



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

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

EMANOELA PEREIRA DE PAIVA

**TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA PARA
ROMÃZEIRA (*Punica granatum* L.)**

POMBAL - PB

2014

EMANOELA PEREIRA DE PAIVA

**TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA PARA
ROMÃZEIRA (*Punica granatum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha

**POMBAL-PB
2014**

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

DIS
P149t

Paiva, Emanoela Pereira de.
Técnicas de propagação vegetativa para romãzeira (*Punica Granatum L.*)/
Emanoela Pereira de Paiva. - Pombal, 2014.
102fls.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof.^a Dr.^a. Railene Hérica Carlos Rocha".

Referências.

1. Romã - *Punica Granatum L.* 2. Produção de Mudas. 3. Propagação Vegetativa.
I. Rocha, Railene Hérica Carlos. II. Título.

UFCG/CCTA

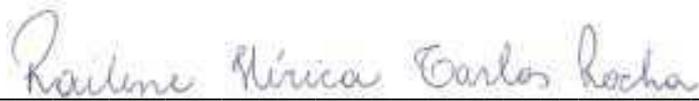
CDU 634.64

EMANOELA PEREIRA DE PAIVA

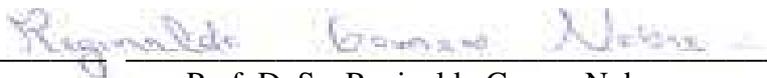
**TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA PARA
ROMÃZEIRA (*Punica granatum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2014



Prof.^a D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha
UAGRA-CCTA-UFCG
Orientadora



Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre
UAGRA-CCTA-UFCG
Examinador



Prof. D. Sc. Sidney Carlos Praxedes
UAECIA-UFRN
Examinador

Ao meu pai, Hildo Cipriano de Paiva e em especial, minha mãe Maria de Fátima Pereira da Silva, que sempre me incentivaram e apoiaram em todas as minhas escolhas. De todo o coração, agradeço pela compreensão, confiança e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus e a Nossa Senhora, que me permitem viver e ter ótimas oportunidades nesta vida.

De forma igualmente especial, agradeço a meus pais (Maria de Fátima e Hildo Cipriano), por serem meu contínuo apoio em todos estes anos, ensinando-me, principalmente, a importância da formação e a coerência de meus próprios valores.

A toda a minha família, em especial as minhas duas “IRMÃE” (Lanimara e Lanimeyre), por exercerem um papel além de irmãs, por serem minhas segundas mães. Obrigada por todo o carinho, preocupação, incentivo e por serem meu porto seguro.

Aos meus sobrinhos Carla, Cauã, Ellen, Isabel e Davi, por me proporcionarem momentos de muita alegria e por serem tão especiais em minha vida.

A Vanies Sá, pelo amor, pelo companheirismo, pela dedicação, por me aceitar, por me acalmar quando muitas vezes o desespero falou mais alto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha, pela orientação na pesquisa, pelos ensinamentos e por todas as oportunidades ofertadas.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical e a todos aqueles que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

À Fazenda Águas de Tamanduá, pela concessão do material propagativo utilizado neste trabalho.

Aos colegas de trabalhos de pesquisa Inácia dos Santos, Francisco de Assis e Wellington Guedes, que tanto se esforçaram para me auxiliar em implantação, andamento e avaliação de experimentos. A todos em especial o meu muito obrigado.

Aos colegas de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, pela amizade e convivência durante o curso de mestrado. Hoje algumas são mais que colegas, posso chamá-las de amigas.

A toda a equipe da secretaria de Pós-graduação, em especial a Lucineide Figueiredo e Jamile Dantas, que sempre estiveram dispostas a auxiliar no dia-a-dia dos alunos.

A laboratorista do Laboratório de Fisiologia Vegetal, Joyce Emanuele, pela ajuda prestada nas análises fisiológicas.

RESUMO GERAL

PAIVA, E. P. **Técnica de propagação vegetativa para romãzeira** (*Punica granatum L.*). 2014. 102f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB¹.

Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes técnicas de propagação vegetativa da romãzeira. No primeiro momento, objetivou-se testar técnicas de estaquia, com o intuito de avaliar a viabilidade de propagação das variedades ‘Molar’ e ‘Wonderful’ na estação de seca e chuvosa. Posteriormente, verificou-se a viabilidade de produção de mudas enxertadas com estas duas variedades, utilizando-se como porta-enxerto mudas da variedade ‘Molar’ propagadas por estaquia. A pesquisa foi realizada de agosto de 2012 a novembro de 2013, em casa de vegetação, no campus do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB. Objetivando estudar a propagação por estaquia da romãzeira, foram realizados dois experimentos com cada variedade (‘Molar’ e ‘Wonderful’), um no período seco, que compreendeu de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I), e outro no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013 (Experimento II), para as duas variedades. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco mudas por repetição, adotando-se o esquema fatorial composto por dois fatores, o manejo de estacas (Estacas com folhas; Estacas sem folhas e Estacas sem folhas mais incisão na base) e épocas de avaliação (dias após o plantio das estacas), de modo a estudar o crescimento, fisiologia e acúmulo de massa seca das mudas de romãzeira. Com o intuito de estudar a propagação por enxertia, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, considerando-se o esquema fatorial (4 x 4), quatro métodos de enxertia (Garfagem no topo em fenda cheia; Garfagem em fenda lateral; Borbulhia em placa e Borbulhia em T invertido) x quatro épocas de avaliação (45; 60; 75 e 90 dias após a enxertia), com quatro repetições e cinco mudas por unidade experimental, de modo a avaliar o crescimento, fisiologia e acúmulo de massa seca das mudas de romãzeira. As estacas manejadas com incisão na base proporcionaram o maior crescimento e vigor das mudas de ambas as variedades de romãzeira estudadas, e a época chuvosa do ano favorece a propagação vegetativa da romãzeira. Os métodos de enxertia por garfagem proporcionaram melhor desenvolvimento das mudas de romãzeira, sendo as mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral as que obtiveram maior crescimento e acúmulo de matéria seca.

¹Oreintadora: Prof^a Railene Hérica Carlos Rocha, CCTA/UFCG

ABSTRACT

PAIVA, E. P. **Vegetative propagation technique for the pomegranate** (*Punica granatum* L.). 2014. 102f. Dissertation (Master Degree in Tropical Horticulture) – Federal University of Campina Grande, Pombal, PB¹.

The objective of this study was to evaluate different techniques for the vegetative propagation of the pomegranate. In the first moment, our objective was to test techniques for cutting, in order to assess the feasibility propagation varieties 'Molar' and 'Wonderful' in the dry and rainy seasons. Subsequently, we verified the feasibility of production of grafted seedlings with these two varieties, using as rootstock seedlings of the variety 'Molar' propagated by cuttings. The survey was conducted from August 2012 to November 2013, in a greenhouse, in the Campus Center of Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, Brazil. Aiming to study the propagation by cuttings of pomegranate, two experiments were conducted with each variety ('Molar' and 'Wonderful'), one in the dry season, which comprised August to December 2012 (Experiment I) and another in the rainy season, from January to June 2013 (Experiment II), for the two varieties. We used a completely randomized design with four replications and five plants per replication, adopting the factorial design consisting of two factors, the managements of cuttings (cuttings with leaves, cuttings without leaves and cuttings without leaves more incision at the base) and evaluation periods (days after planting the cuttings) in order to study the growth, physiology and dry mass of seedlings pomegranate. In order to study the propagation by grafting, we used the randomized design, considering the factorial (4 x 4), four methods of grafting (grafting the top cleft, cleft in lateral slit; budding plate and T budding inverted) x four times of assessment (45, 60, 75 and 90 days after grafting), with four replications and five plants per experimental unit in order to evaluate the growth, physiology and accumulated dry weight of seedlings pomegranate. Cuttings managed with incision at the base gave a higher growth and strength the seedlings of both varieties studied pomegranate and the rainy season favors the vegetative propagation of the pomegranate. The methods of grafting provided better growth of seedlings of pomegranate. Being the grafted seedlings by grafting the left side with the greatest growth and dry matter accumulation.

¹Oreintadora: Prof^a Railene Hérica Carlos Rocha, CCTA/UFCG

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	v
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	09
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Descrição da romãzeira.....	11
2.2 Importância econômica.....	11
2.3 Propagação.....	12
2.3.1 Estaquia.....	13
2.3.2 Enxertia.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO I: Desenvolvimento e qualidade de mudas de romãzeira ‘Molar’ propagadas por estaquia.....	23
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1 INTRODUÇÃO.....	26
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1 Características avaliadas.....	31
2.2 Análises estatísticas.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4 CONCLUSÕES.....	50
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CAPÍTULO II: Desenvolvimento e qualidade de mudas de romãzeira ‘Wonderful’ propagadas por estaquia.....	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1 Características avaliadas.....	61
2.2 Análises estatísticas.....	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63

4 CONCLUSÕES.....	79
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
CAPÍTULO III: Enxertia da romãzeira ‘Wonderful’ sob porta-enxerto de romãzeira ‘Molar’ obtido por estaquia.....	82
RESUMO.....	83
ABSTRACT.....	84
1 INTRODUÇÃO.....	85
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.1 Características avaliadas.....	88
2.2 Análises estatísticas.....	90
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
4 CONCLUSÕES.....	98
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102

1 INTRODUÇÃO GERAL

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é um arbusto lenhoso, ramificado, da família Punicaceae, nativa da região que abrange do Irã até o Himalaia ao noroeste da Índia. Há muito tempo tem sido cultivada por toda a região mediterrânea da Ásia, África e Europa (WERKMAN et al., 2008). O cultivo da espécie é realizado em mais de 100 países do mundo, sendo a Espanha o maior produtor mundial e maior exportador de romãs do continente Europeu, com produção média de 23.169 t/ano⁻¹ (MMARM, 2009).

A romãzeira foi introduzida na América pelos espanhóis e nos últimos 15 anos a área plantada vem se expandindo (MORENO, 2010). Ao aportar no Brasil, a cultura encontrou condições favoráveis para um crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e produção de frutos de primeira qualidade; no entanto, dados de área plantada e de produção são escassos. Porém, em 2010, com a demanda do mercado europeu, a produção de romãs no Brasil foi impulsionada, tendo em vista que a procura por frutos de romã aumentou em 30% em relação ao ano anterior (CEAGESP, 2010), o que é evidenciado pelo salto de produção nos últimos dez anos de aproximadamente 37.000 caixas para 406.000 caixas, em 2011 (IBRAF, 2012).

Os frutos da romãzeira têm histórico medicinal, sendo amplamente utilizados por muitos povos, principalmente os orientais, de modo que ultimamente o interesse mundial pela fruta renovou-se devido aos benefícios funcionais e nutracêuticos proporcionados pelo consumo *in natura* (SUMNER et al., 2005).

O fruto é uma fonte rica em compostos fenólicos, sendo as antocianinas o grande destaque na sua composição, as quais, além de atuarem como um dos mais importantes antioxidantes naturais, são responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco da romã, representando uma das características de qualidade que mais influenciam na aceitação sensorial por parte dos consumidores (GIL et al., 2000; BOROCHOV-NEORI et al., 2009; PATRAS et al., 2010).

Em decorrência da demanda comercial, há necessidade de aumento na área de cultivo, o que exige tecnologia de produção. Neste sentido, a fase de propagação e aquisição de mudas é fundamental para o estabelecimento da cultura em campo. A romãzeira pode ser propagada tanto por via sexuada, por meio da propagação seminífera, como pela propagação assexuada via propagação vegetativa por estaquia ou enxertia (DONADIO, 1998).

A propagação seminífera da romãzeira apresenta limitações por suas sementes apresentarem substâncias como a sarcotesta translúcida, material gelatinoso que envolve a

semente, podendo vir a comprometer sua germinação, tornando-a lenta e desuniforme (MARIN et al., 1987). Além disso, a produção de mudas por meio de sementes apresenta algumas desvantagens, como a grande variabilidade entre o crescimento das plantas e sua produção baixa e mais tardia, baixa qualidade dos frutos, elevado porte das plantas, maior período para início da floração, dentre outros (FRANZON et al., 2008). A propagação vegetativa ou assexuada é de grande importância quando se deseja multiplicar um genótipo altamente heterozigoto e que apresenta características consideradas superiores, as quais se perdem quando propagadas por sementes (PAIVA & GOMES, 2001).

Entre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia e a enxertia são as mais difundidas na propagação de frutíferas, sendo a estaquia uma técnica que consiste no princípio de que é possível regenerar uma planta a partir de uma porção de ramo ou folha (regeneração de raízes) ou de uma porção de raiz (regeneração de ramos), de modo que a partir de um segmento é possível formar-se uma nova planta (FACHINELLO et al., 2005). Para Melgarejo et al. (1998), a produção de mudas de romãzeira com estacas lenhosas deve ser realizada no inverno em casa de vegetação, e as muda devem ser levadas a campo antes da primavera. Hambrick et al. (1991) declararam que a época de preparação da muda é importante para o enraizamento, sendo o fim do inverno mais promissor do que a primavera.

A enxertia, por sua vez, é uma forma de propagação na qual se colocam em contato duas porções de tecido vegetal, de maneira que elas se unam e se desenvolvam, originando uma nova planta (HARTMANN et al., 1997). Karimi (2011) constatou a eficiência da propagação vegetativa por enxertia em romãzeira avaliando suas interações entre copa e porta-enxertos. Este autor relata que existe grande variabilidade entre genótipos de romã e, conseqüentemente, sugere novas pesquisas com outras cultivares.

Os estudos referentes à propagação vegetativa da romãzeira estão sendo principalmente direcionados à propagação *in vitro*, no que diz respeito ao uso de fitohormônios promotores do enraizamento (GHOSH et al., 1988; MELGAREJO et al., 2008; OWIS, 2010), ao tipo de estacas e ao número de gemas viáveis (KARIMI, 2011). No entanto, estudos que enfatizem as técnicas de estaquia e enxertia que viabilizem a propagação vegetativa da romãzeira ainda são escassos na literatura.

Neste sentido, no presente trabalho o objetivo foi avaliar diferentes técnicas de propagação vegetativa da romãzeira. No primeiro momento, objetivou-se testar técnicas de estaquia, com o intuito de avaliar a viabilidade de propagação das variedades ‘Molar’ e ‘Wonderful’ nas estações de seca e chuvosa do ano. Posteriormente, verificou-se a viabilidade

de produção de mudas enxertadas com estas duas variedades, utilizando-se como porta-enxerto mudas da variedade ‘Molar’ propagadas por estaquia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Descrição da romãzeira

A romãzeira é um arbusto lenhoso, ramificado, apresenta altura variante entre 0,5 a 5 metros. A maioria de seus ramos axilares são espinhos afiados (FRANCK, 2009). Apresenta folhas pequenas, brilhantes e membranáceas, flores vermelho-alaranjadas dispostas nas extremidades dos ramos, originando frutos esféricos (LORENZI & SOUZA, 2001). Seus frutos são originários de ovário ínfero e compõem-se de uma baga globosa, apresentando pericarpo carnoso-coriáceo, multilocular, com inúmeras sementes angulosas, cobertas por tegumento espesso, polposo, de sabor doce ligeiramente ácido e cor da casca de creme a vermelho intenso ou castanho (KADER, 2006; GOMES, 2007).

A romãzeira apresenta boa aptidão em regiões de clima subtropical, temperado quente e tropical. A árvore exige temperaturas elevadas na época de maturação dos frutos, suporta bem a seca; no entanto, necessita de unidade e arejamento ao nível das raízes para produzir frutos de boa qualidade (ROBERT et al., 2010).

Esta cultura é cultivada em mais de 100 países do mundo, tendo como principal finalidade o consumo *in natura* como fruta fresca. Também tem sua aplicação em clínicas especializadas no campo da medicina moderna (MANICA, 2007), sendo mundialmente conhecida por seu elevado potencial antioxidante devido à presença de compostos fenólicos, os quais são responsáveis pela prevenção de doenças (SALGADO et al., 2012).

2.2 Importância econômica da romãzeira

A romãzeira é amplamente cultivada no mundo, sendo a Espanha o maior produtor mundial e maior exportador de romãs no continente Europeu, com produção de 23.169 t/ano (MMARM, 2009), concentrando-se principalmente na província de Alicante (90%) (município de Orihuela).

Durante a década de 1990, a romã atingiu sua maior área cultivada na Espanha por causa de sua rentabilidade e principalmente devido à evolução progressiva do preço recebido

pelo agricultor, atingindo um máximo histórico de 3.300 ha em 2000, reduzindo em 2008 sua área plantada a 2.885 ha (MMARM, 2009).

A área de cultivo da romãzeira no mundo é estimada em 300 mil ha, distribuídos principalmente na Índia, China, Irã, Turquia, Estados Unidos da América, Espanha, Egito e Israel, com áreas entre os 16 mil e 2.400 ha. Estes são os maiores países em termos de desenvolvimento das exportações, pesquisas, produção, desenvolvimento do mercado e novas variedades (QUIROZ, 2009).

Muitos países estão na lista de produtores e exportadores de romã, como o Irã, Índia e Turquia, e os mais recentes no setor são Chile, Peru e Argentina. Alguns países das Américas estão crescendo consideravelmente, especialmente os Estados Unidos, com 5,6 mil ha comerciais de romã, onde a variedade Wonderful domina quase completamente toda a área cultivada (KOTKIN, 2006), como também o Brasil, que chegou a uma produção média de 2,03 mil toneladas de frutas frescas comercializadas no país em 2011 (IBRAF, 2012). As romãs produzidas nos Estados Unidos são destinadas principalmente a países como o Japão (17.000 t), Canadá, México e Inglaterra (SIMONIAN, 2007). Todavia, a produção brasileira é destinada em sua maioria ao consumo interno.

Ao aportar no Brasil, a cultura da romãzeira encontrou condições favoráveis ao seu crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e produção de frutos de primeira qualidade; no entanto, dados de área plantada e de produção são escassos. Porém, segundo os dados da Central de Abastecimento de São Paulo, foram comercializadas 165 toneladas da fruta em 2001, 232 t em 2002, 219 t em 2003 e 187 t no ano de 2004 (CEAGESP, 2010).

Todavia, em 2010, com a demanda do mercado europeu a produção de romãs no Brasil foi impulsionada, tendo em vista que a procura por frutos de romã aumentou em 30% em relação ao ano anterior (CEAGESP, 2010), o que é evidenciado pelo salto de produção nos últimos dez anos de aproximadamente 37.000 caixas (com 5 quilos) para 406.000 caixas (2030 t) em 2011 (IBRAF, 2012). A partir de então, a cultura tornou-se alvo de pesquisa da Embrapa Semiárido e Agroindústria de Alimentos visando a agregar valor à fruta, cujo consumo vem aumentando, juntamente com a produção no país.

2.3 Propagação

Devido à sua importância nutracêutica, a cultura da romãzeira está em constante expansão, fazendo-se necessária a implantação de novos pomares comerciais. A romãzeira pode ser propagada tanto por via sexuada, por meio da propagação seminífera, como pela

propagação assexuada via propagação vegetativa (DONADIO, 1998). Todavia, a propagação seminífera é limitada devido à presença de uma sacrotesta que envolve as sementes de romãzeira, comprometendo sua germinação, tornando-a lenta e desuniforme (MARIN et al., 1987).

Diante disso, a propagação vegetativa é a alternativa mais viável para a propagação da cultura. No entanto, pouco se sabe sobre a propagação da romãzeira por métodos de estaquia e enxertia.

2.3.1 Estaquia

A estaquia é uma das principais técnicas de propagação vegetativa, pois busca regenerar uma nova planta a partir de um segmento da própria planta (folha, raiz e caule), baseando-se na totipotência celular (FACHINELLO et al., 2005).

Segundo Hartmann et al. (2002), dentre os métodos de propagação vegetativa descritos na literatura, a estaquia apresenta a maior simplicidade, rapidez e menor custo, sendo muito importante na propagação vegetativa de várias plantas frutíferas. No entanto, sua viabilidade segue em função da facilidade de enraizamento de cada espécie ou cultivar (FERRI 1997; FACHINELLO et al., 2005).

A dificuldade de enraizamento das estacas é um dos fatores limitantes para a propagação via estaquia. Para algumas espécies, as diferentes condições ambientais referentes a cada época do ano interferem no processo de enraizamento, além de outros fatores. Segundo Scaloppi Junior & Martins (2003), além da época do ano em que as estacas são coletadas, outros fatores podem melhorar os resultados de enraizamento adventício. Estes fatores estão relacionados à planta e às condições do meio ambiente, como a temperatura e a umidade.

Melgarejo et al. (1998), avaliando diferentes clones de romãzeira em Orihuela (Espanha), relatam que a produção de mudas de romãzeira por meio de estacas lenhosas deve ser realizada no inverno em casa de vegetação, e as mudas devem ser levadas a campo antes da primavera.

Em diversos casos, o condicionamento é fundamental para que se possa obter bom percentual de enraizamento e é um dos fatores que afetam a formação de raízes adventícias em estacas, sendo importante a busca de técnicas auxiliares, como as técnicas de condicionamento, a fim de promover o estímulo ao enraizamento nas estacas (MAYER, 2001). Dentre as técnicas de condicionamento, existe o estiolamento, anelamento, incisão na

base da estaca, presença primórdios foliares e o tratamento com fitorreguladores (FACHINELLO et al., 2005; PIO et al., 2007).

O estiolamento baseia-se no armazenamento das estacas em baixas temperaturas, que consiste em expor as estacas a temperaturas reduzidas e à ausência de luz. O armazenamento auxilia na superação da endodormência das gemas e possibilita aumento da emissão de brotações nas estacas (SALIBE et al., 2010). Por sua vez, o estiolamento contribui para induzir a inibição do sistema enzimático AIA-oxidase, aumentando, deste modo, a ação da auxina natural AIA nas estacas (BIASI, 1996).

Em trabalho realizado com propagação vegetativa da espécie ‘Boysenberry’ sob temperatura próxima a 4°C (armazenamento a frio-úmido), se constatou que as estacas que não passaram pelo armazenamento a frio-úmido registraram 71,15% de enraizamento e as estacas que foram armazenadas por 20 dias apresentaram 89% de enraizamento (TIBERTI et al., 2012).

O anelamento é realizado por meio da obstrução de um corte na região do córtex. Baseia-se no fato de que a obstrução do floema de um ramo na planta-matriz bloqueia a translocação descendente de carboidratos, fitohormônios e cofatores do enraizamento, permitindo a acumulação desses compostos acima do local da obstrução, região que será a base da futura estaca (FACHINELLO et al., 2005).

A incisão na base da estaca é realizada visando à formação do calo e de raízes nas bordas da lesão. A realização da incisão nas estacas pode promover a formação de raízes em espécies que apresentam algum tipo de barreira mecânica à emissão de raízes. A incisão na base da estaca provoca maior absorção de água e de reguladores de crescimento exógenos, aumentando, desta forma, sua eficiência.

Por outro lado, a incisão permite o rompimento da barreira física exercida pelos anéis do esclerênquima, além do aumento da taxa respiratória e dos teores de auxinas, carboidratos e etileno na área lesionada, o que pode favorecer a emissão de raízes, principalmente em estacas lenhosas (FACHINELLO et al., 1995).

Por favorecer o enraizamento, a incisão na base das estacas beneficia a propagação vegetativa de diversas espécies cultivadas. Em estaca de ameixeira, cultivar ‘Frontier’, verifica-se que a incisão na base da estaca possibilitou aumento de 81,7% no enraizamento em comparação com estacas que não receberam esse manejo (SOUZA et al., 1995). Biasi et al. (1997), analisando o potencial de enraizamento de diferentes porta-enxertos de videira, observaram que o uso da incisão na base da estaca propiciou 85,4; 87,7 e 95,8% de enraizamento as cultivares ‘Tropical’, ‘Jales’ e ‘Campinas’, respectivamente. Tofanelli et al.

(2005), em estudos com estacas de pessegueiro, observaram que o maior enraizamento (82%) foi obtido nas estacas onde se efetuou incisão. Camolesi et al. (2007) observaram que na propagação por estaquia semilenhosa de pessegueiro 'Okinawa', os melhores resultados foram observados para estacas que sofreram incisão e que foram tratadas com ácido indolbutírico nas concentrações de 1500 e 2000mg L⁻¹.

A presença de folhas no ramo das estacas influencia o processo de formação radicular, auxiliando no transporte de substâncias promotoras de enraizamento e promovendo a perda de água por transpiração (COSTA JÚNIOR, 2000). A propagação por estacas apicais tem sido descrita para a atemoia com sucesso, quando na presença de folhas, ao contrário das estacas sem folhas (GEORGE & NISSEN, 1987; HARTMANN et al., 1997).

Gontijo et al. (2003), ao avaliarem a influência da presença de folhas no enraizamento de estacas semilenhosas de aceroleira, perceberam que estas são de grande importância para o sucesso da técnica, de vez que em estacas sem folhas não ocorreu a formação de raízes. A presença de dois pares de folhas em estacas de aceroleira proporcionou maior número e maior massa seca das raízes.

Além das técnicas que favorecem o enraizamento – como a incisão na base que aumenta o tecido meristemático a ser exposto a condições de umidade e luminosidade do substrato e da presença de folhas que translocam substâncias promotoras do crescimento que favorecem a diferenciação dos tecidos meristemáticos – a aplicação exógena de fitorreguladores de crescimento vem apresentando resultados satisfatórios no aumento da porcentagem de estacas que formam raízes e acelera a diferenciação celular, aumentando em número e em qualidade as raízes formadas. Se aplicados em concentração elevada (MACHADO et al., 2005), alguns fitorreguladores, como as auxinas sintéticas, podem inibir o desenvolvimento das gemas e dos ramos. Segundo Owais (2010), a aplicação de hormônios de enraizamento pode aumentar o percentual de enraizamento da ordem de 49 a 73% em estacas de romãzeira.

Para Naik et al. (1999), a aplicação de 1,0 mg L⁻¹ de AIB promoveu os melhores resultados para a propagação *in vitro* de romãzeira via axilar, com emissão de segmentos nodais produzindo mudas enraizadas em 12 semanas. Para Sharma et al. (2009), a maior porcentagem de enraizamento em estacas lenhosas e semilenhosas foi observada quando foram utilizadas 500 ppm AIB + bórax 1% , promovendo 100% de sobrevivência em campo.

De acordo com Alikhani et al. (2011), o uso de estacas com mais de três gemas favoreceu o aumento do número de folhas, ramos e gemas, mas os maiores comprimentos de

raízes foram observados em estacas com três gemas, principalmente quando associados ao substrato contendo areia e turfa na proporção de 1:1.

2.3.2 Enxertia

A enxertia é uma forma de propagação assexuada de vegetais superiores na qual se colocam em contato duas porções de tecido vegetal, de maneira que elas se unam e posteriormente se desenvolvam, originando uma nova planta (HARTMANN et al., 1997). A enxertia constitui-se em prática importante na fruticultura, sendo usada em larga escala nas principais espécies frutíferas de regiões de clima temperado e de clima tropical.

Sua utilização permite a reprodução integral do genótipo que apresenta características desejáveis. Como vantagem adicional, a propagação por enxertia possibilita que as plantas entrem em fase de produção mais cedo (CARVALHO et al., 2000).

A enxertia é uma técnica de propagação vegetativa que consiste em se juntar partes de duas ou mais plantas, de modo que elas, por meio da regeneração de seus tecidos, venham a constituir uma única e nova planta (HARTMANN et al., 2002). A parte denominada porta-enxerto ou cavalo, que irá desenvolver o sistema radicular, serve de base de sustentação da planta e absorção de água e nutrientes do solo, ao passo que o enxerto ou cavaleiro constituirá a copa da planta. Em casos de incompatibilidade entre os dois, pode-se adotar o interenxerto, cuja finalidade é reparar a falta de afinidade entre os dois primeiros (PEIL, 2003).

A enxertia pode ser realizada por meio das técnicas de borbulhia, garfagem, encostia e sob-enxertia, que consiste na renovação do pomar já instalado, sendo a garfagem e a borbulhia as mais empregadas na produção de mudas de plantas frutíferas.

A enxertia por meio de garfagem no topo em fenda cheia é uma forma fácil de ser executada, na qual se faz um corte horizontal no porta-enxerto, eliminando-se totalmente a copa. Depois, faz-se um corte no sentido longitudinal, com 2 a 5 cm de comprimento. No enxerto, se fazem dois cortes na parte basal, em forma de bisel, semelhantes a uma cunha. A seguir, introduz-se a cunha no corte do porta-enxerto (FACHINELLO et al., 2005; FRANZON et al., 2008). Segundo Franzon et al. (2008), na cultura da pitangueira, a enxertia de garfagem em fenda cheia proporcionou melhores percentuais de pegamento dos enxertos (60,0%) do que a garfagem em fenda dupla (44,2%).

A enxertia por garfagem em fenda lateral consiste na inserção de um garfo de 8 a 12 cm de comprimento, retirado de um ramo adulto de planta, o qual, depois de cortado em forma de cunha na parte proximal (basal), é inserido na base do caule do porta-enxerto e

amarrado com fita plástica em uma fenda lateral com 2 a 3 cm de profundidade, feita de cima para baixo, sem que a parte aérea do porta-enxerto seja decepada (SOUZA et al., 1999). No entanto, apresenta como desvantagem a necessidade de uma considerável quantidade de garfos com diâmetros semelhantes ao porta-enxerto (HARTMANN et al., 2002).

Moreira Filho (2009), trabalhando com a cultura do camu-camu, concluiu que os melhores resultados foram obtidos pelos métodos de garfagem em fenda lateral (89,3%) e lateral com lingueta (79,3%), quando comparados com as garfagens no topo em fenda cheia (51,6%) e garfagem à inglesa complicada (31,5%).

A borbulhia, conhecida também como enxertia de gema, consiste em justapor uma pequena porção da casca de uma planta (enxerto), contendo uma gema, com ou sem lenho, em outra planta (porta-enxerto), de modo a permitir seu desenvolvimento (FLORIANO, 2004). É comumente empregada na propagação de frutíferas nas modalidades de T normal, T invertido e em placa.

A borbulhia pelo método do T normal ou do T invertido é utilizada quando o caule do porta-enxerto atinge o diâmetro de 6 a 8 mm (CARVALHO et al., 2005), comparável ao diâmetro de um lápis. Este método é muito usual em plantas cítricas. No caso do T normal, faz-se uma fenda no cavalo (porta-enxerto) no sentido transversal e, posteriormente, no sentido longitudinal, de modo a formar um T. Levantando-se a casca, a gema é então introduzida, e posteriormente amarrada junto ao porta-enxerto de cima para baixo, com fitilho plástico ou biodegradável, a fim de conservar a umidade e manter a gema unida ao porta-enxerto. No método do T invertido, o processo é semelhante ao do T normal, invertendo-se as fendas de modo a se formar um T invertido. A amarração é feita de baixo para cima. O método do T invertido apresenta vantagens sobre o do T normal por evitar a penetração de água na região da enxertia (TEÓFILO SOBRINHO, 1991).

Na borbulhia em placa, são feitas quatro incisões no porta-enxerto, sendo duas transversais e duas longitudinais, de modo a liberar a região a ser ocupada pela borbulha. A borbulha é retirada do garfo, praticando-se também duas incisões transversais e duas longitudinais no ramo, de modo a obter um escudo idêntico à parte retirada do cavalo (SIMÃO, 1998). A borbulha deverá ser cortada com o mesmo formato do corte feito no porta-enxerto, no qual deverá se encaixar perfeitamente e, em seguida, ser amarrada cuidadosamente com fitas plásticas (HILL, 1996).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIKHANI, L.; ANSARI, K.; JAMNEZHAD, M.; TABATABAIE, Z.. The effect of different mediums and cuttings on growth and rooting of pomegranate cuttings'. **Iranian Journal of Plant Physiology**, Irã, v. 1, n. 3, p. 199-203, 2011.
- BIASI, L. A.; POMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta-enxerto de videira mediante estaquia semilenhosa. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 367-376, 1997.
- BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HARARI, M.; GREENBERG, A.; SHOMER, I.; HOLLAND, D. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 189-195, 2009.
- CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K.; SACHS, P. J. D.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; FARIA, A. P.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V. Enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro “Okinawa” sob efeito de lesão e ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1805-1808, 2007.
- CARVALHO, J. E. U.; RIBEIRO, M. A. C.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. N. **Enxertia da gravioleira (*Annona muricata* L.) em porta-enxertos dos gêneros *Annona* e *Rollinia***. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 27).
- CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. **Produção de material básico e propagação**. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (eds) Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005, p. 279-316.
- CEAGESP. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/arquivo/2010>>. Acesso em 23 de mai. 2012.
- COSTA JÚNIOR, W. H. **Enraizamento de estacas de goiabeira**: influência de fatores fisiológicos e mesológicos. 2000. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, SACRAMENTO, C. K. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funepe, 279p. 1998.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: UFPEL, 178p.,1995.
- FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 113-121, 1997.

FLORIANO, E.P. **Produção de mudas florestais por via assexuada**. Santa Rosa- RS: ANORGS, 1. ed. Santa Rosa-RS, 2004, 37f. (Caderno Didático n. 3).

FRANCK, N. **Produção e manejo de plantações de romã no Chile, Israel e Argentina**. In: Granados, perspectivas e oportunidades de um negócio emergente. Chile, Fundación Chile. 2009, p. 28-35.

FRANZON, R. C.; GONÇALVES, R. S.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 488-491, 2008.

GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J. Propagation of *Annona* species: a review. **Scientia Horticulturae**. v. 33, p. 75-85, 1987.

GHOSH, D.; BAMDYOPADHYAY, A.; SEN, S. K. Effect of NAA and IBA on adventitious root formation in stem cuttings of Pomegranate (*Punica granatum* L.) under intermittent mist. **Indian Agri**. v. 32, p. 239-243, 1998.

GIL, M.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, p. 4581-4589, 2000.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. Nobel, 446p., 2007.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 2, p. 290-292, Agosto 2003.

HAMBRICK, C. E.; DAVIES, F. T.; PEMBERTON, H. B. 'Seasonal changes in carbohydrate/nitrogen levels during field rooting of *Rosa multiflora* 'Brooks 56' hardwood cuttings'. **Scientia Horticulturae**. v. 46, n. 1, p. 137-146, 1991.

HARTMAN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HILL, L. Estaquia. In: HILL, L. **Segredos da propagação de plantas**. São Paulo: Nobel, 1996. p. 117-138.

IBRAF INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2013.

KADER, A. A. **Postharvest biology and technology of pomegranates**. In: SEERAM, N. P., SCHULMAN, R. N. E HEBER. D. (Org.) Pomegranates. Ancient roots to modern medicine. Eds.: Boca Raton: CRC Press-Taylor e Francis. 2006. p. 211-218.

KARIMI, H. R. Stenting (cutting and grafting) – A technique for propagating pomegranate (*Punica granatum* L.). **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 19, p. 73-79, 2011.

KOTKIN, C. **Pomegranates on parade**. Wine News, 2006. Disponível em: <www.thewineneeds.com/decjan0506/cuisine.asp>. Acesso em: 13 de set. 2012.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil – arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 1088p.

MACHADO, M. P. et al. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira ‘VR043’ (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 27, p. 476-479, 2005.

MANICA, I. **Romã (Frutas Nativas e Exóticas)**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007; 90p.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. **Recomendação para a cultura do mamoeiro cv. Solo do Estado do Espírito Santo**. 3. ed. Vitória: s.ed., 1987. 64p.

MAYER, N. A. et al.; Propagação do umezeiro por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 673-676, 2001.

MELGAREJO, P.; MARTÍNEZ, J.; AMORÓS, A.; MARTÍNEZ, V. R. **Estudio de La capacidad de enraizamiento de diez clones de granado (*Punica granatum* L.)**. In: 1st symposium International sober el Granado. 1998, Italia.

MELGAREJO, P.; MARTINEZ, J.; MARTINEZ, J. J.; SANCHEZ, M. **'Preliminary Survival Experiments in Transplanting Pomegranate'**. In: MELGAREJO, P.; MARTINEZ-NICOLAS, J. J.; MARTINEZ-TOME, J. (Eds.). Production, Processing and Marketing of Pomegranate in the Mediterranean Region: Advances in Research and Technology. Zaragoza: CIHEAM Publication, Europe, 2008. p. 163-167.

MMARM. Anuario de estadística agroalimentaria. Madrid Indian Council of Agricultural Research. 2009. **Pawar inaugurates new national research centre on pomegranate**. Disponível em: <www.icar.org.in/prI25092005.htm>. Acesso em: 20 de ago. 2013.

MORENO P. M. **El granado, su problemática y usos**. En: I Jornadas nacionales sobre el granado, 7-27 Octubre 2010, Elche, España (CD-ROM).

MOREIRA FILHO, M.; FERREIRA, S. A. N. Clonagem do camu-camu arbustivo em porta-enxertos de camu-camu arbustivo e arbóreo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

NAIK, S. K.; PATTNAIK, S.; CHAND, P. K. In vitro propagation of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Ganesh) through axillary shoot proliferation from nodal segments of mature tree. **Scientia Horticulturae**, v. 79, p. 175-183, 1999.

OWIS S. J. Rooting response of five Pomegranate varieties to Indole Butyric Acid (IBA). **Pakistan Journal of Biological Sciences**. v. 13, p. 51-58, 2010.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa-MG: UFV, 2001. 46p. (Cadernos Didáticos, 83).

PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science and Technology**. v. 21, p. 3-11, 2010.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

Pio; R.; Dall'Orto, F. A. C.; Alvarenga, A. A.; Abrahão, E.; Signorini, G.; Chagas, E. A. Enraizamento de estacas juvenis do marmeleiro 'Japonês' estratificadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 71 – 74, 2007.

QUIROZ, I. **Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente: Antecedentes de mercado**. Fundación Chile. 2009.

ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, n. 7, p. 1386–1394, 2010.

SALGADO, J. M.; FERREIRA, T. R. B.; BIAZOTTO, F. O.; DIAS, C. T. S. Increased Antioxidant Content in Juice Enriched with Dried Extract of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel. **Plants Food for Human Nutrition**, New York, v. 67, n. 1, p. 39-43, 2012.

SALIBE, A. B. et al. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'VR 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 617-622, 2010.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARTINS, A. B. G.; SANTOS, J. M. Aspectos histológicos em anonáceas através da microscopia eletrônica de varredura e implicação no enraizamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, Cabo Frio, RJ. 2006. **Resumos...** Cabo Frio, RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. p. 335.

SHARMA, N.; ANAND, R.; KUMAR, D. Standardization of pomegranate (*Punica granatum* L.) propagation through cuttings. **Biological Forum – An International Journal**, v. 1, p. 75-80, 2009.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FESALQ. p. 313-326, 1998.

SIMONIAN, D. **Análisis del mercado internacional del granado perspectivas para las exportaciones chilenas**. Redagícola Edición N° 16, Mayo 2007.

SOUZA, C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Efeito da lesão e do ácido indolbutírico no enraizamento de duas cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl) através de estaca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 171- 174, 1995.

SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero spondias**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 1999, p. 1-8 (Comunicado Técnico n. 37)

SUMNER, M. D.; ELLIOTT-ELLER, M.; WEIDNER, G.; DAUBENMIER, J. J.; CHEW, M. H.; MARLIN, R. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. **Journal of Cardiology**, v. 96, p. 810–814, 2005.

TEÓFILO SOBRINHO, J. **Propagação dos citros**. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. (Eds.) Citricultura Brasileira. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 281-301, 1991.

TIBERTII, A. S.; PIOI, R.; ASSISI, C. N.; SILVA, K. N.; TADEUI, M. H. Propagação do ‘Boysenberry’ por estaquia e mergulhia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 423 – 428, mar. 2012.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. 2,6- Di-hidroxiacetofenona e tipo de corte basal no enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro ‘Okinawa’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 462-464, 2005.

WERKMAN, C.; GRANATO, D. C.; KERBAUY, W. D.; SAMPAIO, F. C.; BRANDÃO A. A. H, RODE, S. M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L. (romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 10, n. 3, p. 104-111, 2008.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE ROMÃZEIRA ‘MOLAR’ PROPAGADAS POR ESTAQUIA

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a produção de porta-enxerto sob diferentes técnicas de manejo de estacas de romãzeira cv ‘Molar’, nos períodos seco e chuvoso, no semiárido paraibano. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Campus do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. Realizou-se dois experimentos, um no período seco, que compreendeu ao período de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I) e outro no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). Realizaram-se os experimentos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para o acompanhamento do crescimento e fisiologia da planta adotou-se esquema fatorial composto por dois fatores, manejos de estacas (Estacas com folhas; Estacas sem folhas e Estacas sem folhas mais incisão na base) em função de épocas de avaliação (Dias após o plantio). O material propagativo foi adquirido de plantas comerciais, obtido da porção mediana do ramo, sendo estacas do tipo semilenhosas. As mesmas foram padronizadas quanto ao tamanho, com padrão de 15 cm de comprimento. A técnica M3 é a mais adequada para a propagação vegetativa da romãzeira ‘Molar’ independente do período do ano (seco ou chuvoso). Os porta-enxertos produzidos no período chuvoso obtiveram o maior índice de sobrevivência, crescimento da parte aérea e radicular. O uso de estacas com folhas para a propagação vegetativa da romãzeira ‘Molar’ no período seco é inviável. A melhor época para o transplantio das mudas de romãzeira ‘Molar’ é aos 130 dias após a semeadura, quando estas retomam seu potencial fotossintético e apresentam uma altura média de 45cm.

Palavras-chave: *Punica granatum* L., propagação vegetativa, produção de mudas.

ABSTRACT

In order to study the production of rootstock under different management techniques cuttings in the pomegranate cv 'Molar', in the dry and wet seasons, in Paraíba semiarid. The survey was conducted in the greenhouse, in the Campus Center of Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, Brazil. Two experiments were conducted, one in the dry season, which comprised the period from August to December 2012 (Experiment I) and another in the rainy season, from January to June 2013 (Experiment II). The experiments were conducted in a completely randomized design (DIC) with four replications and five plants per replication. In order to monitor the growth and physiology of the plant, it was adopted factorial design consisting of two factors, managements of cuttings (cuttings with leaves, cuttings without leaves and cuttings without leaves more base incision) in function evaluation times (Days after planting). The propagation material was acquired from commercial plants, obtained from the middle portion of the branch, with the semi-hardwood cuttings type. The samples were standardized by size, standard length 15 cm. The cuttings without leaves more base incision is the suitable technique for vegetative propagation of the pomegranate 'Molar' regardless of the season (dry or wet). Rootstocks produced in the rainy season had the highest survival rate, growth of shoots and roots. The use of leaved cuttings in vegetative propagation of the pomegranate 'Molar' in dry period is not feasible. The best time for transplanting the seedlings pomegranate 'Molar' is at 130 days after sowing, when they resume their photosynthetic potential and have an average height of 45cm.

Keywords: *Punica granatum* L., vegetative propagation, seedling production.

1 INTRODUÇÃO

Punica granatum L. é conhecida no Brasil como romã, um arbusto lenhoso, ramificado, da família Punicaceae, nativa da região que abrange desde o Irã até o Himalaia, ao noroeste da Índia, e há muito tempo tem sido cultivada em toda a região mediterrânea da Ásia, África, Europa e, mais recentemente, nas Américas (WERKMAN et al., 2008). Dentre as principais variedades de romãzeira, pode-se destacar a ‘Molar’ como referência mundial em termos de produção, destacando-se principalmente na Espanha, maior produtor mundial e maior exportador de romãs da Europa, por apresentar frutos de melhor qualidade e maior tamanho do que as romãs do grupo das Valencianas, que ocupam o segundo lugar na produção espanhola (MARM, 2010).

Ao aportar no Brasil, a romãzeira despertou interesse em diversos produtores de fruteiras, tendo em vista que esta espécie evoluiu rapidamente dos pequenos pomares domésticos para grandes áreas produtivas, aumentando sua produção de 185 toneladas de frutas frescas em 2001 para 2030 toneladas em 2011 (IBRAF, 2012). Devido à expansão da área cultivada da romãzeira, faz-se necessário o uso de tecnologias que proporcionem uma boa produção de mudas, já que o emprego de mudas com alta qualidade na implantação do pomar favorece o aumento da produtividade e a precocidade da primeira produção (PRADO et al., 2005). Dentre as técnicas de produção de mudas, tem-se a propagação vegetativa por estaquia, técnica de propagação que consiste no princípio de que é possível regenerar uma planta a partir de um segmento de ramo, folha ou raiz (FACHINELLO et al., 2005). Neste sentido, tem a vantagem de não possibilitar mutações, gerando, ao contrário, plantas uniformes, além de reduzir o ciclo vegetativo da planta, antecipando a época de produção (HARTMANN et al., 2002).

Na produção de mudas de qualidade, fatores como cultivares, estágio de desenvolvimento, substrato, reguladores de crescimento, além das diferentes condições ambientais, inerentes a cada época do ano, podem interferir no processo de enraizamento das estacas (BIAZATTI, 2013). Ramos et al. (2008) observaram que estacas de figueira (*Ficus carica* L.), quando coletadas no período de outono, reduzem seu enraizamento em 55%. Segundo Scaloppi Junior & Martins (2003), a época do ano em que as estacas são coletadas pode melhorar os resultados de enraizamento adventício.

Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes técnicas de manejo de estaca de romãzeira ‘Molar’, para a propagação vegetativa da espécie, no período seco e chuvoso, no semiárido paraibano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB. Realizaram-se dois experimentos, um no período seco, que compreendeu ao período de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I), e outro no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). O município de Pombal está localizado nas coordenadas geográficas 6° 46' 13'' de latitude sul e 37° 48' 06'' de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como semiárido ("AW" quente e úmido) com média anual de pluviosidade e de temperatura de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente.

A variedade empregada foi a romãzeira 'Molar' e o material propagativo foi adquirido de um pomar comercial da Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, Sousa-PB (longitude 38°13'41'' e latitude 06°45'33''), distante 30 km do município de Pombal- PB. As estacas obtidas da variedade 'Molar' foram do tipo semilenhosas, obtidas da porção mediana do ramo (Figura 1), cujas plantas matrizes de romãzeira foram propagadas por sementes, estando na época da coleta com três anos de idade, manejada em sistema orgânico (Certificado IBD, Lei 10.831).



Figura 1. Coleta de estacas semilenhosa de romãzeira cv. Molar. Fazenda Águas de Tamanduá, Sousa-PB.

Foto: Paiva, 2014.

As estacas foram obtidas de várias plantas vigorosas e saudáveis, no horário da manhã, com o uso de tesoura de poda. Em seguida, foram postas em caixa de isopor, sendo acomodadas em camadas de papel toalha umedecida, para evitar desidratação. Posteriormente, foram transportadas para o Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB.

No laboratório, as estacas foram lavadas em água corrente e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos, e padronizadas quanto ao tamanho, estabelecendo-se o comprimento de 15 cm e diâmetro variando de 4 a 5 mm.

Posteriormente, realizaram-se os manejos (M), considerando-se M₁- Estacas com folhas: deixaram-se de três a quatro pares de folhas por estaca, cortando-as na região mediana do seu comprimento, com o intuito de diminuir a desidratação foliar; M₂- Estaca sem folhas: retirou-se todas as folhas das estacas, tomando-se cuidado para evitar danificar as gemas; M₃- Estacas sem folhas com incisão na base: retiraram-se as folhas das estacas e, posteriormente, realizaram-se duas incisões na base em forma de bisel, com comprimento em torno de 1 cm e profundidade em torno de 2 a 3 mm.

Experimento I

No experimento I, o plantio foi realizado enterrando-se estacas a uma profundidade de 2/3 do comprimento, em recipientes (sacos de polietileno) com dimensões de 20 x 25 cm contendo substrato constituído por três partes de areia lavada: 1/2 de substrato (Plantmax[®]): 1/2 de esterco bovino curtido, cujas análises química e física foram realizadas no LSNP/CCTA (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física do substrato utilizado para a produção de mudas de romãzeira, no período seco (agosto a dezembro de 2012). UFCG, Pombal - PB, 2014.

Análise química*												
pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	SB	T	V	PST	M.O
-	-dS/m-	-%-	mg/dm ³ -	-----cmol/dm ³ -----				-----%-----		-g/kg-		
7,7	0,8	2,1	10	2,2	5,6	5,8	1,1	13,6	14,7	92,6	7,4	41
Análise física**												
Areia	Silte	Argila	Densidade aparente		Densidade real		Porosidade total		Classe textural			
-----g Kg ⁻¹ -----		-----g cm ⁻³ -----		m ⁻³ m ⁻³		-						
723	151	126	1,15		2,41		0,52		Franco Arenoso			

Laboratório de análises: laboratório de solos e nutrição de plantas – LSNP, Pombal – PB. *pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; p, k, Na: extrator Mehlich I; Al, Ca, Mg: extrator KCL – 1mol/L; SB = Soma de Bases Trocáveis; C.E. em água – Relação 1:2,5; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; PST= percentagem de sódio trocável. ** granulométrica: pelo decímetro de boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com cobertura de sombrite com passagem de 50% de luminosidade, com registro diário de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2), e a irrigação era realizada diariamente no início da manhã e fim de tarde, com regador manual, mantendo-se o solo na capacidade de campo, de modo a manter a necessidade hídrica das mudas.

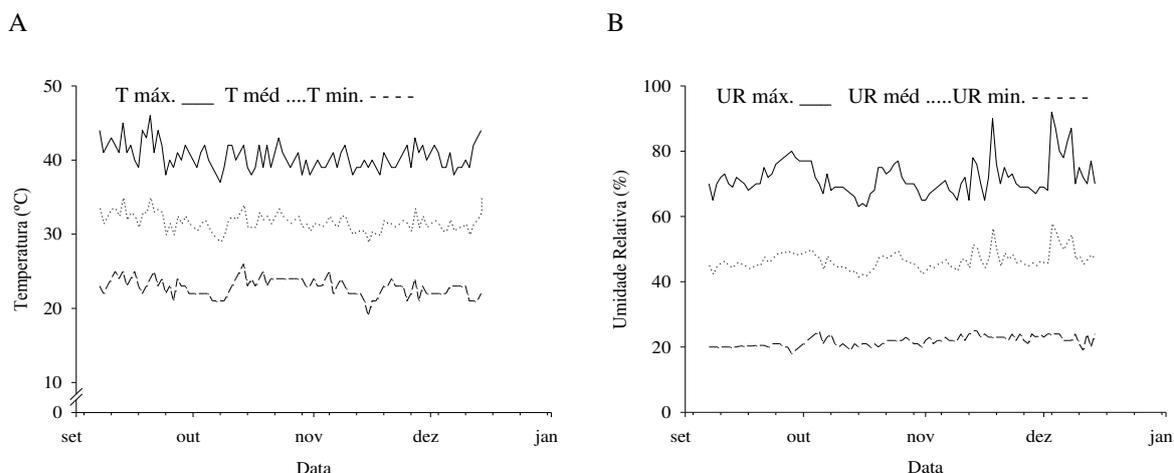


Figura 2. Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 07 de setembro a 14 de dezembro de 2012. UFCG, Pombal-PB, 2014.

Aos 70 e 85 dias após o plantio das estacas, foram realizadas aplicações foliares, por meio de borrifamento com fertilizante orgânico Viva Verde[®] da Ecofértil (Tabela 2), de modo a evitar possíveis deficiências nutricionais.

Tabela 2. Concentração dos nutrientes do fertilizante orgânico Viva Verde[®] da Ecofértil. UFCG, Pombal - PB, 2014.

Nutrientes	CE	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
	dSm ⁻¹	(g L ⁻¹).....											
Concentração	3,11	5,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,06	0,05	0,01	0,02	0,002	0,01	0,01	0,002

Fonte: Ecofértil.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição, adotando o esquema fatorial (3 x 5), cujos tratamentos eram compostos por manejos de estacas (M1 - estacas com folhas; M2 - estacas sem folhas e M3 - estacas sem folhas mais incisão na base) x épocas de avaliação (dias após o plantio das estacas).

Aos 60, 70, 80, 90 e 100 dias após o plantio (DAP), avaliou-se percentagem de sobrevivência, número de brotações, número de folhas, diâmetro da estaca e comprimento da parte aérea. As análises fisiológicas de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e a eficiência instantânea da carboxilação foram realizadas a partir dos 70 após o plantio (DAP), considerando-se esquema fatorial (3 x 4), manejos de estacas x épocas de avaliação.

As análises destrutivas foram avaliadas aos 100 (DAP) e constituíram-se de

comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e de raízes e total e índice de qualidade de Dickson.

Experimento II

No experimento II, o plantio também foi realizado enterrando-se estacas a uma profundidade de 2/3 do comprimento, em recipientes de sacos de polietileno com dimensões de 20 x 25 cm. Utilizou-se substrato constituído por três partes de areia lavada: uma de composto orgânico (Ecofertil[®]) (Tabela 3). O ambiente de produção, as condições de irrigação e as técnicas de manejo das estacas foram semelhantes ao realizado no experimento I. Durante o período do experimento, foram registrados os dados de temperatura e umidade relativa (Figura 3).

Tabela 3. Análise química e física do substrato utilizado para a produção de mudas de romãzeira, no período chuvoso (janeiro a junho de 2013). Pombal - PB, 2014.

Análise química*												
pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	SB	T	V	PST	M.O
-	dSm ⁻¹	%	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----	g kg ¹	
7,9	0,9	-	20	0,3	4,8	5,1	3,4	10,2	13,5	74,9	25,0	49
Análise física**												
Areia	Silte	Argila	Dens. Aparente	Dens. real	Poros. total	Classe textural						
-----g Kg ⁻¹ -----			-----g cm ⁻³ -----		m ⁻³ m ⁻³	-						
731	147	122	1,30	2,48	0,47	Franco Arenoso						

*Laboratório de análises: Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP, Pombal – PB. pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; p, K, Na: extrator Mehlich- I; Al, Ca, Mg: extrator KCl – 1 mol/L; SB = Soma de Bases Trocáveis; CE, em água – relação 1:2,5; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Saturação por Bases; PST= Percentagem de Sódio Trocável. ** Granulométrica: pelo decímetro de Boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

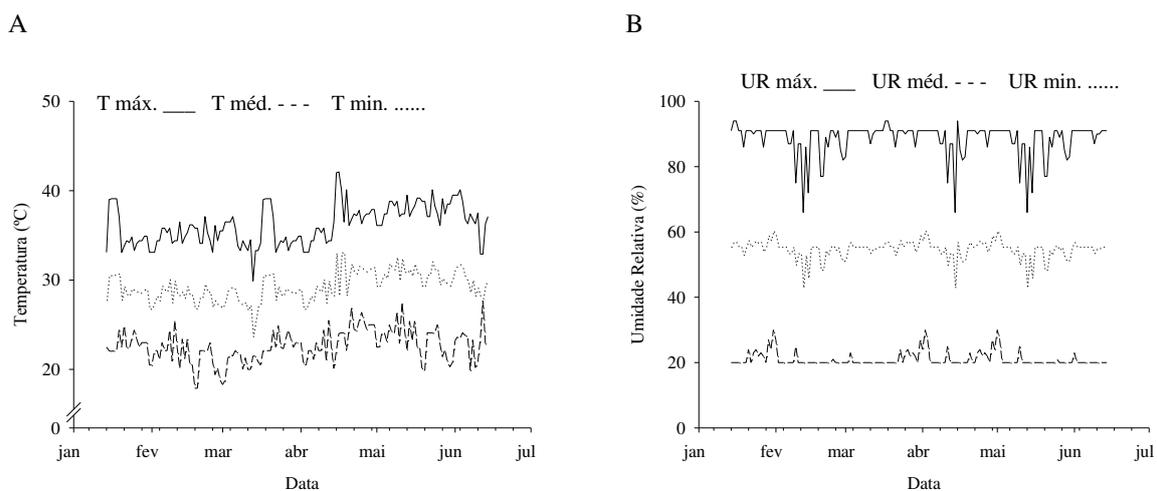


Figura 3. Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 14 de abril a 14 de junho. UFCG, Pombal-PB, 2014.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para as variáveis não destrutivas, adotou-se o esquema fatorial (3 x 10), manejos de estacas x épocas de avaliação.

Aos 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 e 150 DAP avaliou-se as mesmas análises não destrutivas do experimento I. As análises fisiológicas de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e a eficiência instantânea da carboxilação foram realizadas a partir dos 90 DAP (90, 120, 130, 140 e 150 DAP) considerando-se esquema fatorial (3 x 5), manejos de estacas x épocas de avaliação.

As análises destrutivas foram avaliadas somente aos 150 dias após o plantio (DAP) e constituíram-se de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea, das raízes e total e do índice de qualidade de Dickson.

2.1 Características avaliadas

- a) Percentagem de sobrevivência (PS)** – Contabilizado por meio do número de mudas vivas em relação ao número total de mudas;
- b) Número de brotações (NB)** – Contagem direta do número de brotações emitidas;
- c) Número de folhas (NF)** – Consideraram-se as folhas que apresentaram tamanho superior a três cm;
- d) Comprimento da parte aérea (cm) (CPA)** – Medido do colo da planta até a gema apical;
- e) Diâmetro da estaca (mm) (DE)** – Determinado por meio de medições na porção mediana da estaca, utilizando-se paquímetro digital;
- f) Comprimento da raiz (cm) (CR)** – Mediu-se a distância do colo até o ápice da raiz;
- g) Massa fresca da parte aérea (g/planta) (MFPA)** – Aferida por meio de pesagem em balança analítica;
- h) Massa seca da parte aérea (g/ planta) (MSPA)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g;
- i) Massa fresca da raiz (g/ planta) (MFR)** – Aferida por meio da pesagem das raízes em balança analítica;
- j) Massa seca da raiz (g/ planta) (MSR)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica;

l) Massa seca total (g/planta) (MST) – foi obtida com a soma da matéria seca da parte aérea e da raiz.

m) Índice de Qualidade de Dickson (IQD) – O IQD é uma fórmula balanceada na qual se incluem as relações das variáveis morfológicas, como MST, MSPA, MSR, CPA e DE (CRUZ et al., 2006), descrito a seguir na equação 1:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{CPA(cm)}{DE(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad \text{Eq. 1}$$

n) Trocas gasosas – Foram determinadas as trocas gasosas nas folhas completamente desenvolvidas, no período de 7:00 às 8:00 horas da manhã, quando determinou-se a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*g_s*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (*C_i*). De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (*EUA*) (*A/T*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (*A/C_i*) (SCHOLLES & HORTON, 1993; KONRAD et al., 2005). Para as medições, utilizou-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

2.2 Análises estatísticas

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as quantitativas por meio de análise de regressão. A escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes de regressão, na significância do teste F, no fenômeno biológico e no valor do coeficiente de determinação. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Não houve interação entre os fatores manejo de estacas e época de avaliação para as variáveis PS, NB, NF, DE e CPA. No fator manejo de estacas, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para todas as variáveis, exceto para NB, que teve significância ao nível de 5% de probabilidade. O fator época de avaliação não foi significativo para PS e NB, havendo efeito significativo ao nível de 1% para as características NF e CPA, e ao nível de 5% de probabilidade para DE (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		OS	NB	NF	DE	CPA
Manejo de estacas (M)	2	8046,82**	4,39*	16412,12**	35,30**	1519,24**
Época de avaliação (E)	4	142,65 ^{ns}	0,17 ^{ns}	37145,48**	1,15*	1085,54**
M x E	8	341,40 ^{ns}	0,19 ^{ns}	632,13 ^{ns}	0,04 ^{ns}	30,55 ^{ns}
Erro	45	352,59	0,69	435,40	0,33	27,68
CV (%)		36,90	36,48	25,03	8,13	26,78

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

A percentagem de sobrevivência foi superior nas estacas plantadas sem folhas e com incisão na base (M3), diferindo significativamente das demais técnicas de manejo. No M3, foram registrados 70% de plantas vivas, ao passo que nas demais técnicas houve 52,65% e 30% em M2 e M1, respectivamente (Tabela 5).

Desta forma, observa-se melhor viabilidade no M3, em virtude da maior capacidade de sobrevivência da espécie às condições adversas do período seco, quando a temperatura é muito elevada e a umidade relativa do ar é muito baixa (Figura 1). Do ponto de vista fisiológico, estacas manejadas com lesões na base permitem maior absorção de água e nutrientes, aumentando a eficiência de enraizamento (SANTORO et al., 2010).

Tabela 5. Percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Molar’ em função do manejo de estacas no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	PS (%)	NB	NF	DE (mm)	CPA (cm)
M1	30,00 c	1,75 b	62,12 b	5,62 b	15,86 b
M2	52,65 b	2,62 a	72,03 b	7,83 a	13,46 b
M3	70,00 a	2,48 a	115,95 a	8,01 a	29,61 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M₁: Estacas com folhas; M₂: Estacas sem folhas; M₃: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Para o número de brotações e diâmetro da estaca, foram observados comportamentos semelhantes ao M2 e M3, superiores em média a M1 (Tabela 5). Desta forma, o manejo das estacas com a retirada das folhas por ocasião do plantio exerce influência sobre estas características. A retirada das folhas pode ter proporcionado menor desidratação à estaca e estimulado a emissão dos brotos, que ficaram mais expostos às condições do meio, favorecendo a luminosidade nas brotações, localizadas nas axilas das folhas.

Conforme Hartmann et al. (2002), as brotações são formadas a partir de reservas orgânicas, e assim dependem mais da condição da estaca, como por exemplo, do diâmetro da mesma, do que do tipo de substrato. Hussain et al. (2012) também observam diferenças no

crescimento em diâmetros das estacas de romãzeira em função de diferentes tipo de estacas.

Batista et al. (2011), estudando a propagação vegetativa da romãzeira em diferentes substratos, encontraram resultados diferentes, ou seja, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para a característica diâmetro do caule.

Em concordância com as demais variáveis, a técnica M3 revelou melhor efeito no número de folhas emitidas e no comprimento da parte aérea, diferindo significativamente das demais técnicas, que não diferiram entre si (Tabela 5). O comportamento das estacas com folhas pode estar relacionado à sensibilidade de desidratação das estacas sob condições do período seco (Figura 1), já que elas perderam suas folhas dois dias após o plantio.

Batista et al. (2011), estudando a propagação vegetativa da romãzeira por estaquia em diferentes substratos, não observaram diferença significativa no número de folhas, sendo que o número médio de folhas variou de 29,5 a 37,25 aos 60 DAP.

Foi observado comportamento linear crescente para as variáveis número de folhas, diâmetro das estacas e comprimento da parte aérea ao longo das épocas de avaliação (Figura 4 A, B e C). O aumento no número de folhas nas estacas é um fator altamente benéfico, por constituírem o principal local de fotossíntese e serem centros de reserva, fonte de auxinas e cofatores de enraizamento que são transcolados para a base das estacas (VIDAL et al., 2006).

O diâmetro médio das estacas passou de 6,7 mm, aos 60 dias após o plantio, para 7,5mm, aos 100 DAP (Figura 4B). Altoé et al. (2011) constataram efeito semelhante em goiabeira, ou seja, observaram aumento gradativo no diâmetro médio das estacas, com o desenvolvimento das mudas.

O comprimento da parte aérea passou, em média, de nove cm de comprimento, aos 60 DAP para 33 cm, aos 100 DAP, representando um aumento médio de 24 cm, corroborando com Marm (2010), o qual relata que esta variedade é caracterizada por ser muito vigorosa e de rápido crescimento.

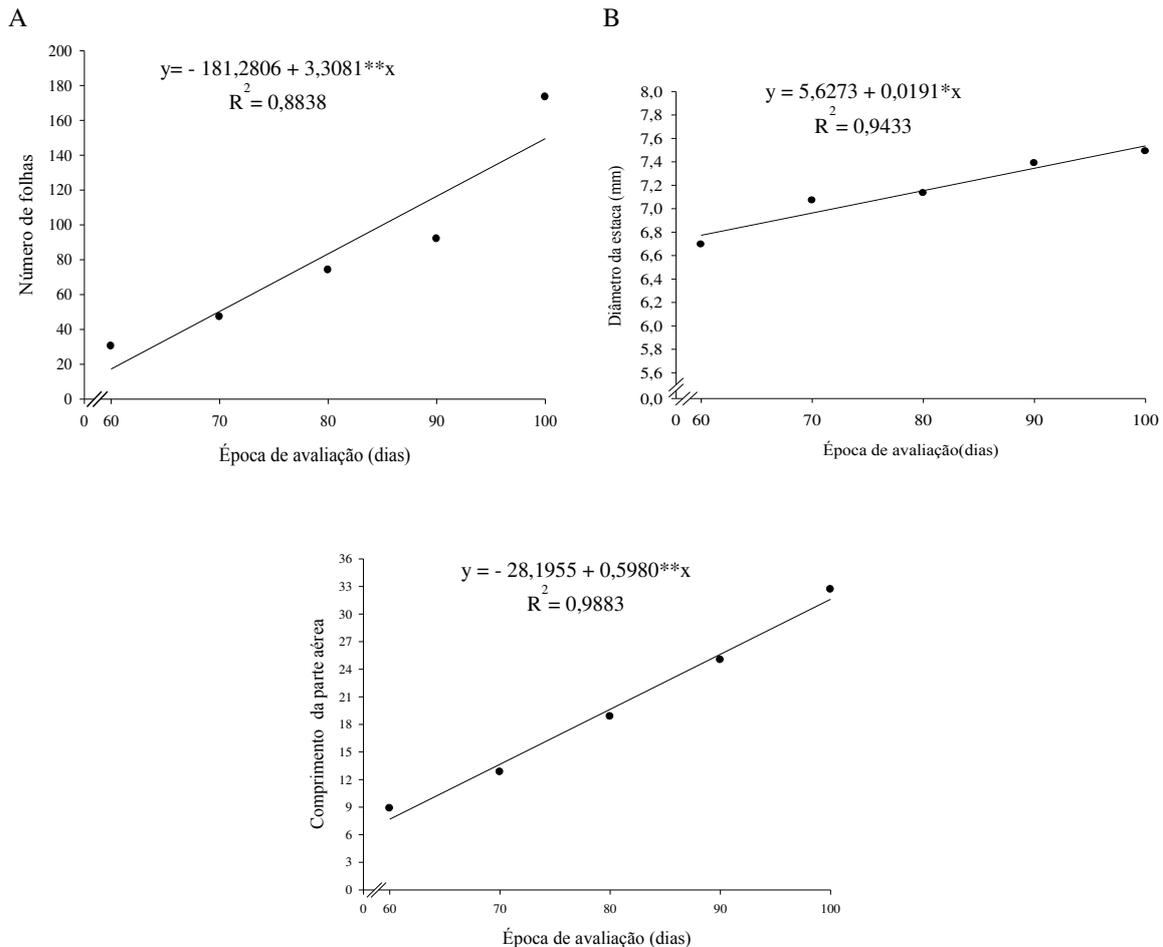


Figura 4. Efeito das épocas de avaliação nas variáveis número de folhas (A), diâmetro da estaca (B) e comprimento da parte aérea (C) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student.

Conforme a análise de variância, realizada aos 100 DAP, houve diferença significativa entre as técnicas de manejo das estacas, ao nível de 1% de probabilidade, para todas as variáveis analisadas (Tabela 6), indicando a importância do manejo das estacas para o crescimento e acúmulo de biomassa das mudas de romãzeira no período seco do ano.

Tabela 6. Resumo de análise de variância das variáveis comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio						
		CR	MFPA	MFR	MSSA	MSR	MST	IQD
Manejos	2	107,72**	162,01**	58,06**	36,47**	3,13**	55,70**	2,024**
Erro	9	2,63	3,54	3,13	0,45	0,19	0,915	0,064
CV (%)		5,61	11,30	18,07	8,35	15,56	8,76	15,73

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O comprimento da raiz foi maior nas estacas manejadas sem folhas e com incisão na base (M3), 34,85 cm, que diferiu das demais técnicas (M1 e M2), nas quais não se observou, porém, diferença significativa (Tabela 7). Desta forma, percebe-se que a incisão na base da estaca beneficia o crescimento das raízes em estacas de romãzeira.

De acordo com Biasi et al. (2000), a atividade celular na área lesionada é estimulada pelo aumento da taxa respiratória, elevação nos teores de auxinas, carboidratos e etileno, resultando na formação de raízes nas margens da lesão. Becker et al. (2010), trabalhando com incisão na base das estacas de videira, observaram que a incisão proporcionou um maior comprimento de raiz das estacas.

No entanto, Wagner Júnior et al. (2004) verificaram que diferentes tipos de lesões na base de mirtilo não influenciaram o enraizamento e o desenvolvimento das raízes de estacas herbáceas de quatro cultivares. De modo semelhante, Gontijo et al. (2003) observaram maior crescimento de raízes em estacas com um e dois pares de folhas, sendo o maior comprimento observado em estacas com duas folhas, o que indica que técnicas de manejo das estacas podem exercer efeitos diferenciados entre as espécies.

Tabela 7. Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em romãzeira ‘Molar’ em função do manejo das estacas, no período seco (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm	-----g/planta-----					
M1	26,84 b	11,02 c	5,42 b	5,27 c	1,85 b	7,12 c	0,859 c
M2	25,13 b	15,40 b	11,54 a	7,61 b	3,44 a	11,06 b	1,712 b
M3	34,85 a	23,56 a	12,41 a	11,26 a	3,31 a	14,58 a	2,271 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M₁: Estacas com folhas; M₂: Estacas sem folhas; M₃: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

O bom desenvolvimento de raízes em estacas é influenciado por condições internas da planta matriz, como reflexo de um equilíbrio hormonal entre inibidores, promotores e cofatores, que interferem no crescimento das raízes, existindo, além disso, relação entre enraizamento e reservas de hidratos de carbono e nitrogênio (FACHINELLO et al., 2005).

A massa fresca da parte aérea também foi maior nas estacas manejadas sem folhas e com incisão na base (M3), 23,56g, que diferiu dos demais manejos (M1 e M2), nos quais se registrou 11,02g e 15,40g, respectivamente (Tabela 7). Comportamento semelhante foi observado para massa seca da parte aérea, sendo maior em M3, 11,26g, diferindo das demais técnicas de manejo, nos quais se registrou 5,27g e 7,61g, respectivamente (Tabela 7).

Não houve diferença significativa para massa fresca e seca da raiz entre os manejos M3 e M2, que apresentaram os melhores resultados, e diferiram significativamente da M1.

Resultados divergentes foram retratados em acerola por Gontijo et al. (2003), os quais verificaram que a presença de dois pares de folhas proporcionou maior percentagem de enraizamento, número de raízes por estaca e massa seca, ao passo que as estacas sem folha não apresentaram formação de raízes.

Em função dos resultados observados para a massa seca da parte aérea e das raízes, observou-se o maior acúmulo de massa seca total para as mudas propagadas por estacas sem folhas e com incisão na base (Tabela 7). Também em função desses resultados, observa-se o menor acúmulo de massa seca total para as mudas de romãzeira propagadas por estacas com folhas, as quais corroboram com menor crescimento vegetativo observado sob esta técnica de manejo (Tabela 5).

Para o Índice de Qualidade de Dickson, observaram-se os resultados mais promissores para M3 (2,27), diferindo da M2 (1,71) e da M1 (0,86) (Tabela 7). Este índice é um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera em seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, sendo consideradas várias características importantes (FONSECA, 2000).

Tendo em vista que as mudas propagadas pela M3 foram portadoras do maior crescimento vegetativo e acúmulo de massa seca, como também o maior Índice de Qualidade de Dickson. Segundo critérios de Hunt (1990), quanto maior o valor de IQD, maior será a qualidade da muda, podendo-se indicar a M3 como a técnica mais promissora para a produção de mudas de romãzeira 'Molar' via estaquia no período seco do ano.

Observou-se efeito significativo para a interação manejo de estacas e época de avaliação para a variável condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EIC) ao nível de 1% de probabilidade e ao nível de 5% de probabilidade para a transpiração (E) e eficiência no uso da água (EUA) (Tabela 8).

Todavia, para a concentração interna de CO_2 houve efeito do manejo de estacas e época de avaliação isoladamente ao nível de 1% de probabilidade para ambos os fatores (Tabela 8). Tais resultados indicam que o manejo das estacas influencia as respostas fisiológicas das mudas de romãzeira nas condições climáticas do período seco do ano.

Tabela 8. Resumo da análise de variâncias das variáveis concentração interna de CO₂ (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) e a eficiência no uso da água (*EUA*) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período seco (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
Manejo de estacas (M)	2	2165,6**	19,5**	0,032**	24,0**	0,00064**	4,79**
Época de avaliação (E)	3	818,3**	3,6**	0,028**	67,9**	0,00112**	1,72**
M x E	6	193,8 ^{ns}	0,9*	0,005**	7,0**	0,00014**	0,26*
Erro	36	178,4	0,2	0,001	1,2	0,00002	0,08
CV (%)		5,42	13,91	20,26	11,67	13,77	11,11

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

As mudas oriundas de estacas com folhas apresentaram as menores condutâncias estomáticas em comparação às mudas oriundas das demais técnicas de manejo. A redução da condutância estomática promove menor absorção de dióxido de carbono do meio externo e menor perda de água (SHIMAZAKI et al., 2007), concordando com o comportamento observado neste trabalho, no qual se registraram as menores transpirações (2,48 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (8,16 μmol m⁻² s⁻¹) e eficiência instantânea da carboxilação (0,032 (μmol m⁻² s⁻¹) (μmol m⁻² s⁻¹)⁻¹) (Tabela 9).

Comportamento contrário foi observado para as mudas produzidas de estacas sem folhas mais incisão na base, que apresentaram maior condutância estomática (0,21 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), coincidindo com as maiores taxas de assimilação de CO₂ (10,58 μmol m⁻² s⁻¹), transpirações (4,46 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) e a maior eficiência instantânea da carboxilação (0,045 (μmol m⁻² s⁻¹) (μmol m⁻² s⁻¹)⁻¹), referenciando a importância da atividade estomática no processo de trocas gasosas.

Lima Filho & Santos (2009) observaram redução da atividade de trocas gasosas em função do fechamento dos estômatos em mudas de *Spondias* ssp., depois de serem levadas a campo na estação seca, conforme as reduções na disponibilidade hídrica do solo. Diante disto, a redução da atividade estomática nas mudas da M1 pode estar relacionada ao menor desenvolvimento radicular alcançado por estas (Tabela 7).

Isso provocou uma menor capacidade de extrair água do meio externo (substrato) para suprir a demanda transpiratória da parte aérea, tendo em vista que o fechamento dos estômatos é um dos principais mecanismos de redução da perda de água pelas plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Esse mecanismo provavelmente influenciou positivamente as mudas do M1, que obtiveram a maior eficiência no uso da água (3,23 (μmol m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹), explicada pela redução da taxa transpiratória em função do fechamento dos estômatos (Tabela 9).

Foram observadas sob as mudas de M3 as menores concentrações internas de CO₂ (233,18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), seguidas pelas maiores taxas de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação, o que pode estar relacionado à maior atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), impulsionando a abertura estomática a fim de aumentar o influxo de CO₂ (MACHADO et al., 2005), proporcionando o maior crescimento vegetativo obtido por essas mudas (Tabela 5).

Magalhães Filho et al. (2009), avaliando a influência da temperatura do substrato em mudas de laranjeira ‘Valência’, também observaram decréscimo na concentração interna de CO₂ em função do aumento da taxa de assimilação de CO₂.

Tabela 9. Concentração interna de CO₂ (*C_i*) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (*E*) (mmol de H₂O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (*g_s*) (mmol de H₂O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO₂ (*A*) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência no uso da água (*EUA*) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] em mudas de romãzeira ‘Molar’ em função do manejo das estacas no período seco (agosto a dezembro). UFCEG, Pombal/PB, 2014.

Manejos*	<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>g_s</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
M1	250,75 a	2,48 b	0,12 c	8,16 b	0,032 c	3,23 a
M2	255,18 a	4,32 a	0,18 a	9,66 a	0,038 b	2,22 b
M3	233,18 b	4,46 a	0,21 a	10,58 a	0,045 a	2,37 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M₁: Estacas com folhas; M₂: Estacas sem folhas; M₃: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Observa-se para a concentração interna de CO₂ comportamento quadrático ao longo das épocas de avaliação, verificando-se decréscimo a partir dos 70 DAP, corroborando com o aumento da taxa de assimilação de CO₂, possivelmente relacionado ao aumento da atividade fotossintética, que provocou o aumento do consumo do CO₂ pelas Rubisco (MACHADO et al., 2005).

Conforme essa redução na concentração interna de CO₂, também foi verificado aumento na condutância estomática, a qual pode estar relacionada à necessidade de maior influxo de CO₂, o qual se mostrou positivo a partir dos 83,59 DAP com a estabilização da concentração interna de CO₂ (Figura 5 A, C e D).

Tais resultados corroboram com os postulados por Machado et al. (2005), de que baixos valores de *C_i* estimulam a abertura estomática de modo a aumentar o influxo de CO₂, o qual tende a um equilíbrio de consumo e entrada de CO₂, mantendo quase constantes os valores de *C_i* (Figura 5 A e C). Apesar das oscilações observadas na concentração interna de CO₂, os valores observados estão em concordância com o que foi observado para plantas C3 (200 a 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (TAIZ & ZEIGER, 2009).

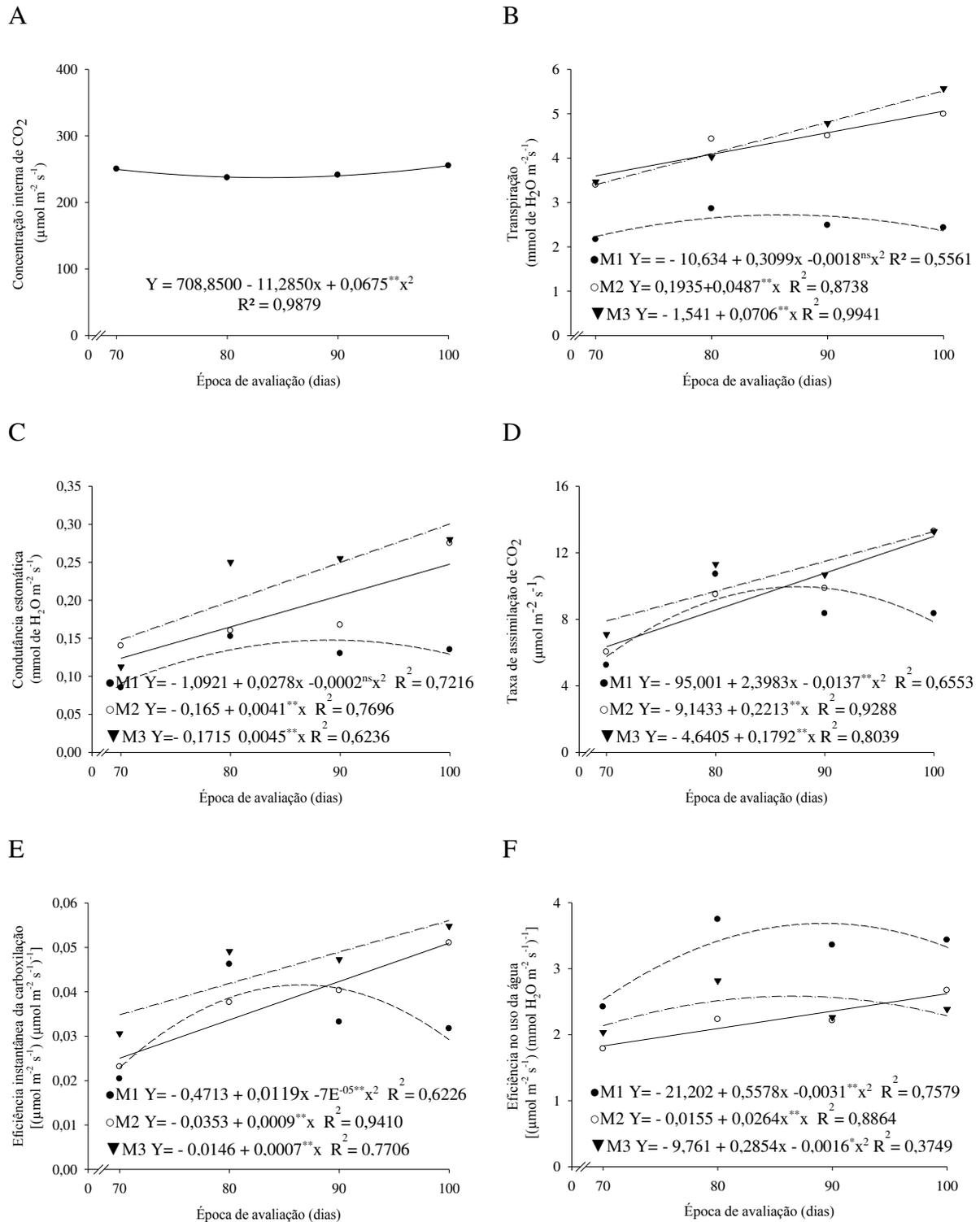


Figura 5. Efeito das épocas de avaliação nas variáveis concentração interna de CO₂ (A), transpiração (B), condutância estomática (C), taxa de assimilação de CO₂ (D), eficiência instantânea da carboxilação (E) e a eficiência no uso da água (F) em mudas de romãzeira ‘Molar’ em função do manejo das estacas no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student. M₁: Estacas com folhas; M₂: Estacas sem folhas; M₃: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Observou-se comportamento linear crescente para a condutância estomática das mudas oriundas de estacas sem folhas (M2 e M3); o aumento linear da condutância estomática também foi seguido pelas variáveis transpiração, taxa de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação (Figuras 5 B, C, D e E).

O aumento da condutância estomática pode ter sido influenciado pela redução na concentração intercelular de CO₂, como anteriormente citado, devido à maior atividade fotossintética das mudas, explicada pelo salto de crescimento de 131% em altura, 8,2% em diâmetro da estaca e de 197% em número de folhas, obtido aos 100 DAP, em relação aos 70 DAP.

Diante disso, o maior potencial de crescimento vegetativo obtido por essas técnicas (M2 e M3) (Figura 4) pode estar relacionada à maior atividade estomática e metabólica da fotossíntese, contribuindo para o aumento da assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação, já que os estômatos são responsáveis por regular as trocas gasosas (SHIMAZAKI et al., 2007).

Entretanto, para as mudas advindas de estacas com folhas foi observado comportamento quadrático para a taxa de assimilação de CO₂ e para eficiência instantânea da carboxilação, as quais atingiram o pico máximo aos 87, 52 e 85 DAP, respectivamente, decrescendo a partir de então (Figura 5 D e E). Acredita-se que a partir desse ponto ocorra o início do repouso vegetativo em virtude de as mudas propagadas por estaca apresentarem o mecanismo de encurtamento do período juvenil (FACHINELLO et al., 2005).

Para a eficiência no uso da água, também foram observados comportamentos divergentes entre as técnicas de estaquia ao longo do tempo. No entanto, as mudas providas de estacas com folhas obtiveram os maiores valores de eficiência no uso da água, independentemente da época de avaliação (Figura 5 F).

No entanto, apesar de a eficiência do uso da água refletir a quantidade de CO₂ assimilado por unidade de água perdida (TAIZ & ZEIGER, 2009), esses valores não refletem o potencial promissor desta técnica, já que nela foram verificadas as menores taxas de assimilação de CO₂ e de eficiência da carboxilação ao longo do tempo (Figura 5 D e E) e que esses valores de eficiência no uso da água possivelmente tenham se dado em função das baixas atividades transpiratórias observadas para essas mudas (Figura 5 B).

Sabendo-se que a redução da atividade transpiratória é atribuída ao fechamento dos estômatos, sendo este um dos principais mecanismos de redução da perda de água (TAIZ & ZEIGER, 2009), esse fenômeno deve ter limitado a atividade fotossintética das mudas da M1 e limitado, conseqüentemente, seu desenvolvimento (Tabela 5).

Experimento II

Verificou-se interação significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os fatores técnicas de estaquia e época de avaliação apenas para a variável CPA; porém, para as variáveis PS, NB, NF e DC, não ocorreu interação entre os fatores. No fator manejo de estacas, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis PS, NF, DC e CPA, a variável NB teve significância ao nível de 5% de probabilidade. No fator época de avaliação, houve efeito significativo para as variáveis PS, NF, DC e CPA ao nível de significância de 1% de probabilidade; porém, para a variável NB, não foi detectado efeito significativo (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da análise de variância das variáveis percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		OS	NB	NF	DC	CPA
Manejo de estacas (M)	2	835,13**	5,50*	18962,39**	3,83**	2705,07**
Época de avaliação (E)	9	1720,49**	0,10 ^{ns}	68337,26**	2,20**	2574,26**
M x E	18	83,99 ^{ns}	0,12 ^{ns}	754,68 ^{ns}	0,03 ^{ns}	89,65**
Erro	90	249,12	0,43	933,42	0,15	16,91
CV (%)		24,23	27,81	22,45	5,31	12,57

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

A percentagem de sobrevivência foi superior a 40% em todas as técnicas estudadas; porém, a maior percentagem foi registrada em M3 (78,78%), ao passo que M2 e M1 apresentaram 66,66% e 49,99%, respectivamente (Tabela 11). Bastos et al. (2009), utilizando incisão na base das estacas de caramboleira, obtiveram 29,17% de estacas vivas, resultado inferior ao deste trabalho. Entre os fatores que podem ter contribuído para os altos índices de sobrevivência das mudas, estão as condições fisiológicas, de temperatura, umidade e manejo às quais as mudas foram submetidas no momento do plantio.

Os números de brotações e folhas também foram maiores em M3, que diferiu de M2 e M1, estatisticamente iguais (Tabela 11). Os resultados obtidos para o número de folhas concordam com os resultados obtidos para o número de brotações (Tabela 11), com M3 apresentando maior número de brotações e, conseqüentemente, maior quantidade de folhas.

Pandey & Bisen (2010), utilizando o método mecânico (anelamento) na propagação via estaquia de romãzeira, também obtiveram maior número de folhas em relação aos demais métodos. O diâmetro da estaca (DE) não diferiu em M3 e M2; porém, estes diferiram de M1, que revelou o menor diâmetro (Tabela 11).

Tabela 11. Percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Molar’ em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCEG, Pombal-PB, 2014.

Manejos (M)*	PS (%)	NB	NF	DE (mm)	CPA (cm)
M1	49,99 c	2,09 b	123,17 b	7,10 b	24,37 c
M2	66,66 b	2,22 a	123,92 b	7,59 a	32,99 b
M3	78,78 a	2,79 a	161,25 a	7,67 a	40,81 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Analisando as variáveis ao longo das épocas de avaliações, observa-se que a maior percentagem de sobrevivência das mudas de romãzeira foi obtida aos 142,23 DAP, com 76,27% de sobrevivência das estacas (Figura 6A). Observou-se efeito linear crescente no número de folhas (Figura 6B), sendo para esta característica valores superiores aos registrados no período seco.

Durante esse período, a maioria das estacas apresentou dificuldades de emissão do número de folhas e brotações, mantendo-se vivas, porém. Isso pode ter ocorrido devido ao período de avaliação do experimento não ter sido suficiente (100 dias) para este período do ano, pois durante esse período o processo é mais lento devido à alta desidratação das estacas causada pelas altas temperaturas (Figuras 3). O diâmetro da estaca em função da época de avaliação também seguiu um comportamento linear crescente positivo (Figura 6C).

Com relação ao comprimento da parte aérea, observou-se interação entre os fatores estudados, manejo da estaca e época de avaliação, apresentando um comportamento linear crescente. Constatou-se que as mudas provenientes da M3 atingiram o maior comprimento, ou seja, proporcionaram plantas mais altas, aos 150 DAP, comprimento médio de 68,9 cm; entretanto, o menor comprimento foi observado em M1, 34,4 cm, aos 150 DAP (Figura 6D).

Zietemann & Roberto (2007) observaram efeito semelhante em mudas de goiabeira, verificando 55 cm de comprimento da parte aérea aos 150 DAP. Os dados obtidos em relação ao desenvolvimento das mudas da variedade Molar estão de acordo com Marm (2010), que caracteriza esta variedade pelo elevado vigor, rápido desenvolvimento e maior produtividade entre as variedades cultivadas na Espanha.

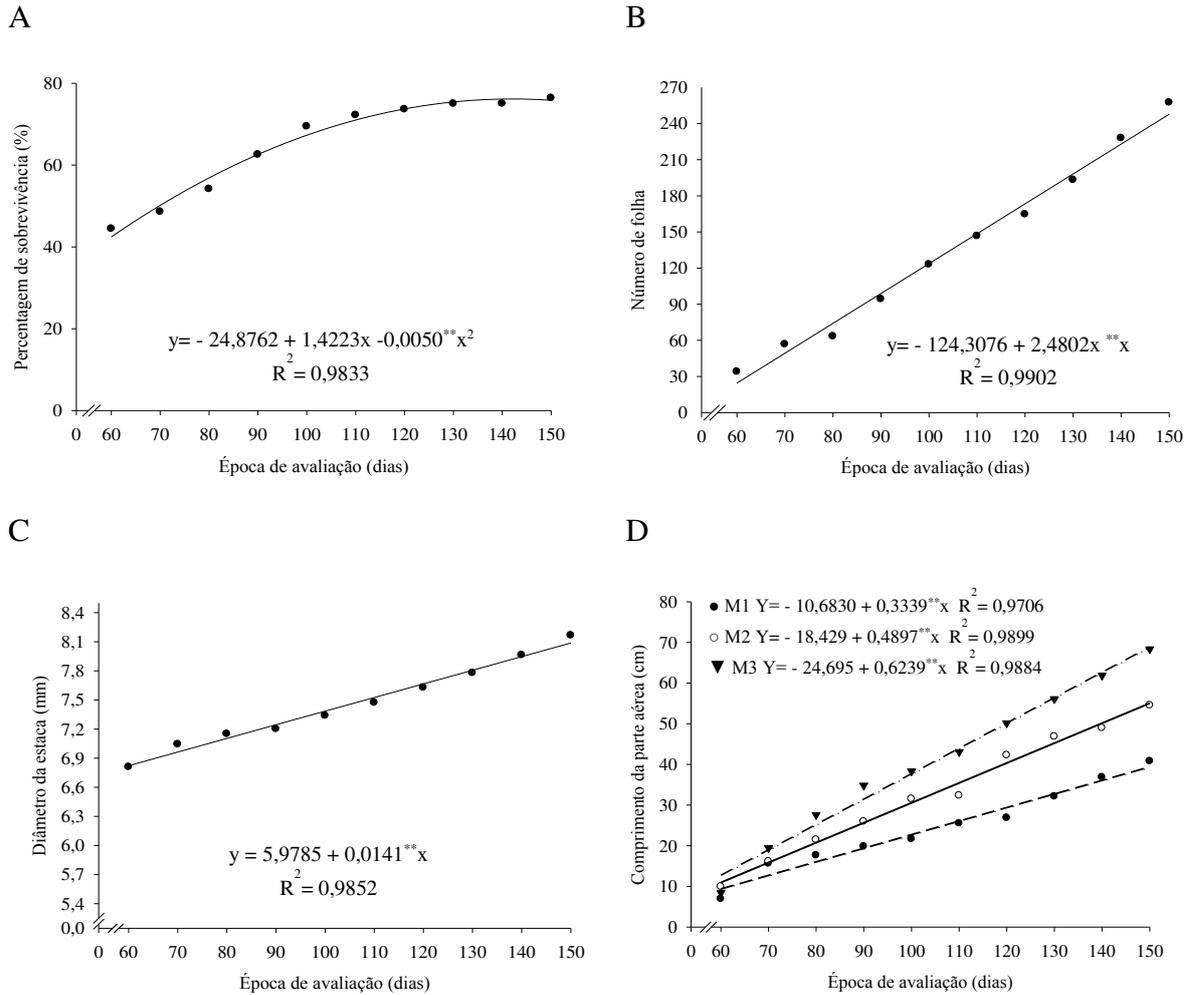


Figura 6. Efeito da época de avaliação nas variáveis percentagem de sobrevivência (A), número de folhas (B), diâmetro da estaca (C) e comprimento da parte aérea (D) em mudas de romãzeira ‘Molar’, em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student. M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Conforme a análise de variância, realizada aos 150 DAP, constata-se que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade para todas as variáveis estudadas, com exceção do Índice de Qualidade de Dickson, que não apresentou efeito significativo para as mudas de romãzeira no período chuvoso em função do manejo das estacas (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo de análise de variância das variáveis comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCEG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
Manejos	2	58,07**	181,05**	20,14**	43,28**	2,42**	60,60**	0,187 ^{ns}
Erro	9	3,32	7,64	0,72	1,41	0,10	2,053	0,044
CV (%)		4,96	8,82	6,32	7,53	6,18	6,80	9,55

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O comprimento da raiz foi maior nas estacas manejadas sem folhas e com incisão na base (M3), 40,42 cm, não diferindo de M2, que teve plantas com comprimento médio de 37,32 cm, diferindo, porém, de M1, que apresentou comprimento médio de 32,82 cm (Tabela 13).

Desta forma, percebe-se que a incisão na base da estaca beneficia o crescimento das raízes, nos períodos seco e chuvoso, tendo as raízes maior comprimento. Acredita-se que esses resultados estão relacionados à menor demanda atmosférica, contribuindo para a redução do aborto de gemas.

Tabela 13. Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca do parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em romãzeira ‘Molar’, em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCEG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm ⁻¹	g/planta					
M1	32,82 b	25,27 b	11,06 c	13,05 b	5,22 b	18,27 b	2,35 a
M2	37,12 a	30,14 b	13,76 b	14,90 b	4,51 c	19,42 b	1,95 a
M3	40,42 a	38,57 a	15,51 a	19,44 a	6,07 a	25,51 a	2,28 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Conforme Saroj et al. (2008), o enraizamento de estaca de romãzeira difere de acordo com as diferentes variedades da espécie. Segundo Davis Júnior & Hartmann (1988), o aumento do teor de lignina nos tecidos exerce influência direta na capacidade de enraizamento das estacas, criando barreiras mecânicas ou fisiológicas.

Assim, a realização de incisão na base das estacas causa maior absorção de água e reguladores de crescimento, aumentando a eficiência de enraizamento, o que pode explicar os resultados obtidos no presente trabalho. No entanto, o sucesso da incisão na base da estaca para propagação é variável conforme a espécie na qual a técnica é empregada.

Souza (1995), estudando o enraizamento de estacas lenhosas de ameixeira, verificou que a incisão na base da estaca aumentou o enraizamento em 27%. Camolesi et al. (2007), na

propagação por estaquia semilenhosa de pessegueiro “Okinawa”, observaram os melhores resultados em estacas que sofreram incisão. Já Wagner Júnior et al. (2004) verificaram que diferentes tipos de lesões na base não influenciaram o enraizamento e o desenvolvimento das raízes de estacas herbáceas de quatro cultivares de mirtilo (*Vaccinium* sp.).

A massa fresca da parte aérea também foi maior nas estacas manejadas sem folhas e com incisão na base (M3), 38,57 g, que diferiu das demais técnicas (M1 e M2), nas quais se registraram 25,27 g e 30,14g, respectivamente (Tabela 13). Comportamento semelhante foi observado para massa seca da parte aérea, sendo maior em M3, 19,44 g, diferindo das demais técnicas (M1 e M2), nas quais se registrou 13,05g e 14,90g, respectivamente (Tabela 13).

O manejo das estacas em M3 também proporcionou melhores resultados na massa fresca, 15,51g, e massa seca da raiz, 6,07g, que diferiram significativamente dos demais tratamentos (Tabela 13). Tais resultados corroboram com os observados para o comprimento do sistema radicular, onde a técnica sem folha com incisão na base da estaca favoreceu o maior desenvolvimento radicular, influenciando, portanto, o maior acúmulo de massa fresca e seca das mudas de romãzeira.

Porém, para Santoro et al. (2010), os melhores resultados encontrados em relação à média da matéria fresca e seca de raízes em estaca de goiabeira, propagadas com e sem folhas, se deu nas estacas com um par de folhas inteiras. As estacas sem folhas não apresentaram formação de raízes, tendo como consequência sua não sobrevivência.

O maior acúmulo de massa seca total foi observado para as mudas propagadas por estaca sem folhas mais incisão na base, resultados que seguem em função do maior acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes (Tabela 13). O maior acúmulo de massa seca da M3 também pode ser descrito pelo maior crescimento vegetativo, observado para as mudas propagadas por essa técnica de manejo (Tabela 11).

O Índice de Qualidade de Dickson não sofreu influência significativa das técnicas de manejo, indicando que apesar da divergência quanto às técnicas, estas proporcionaram mudas de qualidade no período chuvoso (Tabela 13), possivelmente em função da menor demanda atmosférica em relação ao período seco, não comprometendo o desenvolvimento do sistema radicular das mudas (Tabela 15).

Resultados semelhantes de IQD são relatados na literatura. Freitas et al. (2013) obtiveram índice de qualidade de 3,1 em mudas de pinheira e Soares et al. (2007) obtiveram 1,7 em mudas de gravioleira.

Conforme os dados deste trabalho, a técnica de manejo das estacas sem folhas e com incisão na base (M3) é a mais adequada para a produção de mudas de romãzeira variedade

‘Molar’. No período chuvoso, há maior índice de pagamento, as plantas são mais vigorosas, com melhor desenvolvimento da parte aérea e radicular, maior quantidade de matéria seca na parte aérea e radicular, em relação à produção de mudas no período seco (Experimento I).

Foram constatadas influências significativas da interação manejo da estaca e época de avaliação para as variáveis transpiração e eficiência no uso da água ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente (Tabela 14). Todavia, foram observadas influências significativas para os fatores manejo da estaca e época de avaliação isoladamente para a variável concentração interna de CO₂, condutância estomática, taxa de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação, ambas ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 14).

Tais resultados corroboram com os observados no primeiro experimento, no qual o manejo das estacas interfere na atividade fisiológica da planta, o que é referenciado pela divergência observada no crescimento vegetativo e acúmulo de massa seca das mudas de romãzeira (Tabelas 11 e 13).

Tabela 14. Resumo da análise de variâncias das variáveis concentração interna de CO₂ (*C_i*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g_s*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) e eficiência no uso da água (*EUA*) em mudas de romãzeira ‘Molar’ no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>g_s</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
Manejo de estacas (M)	2	2531,6**	1,4**	0,0020*	4,0*	0,000200**	0,9**
Época de avaliação (E)	4	2309,4**	8,8**	0,0241**	34,9**	0,000666**	1,9**
T x E	8	124,3 ^{ns}	0,4*	0,0004 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,3**
Erro	45	96,3	0,14	0,0004	0,9	0,000015	0,1
CV (%)		4,00	15,90	17,71	12,49	12,12	9,59

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Em consonância com o crescimento vegetativo, os maiores valores de trocas gasosas foram verificados quando as mudas foram propagadas sem folhas (M2 e M3) (Tabela 15). Para essas técnicas, foram observadas as maiores taxas de assimilação líquida e eficiência instantânea da carboxilação, indicando maior eficiência na atividade fotossintética das mudas, já que esses resultados corroboraram com as menores concentrações internas de CO₂, sugerindo maior atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco) já que este serve de substrato para seu funcionamento (MACHADO et al., 2005).

Nas mudas propagadas por estacas sem folhas, observaram-se ainda as maiores transpirações, o que se deve à maior atividade estomática, possivelmente em busca de aumentar o influxo de CO₂. No entanto, esse aumento na taxa transpiratória não promoveu prejuízos na eficiência do uso da água, pois as plantas continuaram obtendo as maiores taxas de assimilação de CO₂.

Tabela 15. Concentração interna de CO₂ (*C_i*), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*g_s*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência no uso da água (*EUA*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] em mudas de romãzeira ‘Molar’, em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>g_s</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
M1	257,95 a	2,06 b	0,10 b	7,20 b	0,028 b	3,53 a
M2	241,45 b	2,56 a	0,12 a	7,74 ab	0,032 a	3,13b
M3	236,45b	2,50 a	0,12 a	8,10 a	0,034 a	3,48 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Aos 90 dias após o plantio, as estacas atingiram o pico da atividade de trocas gasosas (Figura 7), em concordância com os resultados obtidos no primeiro experimento, no qual as plantas obtiveram o maior pico fotossintético entres os 90 e 100 DAP (Figura 5).

Deste modo, pode-se dizer que o máximo da atividade fotossintética das mudas de romãzeira é atingido próximo aos 90 dias após o plantio das estacas, considerado que após esse período foi constatado decréscimo na atividade fotossintética (Figura 7), o que pode estar relacionada ao repouso vegetativo em função da maturidade dos tecidos vegetais.

Salienta-se que a taxa de assimilação líquida de CO₂ decresceu até os 129,5 DAP, retomando a atividade fotossintética a partir de então (Figura 7 D). Essa retomada também repercutiu sobre a taxa transpiratória, condutância estomática, eficiência instantânea da carboxilação e eficiência no uso da água (Figura 7).

Essa retomada da atividade fotossintética pode ser considerada a época ideal para o transplante das mudas (130 DAP), na medida em que a planta já passou pelo seu repouso vegetativo e retomara o seu potencial de crescimento em campo. Aos 130 DAP, observa-se que as mudas de romãzeira atingiram uma altura média de aproximadamente 45 cm (M1= 32,72cm; M2=45,24; M3=56,41), a qual pode ser tida como altura ideal para o transplante das mudas de romãzeira Molar (Figura 6D).

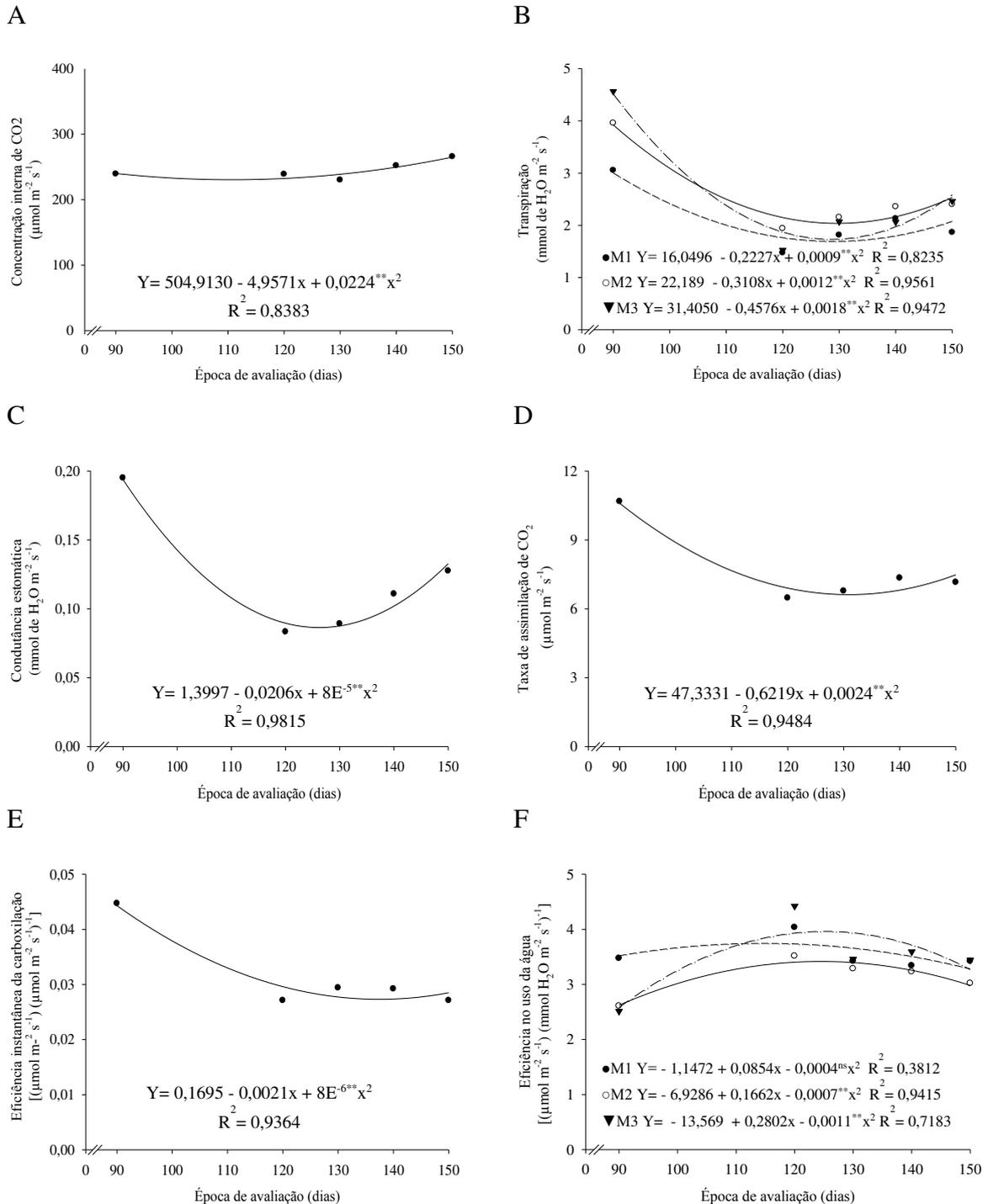


Figura 7. Efeito das épocas de avaliação nas variáveis concentração interna de CO₂ (A), transpiração (B), condutância estomática (C), taxa de assimilação de CO₂ (D), eficiência instantânea da carboxilação (E) e a eficiência no uso da água (F) em mudas de romãzeira, variedade ‘Molar’, em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student. M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

4 CONCLUSÕES

A técnica de manejo das estacas sem folhas e com incisão na base é a mais adequada para a propagação vegetativa da romãzeira, variedade ‘Molar’, independentemente da época do ano.

No período chuvoso, há maior índice de sobrevivência, as plantas são mais vigorosas, com melhor desenvolvimento da parte aérea e radicular, além de maior quantidade de matéria seca da parte aérea e radicular.

O uso de estacas com folhas para a propagação vegetativa da romãzeira, variedade ‘Molar’, no período seco é inviável.

A melhor época para o transplante das mudas de romãzeira ‘Molar’ é aos 130 dias após a semeadura, quando estas retomam seu potencial fotossintético e apresentam altura média de 45 cm.

As mudas originárias de estacas manejadas sem folhas mais incisão na base apresentam maior eficiência nas trocas gasosas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.

BASTOS, D. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indolbutírico na propagação da caramboleira por estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 313-318, 2009.

BATISTA, P. F., P. F.; MAIA, S. S.S.; COELHO, M. F. B.; BENEDITO, C. P.; GUIMARÃES, I. P. Propagação vegetativa de romã em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 96-100, 2011.

BECKER, L. E.; PIO, R.; CAMPAGNOLO, M. A.; DALASTRA, I. M.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A. Lesão na base e concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais de figueira ‘Roxo de Valinhos’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1325-1330, 2010.

BIASI, L. A.; STOLTE, R. E.; SILVA, M. F. Estaquia de ramos semilenhosos de pessegueiro e nectarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 421-425, dez. 2000.

BIAZATTI, M. A. **Potencial de enraizamento, vigor, enxertia interespecífica e resistência a *Meloidogyne enterolobii* em genótipos de araçazeiros**, 2013. 67p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Campos dos Goytacazes – RJ

CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K.; SACHS, P. J. D.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; FARIA, A. P.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V. Enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro “Okanawa” sob efeito de lesão na base e ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 180 – 188, 2007.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A.; Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (harms) ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

DAVIS JÚNIOR, F. T.; HARTMANN, H. T. The physiological basis of adventitious root formation. **Acta Horticulturae**, v. 227, n. 2, p. 113-120, 1988.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. 221p.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cdrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. S.; TOSTA, M. S.; DOMBROSKI, J. L. D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Biosciences Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 319-327, 2013.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAUJO NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

HUNT, G. A. **Effect of styrobloc design and cooptreatment on morphology of conifer seedlings**. In: Target Seedlings Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations, 1990, Roseburg. Proceedings.... Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

HUSSAIN, I.; KHATTAK, A. M.; AMIN, N. U.; AMAN, F.; SAJID, M. Response of different pomegranate cuttings types to different environmental conditions. **Sarhad Journal of Agriculture**. v. 28, n. 1, p. 15-18, 2012.

IBRAF. **INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2013.

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

LIMA FILHO, J. M. P.; SANTOS, C. A. F. Avaliações fenotípicas e fisiológicas de espécies de spondias tendo como porta enxerto o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Cam.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 59-63, 2009.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais, **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MAGALHÃES FILHO, J. R.; MACHADO, E. C.; MACHADO, D. F. S. P.; RAMOS, R. A.; RIBEIRO, R. V. Variação da temperatura do substrato e fotossíntese em mudas de laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1118-1126, 2009.

MARM. **Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino**, Anuário de Estatística 2010.

PANDEY, S. K.; BISEN, A. Effect of mechanical treatments on rooting in cuttings of guava, lemon and pomegranate. **Journal of Horticulture and Forestry**, India, v. 2, n. 5, p. 95-98, May 2010

PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 493-498, 2005.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação da época de estaquia e uso de bioregulador no enraizamento de estacas de figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 748-753, 2008.

SANTORO, P. H.; MIKAMI, A. Y.; SOUZA, S. G. H.; ROBERTO, S. R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 289-294, 2010.

SAROJ, P. L.; AWASTHI, O. P.; BHARGAVA, R.; SINGH, U. V. Standardization of pomegranate propagation by cutting under mist system in hot arid region. **Indian Journal of Horticulture**, v. 65, n. 1, p. 243-250, 2008.

SCALOPPI JÚNIOR, E. J. & MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 286-289, 2003.

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

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 343-349, 2007.

SOUZA, C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Efeito da lesão e do ácido indolbutírico no enraizamento de duas cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*, lindl) através de estaca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 171-174, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VIDAL, L. H. I.; SOUZA, J. R. P.; FONSECA, E. P.; BORDIN, I. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 1, 2006.

WAGNER JÚNIOR, A.; COUTO, M.; RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C. Efeito da lesão basal e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de quatro cultivares de mirtilo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 2, p. 251-253, 2004.

WERKMAN, C.; GRANATO, D. C.; KERBAUY, W. D.; SAMPAIO, F. C.; BRANDÃO A. A. H.; RODE, S. M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L. (romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 3. p. 104-11, 2008.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R.. Produção de mudas de goiabeira (*psidium guajava* l.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE ROMÃZEIRA ‘WONDERFUL’ PROPAGADAS POR ESTAQUIA

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes técnicas de manejo de estacas de romãzeira cv. ‘Wonderful’, para a propagação vegetativa, no período seco e chuvoso, no semiárido paraibano. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Campus do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal–PB. Realizaram-se dois experimentos, um no período seco, que compreendeu ao período de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I) e outro no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). Realizaram-se os experimentos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para o acompanhamento do crescimento e fisiologia da planta adotou-se esquema fatorial composto por dois fatores, manejos de estacas (Estacas com folhas; Estacas sem folhas e Estacas sem folhas mais incisão na base) em função de épocas de avaliação (Dias após o plantio). O material propagativo foi adquirido de plantas comerciais, obtido da porção mediana do ramo, sendo estacas do tipo semilenhosas. As mesmas foram padronizadas quanto ao tamanho, com padrão de 15 cm de comprimento. A época na qual é feita a estaquia da romãzeira ‘Wonderful’ é de fundamental importância, pois tem influência no vigor e qualidade das mudas, sendo a época chuvosa a mais indicada. O emprego da técnica de incisão na base da estaca resultou em melhorias no crescimento e fisiologia, sendo esta a mais indicada para a propagação de romãzeira. A técnica estacas com folhas revelou-se imprópria para a propagação da romãzeira ‘Wonderful’ na época seca do ano. A melhor época para o transplantio das mudas de romãzeira ‘Wonderful’ é aos 144 dias após o plantio das estacas, período este em que ela retoma o seu pico fotossintético e apresentam altura média de 37 cm.

Palavras-chave: *Punica granatum* L., propagação vegetativa, produção de mudas.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different management techniques cuttings in pomegranate cv. 'Wonderful' for vegetative propagation in the dry and rainy season, semiarid in Paraíba. The survey was conducted in the greenhouse, in the Campus Center of Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, Brazil. We conducted two experiments, one in the dry season, which comprised the period from August to December 2012 (Experiment I) and another in the rainy season, from January to June 2013 (Experiment II). The experiments were conducted in a completely randomized design (DIC) with four replications and five plants per replication. In order to monitor the growth and physiology of the plant, it was adopted factorial consisting of two factors, managements of cuttings (cuttings with leaves, cuttings without leaves and cuttings without leaves more base incision) in function evaluation times (Days after planting). The propagation material was acquired from commercial plants, obtained from the middle portion of the branch, with the semi-hardwood cuttings type. The samples were standardized by size, standard length 15 cm. The time in which cutting of the pomegranate 'Wonderful' is made has fundamental importance because it influences the strength and the quality of the seedlings, being the most rainy season indicated. The use of the technique of incision at the base of the cutting resulted in improvements in growth and physiology, being the most suitable for the propagation of pomegranate. The stakes technique leaves proved unfit for the spread of the pomegranate 'Wonderful' in the dry season. The best time for transplanting the seedlings pomegranate 'Wonderful' is 144 days after planting the cuttings, a period in which it resumes its photosynthetic peak and has an average height of 37 cm.

Keywords: *Punica granatum* L., vegetative propagation, seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A romãzeira é uma frutífera que apresenta boa aptidão de produção em regiões áridas e semiáridas do mundo, sendo muito utilizada mundialmente devido aos benefícios funcionais e nutracêuticos (SUMNER et al. 2005). A variedade ‘Wonderful’ é uma das mais atrativas no mercado internacional, possuindo frutos com arilo de coloração vermelho intenso e bom rendimento de suco (OLIVEIRA et al., 2012).

Há grande potencial para expansão do cultivo da romãzeira no nordeste brasileiro, principalmente por seu cultivo estar ligado a regiões de clima subtropical, temperado quente ou até o tropical, além de exigir temperaturas elevadas na época de maturação dos frutos (ROBERT et al., 2010), suportando bem a seca, apesar de necessitar de umidade e arejamento ao nível das raízes para produzir frutos de boa qualidade.

No entanto, a expansão da cultura da romãzeira é dependente de tecnologias que viabilizem sua propagação, já que as sementes dessa espécie apresentam uma sarcotesta translúcida, material gelatinoso que envolve a semente, comprometendo sua germinação, tornando-a lenta e desuniforme (MARIN et al., 1987). Diante disso, deve-se lançar mão de técnicas de propagação vegetativa, como a estaquia, capaz de gerar um clone a partir de um segmento vegetativo (caule, folha ou raiz) (FACHINELLO et al., 2005).

Entretanto, a dificuldade de enraizamento das estacas é um dos fatores limitantes para a propagação via estaquia. As diferentes condições ambientais referentes a cada época do ano interferem no processo de enraizamento, além de outros fatores. Segundo Scaloppi Junior e Martins (2003), além da época do ano em que as estacas são coletadas, outros fatores podem melhorar os resultados de enraizamento adventício.

Estes fatores estão relacionados à planta e às condições do meio ambiente, fazendo-se necessária a aplicação de técnicas que favoreçam o enraizamento das estacas, a exemplo do pessegueiro, onde a incisão na base das estacas beneficiou a espécie com um enraizamento 82% superior às estacas que não receberam a incisão na base (TOFANELLI et al., 2005).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar diferentes técnicas de manejo de estaca de romãzeira cv. ‘Wonderful’ para a propagação vegetativa da espécie, nos períodos seco e chuvoso, no semiárido paraibano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. Realizaram-se dois experimentos, um no período seco, de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I), e outro no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). O município de Pombal está localizado nas coordenadas geográficas 6° 46' 13'' de latitude sul e 37° 48' 06'' de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como semiárido ("AW" quente e úmido) com médias anuais de pluviosidade e temperatura de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente.

O material propagativo foi adquirido de um pomar comercial, na Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, Sousa-PB (longitude 38°13'41'' e latitude 06°45'33''), distante 30 km do município de Pombal- PB. Foram obtidas estacas da variedade 'Wonderful', do tipo semilenhosas obtidas da porção mediana do ramo, semelhantemente ao procedimento adotado no capítulo I (Figura 1). As plantas matrizes de romãzeira foram propagadas por sementes, estando por ocasião da coleta com um ano e meio de idade, manejada em sistema orgânico (Certificado IBD, Lei 10.831).

As estacas foram obtidas de variadas plantas vigorosas e sadias, no horário da manhã, com o uso de tesoura de poda. Em seguida, foram postas em caixa de isopor, sendo acomodadas em camadas de papel toalha umedecido, para evitar desidratação. Posteriormente, foram transportadas para o Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

No laboratório, as mudas foram lavadas em água corrente e desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, e padronizadas quanto ao tamanho, estabelecendo-se o comprimento de 15 cm e diâmetro variando de 4 a 5 mm.

Posteriormente, realizaram-se os manejos, considerando-se M₁- Estacas com folhas: Deixou-se de três a quatro pares de folhas por estaca, cortando-as na região mediana do seu comprimento, com o intuito de diminuir a desidratação foliar; M₂- Estacas sem folhas: Retiraram-se todas as folhas das estacas, tomando-se cuidado para não danificar as gemas; M₃- Estacas sem folhas com incisão na base: Retiraram-se as folhas das estacas e, posteriormente, realizaram-se duas incisões na base em forma de bisel, com comprimento em torno de 1 cm e profundidade em torno de 2 a 3 mm.

Experimento I

No experimento I, o plantio foi realizado enterrando as estacas em 2/3 do seu comprimento, em sacos de polietileno com dimensões de 20 x 25 cm, utilizou-se substrato constituído por três partes de areia lavada: 1/2 de substrato (Plantmax[®]): 1/2 de esterco bovino (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física do substrato utilizado para a produção de mudas de romãzeira, no período seco do ano (agosto a dezembro de 2012). UFCG, Pombal - PB, 2014.

Análise química*												
pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	SB	T	V	PST	M.O
-	-dS/m ⁻¹ -	-%-	mg/dm ³ -	-----cmol _c /dm ³ -----				-----%-----		g kg ⁻¹		
7,7	0,8	2,1	10	2,2	5,6	5,8	1,1	13,6	14,7	92,6	7,4	41
Análise física**												
Areia	Silte	Argila	Densidade aparente	Densidade real		Porosidade total		Classe textural				
-----g Kg ⁻¹ -----			-----g cm ⁻³ -----		m ⁻³ m ⁻³		-					
723	151	126	1,15		2,41		0,52		Franco Arenoso			

= Laboratório de análises: laboratório de solos e nutrição de plantas – LSNP, Pombal – PB. * pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; p, k, Na: extrator Mehlich I; Al, Ca, Mg: extrator KCL – 1mol/L; SB = Soma de Bases Trocáveis; C.E. em água – Relação 1:2,5; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; PST= percentagem de sódio trocável. ** granulométrica: pelo decímetro de boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com cobertura de sombrite com passagem de 50% de luminosidade, com registro diário de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 1), e a irrigação foi realizada diariamente, no período da manhã e tarde com regador manual, de modo a manter a necessidade hídrica da cultura.

Aos 70 e 85 dias após o plantio das estacas, foram realizadas aplicações foliares, por meio de borrifamento, com fertilizante orgânico Viva Verde[®] da Ecofértil (Tabela 2), de modo a evitar possíveis deficiências nutricionais.

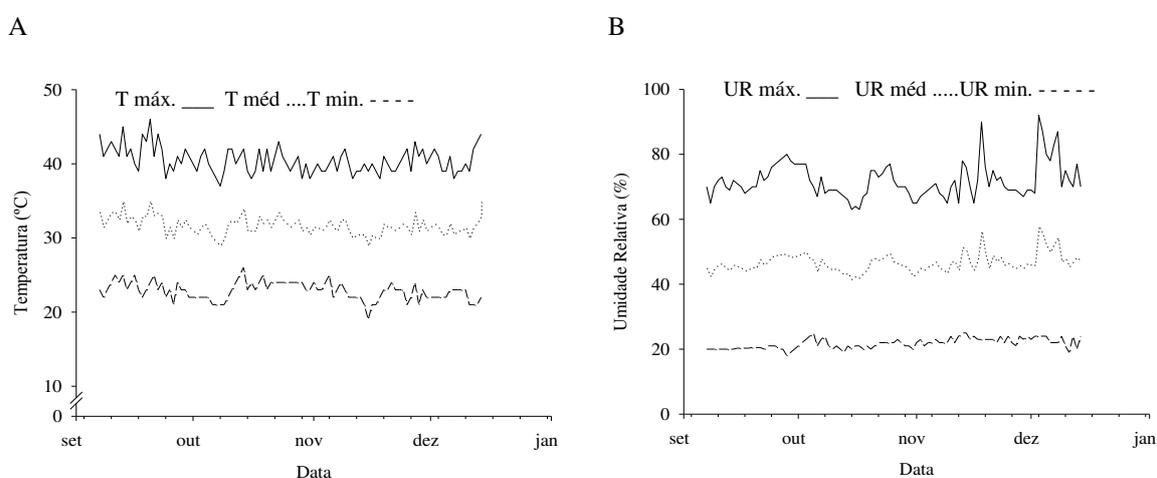


Figura 1. Médias de temperatura (A) e Umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 07 de setembro a 14 de dezembro de 2012. UFCG, Pombal-PB, 2014.

Tabela 2. Concentração dos nutrientes do fertilizante orgânico Viva Verde® da Ecofértil. UFCG, Pombal-PB, 2014.

Nutrientes	Ce	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
	dSm ⁻¹	(g L ⁻¹).....											
Concentração	3,11	5,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,06	0,05	0,01	0,02	0,002	0,01	0,01	0,002

Fonte: Ecofértil.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para as variáveis não destrutivas, adotou-se o esquema fatorial (3 x 5), manejos de estacas x épocas de avaliação. Aos 60, 70, 80, 90 e 100 dias, foram avaliadas percentagem de sobrevivência, número de brotações, número de folhas, diâmetro da estaca e comprimento da parte aérea.

As análises fisiológicas de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e de eficiência instantânea da carboxilação foram realizadas a partir dos 70 dias, considerando-se esquema fatorial (3 x 4), manejos de estacas x épocas de avaliação. As análises destrutivas foram avaliadas aos 100 dias após o plantio (DAP) e constituíram-se de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total e Índice de Qualidade de Dickson.

Experimento II

No experimento II, o plantio também foi realizado enterrando-se estacas a uma profundidade de 2/3 do comprimento, em recipientes de sacos de polietileno com dimensões de 20 x 25 cm. Utilizou-se substrato constituído por três partes de areia lavada: uma de composto orgânico (Ecofértil®) (Tabela 3).

Tabela 3. Análise química e física do substrato utilizado para a produção de mudas de romãzeira, no período chuvoso do ano (janeiro a junho de 2013). Pombal-PB, 2014.

Análise química*												
pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	SB	T	V	PST	M.O
-	dSm ⁻¹	%	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----		g kg ⁻¹
7,9	0,9	-	20	0,3	4,8	5,1	3,4	10,2	13,5	74,9	25,0	49
Análise física**												
Areia	Silte	Argila	Dens. Aparente		Dens. real		Poros. total		Classe textural			
-----g Kg ⁻¹ -----			-----g cm ⁻³ -----				m ⁻³ m ⁻³		-			
731	147	122	1,30		2,48		0,47		Franco Arenoso			

*Laboratório de análises: Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP, Pombal – PB. pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; p, K, Na: extrator Mehlich- I; Al, Ca, Mg: extrator KCl – 1 mol/L; SB = Soma de Bases Trocáveis; CE, em água – relação 1:2,5; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Saturação por Bases; PST= Percentagem de Sódio Trocável. ** Granulométrica: pelo decímetro de Boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

O ambiente de produção, as condições de irrigação e as técnicas de manejo das estacas foram semelhantes ao que existiu no experimento I. Durante o período do experimento, foram registrados os dados de temperatura e umidade relativa (Figura 2).

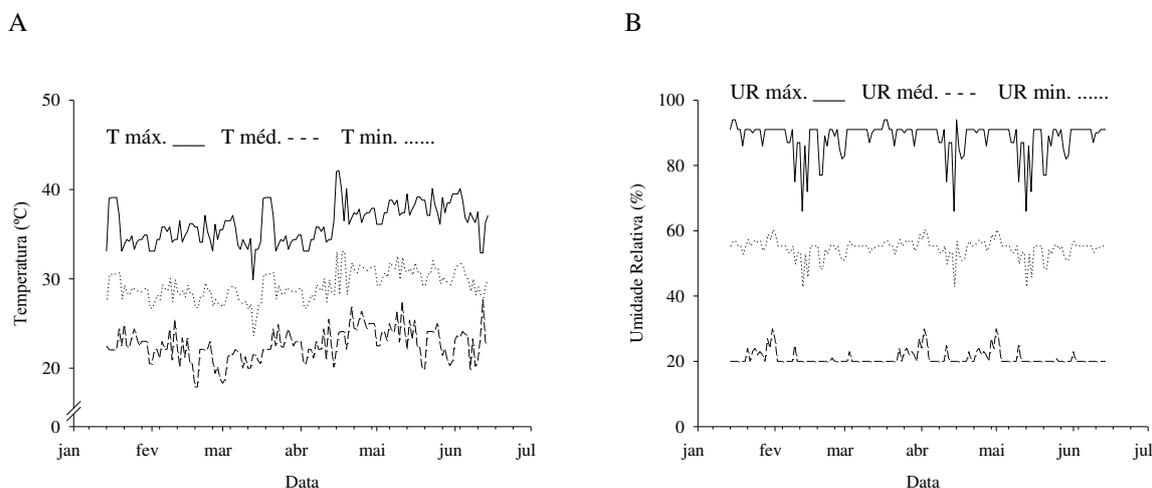


Figura 2. Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 14 de janeiro a 14 de junho de 2013. UFCG, Pombal-PB, 2014.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para as variáveis não destrutivas, adotou-se o esquema fatorial (3 x 10), manejos de estacas x épocas de avaliação. Aos 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 e 150 dias, avaliaram-se as mesmas análises não destrutivas do experimento I.

As análises fisiológicas de assimilação de CO_2 , transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO_2 , eficiência no uso da água e a eficiência instantânea da carboxilação foram realizadas a partir dos 90 dias (90, 120, 130, 140 e 150 dias), considerando-se esquema fatorial (3 x 5), manejos de estacas x épocas de avaliação. As análises destrutivas foram avaliadas somente aos 150 dias após o plantio (DAP) e constituíram-se de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e Índice de Qualidade de Dickson.

2.1 Características avaliadas

- a) Percentagem de sobrevivência (PS)** – Contabilizada por meio do número de mudas vivas em relação ao número total de mudas;
- b) Número de brotações (NB)** – Contagem direta do número de brotações emitidas;
- c) Número de folhas (NF)** – Contaram-se todas as folhas que apresentaram tamanho superior a três cm;

- d) Comprimento da parte aérea (cm) (CPA)** – Realizado por meio de medições com régua, medido do colo da planta até a gema apical;
- e) Diâmetro do caule (mm) (DC)** – Determinado por meio de medições na porção mediana da estaca, utilizando-se paquímetro digital;
- f) Comprimento do sistema radicular (cm) (CR)** – Determinado por meio de medições com régua. Mediu-se a distância do colo até o ápice da raiz;
- g) Massa fresca da parte aérea (g/planta) (MFPA)** – Aferida por meio de pesagem em balança analítica;
- h) Massa seca da parte aérea (g/ planta) (MSPA)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g;
- i) Massa fresca da raiz (g/ planta) (MFR)** – Aferida por meio da pesagem das raízes em balança analítica;
- j) Massa seca da raiz (g/ planta) (MSR)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica;
- l) Massa seca total (g/planta) (MST)** – Foi obtida com a soma da matéria seca da parte aérea e da raiz.
- m) Índice de Qualidade de Dickson (IQD)** – O IQD é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações das variáveis morfológicas, como MST, MSPA, MSR, CPA e DE (CRUZ et al., 2006), descrita a seguir na equação 1:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{CPA(cm)}{DE(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad \text{Eq. 1}$$

- n) Trocas gasosas** - Foram determinadas as trocas gasosas nas folhas completamente desenvolvidas, no período de 7 às 8h, quando determinou-se a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*g*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (*C_i*). De posse desses dados, serão quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (*A/T*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (*A/C_i*) (SCHOLES & HORTON, 1993; KONRAD et al., 2005), usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

2.2 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os dados qualitativos foram avaliados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os quantitativos por meio de análise de regressão. A escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes de regressão, utilizando teste F, no fenômeno biológico e no valor do coeficiente de determinação. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Não houve efeito significativo na interação dos fatores (manejo de estacas e época de avaliação), indicando uma condição de independência entre eles. Para o fator manejo de estacas, houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis PS, NB, NF, DE e CPA (Tabela 4). Para o fator época de avaliação, foram verificadas diferenças significativas para o NF e CPA, ao nível de 1% de probabilidade, ao passo que para as variáveis PS, NB e DE não houve diferença significativa (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’ no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		PS	NB	NF	DE	CPA
Manejo de estacas (M)	2	7728,27**	12,57**	34613,88**	4,13**	774,28**
Época de avaliação (E)	4	23,10 ^{ns}	1,48 ^{ns}	16633,20**	1,32 ^{ns}	433,91**
M x E	8	49,10 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1245,65 ^{ns}	0,54 ^{ns}	21,29 ^{ns}
Erro	45	252,03	0,99	1929,55	0,55	33,20
CV (%)		38,78	29,50	56,27	9,01	43,85

^{ns} não-significativo a 5%; * significativo a 5%; ** significativo a 1%, pelo teste ‘F’; CV- coeficiente de variação.

Para percentagem de sobrevivência e comprimento da parte aérea, observaram-se maiores médias em M3, que diferiu significativamente dos demais métodos (Tabela 5). Possivelmente esta técnica de manejo favoreceu maior absorção de água e nutrientes, condicionando o maior crescimento das mudas. Resultados divergentes foram obtidos por Davis (1988), que verificou efeito benéfico no pegamento de estacas com folhas, o que permite concluir que há respostas diferenciadas entre as espécies quanto ao manejo de estacas.

Tabela 5. Percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, em função do manejo das estacas, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCEG, Pombal-PB, 2014.

Manejos (M*)	PS (%)	NB	NF	DE (mm)	CPA (cm)
M1	20,00 c	2,50 b	31,70 b	8,73 a	7,08 c
M2	43,80 b	4,02 a	90,35 b	7,84 b	12,83 b
M3	59,00 a	3,63 a	112,13 a	8,14 b	19,51 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. * M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

O maior número de brotações foi verificado em estacas sem folhas e em estacas sem folhas com incisão, não apresentando diferença estatística entre si. Estes resultados podem estar relacionados à época da condução do experimento, quando as temperaturas ambientais foram as mais altas (Figura 1), favorecendo a diferenciação celular nas partes apicais das estacas e o surgimento de maior número de brotos (FACHINELLO et al., 1994).

No entanto, as estacas sem folhas apresentaram os menores diâmetros (Tabela 5). O maior número de folhas emitidas foi constatado nas estacas sem folhas e com incisão na base. O número de folhas do M3 apresentou média de 112,13, superior às demais técnicas (Tabela 5). Provavelmente as estacas lesionadas obtiveram maior estímulo ao crescimento radicular, favorecendo o contato com os nutrientes do substrato e havendo maior assimilação destes, beneficiando o dossel foliar, fato comprovado pelo maior comprimento radicular e acúmulo de matéria seca das raízes observada neste tratamento (Tabela 7).

De acordo com Pio et al. (2005), estacas cultivadas sem folhas, por ocasião do plantio, apresentam maior emissão de folhas em comparação a estacas plantadas com um ou dois pares de folhas. Esta característica pode estar relacionada ao fato de a remoção da folha ter promovido menor perda de umidade na estaca por desidratação e dado maior estímulo à brotação das gemas axilares localizadas na base do pecíolo da folha na estaca, por maior exposição à luminosidade do meio.

Foi observado para número de folhas e comprimento da parte aérea um comportamento linear crescente ao longo das épocas de avaliação (Figura 3 A e B), o que comprova a aptidão da espécie para propagação vegetativa utilizando-se as condições de manejo estudadas e que o cultivo das mudas de romãzeira de 60 até os 100 dias após a semeadura das estacas favorece a obtenção de mudas de maior qualidade, sendo esta última data a melhor época para condução das mudas ao campo no período seco, devido ao seu maior vigor, tendo em vista que esses resultados superaram os observados por Batista et al. (2011) em mudas de romãzeira propagadas por estaquia em diferentes substratos.

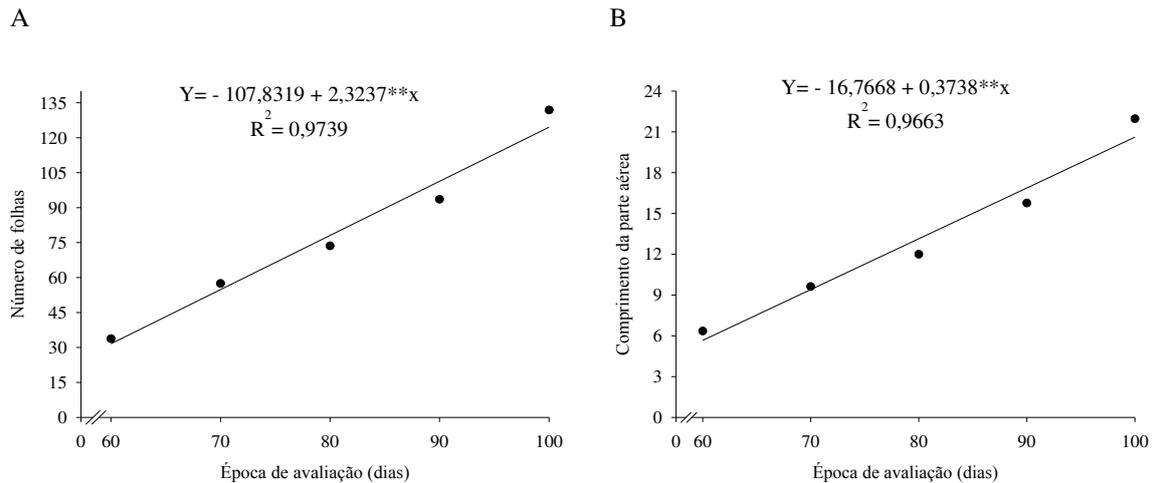


Figura 3. Efeito da época de avaliação nas variáveis número de folhas (A) e comprimento da parte aérea (B) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student.

Observa-se diferença significativa entre as técnicas de manejo das estacas estudadas ao nível de 1% de probabilidade nas variáveis CR, MFPA, MFR e MSR, avaliadas aos 100 dias após a semeadura das estacas (Tabela 6). A MSPA foi significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo de análise de variância das variáveis comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio						
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
Manejos	2	133,06**	91,55**	130,68**	8,76*	9,55**	36,31**	2,32**
Erro	9	3,93	4,96	3,58	1,43	0,26	2,719	0,05
CV (%)		11,01	15,10	20,13	16,21	17,58	15,97	12,32

^{ns} não-significativo a 5%; * significativo a 5%; ** significativo a 1%, pelo teste ‘F’; CV- coeficiente de variação.

Estacas manejadas sem folhas e com incisão na base tiveram maior CR, MFPA, MFR, MSPA, MSR e IQD (Tabela 7). As estacas com folhas proporcionaram os piores acúmulos de biomassa, o que pode estar relacionado à maior desidratação das estacas com folhas devido às altas temperaturas e à baixa umidade relativa do ar observada no período seco (Figura 1), desestimulando a emissão e crescimento de brotos (Tabela 5).

Faria et al. (2007) verificaram que a massas fresca e seca do sistema radicular de estacas semilenhosas com folhas de videira foram superiores às estacas sem folhas, mas apenas quando tratadas com AIB. Para Camolesi et al. (2007), no entanto, estacas de

pessegueiro lesionadas apresentaram maiores médias de massa fresca e seca da raiz, indicando a variabilidade entre espécies quanto aos métodos de estaquia.

Tabela 7. Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, em função do manejo das estacas no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm ⁻¹	-----g/planta-----					
M1	15,75 b	9,46 b	3,46 c	6,09 b	1,39 c	7,48 b	1,19 c
M2	13,75 b	16,01 a	9,90 b	7,07 ab	2,94 b	10,01 b	1,92 b
M3	24,58 a	18,78 a	14,86 a	9,00 a	4,48 a	13,48 a	2,71 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. * M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

A presença das folhas, por serem fontes de auxinas, é um importante fator na promoção do enraizamento de estacas semilenhosas de diversas espécies frutíferas (HARTMANN et al., 1997). Além disso, as folhas contribuem no processo de fotossíntese, que leva a produção de carboidratos e sua acumulação na base das estacas (PIRES & BIASI, 2003). Entretanto, espécies de folhas pequenas como a romãzeira podem apresentar dificuldade no enraizamento devido à desidratação excessiva das gemas axilares em virtude da pequena proteção das folhas.

Os maiores acúmulos de massa seca total foram observados no M3 (13,48g), superior às demais técnicas de manejo (Tabela 7). Tal fato se dá em função dos maiores acúmulos de massa seca da raiz e da parte aérea, como também devido ao maior crescimento vegetativo (Tabela 5). Para essa técnica, também foram observados os maiores Índices de Qualidade de Dickson, indicando sua maior viabilidade para propagação da romãzeira no período seco (Tabela 7), já que, segundo os critérios de Gomes (2001), quanto maior for o valor de IQD maior será também a qualidade da muda.

Para as variáveis de trocas gasosas, não foram constatadas diferenças significativas na interação manejo de estacas e época de avaliação (Tabela 8). Entretanto, foram observadas diferenças significativas para estes fatores, quando analisados isoladamente, para a maioria das variáveis fisiológicas (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) e a eficiência no uso da água (*EUA*) em mudas de romãzeira ‘Wonderfull’, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
Manejo de estacas (M)	2	793,5**	3,2**	0,0040**	27,9**	0,00047**	0,27*
Época de avaliação (E)	3	120,2 ^{ns}	1,0**	0,0006 ^{ns}	11,4**	0,00025**	0,49**
M x E	6	102,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Erro	36	79,6	0,1	0,0002	0,7	0,00002	0,06
CV (%)		4,23	10,47	16,29	13,09	15,48	13,77

^{ns} não-significativo a 5%; * significativo a 5%; ** significativo a 1%, pelo teste ‘F’; CV- coeficiente de variação.

Assim como observado para o crescimento vegetativo e acúmulo de massa seca, M3 revelou a melhor atividade de trocas gasosas, obtendo as maiores taxas de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação, referenciando o potencial fotossintético das mudas (Tabela 9). Em M3, também foram observadas as maiores condutâncias estomáticas, que podem estar relacionadas à necessidade de influxo de CO₂ para atividade fotossintética (TAIZ & ZEIGER, 2009), a qual culminou em uma maior taxa transpiratória. No entanto, esta não provocou restrições na eficiência do uso da água em comparação às demais técnicas de estaquia estudadas (Tabela 9).

Para a eficiência do uso da água, os menores resultados foram verificados para as técnicas M1 e M2, nas quais foram verificadas as menores transpirações e condutâncias estomáticas (Tabela 9), o que pode estar relacionado ao estresse causado pelas altas temperaturas, já que o fechamento dos estômatos é um mecanismo que reduz a perda de água por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2009) o que também pode estar relacionado ao baixo enraizamento das mudas propagadas em relação comparação com as mudas da M3, que não sofreu restrições quanto ao consumo hídrico e obteve os melhores resultados quanto ao estudo de trocas gasosas (Tabela 7).

Tabela 9. Concentração interna de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (*Ci*), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*gs*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (*A*) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência no uso da água (*EUA*) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] em mudas de romãzeira ‘Wonderfull’, em função do manejo das estacas, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
M1	202,81 b	2,91 c	0,08 b	5,16 c	0,025 c	1,78 b
M2	213,18 a	3,42 b	0,10 a	6,57 b	0,030 b	1,92 ab
M3	216,25 a	3,81 a	0,11 a	7,80 a	0,036 a	2,04 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. * M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Observou-se aumento linear na taxa transpiratória das mudas de romãzeira conforme as épocas de avaliação (Figura 4 A). Possivelmente, esse aumento na transpiração está relacionado ao aumento na assimilação líquida de CO₂ – já que a captação e assimilação do CO₂ promove perda de água para o ambiente em função da abertura dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2009) – e às altas temperaturas registradas nessa época (Figura 1).

Observou-se comportamento quadrático nas variáveis taxa de assimilação de CO₂, eficiência instantânea da carboxilação e eficiência no uso da água, as quais atingiram pico máximo entre os 93 e 94 DAP (Figura 4 B, C e D). Possivelmente, esta restrição na atividade fotossintética das mudas da romãzeira Wonderful está relacionada ao aumento da taxa transpiratória, observado nas últimas épocas de avaliação, comprometendo o estado hídrico das mudas e possivelmente reduzindo a atividade estomática em função da alta temperatura e baixa umidade observada no período seco do ano (Figura 1), dadas pelos estômatos (SHIMAZAKI et al., 2007).

Tais resultados indicam a sensibilidade da romãzeira Wonderful a condições de clima quente e seco do período seco do ano (Figura 1), fato principalmente observado na taxa de sobrevivência das mudas, onde a M1 obteve apenas 20% de sobrevivência, possivelmente em função da desidratação das estacas devido à transpiração das folhas remanescentes pelo estresse térmico-hídrico.

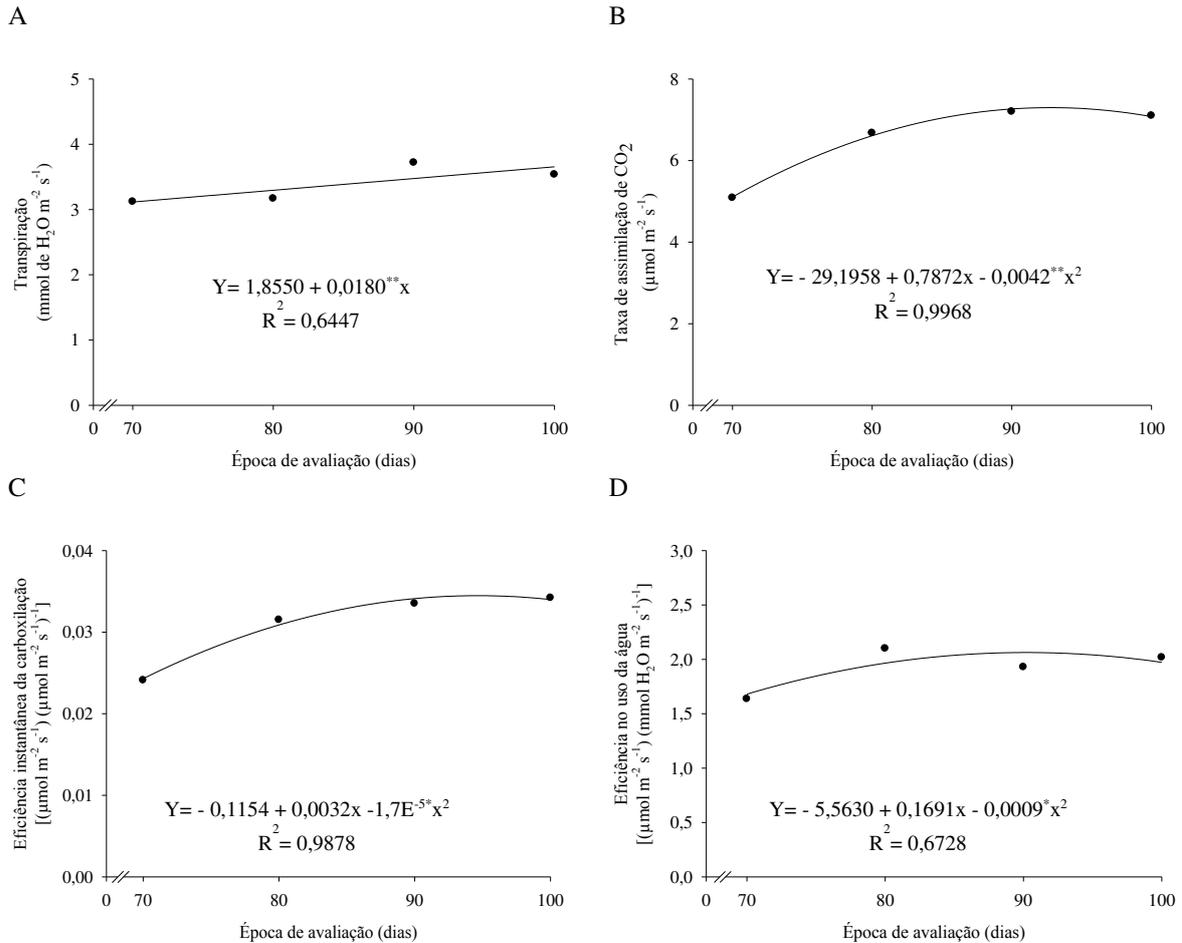


Figura 4. Efeito da época de avaliação nas variáveis transpiração (A), taxa de assimilação de CO₂ (B), eficiência instantânea da carboxilação (C) e a eficiência no uso da água (D) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student.

Experimento II

Observa-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade na interação dos fatores manejo de estacas e épocas de avaliação apenas para as variáveis NF e CPA. Não se observou interação significativa entre os fatores para as variáveis PS, NB e DE (Tabela 10). Observa-se efeito significativo isolado dos fatores, ao nível de 1% de probabilidade, para as variáveis PS, NB e DE (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da análise de variância das variáveis percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		PS	NB	NF	DE	CPA
Manejo de estacas (M)	2	1398,39**	25,91**	68985,01**	7,16**	89,75**
Época de avaliação (E)	9	2902,13**	5,01**	137093,40**	1,32**	1277,57**
M x E	18	270,15 ^{ns}	0,57 ^{ns}	3482,72**	0,06 ^{ns}	11,98**
Erro	90	211,08	0,41	459,63	0,12	5,35
CV (%)		21,85	13,45	10,51	4,67	9,89

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Verificou-se maior percentagem de sobrevivência, número de brotações, número de folhas, maior diâmetro da estaca e comprimento da parte aérea nas estacas do M3 (Tabela 11), indicando que nos períodos seco e chuvoso estacas manejadas sem folhas e com incisão na base proporcionam melhores resultados na produção de mudas de romãzeira ‘Wonderfull’ (Tabelas 5 e 11).

A alta percentagem de sobrevivência observada na época chuvosa pode ser atribuída a fatores como a condição fisiológica apresentada pela planta matriz. Segundo Fachinello et al. (2005), esta é representada por características internas, como o conteúdo de água, teor de reservas e nutrientes, possibilitando o fornecimento de estacas semilenhosas favoráveis ao enraizamento, bem como pelas condições climáticas desse período.

Tabela 11. Percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB), número de folhas (NF), diâmetro da estaca (DE) e comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, em função do manejo das estacas, no período chuvoso ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos (T*)	PS	NB	NF	DE (mm)	CPA (cm)
M1	60,30 b	4,27 b	160,54 c	7,59 b	22,61b
M2	67,08 ab	4,38 b	208,39 b	7,23 c	22,43 b
M3	72,08 a	5,72 a	243,25 a	8,07 a	25,11 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. * M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Houve efeito quadrático para a percentagem de sobrevivência das mudas de romãzeira ao longo do período de avaliação, apresentando a percentagem máxima de sobrevivência de 79,66% aos 131,5 DAP, permanecendo estável a partir de então (Figura 5A), resultados superiores aos observados por Batista et al. (2011), que obtiveram 70% de sobrevivência para mudas de romãzeira em função de distintos substratos, reforçando a importância da técnicas de estaquia para a obtenção de maior número de mudas viáveis.

Houve efeito isolado para fator época de avaliações sobre o número de brotações,

apresentando comportamento linear crescente. A maior produção de brotos (5,6 brotos/estaca) foi obtida aos 150 dias após o plantio, podendo estar associada ao maior acúmulo de reservas no início do cultivo (Figura 5B). O diâmetro das estacas aumentou com o período de avaliação, passando de 7,32 mm, aos 60 DAP, para 8,26 mm, aos 150 DAP (Figura 5D).

Resultados contraditórios foram obtidos por Pereira et al. (2013) em genótipos de pião manso, onde o número de brotações diminuiu ao longo do tempo em função da mortalidade das estacas, fato que pode estar relacionado à incapacidade do sistema radicular em suprir a parte aérea dessas mudas, problema não verificado neste trabalho, pois todas as técnicas estudadas apresentaram desenvolvimento satisfatório do sistema radicular, principalmente no que diz respeito às mudas oriundas da M3 (Tabela 13).

Observou-se comportamento linear crescente no número de folhas e comprimento da parte aérea até os 150 DAP, com destaque para o M3, que teve resultados superiores (Figuras 5 C e E), evidenciando, portanto, a importância do manejo para melhorias no crescimento e vigor das mudas. Observa-se que no período de realização do experimento as condições de temperatura foram favoráveis à continuidade da produção e desenvolvimento das mudas ao longo das épocas de avaliação, com temperatura média de 28 °C (Figura 2).

Segundo Hermann & Câmara (1999) e Benincasa et al. (2003), as folhas são os órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética e que é responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Em função disso, o maior número de folhas observados no M3 pode ter estimulado o crescimento vegetativo.

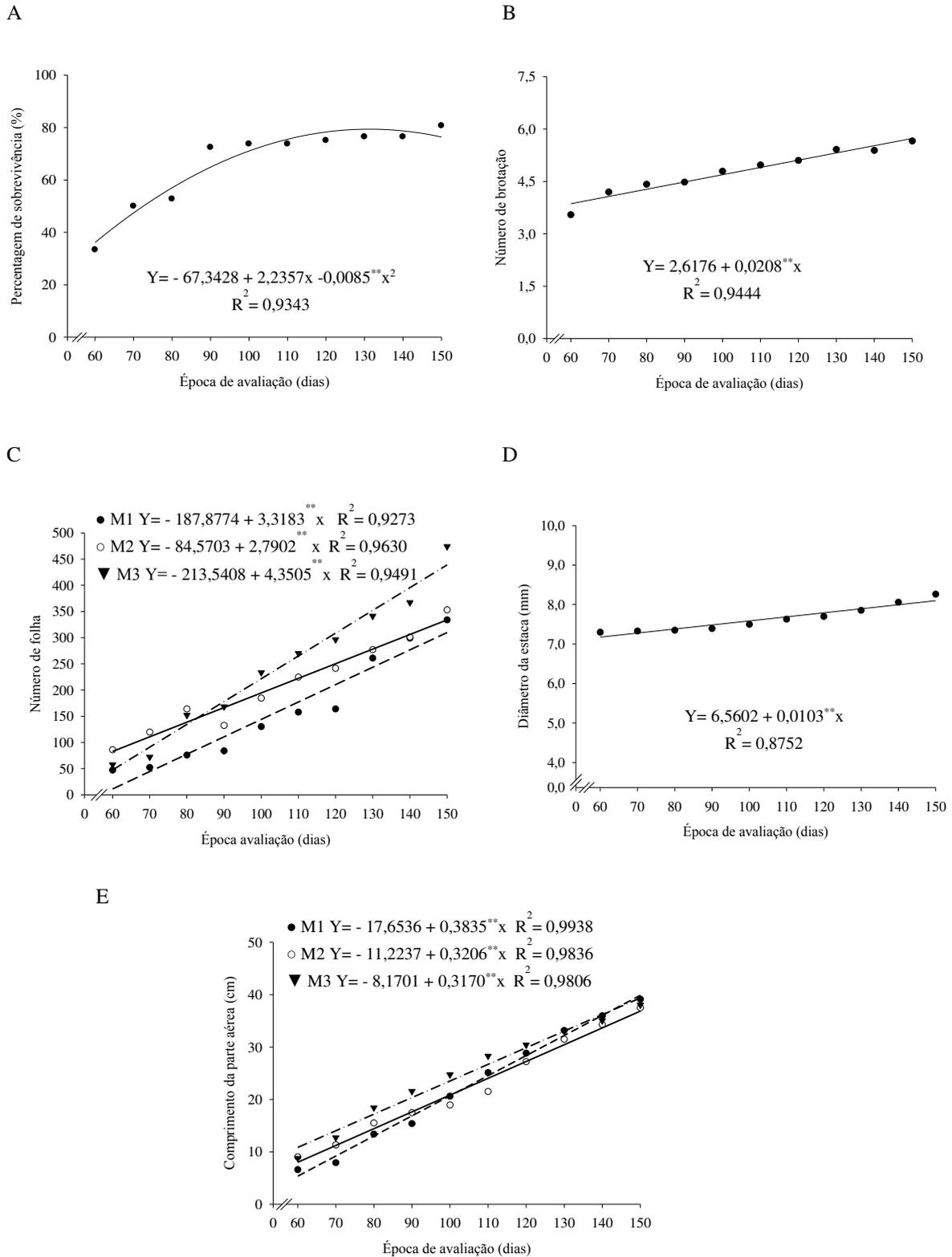


Figura 5. Efeito da época de avaliação nas variáveis percentagem de sobrevivência (A), número de brotações (B), número de folhas (C), diâmetro da estaca (D) e comprimento da parte aérea (E) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student. M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Foi observado efeito significativo no manejo de estacas para as variáveis CR, MFPA, MFR, MSPA, MSR, MST e IQD ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 12). Tais resultados indicam que há influência do manejo das estacas sobre a capacidade de conversão de biomassa vegetal em mudas de romãzeira.

Tabela 12. Resumo de análise de variância das variáveis comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’ no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio						
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
Manejos	2	40,40**	54,52**	37,19**	11,88**	2,75**	22,33**	0,74**
Erro	9	4,17	0,62	1,88	0,46	0,12	0,58	0,07
CV (%)		5,99	2,71	9,07	5,12	6,91	4,15	10,96

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Com relação ao comprimento de raiz (Tabela 13), observam-se os melhores resultados com a utilização das técnicas M1 e M3, que não diferiram entre si, sendo superiores estatisticamente a M2. O maior comprimento da raiz (36,69 cm) foi obtido com o M3 e o menor comprimento da raiz (30,57 cm) foi obtido na estaca sem folha (M2).

Segundo Davis Júnior & Hartmann (1988), o aumento do teor de lignina nos tecidos exerce influência direta na capacidade de enraizamento das estacas, criando barreiras mecânicas ou fisiológicas. Assim, a realização de incisão na base das estacas provoca maior absorção de água e de reguladores de crescimento, aumentando a eficiência de enraizamento, o que pode explicar os resultados obtidos no presente trabalho, onde a presença de lesão nas estacas teve influência no enraizamento.

Comportamento diferente foi reportado por Wagner Júnior et al. (2004), que verificaram que diferentes tipos de lesões na base não influenciaram o enraizamento e o desenvolvimento das raízes de estacas herbáceas em quatro cultivares de mirtilo (*Vaccinium* sp.), confirmando que as respostas às técnicas de estaquia variam conforme as espécies, o que evidencia a importância de pesquisa na área.

Tabela 13. Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’ em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Manejos*	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm ⁻¹	-----g/planta-----					
M1	35,12 a	27,48 b	11,65 b	12,54 b	4,21 b	16,75 b	2,15 b
M2	30,57 b	26,92 b	16,38 a	12,15 b	5,30 a	17,46 b	2,52 ab
M3	36,69 a	33,57 a	17,35 a	15,31 a	5,84 a	21,15 a	3,01 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Não foram observadas diferenças entre as técnicas de estaquia M1 e M2 em relação à massa fresca e massa seca da parte aérea, o que indica que as técnicas apresentaram comportamento semelhante em relação ao desenvolvimento das mudas (Tabela 13). Porém, na M3 foi constatada diferença significativa entre as demais técnicas, sendo que a maior média foi obtida por ela.

Tais resultados corroboram com os observados para o crescimento vegetativo, com as estacas com incisão na base obtendo o maior comprimento da parte aérea e maior emissão de folhas (Tabela 11), o que evidencia a importância do estímulo da incisão da base em estaca de romãzeira.

Para as variáveis massa fresca e massa seca da raiz, as técnicas M2 e M3 não diferiram estatisticamente, sendo superiores a M1 (Tabela 13). Resultados semelhantes foram encontrados por Colombo et al. (2008), que não encontraram efeito significativo para a técnica com lesão na base em estaca de goiabeira. No entanto, nas condições climáticas do período seco do ano, também se verificou superioridade da M3 (Tabela 7). Deste modo, o efeito promissor da técnica pode estar relacionado às condições de clima (Figura 1).

Os maiores acúmulos de massa seca total foram verificados quando as mudas de romãzeira ‘Wonderful’ foram manejadas sob a M3 (Tabela 13), resultados que corroboram os observados para o crescimento vegetativo das mudas (Tabela 11). Esses resultados foram semelhantes aos observados para o período seco e no período chuvoso foi verificado maior acúmulo de massa seca total, o que pode estar relacionado ao maior período de cultivo e às condições climáticas amenas observadas no período (Figura 1 e 2).

O Índice de Qualidade de Dickson referencia o equilíbrio de crescimento e acúmulo de biomassa vegetal das mudas, onde se observa, assim como nas demais variáveis, que o maior índice foi obtido em M3 (Tabela 13), o que pode ser explicado por seu maior crescimento e acúmulo de biomassa, indicando essa técnica como a que mais possibilita a propagação da

romãzeira ‘Wonderful’, corroborando com o comportamento observado no período seco (Tabela 7).

Foram verificadas diferenças significativas para a interação técnica de manejos das estacas e época de avaliação ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis transpiração e eficiência no uso da água; para a condutância estomática, diferiu ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 14).

Para as variáveis concentração interna de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação, observou-se efeito isolado do fator época de avaliação, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 14). Todavia, para a taxa de assimilação de CO₂, foi observado efeito isolado dos dois fatores, com técnica de estaquia ao nível de 5% de probabilidade e fator época de avaliação ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo da análise de variância para concentração interna de CO₂ (*C_i*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) e a eficiência no uso da água (*EUA*) em mudas de romãzeira ‘Wonderfull’, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EIC</i>	<i>EUA</i>
Manejo de estacas (M)	2	26,71 ^{ns}	0,4 [*]	0,00004 ^{ns}	1,7 [*]	0,000015 ^{ns}	0,25 [*]
Época de avaliação (E)	3	704,70 ^{**}	4,5 ^{**}	0,00408 ^{**}	13,1 ^{**}	0,000387 ^{**}	0,42 ^{**}
M x E	6	163,07 ^{ns}	0,4 ^{**}	0,00071 [*]	0,5 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	0,23 ^{**}
Erro	36	99,56	0,11	0,00029	0,3	0,000008	0,06
CV (%)		4,22	12,28	15,74	8,78	9,94	9,97

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O maior desempenho na atividade de trocas gasosas foi observado para as mudas manejadas no M3, significativamente superior aos demais, para taxa de assimilação de CO₂, confirmando o maior desempenho de crescimento das mudas propagadas sob esta técnica (Tabela 11), possivelmente em virtude da maior atividade da Rubisco (MACHADO et al., 2005), confirmado pela maior assimilação de CO₂ (Tabela 15).

As menores taxas transpiratórias foram verificadas nas mudas manejadas com estacas com folhas, indicando menor consumo de hídrico por essas mudas, o que favorece a maior eficiência do uso da água (Tabela 15). Salienta-se que as menores taxas de transpiração registradas para as estacas com folhas podem estar relacionadas a uma peculiaridade da técnica, em virtude de as mudas propagadas por esta técnica terem sido submetidas a maior demanda transpiratória na fase de estaca, estimulando a planta a uma maior racionalização hídrica, considerando que nas mudas da M1 foi verificada maior eficiência no uso da água em todas as épocas de avaliação (Figura 6 F). Além disso, as mudas propagadas com essa técnica no período seco também obtiveram as menores taxas transpiratórias (Tabela 15).

Tabela 15. Concentração interna de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (C_i), transpiração (E) (mmol de H₂O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) (mmol de H₂O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea da carboxilação (EIC) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência no uso da água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] em mudas de romãzeira ‘Wonderfull’, em função do manejo das estacas, no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

Tratamento*	C_i	E	g_s	A	EIC	EUA
M1	237,7 a	2,58 b	0,108 a	6,66 b	0,028 a	2,64 a
M2	235,4 a	2,82 a	0,109 a	6,59 b	0,028 a	2,42 b
M3	236,8 a	2,82 a	0,111 a	7,14 a	0,029 a	2,54 ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

O estudo das trocas gasosas da romãzeira Wonderful ao longo das épocas de avaliação revela um aumento na concentração interna de CO₂ ao longo do desenvolvimento das mudas (Figura 6 A), o que é acompanhado de uma redução na taxa de assimilação de CO₂ (Figura 6 D) e na eficiência instantânea da carboxilação (Figura 6 E), fato que pode estar relacionado a uma menor atividade da Rubisco, explicado pelo aumento da C_i , já esta serve de substrato para o funcionamento da Rubisco (TAIZ & ZAIGER, 2009).

Apesar das reduções observadas na concentração interna de CO₂, esses valores estão dentro da faixa observada para plantas C3 (200 a 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (TAIZ & ZAIGER, 2009). De outro modo, estes resultados também podem se dar em função da atividade estomática, já que após os 90 DAS foram observadas reduções na atividade estomática e na transpiração das mudas, fato esperado, pois os estômatos são responsáveis por regular as trocas gasosas (SHIMAZAKI et al., 2007), resultados semelhantes aos observados por Souza et al. (2001) e Lima Filho & Santos (2009) em mudas de videira e de *Spondias*, respectivamente, que verificaram reduções na taxa de assimilação de CO₂ e na transpiração em função da redução da atividade estomática.

Aos 90 DAS, foi verificado maior potencial fotossintético das mudas de romãzeira Wonderful, as quais apresentaram taxa de assimilação de CO₂, 8,89 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, em média (Figura 6D), valor superior ao (7,63 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) observado nas condições do período seco do ano (Figura 4D), fato que pode ter impulsionado o maior crescimento das mudas nesse período, sendo este o mais propício para a produção de mudas.

Salienta-se ainda que após os 90 DAP houve decréscimo na taxa de assimilação líquida de CO₂ até os 143,7 DAP, voltando a aumentar a partir de então (Figura 6 D). Esse aumento da taxa fotossintética pode estar relacionado ao novo pico de crescimento vegetativo da mudas, indicando o ponto ideal para levá-la ao campo, onde poderá se adaptar melhor às condições do meio.

Observa-se aos 144 DAP comprimento da parte aérea de aproximadamente 37 cm em média, podendo essa ser tida como altura ideal para o transplante das mudas de romãzeira cv. Wonderful (Figura 5).

As maiores eficiências no uso da água foram registradas para as mudas propagadas em M1 (Figura 6 F), resultados que corroboram com a menor atividade estomática e transpiratória dessas mudas (Figuras 6 B e C). Tais resultados podem estar relacionados à predisposição dessas mudas em reduzir sua atividade transpiratória, já que estas são submetidas a uma maior demanda evaporativa desde a fase de estacas.

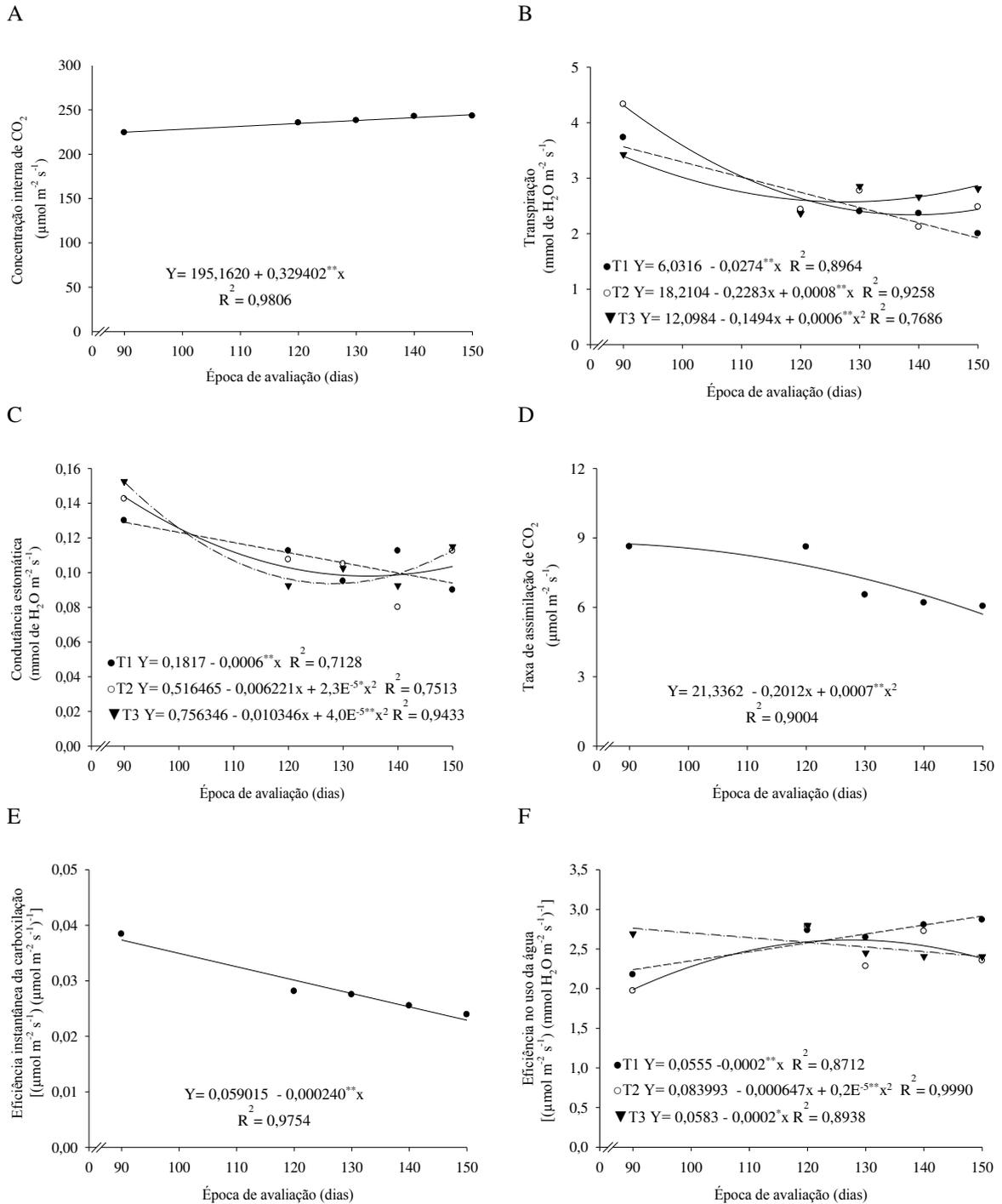


Figura 6 Efeito da época de avaliação nas variáveis concentração interna de CO_2 (A), transpiração (B), condutância estomática (C), taxa de assimilação de CO_2 (D), eficiência instantânea da carboxilação (E) e a eficiência no uso da água (F) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’, em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal-PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste ‘t’ de Student. M1: Estacas com folhas; M2: Estacas sem folhas; M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

4 CONCLUSÕES

As mudas da romãzeira ‘Wonderful’ propagadas no época chuvosa obtêm maior vigor e qualidade.

O emprego da técnica de lesão na base da estaca resultou em melhorias em todas as características avaliadas, sendo esta a mais indicada para a propagação de romãzeira ‘Wonderful’.

A técnica manejo de estacas com folhas revelou-se imprópria à propagação da romãzeira ‘Wonderful’, na época seca do ano.

A melhor época para o transplântio das mudas de romãzeira ‘Wonderful’ é aos 144 dias após a sementeira das estacas, período no qual elas retomam seu pico fotossintético e apresentam uma altura média de 37 cm.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B.; BENEDITO, C. P.; GUIMARÃES, I. P. Propagação vegetativa de romã em diferentes substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 96-100, 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K.; SACHS, P. J. D.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; FARIA, A. P.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V. Enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro “Okanawa” sob efeito de lesão na base e ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1805-1808, 2007.

COLOMBO, L. A.; TAZIMAL, Z. H.; MAZZINI¹, R. B.; ANDRADE¹, G. A.; KANAYAMA¹, F. S.; BAQUERO¹, J. E.; AULER¹, P. A. A.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A.; Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (harms) ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

DAVIS JÚNIOR, F. T.; HARTMANN, H. T. The physiological basis of adventitious root formation. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 227, n. 2, p. 113-120, 1988.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2005.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, J. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1994. 179p.

FARIA, A. P.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V.; SACHS, P. J. D.; CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K. Enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'IAC 572-Jales' tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, p. 393-398, 2007.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770p.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Stab. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v. 17, n. 5, p. 32-34, 1999.

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

LIMA FILHO, J. M. P.; SANTOS, C. A. F. Avaliações fenotípicas e fisiológicas de espécies de spondias tendo como porta enxerto o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Cam.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 59-63, 2009.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais, **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. **Recomendação para a cultura do mamoeiro cv. Solo do Estado do Espírito Santo**. 3. ed. Vitória: s.ed., 1987. 64p.

OLIVEIRA, E. M. M.; LIMA, I. S.; CARNEIRO, B. T.; NOGUEIRA, R. I.; SILVA, O. F. Aplicabilidade da técnica PCR-RAPD para a determinação do perfil genotípico de variedades de romã (*Punica granatum*). In: II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém. **Anais**. Belém, Sociedade Brasileira de Recurso Genético, 2012. CD-ROM.

PEREIRA, J. C. S.; CAMPESTRINI, R.; BARROS, H. B.; MAGALHÃES, J. C. S.; FIDELIS, R. R. Capacidade de enraizamento de estacas de genótipos de pinhão-manso sob lâminas de água. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 86-92, 2013.

PIO, R.; BASTOS, D. C.; BERTIS, A. J.; FILHO, J. A.; FILHO, F. A. A. M.; ALBUQUERQUE, F.; ALVES, A. S. R. NETO, J. E. B. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. **Propagação da videira**. In: POMMER, C. V. Uva: Tecnologia da produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, cap. 5-8, 2003.

ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 7, p. 1386-1394, 2010.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. & MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 286-289, 2003

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

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement, **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

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

SUMNER, M. D.; ELLIOTT-ELLER, M.; WEIDNER, G.; DAUBENMIER, J. J.; CHEW, M. H.; MARLIN, R. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. **Journal of Cardiology**, v. 96, p. 810-814, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. 2,6-Di-hidroxiacetofenona e tipo de corte basal no enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro 'Okinawa'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 462-464, 2005.

WAGNER JÚNIOR, A.; COUTO, M.; RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C. Efeito da lesão basal e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de quatro cultivares de mirtilo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 2, p. 251-253, 2004.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ROMÃZEIRA ‘WONDERFUL’ SOB DISTINTOS MÉTODOS DE ENXERTIA.

RESUMO

Objetivou-se no presente estudo avaliar diferentes métodos de enxertia na propagação vegetativa da romãzeira ‘Wonderful’ sob porta-enxerto da romãzeira ‘Molar’. O trabalho foi realizado no período de 06 de agosto a 06 de novembro de 2013, em casa de vegetação, localizado no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando-se esquema fatorial (4 x 4), métodos de enxertia x épocas de avaliação, com quatro repetições e cinco mudas por unidade experimental, cujos métodos de enxertia foram: a) Garfagem no topo em fenda cheia; b) Garfagem em fenda lateral; c) Borbulhia em placa e d) Borbulhia em T invertido, e as épocas de avaliação foram: (45, 60, 75 e 90 dias). As variáveis não destrutivas foram analisadas aos 45, 60, 75 e 90 dias após enxertia, em que se avaliou percentagem de pegamento, número de brotações, número de folhas, diâmetro do porta-enxerto, no ponto de enxertia e do enxerto, além do comprimento da parte aérea. As análises fisiológicas de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e a eficiência instantânea da carboxilação, teor de clorofila, e as análises de massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e de raízes e massa seca total foram avaliadas apenas aos 90 dias após enxertia. Os métodos de enxertia por garfagem em fenda cheia e lateral proporcionaram o maior pegamento nas mudas de romãzeira. A enxertia por borbulhia em placa não é viável na cultura da romãzeira, por proporcionar percentagens de pegamento inviáveis. As mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral obtiveram o maior crescimento e acúmulo de matéria seca. As menores atividades de trocas gasosas e os menores teores de clorofila foram observados nas mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral.

Palavras-chave: *Punica granatum* L., propagação vegetativa, métodos de enxertia.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the different methods of grafting on vegetative propagation of the pomegranate 'Wonderful' rootstock under the pomegranate 'Molar'. The study was conducted from August 6th to November 6th 2013, in a greenhouse, located in the Center for Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, Brazil. It was used a completely randomized design (DIC), considering factorial (4 x 4), methods grafting x evaluation times, with four replications and five plants per experimental unit, whose methods of grafting were: a) grafting the top cleft b) lateral cleft grafting c) budding e d) budding plate inverted T and evaluation times were: (45 , 60 , 75 and 90 days). The nondestructive variables were analyzed at 45, 60 , 75 and 90 days after grafting, which evaluated the percentage of fixation, number of shoots, number of leaves, diameter of the rootstock, at the point of grafting and graft, beyond the length of the air part. Physiological analyzes of CO₂ assimilation, transpiration, stomata conductance, internal CO₂ concentration, water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency, chlorophyll content, analysis of fresh weight of shoot and root dry mass of Aerial and root and total dry mass were accomplished only at 90 days after grafting. The methods of grafting and graft left side gave a higher fixation in seedlings pomegranate. The grafting in budding plate is not feasible in the culture of the pomegranate, for providing percentages of viable fixation. The grafted seedlings by grafting side slit had the highest growth and dry matter accumulation. The lower activities of gas exchange and lower chlorophyll levels were observed in the grafted seedlings by grafting side slit.

Keywords: *Punica granatum* L., vegetative propagation, grafting methods.

1 INTRODUÇÃO

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é um arbusto lenhoso, ramificado, pertencente à família Punicaceae e de origem mediterrânea (NEGI & JAYPRAKASHA, 2003). Sob condições climáticas brasileiras, esta cultura apresenta boa adaptabilidade e sua produção vem crescendo nos últimos anos, chegando a uma produção média de 2,03 mil toneladas de frutas frescas comercializadas no país em 2011 (IBRAF, 2012).

Dentre as variedades de romãzeiras cultivadas no país, a variedade ‘Wonderful’ é a mais atrativa aos consumidores, por apresentar coloração mais avermelhada, maior rendimento de suco e frutos de maiores tamanhos (OLIVEIRA et al, 2012).

No Brasil, a propagação vegetativa por meio da enxertia tem sido uma técnica bastante utilizada na fruticultura, garantindo a formação de pomares com populações de plantas homogêneas (FACHINELLO et al., 2005). Embora a propagação vegetativa seja considerada um método mais difícil para a obtenção de mudas em escala comercial e de custo mais elevado, sua adoção ainda é preferível à utilização de sementes, pois assegura a obtenção de plantas uniformes e com características determinadas (GONZAGA NETO, 1995), além de possibilitar a união de mais de um genótipo, combinando as características desejáveis de ambos em uma planta composta (HARTMANN et al., 2002).

Diante disso, a escolha do porta-enxerto dá-se pela rusticidade apresentada, rápido desenvolvimento, compatibilidade com o enxerto, resistência a doenças de solo e indução de boa produtividade (LEITE et al., 2013). Desse modo, torna-se preferível a variedade Molar, caracterizada por ser muito vigorosa e apresentar rápido crescimento (MARM, 2010).

Normalmente, espécies lenhosas caducas, como as frutíferas de clima temperado, apresentam ótimos índices de pegamento quando os enxertos são coletados em período de repouso vegetativo e enxertados por garfagem, pelos métodos de fenda cheia, fenda lateral, inglês simples ou inglês complicado (PASQUAL et al., 2001; HARTMANN et al., 2002). No entanto, a propagação vegetativa por enxertia entre variedades de romãzeira é inédita e necessita de estudos que descrevam sua viabilidade.

Diante disso, objetivou-se avaliar diferentes técnicas de propagação vegetativa por enxertia com o intuito de estabelecer o tipo de enxertia mais viável para a romãzeira ‘Wonderful’ com porta-enxerto da romãzeira ‘Molar’, produzido por estaquia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de 06 de agosto a 06 de novembro de 2013, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB, cujas coordenadas geográficas são 6° 46' 13'' de latitude sul e 37° 48' 06'' de longitude a oeste de Greenwich uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como semiárido ("AW" quente e úmido) com média anual de pluviosidade e temperatura de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial (4 x 4): métodos de enxertia x épocas de avaliação, com quatro repetições e cinco mudas repetição. Testaram-se os seguintes métodos de enxertia: a) Garfagem no topo em fenda cheia; b) Garfagem em fenda lateral; c) Borbulhia em placa e d) Borbulhia em T invertido, e as épocas de avaliação: 45, 60, 75 e 90 dias após a enxertia. Foi também estudado o método de enxertia garfagem em inglesa simples, a qual foi desconsiderada, tendo em vista que este tratamento apresentou índice zero de pegamento.

As variáveis não destrutivas foram analisadas aos 45, 60, 75 e 90 dias, quando se avaliou percentagem de pegamento, número de brotações, número de folhas, diâmetro do porta-enxerto, diâmetro no ponto de enxertia, diâmetro do enxerto e comprimento da parte aérea.

As análises fisiológicas de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência instantânea da carboxilação e a eficiência no uso da água, teor de clorofila, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total analisadas somente aos 90 dias após enxertia.

Inicialmente, foram produzidas as mudas da variedade 'Molar' por meio de estaquia, utilizando-se o melhor manejo de estacas, discutido nos capítulos anteriores, para constituir o porta-enxerto. Essas mudas foram produzidas no período de janeiro de 2013 a agosto de 2013, em casa de vegetação com cobertura de sombrite e passagem de 50% de luminosidade.

As estacas foram adquiridas de várias plantas matrizes de romãzeira sadias e vigorosas, em um pomar comercial manejado em sistema orgânico (Certificado IBD, Lei 10.831), na Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, Sousa-PB (longitude 38°13'41'' e latitude 06°45'33''), distante 30 km do município de Pombal- PB.

Em seguida, foram colocadas em caixa de isopor, sendo acomodadas em camadas de papel toalha umedecido, para evitar desidratação, e transportadas para o Laboratório de

Fitotecnia da UFCG, Pombal-PB. No laboratório, foram lavadas em água corrente e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, e padronizadas quanto ao tamanho, estabelecendo-se o comprimento de 15 cm e diâmetro variando de 4 a 5 mm.

As estacas foram plantadas enterrando-as 2/3 do seu comprimento, em recipientes de sacos de polietileno com dimensões de 20 x 25 cm, utilizou-se substrato constituído por três partes de areia lavada: uma de composto orgânico (Ecofertil[®]) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física do substrato, constituído por 3 partes de areia lavada: 1 de composto orgânico (Ecofertil[®]) utilizado para a produção de mudas de romãzeira, no período chuvoso, de janeiro a junho de 2013. Pombal-PB, 2014.

Análise química*												
pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	SB	T	V	PST	M.O
-	dSm ⁻¹	%	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³					%		g kg ⁻¹
7,9	0,9	-	20	0,3	4,8	5,1	3,4	10,2	13,5	74,9	25,0	49
Análise física**												
Areia	Silte	Argila	Dens. aparente		Dens. real		Poros. total		Classe textural			
g Kg ⁻¹			g cm ⁻³		g cm ⁻³		m ⁻³ m ⁻³		-			
731	147	122	1,30		2,48		0,47		Franco Arenoso			

*Laboratório de análises: Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP, Pombal – PB. pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; p, K, Na: extrator Mehlich- I; Al, Ca, Mg: extrator KCl – 1 mol/L; SB = Soma de Bases Trocáveis; CE, em água – relação 1:2,5; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Saturação por Bases; PST= Percentagem de Sódio Trocável. ** Granulométrica: pelo decímetro de Boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

As mudas foram enxertadas quando apresentaram diâmetro das brotações com aproximadamente cinco mm, o que ocorreu por volta de oito meses após a semeadura.

Os ramos para enxertia foram coletados na manhã do dia 06 de agosto de 2013, e as enxertias foram realizadas no mesmo dia, após a coleta dos enxertos. Os enxertos empregados foram obtidos de plantas adultas, sadias e produtivas, com idade aproximada de dois anos, medindo aproximadamente 15 cm de comprimento e 5 mm de diâmetro, contendo de quatro a cinco gemas.

As mudas utilizadas como porta-enxerto foram decapitadas, com aproximadamente 13 cm de altura da base do caule. Para a garfagem no topo em fenda cheia, realizou-se uma fenda vertical na extremidade inferior no porta-enxerto, com o enxerto recebendo duas incisões na parte basal, na forma de cunha.

A cunha e a fenda tinham cerca de três cm. No método de garfagem em fenda lateral, os garfos foram cortados em forma de cunha na parte basal, inseridos e amarrados em uma fenda lateral de dois a três cm de profundidade, feita de cima para baixo, sem que fosse decepada a parte aérea do porta-enxerto a uma altura de 13 cm de altura da base do caule.

A borbulhia em placa foi feita por meio do encaixe de uma gema cortada em forma de placa em uma incisão em forma com os mesmos formatos da gema, realizada no porta-enxerto a 13 cm de altura da base do caule. E para a borbulhia em T invertido, foi realizada uma

incisão no porta-enxerto em T invertido, da mesma forma, uma borbulha (gema) foi retirada do enxerto; em seguida, foi feito o encaixe no porta-enxerto a 13 cm de altura da base do caule.

Os enxertos foram amarrados com fita de polietileno, de aproximadamente 2 x 40 cm, de modo a facilitar a união e cicatrização das partes (gemas e garfos). Para evitar a desidratação dos garfos, foi colocado, logo após a realização da enxertia, um saco de polietileno transparente (com dimensões 5 x 20 cm) sobre os garfos. O saco foi retirado ao iniciar a brotação das gemas. E após 45 dias da enxertia, foram retiradas as fitas plásticas e eliminados os ramos do porta-enxerto acima do ponto da enxertia para os métodos de fenda lateral e borbulhias, período no qual foi observado o pegamento dos enxertos. Após a enxertia, com auxílio de um termohidrômetro, foram monitorados os dados de temperatura e umidade (Figura 1).

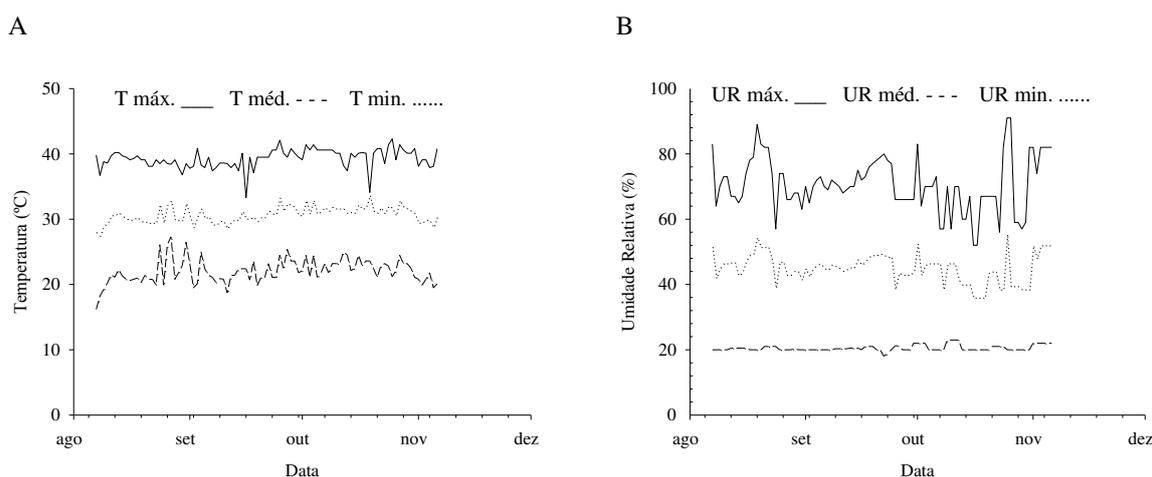


Figura 1. Médias de temperatura (A) e umidade relativa (B) em casa de vegetação no período de 07 de agosto a 06 de novembro de 2013. UFCG, Pombal-PB, 2014.

2.1 Características avaliadas

- a) **Porcentagem de pegamento (PP)** – Contabilizada por meio do número de enxertos pegos em relação ao número total de mudas;
- b) **Número de brotações (NB)** – Realizado por meio de contagem direta do número de brotações emitidas no enxerto;
- c) **Número de folhas (NF)** – Realizado contando-se todas as folhas que se apresentaram maduras;
- d) **Comprimento da parte aérea (cm) (CPA)** – Realizado por meio de medições com régua, medido-se a partir do ponto da enxertia até o ápice da planta;

- e) Diâmetro do porta-enxerto (mm) (DC)** – O diâmetro do porta-enxerto foi avaliado a uma altura de três cm, contada a partir do colo da planta;
- f) Diâmetro do ponto da enxertia (mm) (DPE)** – O diâmetro do ponto da enxertia foi realizado pela medição na região oposta da incisão do enxerto;
- g) Diâmetro do enxerto (mm) (DE)** – O diâmetro do enxerto foi medido a dois cm acima do ponto da enxertia, utilizando um paquímetro digital (mm);
- h) Massa fresca da parte aérea (g/planta) (MFPA)** – Determinada por meio de pesagem em balança analítica. Considerou-se como parte aérea toda a biomassa produzida a partir do ponto da enxertia;
- i) Massa seca da parte aérea (g/ planta) (MSPA)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g. Considerou-se como parte aérea toda a biomassa produzida a partir do ponto da enxertia;
- j) Massa fresca da raiz (g/ planta) (MFR)** – Aferida por meio da pesagem das raízes em balança analítica;
- l) Massa seca da raiz (g/ planta) (MSR)** – Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica;
- m) Massa seca total (g/planta) (MST)** – Foi obtida com a soma da matéria seca da parte aérea e da raiz.
- n) Trocas gasosas** – Foram determinadas as trocas gasosas nas folhas maduras das mudas no período das 7 às 8h, quando se determinou a taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (C_i). De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A/C_i) (SCHOLES & HORTON, 1993; KONRAD et al., 2005), usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.
- o) Teores de clorofila e carotenoides** – Os teores de clorofila a e b , total e carotenoides (mg L^{-1}) foram determinados no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, seguindo a metodologia proposta por Lichtenthaler (1987). A extração da clorofila foi feita em acetona 80% e a quantificação, por espectrofotometria. Os cálculos de mg de clorofila e carotenoides por litro de acetona basearam-se nas equações 1, 2, 3 e 4 a seguir (LICHTENTHALER, 1987).

$$\text{Clorofila total (mg L}^{-1}\text{)} = 17,3 \text{ A646} + 7,18 \text{ A663} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Clorofila a (mg L}^{-1}\text{)} = 12,21 \text{ A663} - 2,81 \text{ A646} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{Clorofila b (mg L}^{-1}\text{)} = 20,13 \text{ A646} - 5,03 \text{ A663} \quad \text{Equação 3}$$

$$\text{Carotenoides totais (mg L}^{-1}\text{)} = (1000 \text{ A470 nm} - 1,82 \text{ Ca} - 85,02 \text{ Cb})/198 \quad \text{Equação 4}$$

2.2 Análises estatísticas

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. Os dados qualitativos foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os quantitativos, por meio de análise de regressão. A escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes de regressão, utilizando teste F, no fenômeno biológico e no valor do coeficiente de determinação. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores métodos de enxertia e épocas de avaliação apenas para as variáveis NF e DE (Tabela 2). Observou-se significância ($p < 0,01$) para o fator métodos de enxertia sobre as variáveis PP, NB, NF, DC, DPE e DE; apenas a variável CPA não diferiu significativamente. Para o fator época, verificou-se efeito significativo para NF, CPA, DC, DPE e DE, ao nível de 1% de probabilidade. As variáveis PP e NB não diferiram entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis percentagem de pegamento (PP), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do porta-enxerto (DC), diâmetro do ponto da enxertia (DPE) e diâmetro do enxerto (DE) de mudas de romãzeira cv. Wonderful em função dos diferentes métodos de enxertia e diferentes épocas de avaliação. UFCG. Pombal- PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio						
		PP	NB	NF	CPA	DC	DPE	DE
ENXERTIAS (E)	3	2006,25**	27,25**	19430,72**	100,7 ^{ns}	3,77**	8,16**	65,59**
ÉPOCA (E)	3	122,91 ^{ns}	0,047 ^{ns}	26125,09**	2836,2**	5,14**	17,12**	8,37**
E X E	9	67,36 ^{ns}	0,022 ^{ns}	644,31*	114,7 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,62*
ERRO	48	222,91	0,298	251,39	56,3	0,17	0,26	0,28
CV (%)		39,49	25,87	16,87	21,17	6,24	6,45	13,03

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Observa-se (Tabela 3) que para a percentagem de pegamento do enxerto, os melhores resultados foram verificados com as técnicas de garfagem em fenda cheia (M1) e fenda lateral (M2), com 50% e 43,75% de pegamento, respectivamente (Tabela 3).

Os resultados indicaram compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto de romãzeira na combinação da variedade de ‘Wonderful’ superior à variedade ‘Molar’, com o método de

garfagem. No entanto, a borbulha em placa (M3) proporcionou o menor resultado para o pagamento (25%), não caracterizando viabilidade do método para enxertia em romãzeira (Tabela 3).

Tabela 3. Percentagem de pagamento (PP), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do porta-enxerto (DC), diâmetro do ponto da enxertia (DPE) e diâmetro do enxerto (DE) de mudas de romãzeira cv. Wonderful sob diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

Enxertias*	PP	NB	NF	CPA	DC	DPE	DE
M1	50,00 a	2,93 b	102,23 b	36,97 a	6,05 b	7,13 c	5,28 b
M2	43,75 ab	3,51 a	137,51 a	32,22 a	7,06 a	8,88 a	6,32 a
M3	25,00 c	1,00 c	55,02 d	34,83 a	6,80 a	8,05 b	2,40 c
M4	32,50 bc	1,00 c	81,25 c	37,85 a	7,10 a	7,99 b	2,35 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1= Garfagem em fenda cheia; M2= Garfagem em fenda lateral; M3= Borbulhia em placa; M4= Borbulhia em 'T' invertido.

Esses resultados corroboram com os de Souza et al. (2002), que obtiveram maior PP (82%) para a cajazeira, para o método de garfagem em fenda cheia, tendo este diferido estatisticamente da garfagem em fenda lateral, com 78%. Lattuada et al. (2010) obtiveram PP de (60%) na combinação Pitangueira-Pitangueira (porta-enxerto – enxerto) com a utilização do método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia.

Leite et al. (2013), estudando porta-enxerto e método de enxertia na produção de mudas de atemoieira, obtiveram uma porcentagem de pagamento no porta-enxerto de pinheira de 75% no método de garfagem em fenda cheia e 8,33% em borbulhia. Essas diferenças em relação aos métodos de enxertia podem estar relacionadas aos propágulos, já que os garfos possuem maior quantidade de reservas (carboidratos) em relação à borbulhia, o que auxilia a cicatrização e brotação do enxerto (CELANT et al., 2010).

Esses trabalhos mencionados anteriormente reafirmam os resultados encontrados no presente estudo, no qual os métodos de garfagem apresentam maior viabilidade para produção de mudas de romãzeira, quando comparados ao método de borbulhia.

O maior número de brotações foi obtido no método garfagem em fenda lateral (3,51), diferindo significativamente dos demais. O método borbulhia em placa apresentou a menor média (1,0), não diferindo estatisticamente da borbulhia em T invertido (Tabela 3). Segundo Leite et al. (2013), isto provavelmente se deve à pouca reserva existente na borbulhia, o que acarreta maior dificuldade de sobrevivência antes da união dos tecidos e, conseqüentemente, necessidade de um período mais longo para sua brotação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Celant et al. (2010), que verificaram que a percentagem de brotação média para o método de garfagem proporcionou incremento de

71,8% de brotação dos enxertos em comparação à média da enxertia por borbulhia, avaliada em três períodos.

O número de folhas foi superior no método de enxertia em fenda lateral (M2), em comparação às demais técnicas (Tabela 3), sendo as folhas os órgãos responsáveis por mais 90% da síntese de carboidratos nos vegetais (BENICASA, 2003), favorecendo o maior crescimento da planta. Almeida (2009) também verificou que o método de enxertia em fenda lateral proporcionou maior número de folhas em mudas de araticum.

Resultados contraditórios foram observados por Leite et al. (2013), para quem as mudas enxertadas por fenda cheia obtiveram os menores números de folhas em plantas de atemoieira, demonstrando que o sucesso da técnica de enxertia varia conforme as espécies.

Salienta-se ainda que o método de enxertia em fenda lateral exerceu superioridade sobre as plantas de romãzeira, proporcionando os maiores crescimentos em diâmetro no ponto da enxertia, do enxerto e, em contrapartida, bons desenvolvimentos em diâmetro do porta-enxerto, indicando alto grau de compatibilidade do método de enxertia com a espécie em questão (Tabela 3), principalmente no que diz respeito ao diâmetro do ponto da enxertia, já que as camadas exteriores expostas na região do câmbio, tanto do enxerto como do porta-enxerto, produzem células parenquimáticas, que logo se misturam e entrelaçam, formando o que normalmente se denomina calo.

No tecido caloso formado, algumas células que se encontram alinhadas com o câmbio intacto do enxerto e do porta-enxerto se diferenciam em novas células cambiais, que produzem tecido vascular novo, xilema no interior e floema no exterior, o que é pré-requisito ao sucesso da união das plantas (HARTMANN et al., 2002).

Diante disso, o maior desenvolvimento do ponto da enxertia expressa maior compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, fato verificado neste trabalho com as mudas enxertadas pelo método de fenda lateral. Todavia, para o diâmetro do porta-enxerto constatou-se que o método de garfagem em fenda cheia apresentou os menores diâmetros, indicando baixa compatibilidade.

Resultados contraditórios foram observados por Gomes et al. (2010) com cajuí, para quem a característica diâmetro do porta-enxerto apresenta diferença estatística entre todos os tipos de enxertia, com o tipo fenda cheia apresentando maiores valores.

Para o comprimento da parte aérea, não foram constatadas diferenças significativas entre os métodos de enxertia utilizados (Tabela 3). O método borbulhia em T invertido apresentou o maior valor médio (37,85 cm), seguido dos métodos garfagem em fenda cheia (36,97cm), borbulhia em placa (34,83 cm) e garfagem fenda lateral (32,22 cm).

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os obtidos por Moreira Filho e Ferreira (2009), que não obtiveram efeito significativo entre os métodos de enxertia para a variável comprimento da parte aérea em clonagem de camu-camu arbustivo sob porta-enxerto de camu-camu.

Ao longo das épocas de avaliação, foi verificado comportamento linear crescente para as variáveis número de folhas, comprimento da parte aérea, diâmetro do porta-enxerto, diâmetro do ponto da enxertia e diâmetro do enxerto para as mudas de romãzeira, independentemente do método de enxertia utilizado (Figura 2 A, B, C, D e E).

No entanto, em mudas de romãzeira as maiores emissões de folhas foram proporcionadas pela garfagem em fenda lateral e borbulhia em T invertido, passando de 81,89 e 23,60, aos 45 dias após a enxertia, para 19,13 e 138,89 folhas em média, aos 90 dias após a enxertia.

Este comportamento indica êxito na combinação copa/porta-enxerto ('Wonderful'/ 'Molar') para produção de mudas, já que não foram verificadas restrições à obtenção das mudas enxertadas de romãzeira, resultados semelhantes aos observados por Souza et al. (2013), que também verificaram comportamento linear crescente em mudas enxertadas de tangerina 'Ponkan' sob porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

Comportamento linear crescente dos efeitos da época de avaliação, tanto para altura quanto para número de folhas, foi encontrado por Reis et al. (2010) em mudas de umbuzeiro, em estudo avaliando estágios de desenvolvimento de mudas propagadas por enxertia em fenda cheia.

Os maiores diâmetros do enxerto foram verificados com os métodos de enxertia por garfagem. No entanto, o maior crescimento ao longo das épocas de avaliação foi obtido pelas mudas propagadas pelo método de borbulhia, passando de 1,11 e 1,22 mm, aos 45 dias após a enxertia, para 3,68 e 3,48mm em média, aos 90 dias após a enxertia, para os métodos de borbulha em placa e borbulha em T invertido, respectivamente (Figura 2 E).

Estes resultados se dão em função da estrutura do material propagativo, tendo em vista que o garfo consistiu-se de estacas semilenhosas de diâmetro contundente com o diâmetro do porta-enxerto, crescendo de maneira mais estável (Figura 2 E), conforme o desenvolvimento do porta-enxerto no qual está inserido (Figura 2D). Em contrapartida, as borbulhas se originam de uma gema, que se desenvolve e está sob alta atividade mitótica (Figura 2 E), apresentando crescimento independente do crescimento do porta-enxerto (Figura 2D).

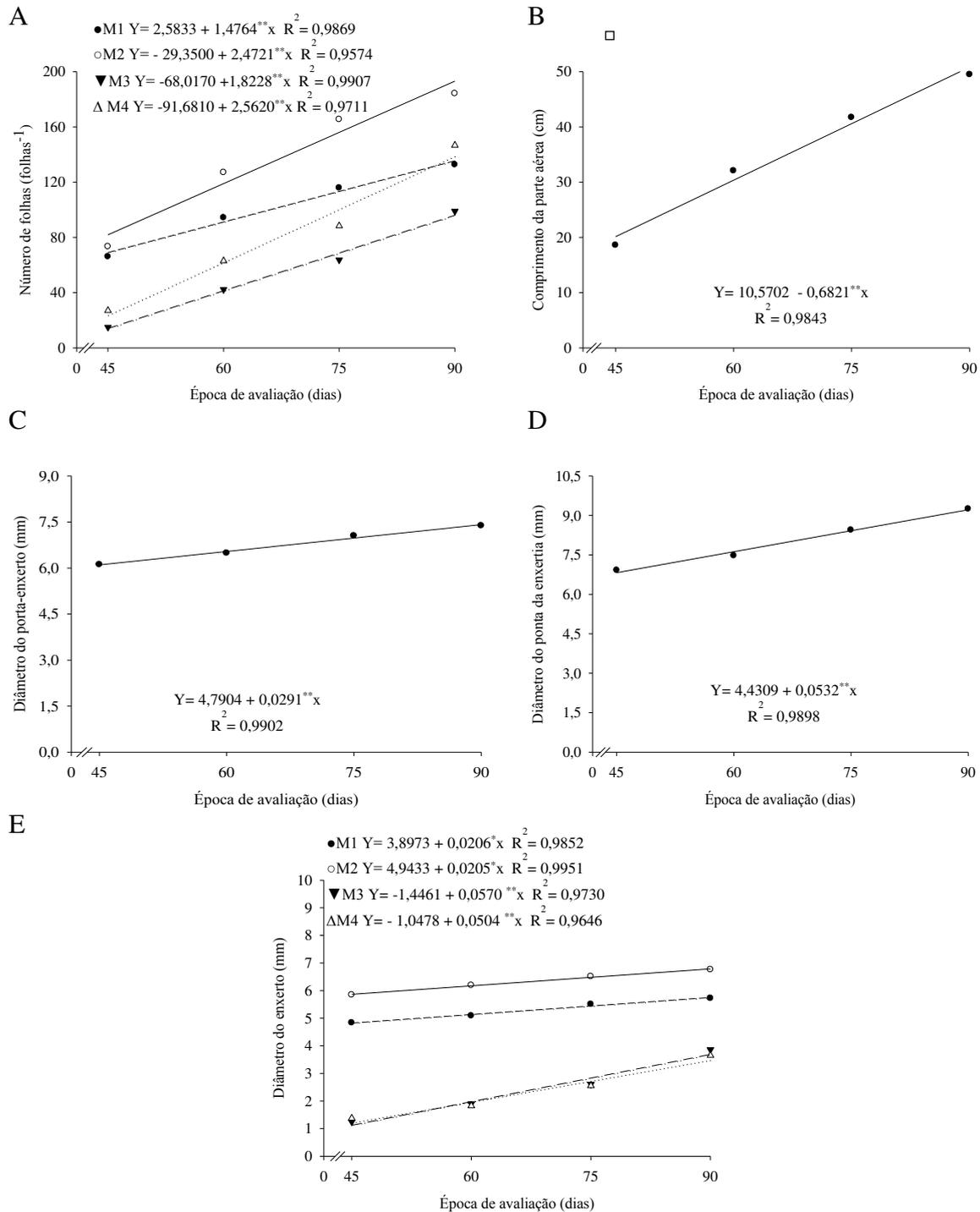


Figura 2. Efeito das épocas de avaliação sobre o número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do porta-enxerto (DC), diâmetro do ponto da enxertia (DPE), diâmetro do enxerto (DE), de mudas de romãzeira cv. Wonderful com diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal- PB, 2014.

** Significativo a 1% pelo teste 't' de Student. M1= Garfagem em fenda cheia; M2= Garfagem em fenda lateral; M3= Borbulhia em placa; M4= Borbulhia em 'T' invertido.

As variáveis referentes ao acúmulo de biomassa das mudas de romãzeira diferiram significativamente ao nível de 1% de probabilidade quanto aos métodos de enxertia estudados (Tabela 4), expressando a importância da escolha do método de enxertia sob a partição de assimilados pela cultura.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de romãzeira sob diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

FV	GL	Quadrado Médio				
		MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST
ENXERTIAS (E)	3	75,07**	86,08**	27,20**	21,73**	91,68**
ERRO	12	2,83	2,52	1,60	1,15	4,03
CV (%)		10,48	8,64	17,84	13,54	13,34

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Os maiores acúmulos de biomassa foram registrados nas mudas enxertadas por garfagem (Tabela 5). Os melhores resultados observados para os métodos de garfagem podem se dar em função do maior número de brotações (Tabela 3), por terem apresentado maior número de gemas viáveis, tendo em vista que uma das peculiaridades dos métodos de enxertia por borbulha é a utilização de apenas uma única gema, o que limita o desenvolvimento da planta a um único broto, sendo mais suscetível ao insucesso de pegamento, conforme observado na Tabela 4.

Tais resultados corroboram com os encontrados por Celant et al. (2010) e Leite et al. (2013), para quem os métodos de garfagem também proporcionaram o maior acúmulo de matéria seca em comparação com as mudas enxertadas por borbulhia para o marmeleiro e atemoieira, respectivamente. Góes (2011), trabalhando com tamarindeiros enxertados em tamarindeiros, verificou que o método de enxertia em fenda lateral apresentou maior massa seca do sistema radicular, corroborando com os resultados deste trabalho.

Tabela 5. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST) de mudas de romãzeira cv. Wonderful com diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

Enxertias*	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST
M1	17,72 b	23,35 a	8,49 a	10,59 a	19,09 a
M2	21,38 a	21,30 a	10,08 a	9,20 a	19,29 a
M3	12,05 c	13,82 b	4,71 b	5,75 b	10,47 b
M4	13,05 c	15,13 b	5,13 b	6,24 b	11,38 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1= Garfagem em fenda cheia; M2= Garfagem em fenda lateral; M3= Borbulhia em placa; M4= Borbulhia em 'T' invertido.

Observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) dos métodos de enxertia sobre as variáveis fisiológicas E e A , e $p < 0,05$ para as variáveis EIC e EUA (Tabela 6). Porém, para Ci e gs , não houve diferença significativa quanto aos métodos de enxertia (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância das variáveis de trocas gasosas concentração interna de CO_2 (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO_2 (A), eficiência instantânea da carboxilação (EIC) e eficiência no uso da água (EUA), de mudas de romãzeira cv. Wonderful com diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal- PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Ci	E	gs	A	EIC	EUA
ENXERTIA (E)	3	386,41 ^{ns}	1,33*	0,006 ^{ns}	11,08*	0,00017**	0,19*
ERRO	12	276,87	0,32	0,002	2,13	0,00002	0,05
CV (%)		7,06	17,85	35,96	16,61	13,85	8,53

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Não foram observados efeitos significativos entre os métodos de enxertia para as concentrações internas de CO_2 e condutância estomática das mudas de romãzeira perante o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 7). No entanto, os valores observados para concentração interna de CO_2 estão em concordância com os valores reportados por Taiz e Zeiger (2009) para plantas C3 (200 a $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Tabela 7. Concentração interna de CO_2 (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO_2 (A), eficiência instantânea da carboxilação (EIC) e eficiência no uso da água (EUA), de mudas de romãzeira cv. Wonderful com diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

Enxertias*	Ci	E	gs	A	EIC	EUA
M1	247,25 a	2,84 ab	0,15 a	8,59 ab	0,034 ab	3,05 a
M2	224,00 a	2,57 b	0,09 a	6,53 b	0,029 b	2,54 b
M3	232,50 a	3,59 a	0,16 a	10,24 a	0,044 a	2,82 ab
M4	238,75 a	3,76 a	0,17 a	9,81 a	0,041 a	2,64 ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1= Garfagem em fenda cheia; M2= Garfagem em fenda lateral; M3= Borbulhia em placa; M4= Borbulhia em 'T' invertido.

Observa-se que as mudas enxertadas por borbulhia (M3 e M4) obtiveram as maiores taxas de assimilação de CO_2 e maior eficiência instantânea da carboxilação quando comparados às mudas enxertadas por garfagem (Tabela 7). Tendo em vista que as mudas enxertadas através borbulha são conduzidas com um único broto, toda a reserva da planta é creditada ao crescimento deste broto, ao contrário do observado nas mudas enxertadas por garfagem, que obtiveram em média 2,93 brotos para a fenda cheia e 3,51 brotos para fenda lateral, dividindo o suprimento de água e nutrientes absorvidos no desenvolvimento desses segmentos e estimulando o desenvolvimento radicular (Tabela 3 e 5).

Mesmo com todo o investimento em apenas um broto e obtidas as maiores taxas

fotossintéticas, as mudas propagadas por borbulha não diferiram das propagadas por garfagem quanto ao comprimento da parte aérea; pelo contrário, foram dotadas dos menores acúmulos de biomassa (Tabela 5) e da menor taxa de pegamento (Tabela 3).

E mesmo com as menores taxas de assimilação de CO₂ (Tabela 7), as mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral obtiveram o maior crescimento e acúmulo de biomassa, possivelmente em função da maior superfície foliar fotossintética ativa, proporcionada pelo maior número de folhas (Tabela 3).

As menores taxas transpiratórias foram observadas para as mudas enxertadas por garfagem. Em função disso, foi constatada maior eficiência no uso da água (Tabela 7). Possivelmente, como citado acima, as menores taxas de transpiração se dão em função do maior número de brotações observado para as mudas nestes métodos, sendo necessário maior controle hídrico.

De acordo com Brandão Filho et al. (2003), o aumento da eficiência no uso da água por unidade de área foliar, em função de uma queda de condutância estomática, se deve ao fluxo de vapor d'água oriundo da folha ser relativamente mais sensível do que a atividade fotossintética a um fechamento parcial dos estômatos, reduzindo a taxa transpiratória.

Apesar de não terem sido significativas, as menores condutâncias estomáticas foram observadas pelas técnicas de garfagem, principalmente no que diz respeito à fenda lateral.

Tendo em vista que a eficiência no uso da água reflete a quantidade de CO₂ assimilado por unidade de água perdida (TAIZ & ZEIGER, 2009), as mudas propagadas por estas técnicas mostram-se mais promissoras para o cultivo em regiões que apresentam limitações hídricas a exemplo do semiárido brasileiro, que apresenta tanto escassez quantitativa como qualitativa dos seus recursos hídricos (MEDEIROS et al., 2003).

Foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para os métodos de enxertia nos teores de clorofila total, clorofila *a*, clorofila *b* das mudas de romãzeira Wonderful/Molar. No entanto, o teor de carotenoides não diferiu significativamente (Tabela 8). Tais resultados corroboram com os observados na análise de trocas gasosas, na qual os métodos de enxertia também exerceram efeitos significativos sobre as mudas de romãzeira (Tabela 6).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para clorofila total (*Ct*), clorofila *a* (*Ca*), clorofila *b* (*Cb*) e carotenoides de mudas de romãzeira cv. Wonderful em diferentes métodos de técnicas de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		<i>Ct</i>	<i>Ca</i>	<i>Cb</i>	Carotenoides
ENXERTIAS (E)	3	0,15671*	0,1074*	0,0138*	680,7987 ^{ns}
ERRO	12	0,04312	0,0257	0,0039	875,0731
CV (%)		15,68	16,63	18,29	27,96

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Os maiores teores de clorofila total, clorofila *a* e clorofila *b* foram observados nas folhas das mudas enxertadas sob o método de borbulhia em placa (Tabela 9), corroborando com as maiores taxas de assimilação de CO₂ observadas nas mudas manejadas sob esse método (Tabela 7). De acordo com Kim & Hori (1989), a taxa fotossintética se relaciona diretamente ao teor de clorofila das folhas, o que pode ter favorecido a superioridade em taxa fotossintética das mudas enxertadas por borbulhia, que obtiveram os maiores teores clorofila total, clorofila *a* e clorofila *b* (Tabela 9).

Aidar et al. (2013) também observaram que maiores teores de clorofila estão relacionadas à maior taxa de assimilação de CO₂ em mudas *Spondias* spp. enxertadas no umbuzeiro. No entanto, não foi verificada diferença significativa dos teores de carotenoides em função das técnicas de enxertia nas mudas de romãzeira (Tabela 9).

Tabela 9. Teores de clorofila total (*Ct*), clorofila *a* (*Ca*), clorofila *b* (*Cb*) e carotenoides (Carot), de mudas de romãzeira cv. Wonderful em diferentes métodos de enxertia. UFCG. Pombal-PB, 2014.

MÉTODOS*	<i>Ct</i>	<i>Ca</i>	<i>Cb</i>	Carotenoides
	-----mg L ⁻¹ -----			
M1	1,2772 ab	0,9442 ab	0,3227 a	118,6402 a
M2	1,0945 b	0,7524 b	0,2837 b	89,3012 a
M3	1,5728 a	1,1440 a	0,4234 a	101,8490 a
M4	1,3524 ab	1,0188 ab	0,3372 ab	113,4097 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* M1= Garfagem em fenda cheia; M2= Garfagem em fenda lateral; M3= Borbulhia em placa; M4= Borbulhia em 'T' invertido.

4 CONCLUSÃO

Os métodos de enxertia por garfagem proporcionaram maior pagamento nas mudas de romãzeira, com a garfagem em fenda lateral promovendo os melhores resultados.

A enxertia por borbulhia em placa não é viável na cultura da romãzeira, por proporcionar baixas percentagens de pagamento.

As menores atividades de trocas gasosas e teores de clorofila foram observados nas mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, S. T.; ARAÚJO, F. P.; CHAVES, A. R. M. **Crescimento inicial e trocas gasosas de mudas de *Spondias* enxertadas sobre umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 20p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 107).
- ALMEIDA, L. F. P. **Propagação por enxertia de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) e atemoia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.) em diferentes porta-enxertos de Annonaceae**. 2009. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2009.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D.; CALLEGARI, O. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 474-477, 2003.
- CELANT, V. M.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; ALVARENGA, A. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A. Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 1-5, 2010.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- GÓES, G. B. **Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) e da pitombeira (*Talisia esculenta* Raldk) por enxertia**. 2011, 73f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Fruticultura) – Pró-Reitoria de Pós- Graduação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- GOMES, J. G.; OLIVEIRA, N. C. C.; LOPES, P. S. N.; CARNEIRO, P. A. P.; Enxertia do cajuí (*Anacardium othonianum* Rizz.) no Norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 21, 2010, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2010. p. 18-0283.
- GONZAGA NETO, L. **Propagação vegetativa: enxertia em aceroleira**. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E (Ed.). *Acerola no Brasil, produção e mercado*. Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, 1995, p. 42-46.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.
- IBRAF. **INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2013.
- KIM, J. H.; HORI, Y. Studies on growth and photosynthetic capacity of aubergine (*Solanum melongena*) leaves. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 54, n. 3, p. 371-378, 1989.

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

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. I D. DE; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1285-1288, 2010.

LEITE, G. A.; MENDONÇA, V; MENDONÇA, L. F. M.; DANTAS, L. L. G. R.; CUNHA, P. S. C. F. Porta-enxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de Atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2117-2128, 2013.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Ed.). **Methods in Enzymology**. London: Academic Press, 1987. p. 350-382

MARM. **Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino**, Anuário de Estatística 2010.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, p. 469-472, 2003.

MOREIRA FILHO, M. & FERREIRA, S. A. N. Clonagem do camu-camu arbustivo em porta-enxertos de camu-camu arbustivo e arbóreo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

NEGI, O. S.; JAYAPRAKASHA, G. K. Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts. **Journal of Food Science**. v. 68, p. 1473-1477, 2003.

OLIVEIRA, E. M. M.; LIMA, I. S.; CARNEIRO, B. T.; NOGUEIRA, R. I.; SILVA, O. F. Aplicabilidade da técnica PCR-RAPD para a determinação do perfil genotípico de variedades de romã (*Punica granatum*). In: II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Recurso Genético, 2012. CD-ROM.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R.; SILVA, C. R. R. **Fruticultura Comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.

REIS, R. V.; FONSECA, N.; LEDO, C. A. S.; GONÇALVES, L. S. A.; PARTELLI, F. L.; SILVA, M. G. M.; SANTOS, E. A.. Estádios de desenvolvimento de mudas de umbuzeiros propagadas por enxertia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 787-792, 2010.

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

SOUZA, A. G.; FAQUIN, V.; CHALFUN, N. N.; SOUZA, A. A. Produção de mudas de tangerineira 'Ponkan' em sistema hidropônico. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 902-909, 2013.

SOUZA, F. X.; INNECO, R.; ROSSETI, A. G. Influência de porta-enxerto e de método de enxertia no pegamento de enxertos de cajazeira. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, v. 14, n. 13, p. 85-90, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de manejo das estacas sem folhas e com incisão na base é a mais adequada à propagação vegetativa das romãzeiras, variedade ‘Molar’ e ‘Wonderful’, independentemente do período do ano, de modo que quando cultivadas no período chuvoso obtém-se mudas com melhor vigor e qualidade.

O uso de estacas com folhas para a propagação vegetativa das romãzeiras foi inviável no período seco do ano. A melhor época para o transplante das mudas de romãzeira ‘Molar’ é aos 130 dias após a sementeira, quando estas retomam seu potencial fotossintético e apresentam altura média de 45 cm. Entretanto, para o transplante das mudas de romãzeira ‘Wonderful’, esta época é aos 144 dias após a sementeira das estacas, período no qual retoma seu pico fotossintético e apresenta altura média de 37 cm.

Os métodos de enxertia por garfagem proporcionaram os maiores pegamentos nas mudas de romãzeira. As mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral obtiveram o maior crescimento e acúmulo de matéria seca. No entanto, a garfagem em inglesa simples não é compatível à propagação vegetativa da espécie e, junto às técnicas de borbúlia em placa e em T invertido, não proporcionou percentagens de pegamento viáveis comercialmente na cultura da romãzeira.