre 5,0 e 6,0 g kg⁻¹. Comportamento semelhante foi observado por Sau et al. (2018) avaliando o estado nutricional de tangerina Nagpur – (NC) sob sete diferentes porta-enxertos e relataram que houve efeito dos porta-enxertos no teor de K foliar.

Esses resultados podem ser atribuídos à diferença inerente à seletividade para absorver nutrientes pelos porta-enxertos e sua utilização pelo enxerto, que são totalmente regidos pelo caráter genético do enxerto específico e porta-enxerto usados em uma combinação (SHARMA et al.,2016; KUMAR et al., 2018).

O potássio juntamente ao nitrogênio são os nutrientes exportados em maior quantidade pela mangueira (SILVA et al., 2002), e estão relacionados ao teor de amido das folhas, à fotossíntese, ao transporte de carboidratos, à circulação da seiva, à regulação hídrica e osmótica da planta (SILVA et al., 2002; MARSCHNER, 2012).

Ao considerar duas faixas de suficiência preconizadas na literatura por Quaggio (1996) (5,0 a 10,0 g kg⁻¹) e Rezende et al. (2022) (10,8 a 24,6 g kg⁻¹) as combinações cultivar-copa e porta-enxerto apresentaram valores médios apenas na faixa adequada definida por Quaggio (1996). Deve-se ressaltar que as faixas de suficiência citadas foram elaboradas independentemente da cultivar (Quaggio, 1996) e apresentam idade diferente, portanto, podem não ser adequadas para as cultivares objeto de estudo do presente trabalho.

Conforme a Figura 2B, o porta-enxerto 'Espada' proporcionou maiores teores de P para as cultivares Agam e Shelly, enquanto o porta enxerto 'Coquinho' mostrou teores superiores para cultivar Omer. Segundo classificação de Quaggio (1996) e Rezende et al. (2022), os teores foliares de fósforo determinados estão nos níveis adequados (0,8 a 1,6 g kg⁻¹) e (1,5 a 2,3 g kg⁻¹) e não ultrapassou o valor na faixa considerada em excesso (>2,5 g kg⁻¹) (DE MATOS, 2000; MOUCO, 2010).

Respostas semelhantes foram observadas em cultivares de toranja Marsh Seedless e Redblush sob nove porta-enxertos que observaram influência da combinação nos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Mn, Zn, Cu e Fe) (SHARMA et al., 2016). Zayan et al. (2020) também encontraram efeito significativo entre a interação porta-enxerto copa nos teores de P na manga 'Naomi', com superioridade para o porta-enxerto 'Socaria' que apresentou valores foliares de P 18,90% superiores à menor média que foi registrada para o porta-enxerto 'Hibrido 13/1'.

O P é um nutriente praticamente imóvel no solo (CARNEIRO et al., 2019) e, portanto o desempenho do sistema radicular, características morfológicas e fisiológicas tem importância fundamental no potencial de absorção desse nutriente (TOMAZ et al., 2004; TOMAZ et al., 2009). Entretanto esse resultado não se repetiu no presente trabalho quando a 'Espada' apresentou massa seca de raiz muito superior à 'Coquinho', pois essa superioridade não se confirmou nos teores foliares de P para a cultivar Omer, indicando que a compatibilidade interfere significativamente na absorção desse nutriente.

Com função estrutural na planta, o fósforo é um componente integral de compostos importantes como açúcares, fosfatos, intermediários da respiração e da fotossíntese, bem como os fosfolipídeos que compõem as membranas vegetais, além de ser um componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e no RNA, estimulando o desenvolvimento radicular da planta (DE MATOS, 2000; TAIZ et al., 2017).

As semelhanças estatísticas apresentadas para os teores de K e P entre as cultivares Agam e Shelly, podem ser explicadas pela proximidade genética de ambas. A 'Shelly' é resultado do cruzamento entre a cultivares Tommy Atkins e Kent, enquanto a 'Agam' é o resultado de uma polinização aberta da cultivar Shelly (COHEN et al., 2016). Segundo Martínez-Ballesta et al. (2010), as características morfológicas das raízes não são os únicos fatores que influenciam a absorção e translocação do P nas plantas e que o genótipo do enxerto também deve ser levado em consideração.

Não houve diferença estatística para os fatores porta-enxerto e cultivar copa para o macronutriente cálcio (Ca), como também para a interação entre eles (Tabela 2). Embora não haja na literatura valores de referência para as cultivares copa em estudo, os teores encontrados estão na faixa ótima (18 - 35,8 g kg-1) segundo a classificação de Rezende et al. (2022) para todas as combinações porta-enxerto e cultivar copa.

Exigido em grandes quantidades pela mangueira, o cálcio é necessário em vários processos metabólicos, tais como síntese de proteínas, ativação enzimática, assimilação de nitrogênio e transporte de carboidratos e aminoácidos, além da sua função estrutural (SILVA et al., 2002). Além disso, desempenha um importante papel como ligante a compostos estruturais de parede celular e membranas, sendo encontrado em pectinas e lipídios (MARSCHNER, 2012).

O cálcio tem papel de mensageiro secundário, em solução no citosol, desencadeando diversas respostas vegetais a estímulos ambientais, e ainda participa do equilíbrio iônico em organelas celulares como o vacúolo (MARSCHNER, 2012). Os frutos de mangueira têm demanda elevada de cálcio, pois esse elemento mantem a consistência da polpa durante o amadurecimento, devido promover maior resistência as membranas e paredes celulares retardando, assim, o ataque enzimático nos tecidos da polpa (SILVA et al., 2002).

Valverdi e Kalcsits (2021) estudando o efeito dos porta-enxertos (Geneva 41, Geneva 890, M.9-T337 e Budagovsky 9) e irrigação na macieira 'Honeycrisp' na absorção e partição de nutrientes também não encontraram efeito significativo dos porta-enxerto nos teores de cálcio nas folhas. Enquanto Sharma et al. (2016) dos nove porta-enxerto em estudo, encontraram diferença nos teores de Ca apenas para 'Attani-2', 'laranja azeda' e 'Jatti Khatti' em 'Marsh Seedless' e 'Troyer' em 'Redblush', de forma que tais diferenças nos teores foliares podem ser decorrentes da genética e fenótipo das cultivares copa, bem como dos porta-enxerto.

O macronutriente magnésio (Mg) não apresentou diferença estatística para os fatores porta-enxerto e copa, tão pouco para a interação entre eles (Tabela 2). Entretanto os teores de Mg encontrados no presente trabalho são próximos aos observados por Sarkhosh et al. (2021), que variaram entre 2,6 e 3,6 g kg⁻¹ e superiores a Zuazo et al. (2006) que registraram variação entre 1,5 e 2,5 g kg⁻¹ de Mg, e encontram-se dentro da faixa adequada segundo a classificação de Quaggio (1996), variando entre 2,5 e 5,0 g kg⁻¹. Por outro lado, conforme a classificação de Rezende et al. (2022), os teores encontrados estão acima da faixa ótima (1,5 a 2,8 g kg⁻¹).

Segundo Taiz et al. (2017), o Mg faz parte da estrutura em anel da molécula de clorofila, desempenhando papel especifico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA. Embora não seja exigido em grandes quantidades, sua deficiência pode provocar redução no desenvolvimento, prematura desfolha e, em decorrência, diminuição da produção (MOUCO, 2010). Sabendo-se que a relação entre K, Ca e Mg é antagônica (na planta e no solo), a maior concentração foliar de K na fase vegetativa poderia promover a translocação de Mg para outros órgãos da planta (ZUAZO et al., 2006).

Os teores foliares de Mn não foram afetados pelos fatores estudados de forma individual ou pela interação (Tabela 2). Embora seja o micronutriente mais absorvido pela mangueira, conforme Torres (2019) (Mn>Fe>Zn>Cu), a sua faixa adequada definida por Quaggio (1996) encontrasse em 50 mg kg⁻¹, sendo assim os valores observados no presente estudo estão acima desse nível ótimo. O Mn é componente essencial para a formação da clorofila e formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos (SILVA et al., 2002). Sharkhosh et al. (2021) também não encontraram efeito significativo entre a interação porta-enxerto e

copa como também para os fatores forma individual, sendo seus valores inferiores.

Conforme se observa na Figura 2C, a resposta de cada cultivar-copa para os teores de Cu foi única conforme o porta-enxerto utilizado. Para a cultivar copa Agam o porta-enxerto 'Espada' proporcionou maiores teores foliares de Cu, enquanto que para a 'Omer' o porta-enxerto 'Coquinho' se destacou e a cultivar Shelly não apresentou diferença quanto ao porta-enxerto.

Respostas semelhantes às registradas na Figura 2C foram observadas também para o fósforo (Figura 2B). O cobre apresenta baixa mobilidade no solo devido sua forte adsorção aos coloides orgânicos e inorgânicos, sendo que, na matéria orgânica é retido pelos ácidos fúlvicos e húmicos formando complexos estáveis (NOVAIS et al., 2007; TORRES, 2019).

Os porta-enxertos influenciam a dinâmica do estado dos nutrientes pelas alterações nas distribuições das raízes (HAYAT et al., 2020). Essas afetam a capacidade de absorção dos minerais e possíveis variações nas estruturas anatômicas, sendo que a capacidade do estado hidráulico de fornecer nutrientes através das raízes para a folha está relacionada à essas características (ZARROUK et al. 2005; HAYAT et al., 2020). Embora os porta-enxertos afetem a composição mineral da folha, esse órgão pertence ao enxerto, e a cultivar copa tem sua própria influência sobre ele (LAZARE et al., 2020).

Requerido em pequenas quantidades pela mangueira (MOUCO, 2010), o cobre é um elemento pouco móvel no floema (DE MATOS et al., 2002) e considerado um ativador enzimático na oxidação de fenóis, participando efetivamente da respiração e fotossíntese (SILVA et al., 2002). Os valores encontrados no presente trabalho estão em níveis considerados adequados (>10 mg kg⁻¹) segundo a classificação de Quaggio (1996).

Os maiores teores foliares de Zn foi observado para cultivar-copar Shelly, com superioridade de 28,72% e 20%, respectivamente, a 'Agam' e 'Omer'. Conforme a classificação de Quaggio (1996), em plantas adultas, a cultivar Agam encontra com os níveis adequados desse micronutriente (entre 30 e 50 mg kg⁻¹), enquanto as cultivares Omer e Shelly, apresenta teores considerados altos (> 50 mg kg⁻¹).

Quanto ao processo de obtenção dessas cultivares, segundo Cohen et al. (2016), por ter a origem genética como parentais as cultivares Tommy Atkins e Kent, os teores de Zn encontrados para a cultivar Shelly estão na faixa ótima

segundo a classificação de Rezende et al. (2022), sendo ela de 51,7 a 168,1 mg kg⁻¹, para a 'Tommy Atkins', a faixa adequada é de 43,7 a 108,9 mg kg⁻¹ para a 'Kent'. A cultivar Agam, sendo o resultado da polinização aberta da cultivar Shelly, também possui os seus valores dentro da faixa ótima proposta por Rezende et al. (2022).

Independentemente do nutriente estudado, é pertinente ponderar que as faixas ótimas de suficiência de Quaggio (1996) e Rezende et al. (2022) formam definidas para plantas em produção e para momento fenológico diferente (florescimento). Por outro lado, a comparação se justifica pela ausência de faixas específicas para a fase de formação de mudas.

O sódio elemento apresentou efeito significativo para os fatores portaenxerto e copa, sendo que o porta-enxerto Coquinho obteve uma concentração de 28,97% superior a 'Espada', e a cultivar copa Shelly de 25,88% e 30,71% em relação a Omer e Agam, respectivamente (Tabela 2). O sódio é um elemento benéfico para a cultura da mangueira quando em baixas concentrações, visto que estimula o crescimento mediante a estimulação da expansão celular, podendo substituir parcialmente os íons potássio como um soluto osmoticamente ativo (TAIZ et al., 2017).

De uma forma geral observa-se que os valores foliares de sódio foram superiores aos registrados por todos os micronutrientes, sendo compatíveis apenas com os de manganês, o que também foi verificado por Cavalcante et al. (2012) para a cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims). Os maiores valores de sódio proporcionados pelo 'Coquinho' indicam que esse porta-enxerto possui menor seletividade à absorção desse elemento, sendo menos tolerante quando comparado à 'Espada'.

Tal tolerância das plantas ao sal, pelo processo da enxertia, está relacionada com a capacidade dos porta-enxertos de excluir o Na⁺ potencialmente tóxico (COLLA et al., 2006; JAMES et al., 2006). Duran-Zuazo et al. (2004) estudando o efeito dos porta-enxerto de manga Gomera-1 e Gomera-3 sobre a tolerância à salinidade da cultivar copa 'Osteen' observou que o porta-enxerto 'Gomera 1' se mostrou tolerante a salinidade no enxerto, possivelmente pela sua capacidade de restringir a absorção e transporte dos íons CI e Na da raíz para a parte aérea.

Os diferentes porta-enxertos apresentam diferentes habilidades de absorção, translocação e redistribuição dos nutrientes, sendo devido aos

aspectos morfológicos e fisiológicos das raízes, como a dimensão do xilema (TOMBESI et al., 2014; SARKHOSH et al., 2021), afetando de forma diferente a translocação dos nutrientes. Entretanto como visto, a cultivar copa também exerce sua influência quando as exigências próprias para cada nutriente (LAZARE et al., 2020). Assim, a escolha da combinação entre o porta-enxerto e copa deve ser levada em consideração no momento da seleção das mudas, visto que conhecendo as características de cada uma, seja possível fazer um manejo nutricional mais direcionado e assertivo.

4. CONCLUSÃO

O porta-enxerto 'Espada' proporciona os maiores valores de massa seca das folhas, massa seca do caule, massa seca da raiz e massa seca total em relação a 'Coquinho', independentemente da cultivar copa enxertada.

Há efeito do porta-enxerto no estado nutricional da cultivar copa adotada para os nutrientes K, P e Cu. As cultivares copa apresentaram níveis suficientes dos nutrientes P, Ca, Cu e Fe e níveis insuficientes para N e K para os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho', conforme recomendação mais recente de plantas adultas;

O porta-enxerto 'Coquinho' proporciona maiores teores de Fe e Na para todas as cultivares copa

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBACETE, A., MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C., MARTÍNEZ-PÉREZ, A., THOMPSON, A. J., DODD, I. C., & PÉREZ-ALFOCEA, F. Unravelling rootstock× scion interactions to improve food security. **Journal of experimental botany**, v. 66, n. 8, p. 2211-2226, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G., Kppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013

AMIRI, M.E; FALLAHI, E. Impact of animal manure on soil chemistry, mineral nutrients, yield, and fruit quality in 'Golden Delicious' apple. Journal of Plant Nutrition, n.32, v.4, p.610–617, 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2020 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2020. 96 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2022 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

- BARON, D., AMARO, A. C. E., MACEDO, A. C., BOARO, C. S. F., FERREIRA, G. Physiological changes modulated by rootstocks in atemoya (Annona x atemoya Mabb.): gas exchange, growth and ion concentration. **Brazilian Journal of Botany**, v. 41, n. 1, p. 219-225, 2018.
- BARON, D., AMARO, A.C.E., PINA, A., FERREIRA, G. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. **Scientae. Horticulture**. v. 243, p. 84–91, 2019.
- CABALLERO, F., GARCÍA-SÁNCHEZ, F., GIMENO, V., SYVERTSEN, J.P., MARTÍNEZ, V., RUBIO, F. High-affinity potassium uptake in seedlings of two citrus rootstocks Carrizo citrange (Citrus sinensis [L.] Osb. xPoncirus trifoliata [L.] Raf.) and Cleopatra mandarin (Citrus reshni Hort. ex Tanaka). Australian Journal of Crop Science, v. 7, n. 5, p. 538-542, 2013.
- CARNEIRO, K. D. A. A., DE AZEVEDO, M. C., FRAGA, V. D. S., DE OLIVEIRA DIAS, B., DE SOUZA, T. A. F., CORRÊA, M. M., SALCEDO, I. H. Perdas de fósforo por lixiviação em neossolo regolítico adubado com esterco bovino curtido em condiçoes semiáridas. Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente, v. 23, n.2, 261-285, 2019.
- CAVALCANTE, L. F., CAVALCANTE, Í. H. L., JÚNIOR, F. R., BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z., SANTOS, G. P. D. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, n. 2, p. 176-191, 2012.
- COHEN, Y., D. Saada, R. Dor, A. Keinan, and M. Noy.. Set of elite new Israeli mango cultivars. **Agrolsrael.** v. 2, p.64-69, 2016
- COLLA, G., ROUPAHEL, Y., CARDARELLI, M., & REA, E. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. **HortScience**, v. 41, n. 3, p. 622-627, 2006.
- COMEXSTAT. **Base de dados de exportação de frutas**. 2021. Disponível em: http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home >. Acesso em: 21 de jan. 01 de 2022.
- DE MATOS, Aristóteles Pires. **Manga produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000., 2000.
- DURAN-ZUAZO, V. H., A. MARTINEZ-RAYA., J. AGUILAR RUIZ; D. FRANCO TARIFA. Impact of salinity on macro and micronutrient uptake in mango (Magnifera indica L. cv. Osteen) with different rootstocks. **Journal of Agricultural Research**, v. 2, p.121-133, 2004.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014.
- GARNICA, M.; HOUDUSSE, F.; ZAMARRENO, A.M.; GARCIA-MINA, J.M. The signal effect of nitrate supply enhances active forms of cytokinins and indole acetic content and reduces abscisic acid in wheat plants grown with ammonium. **Journal of Plant Physiology**, v. 167, p. 1264–1272, 2010.

- GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais:** propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2011, 116p
- HAYAT, FAISAL et al. Rootstock Induced Vigour is Associated with Physiological, Biochemical and Molecular Changes in 'Red Fuji'Apple. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 24, n. 6, p. 1823-1834, 2020.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geográfica Estatistia. Disponível na internet via < >. Acesso em: 03 de fev. 2022.
- JAMES, R. A., MUNNS, R., VON CAEMMERER, S., TREJO, C., MILLER, C., CONDON, T. Photosynthetic capacity is related to the cellular and subcellular partitioning of Na+, K+ and Cl-in salt-affected barley and durum wheat. **Plant, Cell & Environment**, v. 29, n. 12, p. 2185-2197, 2006.
- KUMAR, S., AWASTHI, O.P., DUBEY, A.K., PANDEY, R., SHARMA, V.K., MISHRA, A.K., SHARMA, R.M. Root morphology and the effect of rootstocks on leaf nutrient acquisition of Kinnow mandarin (Citrus nobilis Loureiro × Citrus reticulata Blanco). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 93, n.1, p.100-106, 2018.
- LAZARE, S., HABERMAN, A., YERMIYAHU, U., EREL, R., SIMENSKI, E., & DAG, A. Avocado rootstock influences scion leaf mineral content. **Archives of Agronomy and soil science**. v. 66, n. 10, p. 1399-1409, 2020
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p
- MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 2012. 672p
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C., ALCARAZ-LÓPEZ, C., MURIES, B., MOTA-CADENAS, C., CARVAJAL, M. Physiological aspects of rootstock—scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.
- MILLER, A.J.; FAN, X.; ORSEL, M.; SMITH, S.J.; WELLS, D.M. Nitrate transport and signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 9, p. 2297–2306, 2007.
- MOUCO, MA do C. Cultivo da mangueira. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2010.
- NORTH, M. S.; COOK, N. C. Effect of six rootstocks on Forelle'pear tree growth, production, fruit quality and leaf mineral content. In: **XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Enhancing Economic and Environmental 772**. 2006. p. 97-103.

- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. C. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 645p.
- PINTO, A. C. D. Q., SAÚCO, V. G., MITRA, S. K., & FERREIRA, F. R. PROPAGAÇÃO MANGA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, 2018.
- POORTER, H., & NAGEL, O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. **Functional Plant Biology**, v. 27, n. 12, p. 1191-1191, 2000.
- QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.) **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.
- RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (Mangifera indica L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.65-72, 2010.
- REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., PERALTA-ANTONIO, N., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, L., BECERRIL-ROMÁN, E. A., & REBOLLEDO-GARCÍA, R. L. Effect of rootstock in tree growth, dry matter, flowering, yield and quality of 'Manila'mango. **Scientia Horticulturae**, v. 251, p. 155-161, 2019.
- REZENDE, J. S.; FREIRE, F. J.; DA SILVA, S. R. V.; MUSSER, R. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SALDANHA, E. C. M.; DOS SANTOS, RENATO L.; CUNHA, J. C. Establishment of specific DRIS standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt compared to generic standards in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, p. 1-28, 2022.
- SAU, S., GHOSH, S. N., SARKAR, S., & GANTAIT, S. Effect of rootstocks on growth, yield, quality, and leaf mineral composition of Nagpur mandarin (Citrus reticulata Blanco.), grown in red lateritic soil of West Bengal, India. **Scientia Horticulturae**, v.237, p.142-147, 2018.
- SARKHOSH, A., SHAHKOOMAHALLY, S., ASIS, C., & MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (Mangifera indica L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, p. 1-11, 2021.
- SHARMA, R. M., DUBEY, A. K., AWASTHI, O. P., & KAUR, C. Growth, yield, fruit quality and leaf nutrient status of grapefruit (Citrus paradisi Macf.): variation from rootstocks. **Scientia Horticulturae** v. 210, p. 41-48, 2016.
- SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. C.; PINTO, A. C. Q.; MAGALHÃES, A. F. J. Nutrição e Adubação. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-222.
- SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes,** 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.
- TOMASI, N., MONTE, R., VARANINI, Z., CESCO, S., PINTON, R. Induction of nitrate uptake in Sauvignon Blanc and Chardonnay grapevines depends on the scion and is affected by the rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, n. 2, p. 331-338, 2015.
- TOMBESI, S., NARDINI, A., FARINELLI, D., & PALLIOTTI, A. Relationships between stomatal behavior, xylem vulnerability to cavitation and leaf water relations in two cultivars of Vitis vinifera. **Physiologia plantarum**, v. 152, n. 3, p. 453-464, 2014.
- TOMAZ, M. A., SAKIYAMA, N. S., MARTINEZ, H. E. P., CRUZ, C. D., ZAMBOLIM, L., & PEREIRA, A. A. Comparison of nutritional efficiency among hydroponic grafted young coffee trees for N, P, and K. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 1, 2004.
- TOMAZ, M. A., MARTINEZ, H. E. P., CRUZ, C. D., FREITAS, R. S. D., PEREIRA, A. A., & SAKIYAMA, N. S. Eficiência relacionada à absorção e utilização de nitrogênio, fósforo e enxofre, em plantas de cafeeiros enxertadas, cultivadas em vasos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 993-1001, 2009.
- TORRES, A. P. 2019. 76p. Ácidos orgânicos na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer no Vale do São Francisco. Dissertação (Mestrado em Agronomia Produção Vegetal) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina PE.
- VALVERDI, N. A.; KALCSITS, L. Rootstock affects scion nutrition and fruit quality during establishment and early production of 'Honeycrisp'apple. **HortScience**, v. 56, n. 2, p. 261-269, 2021.
- XING, Y., JIANG, W., HE, X., FIAZ, S., AHMAD, S., LEI, X., ... E WANG, X. A review of nitrogen translocation and nitrogen-use efficiency. **Journal of Plant Nutrition**. v.*42*, *n*.19, p. 2624-2641, 2019.
- ZARROUK, O., GOGORCENA, Y., GÓMEZ-APARISI, J., BETRÁN, J. A., & MORENO, M. AInfluence of almond x peach hybrids rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 106, n. 4, p. 502-514, 2005.
- ZAYAN, M.; ABOU ELYAZID, D. M.; MAZEN, W. F. Y. Comparisons of Four Mango Rootstocks and Their Effect on Naomi Transplantings Growth and Nutritional Status المعالمة ناعومي صنف نمو على وتأثيرهم المانجو من أصول اربعة مقارنة . **Journal of Plant Production**, v. 11, n. 10, p. 1007-1011, 2020.
- ZUAZO, VH Durán; TARIFA, D. Franco. Rootstock influence on Fruit Yield, Growth and Mineral Nutrition of Mango (Mangifera indica L. cv.Keitt'). **European Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 3, p. 102, 2006.

CAPÍTULO 4

TROCAS GASOSAS, PARAMETROS BIOQUÍMICOS E ESTABELECIMENTO DE MANGUEIRAS ISRAELENSES EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO EM CULTIVO ADENSADO³

RESUMO

O uso de porta-enxertos pode afetar a morfofisiologia das plantas, bem como modificar o vigor e a produtividade da cultivar copa enxertada. Logo, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' nas trocas gasosas, no acúmulo de carboidratos solúveis totais e amido, atividade da enzima nitrato redutase e no estabelecimento de mudas de manqueira 'Shelly', 'Omer' e 'Agam'. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 2, correspondentes a três cultivares copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de porta-enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho'), com cinco repetições e duas plantas por parcela, na qual avaliou-se carboidratos solúveis totais, amido total, atividade da enzima nitrato redutase, trocas gasosas (fotossíntese líquida instantânea, transpiração, concentração interna de CO2, condutância estomática, eficiência instantânea de carboxilação e eficiência do uso da água), dias decorridos para a primeira poda e diâmetro da brotação.. Para as variáveis avaliadas em função do tempo, diâmetro do caule do porta-enxerto, diâmetro do enxerto e índice de determinação de compatibilidade houve inclusão de mais um fator correspondente ao tempo decorrido (30, 60, 90, 120 150 dias após o transplantio). Houve efeito significativo da interação porta-enxerto e copa para a atividade da enzima nitrato redutase e os diâmetros do caule do portaenxerto, diâmetro da enxertia e índice de determinação de compatibilidade.

Palavras-chave: Shelly, Omer, Agam, trocas gasosas, nitrato redutase, estabelecimento inicial

GASE EXCHANGE, BIOCHEMICAL PARAMETERS AND ESTABLISHMENT OF ISRAELIAN HOSES AS A FUNCTION OF ROOTSTOCK IN THICK CULTIVATION

ABSTRACT

The use of rootstocks can affect the morphophysiology of plants, as well as modify the vigor and productivity of the grafted crown cultivar. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effects of 'Espada' and 'Coquinho' rootstocks on gas exchange, on the accumulation of total soluble carbohydrates and starch, on the activity of the enzyme nitrate reductase and on the

_

³ Artigo a ser submetido para publicação

establishment of 'Shelly' mango seedlings, 'Omer' and 'Agam'. The experiment was carried out in a 3 × 2 factorial scheme, corresponding to three canopy cultivars ('Agam', 'Omer' and 'Shelly') and two polyembryonic rootstock cultivars ('Espada' and 'Coquinho'), with five replications. and two plants per plot, in which total soluble carbohydrates, total starch, nitrate reductase enzyme activity, gas exchange (instant net photosynthesis, transpiration, internal CO2 concentration, stomatal conductance, instantaneous carboxylation efficiency and efficiency of use of water) were evaluated. water), days elapsed for the first pruning and bud diameter. elapsed (30, 60, 90, 120 and 150 days after transplanting). There was a significant effect of the rootstock and scion interaction for the activity of the enzyme nitrate reductase and the rootstock stem diameters, graft diameter and compatibility determination index.

Keywords: Shelly, Omer, Agam, gas exchange, nitrate reductase, initial establishment

1. INTRODUÇÃO

Sétimo maior produtor mundial de manga, o Brasil produziu em 2020 um total de 1.569,011 toneladas da fruta, sendo essa a furta brasileira mais exportada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022). Em 2021 foram exportadas 272.560,2mil toneladas com produção no valor de 248.738,7milhões de dólares, dos quais a região do Vale do São Francisco responde por 87% desse total (IBGE, 2022; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2022; COMEXSTAT, 2022).

Apesar da importância econômica, incremento de exportações nos últimos anos e aumento da área cultivada, percebe-se que a mangicultura nacional é alicerçada em uma base genética estreita sendo constituída basicamente pelas principais cultivares exportadas Palmer, Tommy Atkins, Keitt e Kent (LIMA NETO, 2020). Entretanto, observa-se, atualmente, que há demanda em mercados internacionais por cultivares exploradas em outros países e que são promissoras, como as israelenses 'Shelly', 'Omer' e 'Agam' (LIMA NETO, 2020).

Com o intuito de encurtar o período juvenil tendo precocidade da produção, a mangueira é comercial e preferencialmente propagada via técnica da enxertia (PINTO et al., 2018; BARON et al., 2019). Essa técnica une dois indivíduos, a cultivar-copa e o porta-enxerto com o objetivo de formar uma nova planta (PEREIRA et al., 2014).

A seleção do porta-enxerto adequado pode influenciar positivamente nas características da cultivar copa (trocas gasosas, vigor, produtividade, qualidade

de fruto), além de interferir em outros estresses bióticos (temperaturas extremas, seca/alagamento, alcalinidade/acidez do solo) e abióticos (patógenos do solo e do ar) (ALBACETE et al., 2015; SARKHOSH et al., 2021). A compatibilidade entre o porta-enxerto e a cultivar copa pode afetar as trocas gasosas da nova planta devido o porta-enxerto modificar o vigor e a produtividade da cultivar copa enxertada (XU et al., 2015; BARON et al., 2019).

Além do mais, a incompatibilidade pode fazer com que o transporte pelo xilema apresente problemas relacionados à conexão de vasos e o dimensionamento entre a parte aérea da planta e o sistema radicular, afetando as taxas de assimilação de carbono, condutância estomática e eficiência do uso da água (BARON et al., 2019). Dayal et al. (2016) estudando o efeito de cinco cultivares de mangueira, 'Prusa Arurima', 'Pura Surya', 'Amaparali', 'Mallika' e 'Dushehari' sob três porta-enxertos, 'K-5', 'Kurakkan' e 'Olour', observaram influência desses no desenvolvimento e vigor da planta, bem como nas trocas gasosas das folhas da planta enxertada.

Apesar de reconhecida a importância do papel da influência dos portaenxerto na cultivar-copa, há na literatura poucos trabalhos voltados para a cultura da mangueira, principalmente ao considerar as cultivares israelenses. Nesse sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da combinação entre os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' e as cultivares-copa israelenses nas trocas gasosas, no acúmulo de carboidratos solúveis totais e amido, atividade da enzima nitrato redutase e no estabelecimento de mudas de mangueira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de maio e dezembro de 2021 no pomar experimental do Setor de Fruticultura do *Campus* Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE (9° 09' S, 40° 22' O e a uma altitude de 365,5 m acima do nível do mar), no semiárido pernambucano. O clima da região é classificado como BSwh, semiárido quente, com precipitação média anual de 481,7 mm, na região do Submédio do Vale do São Francisco (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3×2 , correspondentes a três cultivares copa ('Agam', 'Omer' e 'Shelly') e duas cultivares de porta-

enxertos poliembriônicos ('Espada' e 'Coquinho'), com cinco repetições e duas plantas por parcela. Para as variáveis avaliadas em função do tempo, houve inclusão de mais um fator correspondente ao tempo decorrido (30, 60, 90, 120 150 dias após o transplantio).

O porta-enxerto 'Espada' foi obtido em Petrolina-PE, pelo viveiro Mudas do Vale, enquanto o porta-enxerto 'Coquinho' foi oriundo de Curaçá-BA e fornecido pelo viveiro comercial Aderaldo Mudas, ambos credenciados pelo MAPA. O material vegetal das cultivares copa 'Agam', 'Omer' e 'Shelly' foi obtido de plantas sadias, de plantios comerciais da cidade de Petrolina-PE, Brasil, conforme recomendação de Genú e Pinto (2002), no qual todas as cultivares foram enxertadas no dia 04 de dezembro de 2020, pelo método de fenda cheia.

Durante a execução dos experimentos, os dados meteorológicos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar e radiação solar global foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (Figura 1).

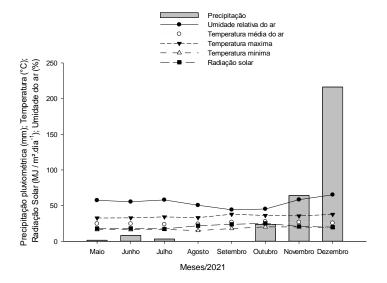


Figura 1. Temperatura máxima (A), mínima (B) e média do ar (C), precipitação (D), radiação solar global (E) e umidade relativa do ar (F) registradas durante a condução dos experimentos. Petrolina-PE.

O preparo do solo foi realizado aos 60 dias antes do transplantio das mudas e consistiu de duas arações e uma gradagem. O preparo de covas e a recomendação de adubação para a fase inicial da cultura foi realizado segundo a análise de solo realizada seguindo as metodologias escritas por Silva (2009)

(Tabela 1) e demandas da cultura considerando as condições regionais de cultivo (CAVALCANTE et al., 2018).

Tabela 1. Caracterização do solo quanto à fertilidade na camada de 0 - 30 cm de profundidade antes da instalação do experimento.

pH (H ₂ O)	Р	K+	Na+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+AI)	SB	Т	МО	V
	mg dm ⁻³				cmo	lc dm ⁻³				g.kg ⁻¹	%
7,1	43,40	1,11	0,08	2,16	0,82	0,00	0,14	4,09	4,31	6,1	96,74

SB: Soma de bases; MO: Matéria orgânica

O transplantio foi realizado no dia 28 de maio de 2021, e as plantas foram dispostas em espaçamento de 4,0 m entre plantas e 2,0 m entre linhas, irrigadas diariamente pelo sistema localizado de gotejamento com um gotejador a cada 0,5 m e vazão individual de 2,33 L/h. As práticas culturais foram realizadas conforme recomendação para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2008), quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

Durante a execução do experimento o suprimento nutricional das plantas foi realizado via fertirrigação fornecendo-se 149,8 g de N por planta na forma de uréia (45% de N) e nitrato de cálcio (14% de N), 29,8 g de Ca advindo do nitrato de cálcio (28% de Ca), 13,14 g de Mg por planta sendo a fonte sulfato de magnésio (14% de Mg), 47g de K na forma de sulfato de potássio (51% de K) e 8,96g de fósforo tendo como fonte o fosfato monoamônico (48% de P_2O_5).

Os micronutrientes foram fornecidos por meio de pulverizações foliares quinzenais com fertilizante completo contendo 10% de nitrogênio, 8% de fosforo (P₂O₅), 8% de potássio (K₂O), 1% de cálcio (Ca), 0,5 % de magnésio (Mg), 0,5% de boro (B),0,2% de cobre (Cu), 0,5% de manganês (Mn) e de zinco (Zn).

Para determinação dos efeitos do porta-enxerto em cada cultivar de mangueira, foram avaliados os dias decorridos até a primeira poda (DDPP), sendo todas as plantas podadas com 80 cm de altura, e em mm, os diâmetros do caule do porta-enxerto (DPE), do enxerto (DE), de forma que o DPE foi determinado a 5 cm acima do ponto da enxertia, o DE 5 cm abaixo do ponto da enxertia e o DEN no ponto da enxertia, todos com auxílio de paquímetro digital. Também foi avaliado o incremento do diâmetro da brotação (IDB), sendo esse a

diferença entre a primeira e a última avaliação antes da primeira poda de produção, e o índice de determinação de compatibilidade (IDC) obtido pela razão entre o DPE e o DE, adimensional e determinado conforme metodologia descrita por Reig et al. (2018). O DPE, DE e IDC avaliados aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o transplantio (DAT).

No momento da primeira poda de formação de cada tratamento foram coletadas amostras de folhas do último fluxo vegetativo das plantas, acondicionadas em sacos plásticos sendo armazenadas em caixa térmicas com gelo e conduzidas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF para determinação dos teores de carboidratos solúveis totais (DUBOIS et al., 1956) e amido (NEVES; MORAES,2005).

Aos 222 dias após o transplantio foram avaliadas as trocas gasosas para fotossíntese liquida (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (*Ci*) (μmol m⁻² s⁻¹) e condutância estomática (*gs*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹). De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [(μmol m⁻² s ⁻¹) (mol H₂O m⁻² s ⁻¹) ⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹]. As analises foram realizadascom auxílio de um analisador de gás no infravermelho-IRGA, (LCpro+ model, LI-COR®, Lincoln, US) com luz constante de 1.800 μmol de fótons m⁻² s⁻¹, em folhas maduras, totalmente expandidas e do último fluxo vegetativo no período da manhã, entre as 09:00 h e 10:00 h, conforme Carreiro et al. (2022).

Aos 238 DAT doze folhas do primeiro fluxo vegetativo totalmente expandidas e expostas a radiação solar foram coletadas no período entre 9:00 e 10:00 horas, para determinação da atividade da enzima Nitrato Redutase (aRN) *in vivo*, em µmol de NO₂.MF⁻¹h⁻¹, seguindo a metodologia proposta por Majerowicz et al. (2003), com adaptações de Da Silva Santos et al. (2021).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F (p<0,05). As médias dos tratamentos foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também se realizou análise de regressão para o tempo decorrido após o transplantio quando pertinente. Para análise dos dados utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações em apenas uma data

De acordo com a análise de variância (Tabela 2) apenas o fator cultivar copa apresentou diferença significativa para as variáveis em estudo, com exceção da transpiração e condutância estomática, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Síntese da análise de variância para fotossíntese líquida instantânea, transpiração, concentração interna de CO2, condutância estomática, eficiência instantânea de carboxilação e eficiência do uso da água.

FV	Α	Ε	Ci	gs	Eic	EUA
	µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	mol H2O m ⁻² s ⁻¹	µmol CO2 mol ⁻¹ ar	$\begin{array}{c} \text{mol H}_2\text{O} \\ \text{m}^{\text{-2}}\text{s}^{\text{-1}} \end{array}$	µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	µmol CO ₂ / mmol de H ₂ O
Porta-enxrto (PE)	2,616 ^{ns}	2,925 ^{ns}	0,664 ^{ns}	2,327 ^{ns}	2,292 ^{ns}	1,223 ^{ns}
Espada	10,241	6,290	147,448	0,200	0,069	1,633
Coquinho	9,541	5,717	145,332	0,182	0,065	1,678
Cultivar copa (C)	7,125**	1,261 ^{ns}	10,790**	1,345 ^{ns}	17,489**	10,166**
Omer	9,108b	5,984	154,748 ^a	0,194	0,059b	1,534b
Agam	11,018a	6,338	140,742b	0,201	0,078a	1,747a
Shelly	9,546b	5,687	143,679b	0,179	0,066b	1,687a
PE × C	1,455 ^{ns}	1,037 ^{ns}	0,875 ^{ns}	1,320 ^{ns}	1,153 ^{ns}	0,164 ^{ns}
CV (%)	10,72	13,68	4,34	14,98	9,72	5,89

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **: significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação.

A taxa de fotossíntese líquida instantânea (*A*) apresentou maior valor para a cultivar 'Agam' com superioridade de 20,97% para a 'Omer, e 15,42% para a 'Shelly'(Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado por Faria-Silva et al. (2020) que estudando o efeito dos porta-enxerto poliembriônicos 'Oleo', 'Uba' e 'Imbu' na cultivar copa Uba Clone 2 (UC2) encontraram valores variando entre 9,83 e 10,71 μmol CO₂ m⁻² s^{-1,} também não havendo diferença significativa entre a interação.

Por outro lado, na mesma fase de desenvolviemnto vegetativo, porém com idade diferentes, na cultivar Tommy Atkins cultivada nas mesmas condições regionais, Carreiro et al. (2022), registraram valores de 13,10 e 14,85 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, enquanto Dos Santos Silva (2019) para a cultivar Keitt observou valores variando entre 10 e 12 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹.

A transpiração e a condutância estomática não apresentaram efeito significativo para nenhum fator em estudo, e tão pouco para a interação (Tabela 2). Diferentemente de Dayal et al. (2016) que avaliando o efeito de cinco

cultivares de mangueira, 'Prusa Arurima', 'Pura Surya', 'Amaparali', 'Mallika' e 'Dushehari' sob três porta-enxertos, 'K-5', 'Kurakkan' e 'Olour', observaram influência dos porta-enxerto e das cultivares copa nas taxas de transpiração, bem como na interação entre eles.

Esses autores observaram um maior acumulo de clorofilas nas combinações porta-enxerto e cultivares copa e isso pode ter melhorado a capacidade fotossintética e a condução estomática. As maiores taxas fotossintéticas foram observadas em porta-enxerto mais vigorosos, sendo que plantas que aumentaram sua capacidade fotossintética cresceram mais vigorosamente. Tal comportamento não foi observado no presente trabalho, visto que não houve diferença significativa para o teor de clorofila (dados não apresentados).

A concentração interna de CO₂ foi afetada com superioridade da 'Omer' em 9,95% e 7,70% em relação a 'Agam' e 'Shelly', respectivamente (Tabela 2). As plantas de mangueira apresentam metabolismo respiratório C3 (KERBAUY, 2004) necessitando de uma constante captação de CO₂ presente no mesofilo foliar através da ação da Rubisco (TAIZ et al., 2017). As moléculas de CO₂ fixadas entram diretamente no ciclo de Calvin Benson ocorrendo uma posterior rede de reações bioquímicas resultando na geração de carboidratos (KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017).

Uma adequada concentração interna de CO₂ em plantas de metabolismo respiratório C3 evita que ocorra o processo de fotorrespiração, através do qual há consumo de O₂ e a perda de CO₂ já fixado (TAIZ et al., 2017) impedindo um gasto excessivo de energia e nutrientes. Logo, a maior capacidade de acúmulo de CO₂ observada para a cultivar Omer indica uma menor tendencia a fotorrespiração e perda de carbono fixado.

A eficiência instantânea de carboxilação apresentou comportamento semelhante a fotossíntese liquida, de forma que a cultivar Agam foi 32,20% e 18,18% superior as cultivares Omer e Shelly, respectivamente (Tabela 2). Essa variável representa a eficiência da enzima Rubisco, sendo assim a cultivar Agam é mais eficiente fotossinteticamente em comparação as demais cultivares do presente estudo, pois apresenta uma menor concentração interna de CO₂ que as demais e uma maior fotossíntese líquida instantânea.

Os resultados identificados para a cultivar Agam são compatíveis com os observados por Lino (2020) para a cultivar Keitt na mesma fase fenológica e

condições regionais de cultivo, de forma que com a diminuição da concentração interna de CO₂ (209-199 µmol CO₂ mol⁻¹ ar), houve aumento na fotossíntese líquida (13,35 – 19,39 µmol CO₂ mol⁻¹ ar).

A eficiência fotossintética da cultivar Agam também pode ser comprovada pela maior eficiência do uso da água (EUA). A EUA refere-se à capacidade das plantas em moderar a perda de água, ao mesmo tempo em que permitem absorção suficiente de CO₂ para a fotossíntese (TAIZ et al., 2017). Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os observados por Faria-Silva et al. (2020) que também não encontraram diferença significativa entre as combinações porta-enxerto e cultivar-copa de forma que a combinação UC2/Oleo apresentou o maior EUA, sugerindo que o enxerto 'UC2' teve melhor desempenho com porta-enxerto 'Oleo', visto que apresentou media maiores que as demais combinações.

De acordo com a Tabela 3, os dias decorridos para a primeira poda, o incremento do diâmetro da brotação e nitrato redutase apresentaram interação significativa para os fatores cultivar copa e porta-enxerto a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os valores de carboidratos solúveis totais e o amido foliar não responderam a interação PE × C e nem as fontes de variação de forma isolada, embora a cultivar Omer tenha apresentado uma superioridade de 51,45% e 33,10% para CST em relação a 'Agam' e 'Shelly', respectivamente.

Tabela 3. Síntese da análise de variância para dias decorridos para a primeira poda, incremento do diâmetro da brotação, carboidratos solúveis totais, amido e nitrato redutase.

FV	DPPP	IDB mm	Carboidratos solúveis totais µmol.g ⁻¹ MF	Amido µg.g ⁻¹ MF	Nitrato Redutase µmol de NO ₂ .MF ⁻¹ h ⁻¹
Porta-enxerto (PE)	542,859**	51,993**	0,043 ^{ns}	0,042 ^{ns}	1,233 ^{ns}
Espada	88b	3,359b	281,063	0,668	122,265
Coquinho	139a	5,167a	277,249	0,654	126,524
Cultivar copa (C)	11,141**	1,654 ^{ns}	1,682 ^{ns}	0,075 ^{ns}	18,897**
Omer	116a	4,581	290,070	0,644	119,694b
Agam	106b	4,057	291,953	0,664	140,600a
Shelly	119a	4,151	255,445	0,676	112,886b
PE × C	11,141**	3,094*	0,044 ^{ns}	1,408 ^{ns}	200,749**
CV	4,75	14.41	16.06	24,95	7,55

ns: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **: significativo pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; *: significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV%: coeficiente de variação; MF = massa fresca.

Conforme observa-se na Figura 2A, o porta-enxerto 'Espada' precisou de menos dias para que a primeira poda de formação fosse realizada em relação ao porta-enxerto 'Coquinho', sendo essa diferença de 37, 56 e 61 dias para as cultivares Agam, Shelly e Omer, respectivamente. Essa antecipação da primeira poda deve-se ao maior incremento em altura proporcionado pelo porta-enxerto 'Espada', devido ao as suas características de vigor (MOUCO, 2010), já que porta-enxerto mais vigorosos proporcionam crescimento mais vigoroso (GJAMOVSKI; KIPRIJANOVSKI, 2011). Normalmente para os cultivos tradicionais adensados de mangueira em condições semiáridas o tempo decorrido mínimo é de 90 dias, dependendo da condição da muda transplantada e do manejo realizado, podendo se estender até 180 dias após o transplantio. (dados não publicados).

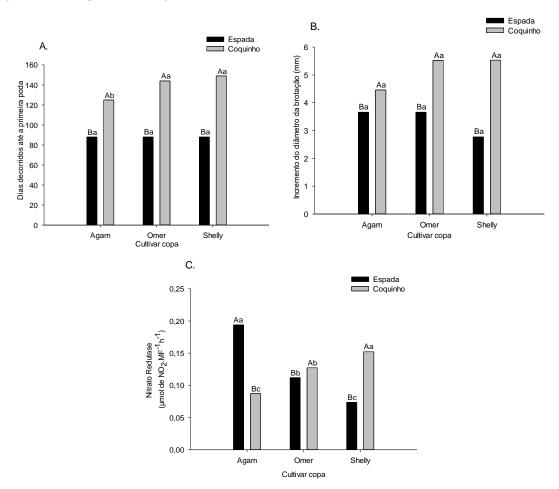


Figura 2. Dias decorridos para a primeira poda (A), incremento do diâmetro da brotação (B) e atividade da enzima nitrato redutase (C) dos porta-enxertos 'Coquinho' e 'Espada' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly).

Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo

teste Tukey (p<0,05).

O porta-enxerto 'Coquinho' proporcionou maior incremento de diâmetro da brotação em comparação a 'Espada' para todas as cultivares copa, embora não houve diferença significativa entre essas dentro de cada porta-enxerto (Figura 2B). É possível observar uma relação entre esse incremento e o DDPP, e consequentemente com o crescimento em altura, pois como esse último era uma condição para realização da poda, as plantas com maiores IDB investiram maior energia no seu desenvolvimento secundário em detrimento do crescimento primário, alongamento (TAIZ et al., 2017), levando mais dias para a realização da primeira poda de formação.

O transporte de carboidratos da fonte para o dreno é um dos principais determinantes do crescimento das plantas e depende da distribuição eficiente e controlada de sacarose (e alguns outros açúcares, como rafinose e polióis) através dos órgãos da planta pelo floema (TAIZ et al., 2017; CAVALCANTE et al., 2018). Dessa forma, os resultados encontrados demonstram que a síntese de carboidratos e amido apesar de não significativos para os fatores em estudo estavam em teores elevados nas plantas sendo investidos no crescimento vegetativo, seja primário ou secundário.

Cavalcante et al. (2018) estudando diferentes estratégias de maturação de ramos para a cultivar Palmer encontraram valores inferiores aos do presente estudo para a fase de desenvolvimento vegetativo. Carreiro et al. (2022) avaliando a cultivar Tommy Atkins nas mesma condições regionais observou valores de carboidratos solúveis totais variando entre 190,95 e 200,34 µmol.g⁻¹ MF para a mesma fase do presente estudo.

A atividade da enzima Nitrato redutase apresentou efeito significativo para a interação entre os fatores porta-enxertos e cultivares copa (Tabela 3). Conforme a Figura 2C, o porta-enxerto 'Coquinho' proporcionou uma maior atividade da enzima para as cultivares Omer e Shelly, enquanto que para a cultivar Agam o porta-enxerto 'Espada' foi superior. É possível observar também que cada cultivar copa apresentou comportamento diferente conforme o porta-enxerto, de forma que quando enxertada sob 'Espada' a 'Agam' proporcionou maior atividade da enzima e quando enxertada sob 'Coquinho' menor atividade entre todas as cultivares, sendo o comportamento inverso para a cultivar 'Shelly' (Figura 2C).

A nitrato redutase é a enzima chave do ciclo do nitrogênio, sendo a primeira na cadeia de reações do ciclo, que catalisa a redução do nitrato (NO₃-)

a nitrito (NO₂), que depois será reduzido a amônia (NH₃·) e translocado via xilema para utilização pela planta em aminoácidos, proteínas e outros compostos nitrogenados nas células (KICHEY et al.,2007; KAUR et al., 2015; IMRAN et al., 2019; SANTOS, 2019). Assim, a ausência dessa enzima faz com que a redução do NO₃· não ocorra (KAUFHOLDT et al., 2016), limitando o crescimento, desenvolvimento e produção de proteínas nas plantas que assimilam esse elemento (SOLOMONSON; BARBER, 1990).

Além disso, a enzima nitrato redutase tem relação direta com a fotossíntese devido a ferredoxina reduzida nesse processo, ser utilizada na redução do nitrito a amônio (LILLO et al., 2003). Logo, o incremento das taxas fotossintéticas nas plantas é fundamental para o aumento da atividade da enzima (HUNTER; RUFFNER, 1997).

Avaliando a atividade da redutase do nitrato nas folhas do 1° e 2° fluxos e nas raízes em diferentes fases fenológicas do ciclo produtivo de mangueira 'Palmer', Santos et al. (2021) observaram valores inferiores ao do presente trabalho para a fase pré-poda e poda (crescimento vegetativo) (variando entre 0,060 e 0,080 µmol de NO₂.MF⁻¹h⁻¹). A alta atividade da enzima nitrato redutase encontrada pode ser explicado devido as plantas estarem sendo fertirrigadas semanalmente com o fertilizante nitrato de cálcio, como fonte dos macronutrientes nitrogênio e cálcio, pois segundo Prado (2013), as frutíferas assimilam NO₃- principalmente nas raízes, havendo incremento nas folhas quando há um aumento na disponibilidade desse elemento.

Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram observados por Pereira et al. (2006) em videiras Syrah e Moscato Canelli submetidas a diferentes porta-enxertos e manejos de irrigação para produção de vinhos no Vale do São Francisco. Esses autores avaliando o efeito do manejo de irrigação no potencial hídrico e atividade de redutase do nitrato observaram que a atividade da redutase do nitrato foi afetada pelo porta-enxerto apresentando comportamento diferente para cada combinação, corroborando com os resultados encontrados.

A produção da enzima nitrato redutase é estimulada pelo fitohormonio citocinina, que sofre influência da interação porta-enxerto-copa (LARCHER, 2006; HAYAT et al., 2020). Assim, o comportamento diferente observado nas cultivar copa para os diferentes porta-enxerto pode ser explicado devido as interações genéticas e provável alteração hormonal proporcionada por cada

combinação, necessitando de mais estudos voltados para a composição hormonal de cada combinação.

Avaliações em função do tempo

De acordo com a Tabela 4, as variáveis diâmetro do caule do porta-enxerto, diâmetro do enxerto e índice de determinação de compatibilidade apresentaram efeito significativo para a interação entre os fatores porta-enxerto × cultivar-copa. As variáveis DE e IDC também apresentaram interação significativa para os fatores tempo × porta-enxerto, enquanto apenas esse último teve efeito significativo para a interação tempo × porta-enxerto × cultivar copa a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Síntese da análise de variância para diâmetro do caule do portaenxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de determinação de compatibilidade (IDC).

FV	DPE	DE	IDC
	m	m	
Cultivar copa (C)	5,314**	9,020**	10,999**
Omer	12,37b	12,12a	1,01a
Agam	12,82a	12,04a	0,96b
Shelly	12,34b	11,57b	0,98b
Porta-enxerto (PE)	1221,139**	360,500**	555,234**
Espada	14,88a	13,00a	0,88a
Coquinho	10,14b	10,82b	1,09b
Tempo (T)	185,231**	109,850**	37,297**
0	10,27	10,49	1,06
30	10,27	10,52	1,06
60	11,49	11,26	1,01
90	13,13	12,15	0,94
120	13,95	12,75	0,93
150	15,97	14,29	0,90
Repetição	1,249 [*]	10,873**	9,673**
T × PE	1,833 ^{ns}	3,007*	9,104**
T×C	0,843 ^{ns}	0,828 ^{ns}	0,480 ^{ns}
PE × C	4,591**	13,879**	45,443**
$T \times PE \times C$	0,661 ^{ns}	0,894 ^{ns}	2,273*
CV (%)	6,49	5,78	5,50

Para o diâmetro do caule do porta-enxerto, o porta-enxerto 'Espada' apresentou superioridade de 41,58%, 44,10% e 54,86% em relação a 'Coquinho' para as cultivares copa 'Agam', 'Omer' e 'Shelly', respectivamente (Tabela 4). Conforme observa-se na figura 3, as cultivares copa não diferiram estatisticamente para o porta-enxerto 'Espada', enquanto para o porta-enxerto 'Coquinho' a cultivar 'Agam' apresentou maior diâmetro que as demais cultivares. Santos et al. (2006) observaram que o porta-enxerto Espada conferiu maior diâmetro do caule do porta-enxerto para as cultivares Tommy Atkins, Van Dyke e Keitt em relação aos porta-enxertos Rosinha, Carabao e Manga D'água em estudo.

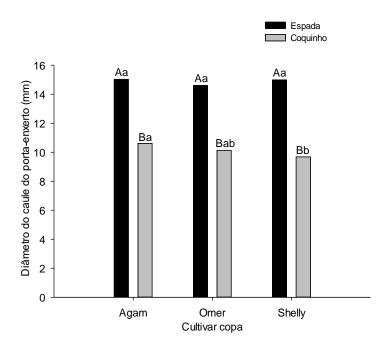


Figura 3. Diâmetro do caule dos portas-enxerto 'Coquinho' e 'Espada' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly). Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Para a variável diâmetro da enxertia, conforme a figura 4A, pode-se observar que o porta-enxerto 'Espada' apresentou os maiores valores, em todas as cultivares copa, sendo uma superioridade de 28,75%, 16,39% e 15,54% para 'Agam', 'Omer' e 'Shelly', respectivamente. O diâmetro da enxertia foi

incrementado em 29,47% e 44,72%, respectivamente, para os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' entre a primeira e a última data de avaliação (Figura 4B).

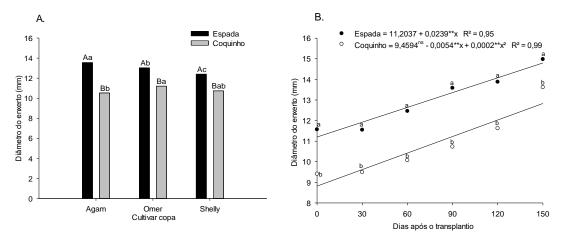


Figura 4. Diâmetro do enxerto dos porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' em função das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) (A) e dos dias após o transplantio (B). Barras com letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa pelo teste Tukey (p<0,05) e barras com letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Reig et al. (2018) avaliando o efeito de quatro cultivares de damasco (*Prunus armêniaca* L.) enxertadas em diferentes porta-enxerto de ameixa, verificaram comportamento semelhante ao constatarem diferenças significativas nos valores de diâmetro acima e abaixo da união do enxerto entre os porta-enxertos para cada cultivar de damasco avaliada. Zuazo et al. (2006) avaliando o desempenho da cultivar Keitt em função dos porta-enxertos Gomera-1, Gomera-3, Terebintina e 13/1, observaram que o porta-enxerto Gomera-3 observaram maior diâmetro do dossel (enxerto), devido esse tender a ser mais vigoroso que os demais.

O diâmetro do caule é resultado do crescimento do meristema secundário, formado notadamente por vasos condutores, xilema e floema secundários (TAIZ et a., 2017), sendo considerada um dos marcadores de sucesso da enxertia visto que é a última etapa biológica do processo de pegamento da mesma (HARTMANN et al., 2010; BARON et al., 2019). Logo, o aumento do DPE e DE são um importante indicativo da compatibilidade inicial observado nas combinações porta-enxerto e cultivar copa em estudo.

Para o fator índice de determinação de compatibilidade observa-se que houve uma diminuição nos valores entre a primeira e última data de avaliação para todas as cultivares copa em ambos os porta-enxertos (Figura 5A e 5B). No

porta-enxerto Coquinho as cultivares diferiram entre si, de forma que a 'Shelly' apresentou o menor índice, entre o 0 e 120 DAT, em relação a Agam e Omer que eram estatisticamente, mas aos 150 DAT as três eram estatisticamente iguais e com índice próximo de 1 (Figura 5A). Já no porta-enxerto Espada a cultivar Shelly apresentou o menor índice aos 0, 30 e 120 DAT em relação as demais variedades, sendo que aos 150 DAT as três eram iguais estatisticamente com índice próximo a 0,83 (Figura 5B).

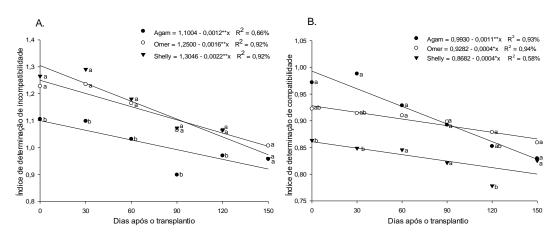


Figura 5. Índice de determinação de compatibilidade das cultivares copa (Agam, Omer e Shelly) nos porta-enxerto 'Coquinho' (A) e 'Espada'(B) em função dos dias após a enxertia.

Reig et al. (2018) observaram que para o damasco a maioria das plantas que apresentavam índices de valor igual ou superior a 0,8 eram consideradas compatíveis (união perfeita, no qual a linha de união entre a casca e a madeira é pouco visível), enquanto valores inferiores a 0,8 eram consideradas claramente incompatíveis (uniões apresentando descontinuidade vasculares e lenhosas). Assim, os autores sugerem que 0,8 é o valor crítico para predizer a ocorrência de incompatibilidade do enxerto, devido ao efeito direto de anormalidades na interface do enxerto no desenvolvimento da copa, provavelmente por bloqueio de fotoassimilados, água e nutrientes.

Logo, ao se considerar o critério definido por Reig et al. (2018) para o damasco os valores dos índices encontrados no presente trabalho indicam que os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' são compatíveis para as cultivares copa em estudo por apresentarem índices maiores que 0,8 aos 150 dias após o transplantio. Entretanto, novos estudos devem ser realizados afim de

acompanhar o desenvolvimento das combinações e observar e se essa compatibilidade é permanente, especialmente em fase reprodutiva.

4. CONCLUSÃO

Os porta-enxertos 'Espada' e 'Coquinho' são compatíveis para o estabelecimento inicial das cultivares de mangueira israelenses 'Shelly', 'Omer' e 'Agam' em cultivo adensado, influenciando nos dias decorridos para a primeira poda de formação e nos diâmetros da brotação, diâmetro do caule do porta-enxerto e diâmetro do enxerto, tendo o porta-enxerto Espada proporcionado os melhores valores.

Os porta-enxertos Coquinho e Espada não interfere nas cultivares-copa de mangueiras israelenses para trocas gasosas e acúmulo de carboidratos solúveis totais e amido, embora os valores estejam próximos as demais cultivares comerciais.

A atividade da enzima nitrato redutase é influenciada pela interação portaenxerto e cultivar copa, sendo que o 'Coquinho' proporciona os maiores teores para as cultivares Omer e Shelly, enquanto o 'Espada' para a cultivar 'Agam'.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBACETE, A., MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C., MARTÍNEZ-PÉREZ, A., THOMPSON, A. J., DODD, I. C., & PÉREZ-ALFOCEA, F. Unravelling rootstock× scion interactions to improve food security. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 8, p. 2211-2226, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. Kppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2022 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

BARON, D., AMARO, A.C.E., PINA, A., FERREIRA, G. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. **Scientia Horticulturae**. v. 243, p. 84–91, 2019.

CAVALCANTE, Í. H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 91, p. 281-286, 2018.

- CARREIRO, D. A.; AMARIZ, R. A.; SANCHES, L. G.; AMARIZ, I. A.; ROLIM, L. A.; SANTOS, A. J. A.; CAVALCANTE, I. H. L. Fenpropimorph on organic compounds accumulation, biosynthesis of gibberellic acid, and flowering of mango (*Mangifera indica* L.). **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 2022.
- COMEXSTAT. **Base de dados de exportação de frutas**. 2021. Disponível em: http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home >. Acesso em: 06 de mar. 2022.
- DA SILVA SANTOS, A. J., DE PAIVA NETO, V. B., SANCHES, L. G., DE ALMEIDA CARREIRO, D., PEREIRA, M. P. M., BORGES, M. C. R. Z., ... & CAVALCANTE, Í. H. L. Nitrate reductase activity in the different phenophases of 'palmer'mango cultivated in the semiarid. **Journal of Applied Botany And Food Quality**, v.94, p.192-198, 2021.
- DAYAL, V., DUBEY, A. K., SINGH, S. K., SHARMA, R. M., DAHUJA, A., KAUR, C. Growth, yield and physiology of mango (*Mangifera indica* L.) var. as affected by polyembryonic rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 186-197, 2016.
- DOS SANTOS SILVA, Luan. Ácidos fúlvicos e aminoácidos livres na potencialização de absorção e efeito de paclobutrazol em mangueira Keitt. 2019. 70 f. Dissertação. (Pós-Graduação em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Piaui, Campus Prof.ª Cinobelina Elvas, Bom Jesus, 2019.
- DUBOIS, M; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. T.; SMITH, F. I. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- FARIA-SILVA, L.; GALLON, C. Z.; SILVA, D. M. Photosynthetic performance is determined by scion/rootstock combination in mango seedling propagation. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109247, 2020.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014.
- GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p
- GJAMOVSKI, V., KIPRIJANOVSKI, M. Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar 'Granny Smith'. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 4, p. 742-746, 2011
- HAYAT, F., ASGHAR, S., YANMIN, Z., XUE, T., NAWAZ, M. A., XU, X., ... & HAN, Z. Rootstock Induced Vigour is Associated with Physiological, Biochemical and Molecular Changes in 'Red Fuji'Apple. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 24, n. 6, p. 1823-1834, 2020.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR, F.T.D., GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915p

- HUNTER, J.J.; RUFFNER, H.P. Diurnal and seasonal changes in nitrate reductase activity and nitrogen content of grapevines: Effect of canopy management. **Vitis**, v. 36, n. 1, p. 1-6, 1997.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geográfica Estatistia. Disponível na internet via https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado. Acesso em: 06 de mar. 2022.
- IMRAN, M.; SUN, X.; HUSSAIN, S.; ALI, U.; RANA, M.S.; RASUL, F.; SALEEM, M.H.; MOUSSA, M.G.; BHANTANA, P.; AFZAL, J.; ELYAMINE, A.M.; HU, C.X. Molybdenum-induced effects on nitrogen metabolism enzymes and elemental profile of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different nitrogen sources. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 12, p. 1-17, 2019.
- KAUFHOLDT, D.; BAILLIE, C.K.; MEYER, M.H.; SCHWICH, O.D.; TIMMERER, U.L.; TOBIAS, L.; THIEL, D.V.; HANSCH, R.; MENDEL, R.R. Identification of a protein-protein interaction network downstream of molybdenum cofactor biosynthesis in Arabidopsis thaliana. **Journal of Plant Physiology**, n.207, p.42–50, 2016.
- KAUR, G.; ASTHIR, B.; BAINS, N. S.; FAROOQ, M. Nitrogen nutrition, its assimilation and remobilization in diverse wheat genotypes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.17, n.3, p.531-538, 2015.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- KICHEY, T.; HIREL, B.; HEUMEZ, E.; DUBOIS, F.; LE GOUIS, J. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilisation to the grain correlate with agronomic traits and nitrogen physiological markers. **Field Crops Research**, v.102, p.22-32, 2007.
- LARCHER. W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006, 550p.
- LILLO, C.; LEA, U.S.; LEYDECKER, M.R.; MEYER, C. Mutation of the regulatory phosphorylation site of tobacco nitrate reductase results in constitutive activation of the enzyme in vivo and nitrite accumulation. **The Plant Journal**, v. 35, p. 566-573, 2003.
- LIMA NETO, F. P. Mangueira: melhoramento genético, variedades e mercado. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPOSIO ONLINE DE FRUTICULTURA, 2020, Brasília, DF. Simposio... Brasília, DF: SBF: SBCTA: Embrapa, 2020., 2020.
- LINO, J.aynne de Oliveira Siqueira. *Rhodopseudomonas palustris* como bioestimulantes em mangueira 'Keitt' no semiárido. 2020. 112 f. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Agronomia Produção Vegetal) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2020.

- LOPES, P. R. C., OLIVEIRA, J. D. M., DE ASSIS, J. S., SILVA, A. D. S., BASTOS, D. C., e DOS SANTOS, C. A. P. Produção integrada de manga-PI-MANGA. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 10.; SEMINÁRIO SOBRE SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA, 2., 2008, Ouro Preto. Produção integrada no Brasil. Viçosa, MG: UFV, 2008., 2008.
- MAJEROWICZ, N.; FRANÇA, M. G. C.; PERES, L. E. P.; MÉDICI, L. O.; FIGUEIREDO, S. A. **Fisiologia Vegetal Curso Prático**, Âmbito Cultural Edições Ltda., RJ, 2003.
- MOUCO, MA do C. Cultivo da mangueira. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2010.
- NEVES, L. A. S.; MORAES, D. M. Análise do vigor e da atividade da a-amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2005.
- PEREIRA, I. D. S., FACHINELLO, J. C., ANTUNES, L. E. C., CAMPOS, Â. D., PINA, A. Incompatibilidade de enxertia em Prunus. **Ciência Rural**, *v*.44, n.9, p.1519-1526, 2014.
- PEREIRA, M. S., DA SILVA, F. F. S., LÚCIO, A. A., LOPES, A. P., RIBEIRO, P. D. A., VIANA, L. H., ... & LIMA FILHO, J. M. P. Potencial hídrico e atividade da redutase do nitrato em videiras submetidas a diferentes manejos de irrigação e porta-enxertos. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006., 2006.
- PINTO, A. C. D. Q., SAÚCO, V. G., MITRA, S. K., & FERREIRA, F. R. PROPAGAÇÃO MANGA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, 2018.
- PRADO, C. H. B. A. **Aquisição e uso dos nutrientes minerais da solução do solo**. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013. 188 p.
- REIG, G., ZARROUK, O., I FORCADA, C. F., & MORENO, M. Á. Anatomical graft compatibility study between apricot cultivars and different plum based rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 67-73, 2018.
- SANTOS, M. D. G. F. M., TAVARES, J. C., CARDOSO, G. D., DI GALVANINI, F. Desenvolvimento de três cultivares de mangueira sobre quatro porta-enxertos em Ipanguaçu (RN). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian**, v. 46, n. 1, p. 133-142, 2006.
- SANTOS, A. J. S. 2019. 79p. Caracterização da atividade da redutase do nitrato em mangueira cv. Palmer cultivada no Vale do São Francisco. Dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação em Agronomia Produção vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina PE.

- SARKHOSH, A., SHAHKOOMAHALLY, S., ASIS, C., MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, p. 1-11, 2021.
- SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes,** 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.
- SOLOMONSON, L.P.; BARBER, M.J. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. **Annual Review of Plant Biology**, v. 41, n. 1, p. 225-253, 1990.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**.6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.
- XU, Q., GUO, S.-R., LI, H., DU, N.-S., SHU, S., SUN, J. Physiological aspects of compatibility and incompatibility in grafted cucumber seedlings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 140, n. 4, p. 299-307, 2015.
- ZUAZO, VH Durán; TARIFA, D. Franco. Rootstock influence on fruit yield, growth and mineral nutrition of mango (*Mangifera indica* L. cv.Keitt'). **European Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 3, p. 102, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As combinações porta-enxerto e cultivares copa apresentam respostas distintas para a atividade da enzima nitrato redutase, teores de potássio, fosforo e cobre, como também o índice de determinação de compatibilidade.

Os porta-enxertos influenciam diretamente no crescimento, desenvolvimento e estabelecimento de mudas de mangueira israelenses cv. 'Shelly', 'Omer' e 'Agam', sendo que o porta-enxerto 'Espada' proporcionou os maiores valores dos parâmetros em estudo quando comparado com o 'Coquinho' para o cultivo no Vale do São Francisco. Tal resultado pode apontar o porta-enxerto 'Coquinho' como efeito nanicante nas mudas.

Entretanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos para acompanhar o crescimento dessas plantas e avaliar a sua compatibilidade em termos de florescimento, frutificação e produção em condição de campo.