

## Crescimento e fisiologia de mudas de romãzeira cv. wonderful propagadas por enxertia

Emanoela Pereira de Paiva<sup>1</sup>, Railene Hérica Carlos Rocha<sup>2</sup>, Francisco de Assis de Sousa<sup>3</sup>, Reginaldo Gomes Nobre<sup>2</sup>, Wellington Alves Guedes<sup>4</sup>, Inácia dos Santos Moreira<sup>5</sup>, Francisco Vanies da Silva Sá<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: emanuelappaiva@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Professores Doutores do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar. Rua João Leite, 517, Pereiros, CEP 58840-000, Pombal-PB, Brasil. E-mail: raileneherica@ccta.ufcg.edu.br; rgomesnobre@ccta.ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Campus Universitário, Avenida P H Rolfs, s/n, CEP 36570-000, Viçosa-MG, Brasil. E-mail: franciscoufcg@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Graduando em Agronomia. Rua João Leite, 517, Pereiros, CEP 58840-000, Pombal-PB, Brasil. E-mail: wellington\_guedes@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-000, Campina Grande,-PB, Brasil. E-mail: inaciamoreira@ymail.com

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Manejo de Solo e Água Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. E-mail: vanies\_agronomia@hotmail.com

### RESUMO

Objetivou-se avaliar diferentes métodos de enxertia e o tempo de obtenção das mudas de romãzeira 'Wonderful' sob o porta-enxerto 'Molar'. Utilizou-se o esquema em parcela subdividida, encontram-se na parcela os métodos de enxertia: garfagem em fenda cheia; garfagem em fenda lateral; borbulhia em placa e borbulhia em T invertido e na subparcela quatro épocas de avaliação: 45, 60, 75 e 90 dias após enxertia, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco mudas por unidade experimental. A enxertia é um método que pode ser utilizado para propagar a romãzeira 'Wonderful'. Os métodos de enxertia por garfagem proporcionou maior pegamento dos enxertos nas mudas de romãzeira. A enxertia por borbulhia em placa não é viável para a propagação da romãzeira, por proporcionar baixas percentagens de pegamento. O método de garfagem em fenda lateral proporcionaram às mudas de romãzeira, maior crescimento e acúmulo de matéria seca. Mudas de romãzeira 'Wonderful' podem ser produzidas em 75 dias utilizando-se os métodos de enxertia de garfagem em fenda cheia ou lateral.

**Palavras-chave:** enxerto, propagação vegetativa, *Punica granatum* L.

## *Growth and physiology of pomegranate nursery tree cv. wonderful propagated by grafting*

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate different methods of grafting and time of obtaining nursery of pomegranate tree 'Wonderful' under the rootstock 'Molar'. The split-plot scheme, with the grafting methods in plot: cleft grafting, side slit grafting, patch budding and inverted T budding and sub-plot four periods of evaluation, 45, 60, 75 and 90 days after grafting, in a completely randomized design, with four replications and five nursery per experimental unit was used. Grafting is a method that can be used to propagate the pomegranate tree 'Wonderful'. The methods by cleft grafting and side slit grafting showed higher budding efficiency of the nursery pomegranate tree. Grafting by budding patch is not viable for propagation of the pomegranate tree, to promote low percentages budding efficiency. The grafting method in side slit provided to the nursery of pomegranate tree greater growth and dry matter accumulation. Nursery of pomegranate tree 'Wonderful' can be produced in 75 days using the methods of cleft grafting or side slit grafting.

**Key words:** graft, vegetative propagation, *Punica granatum* L.

## Introdução

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é um arbusto lenhoso, ramificado, pertencente à família Punicaceae, de origem mediterrânea, onde foi domesticada e, posteriormente, foi disseminada pela Índia, Estados Unidos, China, Japão, Rússia e Brasil (Sadeghi, 2010). Nas condições climáticas brasileiras a romãzeira apresenta boa adaptabilidade e sua produção vem crescendo nos últimos anos, chegando a 2,03 mil toneladas de frutas frescas comercializadas no país, em 2011 (IBRAF, 2012).

Dentre as variedades de romãzeiras cultivadas no Brasil, a 'Wonderful' é a mais atrativa aos consumidores por apresentar coloração interna do fruto mais avermelhada, maior rendimento de suco e frutos maiores. Entretanto, a variedade apresenta limitações na sua propagação via sexuada devido à presença de uma sarcotesta translúcida, material gelatinoso que envolve a semente podendo vir a comprometer a germinação, tornando-a lenta e desuniforme (Lopes et al., 2001).

Desta forma, a propagação vegetativa por meio da enxertia surge como uma alternativa para a propagação desta variedade haja vista que é uma técnica bastante utilizada na fruticultura, garantindo a formação de pomares com populações de plantas homogêneas e precoces (Fachinello et al., 2005). Sobressaindo de outras técnicas de propagação vegetativa, como a estaquia, por permitir a utilização de um porta-enxerto com alto vigor que favorece rápido crescimento e desenvolvimento da romãzeira 'Wonderful' que ainda está sendo foco de estudo na região do semiárido brasileiro. Com isto, a utilização de porta-enxerto vigoroso pode auxiliar na maior tolerância à salinidade do solo (Picchioni et al, 1990) e também auxilia na maior absorção nutrientes em solos de baixa fertilidade (Vazifeshenas et al., 2009).

Deste modo, torna-se preferível a variedade Molar como porta-enxerto para a romãzeira 'Wonderful', devido às suas características vigorosas, seu rápido crescimento e sua adaptação às condições de clima semiárido (Marm, 2010). No entanto, a propagação vegetativa por enxertia entre variedades de romãzeira é inédita e necessita de estudos que descrevam sua viabilidade.

Diante disto se objetivou avaliar a eficiência de diferentes métodos de enxertia e do tempo de obtenção das mudas de romãzeira 'Wonderful' sob o porta-enxerto 'Molar'.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado no período de agosto a novembro de 2013, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, cujas coordenadas geográficas são 6° 46' 13" de latitude sul e 37° 48' 06" de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 144 m. Durante a condução do experimento foram registradas, no interior da casa de vegetação, as variações médias de temperatura (mínima = 22 °C; média = 30 °C e máxima = 38 °C) e da umidade relativa do ar (mínima= 20%; média= 45%; máxima= 80%) ao longo do experimento, com auxílio de um Termo-higrômetro.

Utilizou-se o esquema em parcela subdividida tendo, na parcela, os métodos de enxertia: garfagem em fenda cheia; garfagem em fenda lateral; borbulhia em placa e borbulhia em T invertido e na subparcela quatro épocas de avaliação: 45, 60, 75 e 90 dias após enxertia, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco mudas por unidade experimental. Para as características fisiológicas e matéria seca, os métodos de enxertia foram avaliados somente aos 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 pagamento.

Inicialmente, foram produzidos os porta-enxerto da variedade 'Molar' por meio de estaquia, no período de janeiro 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, propagadas por sementes, de um pomar comercial manejado em sistema orgânico (Certificado IBD, Lei 10.831), na Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, Sousa-PB.

As estacas foram coletadas no início da manhã e posteriormente colocadas em caixa de isopor, sendo acomodadas em camadas e cobertas por papel toalha umedecidas, para evitar desidratação; em seguida, foram transportadas para o Laboratório de Fitotecnia da UFCG, onde 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 médio de 4,5 mm.

As estacas foram plantadas enterrando-se 1/3 do seu comprimento, em sacos de polietileno com dimensões de 10 x 25 cm e se utilizando substrato constituído por três partes de areia lavada e uma de composto orgânico (Ecofertil<sup>®</sup>) cuja análise físico-química do substrato foi realizada no Laboratório de Solo e Nutrição de Plantas (LSNP) do CCTA/UFCG (Tabela 1).

As mudas foram enxertadas quando apresentaram diâmetro das brotações com aproximadamente 5 mm, o que ocorreu por volta de sete meses após o plantio.

Os ramos (garfos) para enxertia foram coletados em agosto de 2013, 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, realizando-se as enxertias imediatamente após a retirada e o preparo dos enxertos.

As plantas utilizadas como porta-enxerto foram podadas ficando 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 centímetros. 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 três centímetros de profundidade, feita de cima para baixo sem que fosse decepada a parte aérea do porta-enxerto a uma altura de 13 centímetro da base do caule.

**Tabela 1.** Análise química e física do substrato constituído por 3 partes de areia lavada: 1 de composto orgânico (Ecofertil<sup>®</sup>) utilizado para a produção de mudas de romãzeira

Análise química*												
pH	CE dS m <sup>-1</sup>	N %	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	Na cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	T	V	PST %	M.O. g kg <sup>-1</sup>
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 g kg <sup>-1</sup>	Argila	Dens. aparente g cm <sup>-3</sup>		Dens. real		Poros. total m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>		Classe textural			
731	147	122	1,30		2,48		0,47		Franco Arenoso			

\*pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> – Relação 1:2,5; p, K, Na: extrator Mehlich-1; Al, Ca, Mg: extrator KCl – 1 mol L<sup>-1</sup>; 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 e Densidade real: método do balão.

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

Aos 45 dias após a enxertia procedeu-se, com o início do pegamento das mudas, às avaliações de crescimento, periodicamente, a cada quinze dias, até os 90 dias após a enxertia mensurando-se características: a percentagem de pegamento dos enxertos, contabilizada por meio do número de enxertos que haviam brotado em relação ao número total de mudas; o número de brotações pela contagem direta do número de brotações emitidas no enxerto; o número de folhas considerando-se as que apresentaram comprimento superior a 3 cm; comprimento da parte aérea (cm) realizado por meio de medições com régua, medindo-se a partir do ponto da enxertia até o ápice da planta; o diâmetro do porta-enxerto medido a 3 cm, contado a partir do colo da planta; diâmetro no ponto da enxertia pela medição na região oposta da incisão do enxerto; diâmetro do enxerto mensurado a dois cm acima do ponto da enxertia, utilizando-se um paquímetro digital (mm).

Aos 90 dias após a enxertia determinou-se a massa da matéria seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) e das raízes (g planta<sup>-1</sup>) considerando-se, como parte aérea, toda a massa produzida a partir do ponto da enxertia, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo-se à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g.

Também foram determinadas, aos 90 dias, as trocas gasosas nas folhas completamente desenvolvidas, no período de 7:00 às 8:00 horas da manhã, quando se determinaram a

taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a transpiração (*E*) (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a condutância estomática (*gs*) (mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). A partir desses dados foram quantificadas a eficiência no uso da água (*EUA*) (*A/E*) [(μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>] e a eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) (*A/C<sub>i</sub>*) (Brito et al., 2012; Silva et al., 2014). Para as medições utilizou-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Foram determinados, ainda, os teores de clorofila *a* e *b*, total e carotenoides (mg L<sup>-1</sup>). 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 se basearam nas equações 1, 2, 3 e 4, a seguir:

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

$$\text{Clorofila a} = 12,21A663 - 2,81A646 \quad (2)$$

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

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

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA). Realizou-se, em caso de significância, o desdobramento da interação para comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Verificam-se, na Tabela 2, as diferenças dos distintos métodos de enxertia para a percentagem de pegamento e número de brotações e, para a percentagem de pegamento do enxerto, os melhores resultados com as técnicas de garfagem em fenda cheia e fenda lateral, com 50 e 43,75% de pegamento, respectivamente (Tabela 2). No entanto, a borbulhia em placa proporcionou o menor resultado para o pegamento (25%) não caracterizando viabilidade do método para enxertia em romãzeira. 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 a brotação do enxerto (Celant et al., 2010).

**Tabela 2.** Percentagem de pegamento (PP) e número de brotações (NB) de mudas de romãzeira cv. Wonderful em diferentes métodos de enxertia

Métodos de enxertias*	PP	NB
GFC	50,00 a	2,93 b
GFL	43,75 ab	3,51 a
BP	25,00 c	1,00 c
BT	32,50 bc	1,00 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. \* GFC= Garfagem em fenda cheia; GFL = Garfagem em fenda lateral; BP = Borbulhia em placa; BT = Borbulhia em 'T' invertido.

Em outras espécies frutíferas também foi verificado, em alguns trabalhos nos quais foram comparadas as técnicas de enxertia, melhor pegamento com o métodos de garfagem que de borbulhia (Leite et al., 2013), conforme observado neste estudo, possivelmente em função das maiores reservas contidas nos garfos em relação às borbulhas proporcionando, com isto, maior pegamento das mudas.

O maior número de brotações foi obtido no método garfagem em fenda lateral seguido do método de Garfagem em fenda cheia, sendo superior em 71,5 % em relação aos métodos de Borbulhia em placa e Borbulhia em 'T' invertido, respectivamente (Tabela 2). Segundo Leite et al. (2013) o fato se deve, provavelmente, à pouca reserva existente na borbulha, 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 maior número de brotação com o método de garfagem, com incremento de 71,8% na brotação dos enxertos em comparação com a brotação da enxertia por borbulhia.

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados da interação entre os métodos de enxertia e as épocas de avaliação para as variáveis comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro do porta-enxerto, diâmetro no ponto da enxertia e diâmetro do enxerto de mudas de romãzeira 'Wonderful'.

Para o comprimento da parte aérea foram verificadas diferenças significativas entre os métodos de enxertia utilizados após 45 dias, em que o método de borbulhia em placa apresentou os menores resultados (Tabela 3). Aos 75

dias após a enxertia as mudas obtidas pelos diferentes métodos de enxertia apresentaram tamanho semelhante enquanto aos 90 dias o maior comprimento foi observado nas mudas provenientes da enxertia por borbulhia. Acredita-se que o maior comprimento da parte aérea observado nas mudas enxertadas por borbulhia pode ter ocorrido em virtude das suas reservas serem direcionadas para uma única brotação, estimulando-a ao maior crescimento enquanto nas mudas produzidas por garfagem o maior número de brotações observado exige, das mesmas, a maior partição de fotoassimilados em relação às mudas produzidas pelos métodos de borbulhia.

Quanto ao número de folhas, verifica-se que as mudas propagadas por garfagem em fenda lateral apresentaram a maior quantidade de folhas, em todas as épocas de avaliação, o que pode estar relacionado ao maior número de brotações emitidas pelas mudas propagadas por este método (Tabela 1). Esta característica é importante para o desenvolvimento das mudas após o pegamento porque as folhas são responsáveis pela síntese de 90% do carbono assimilado pelas plantas (Taiz & Zaiger, 2013). Mudas que apresentam a formação de uma área foliar extensa apresentam condições fisiológicas quando transplantadas para o local definitivo.

Quanto aos diâmetros foram verificados, nas mudas obtidas pelo método de enxertia em fenda lateral, os maiores crescimentos em diâmetro do porta-enxerto, no ponto da enxertia e do enxerto em todas as épocas avaliadas, em referência aos demais métodos de enxertia utilizados (Tabela 3). Tais resultados sugerem que este método de enxertia pode ser o mais indicado para a espécie haja vista que os resultados verificados para o diâmetro do ponto da enxertia denotam soldadura satisfatória entre o porta-enxerto e o enxerto, visto 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

**Tabela 3.** Comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro do porta-enxerto (DP-E), diâmetro do ponto da enxertia (DPE) e diâmetro do enxerto (DE), de mudas de romãzeira cv. Wonderful em diferentes épocas obtidas pelos métodos de enxertia (GFC) = Garfagem em fenda cheia; (GFL) = Garfagem em fenda lateral; (BP) = Borbulhia em placa; (BT) = Borbulhia em 'T' invertido

Métodos de enxertia	CPA (cm)				NF			
	45	60	75	90	45	60	75	90
GFC	24,3 a	35,7 a	40,9 a	46,8 ab	66,0 a	94,2 b	115,8 b	132,7 b
GFL	20,3 ab	28,8 a	38,3 a	41,3 b	73,4 a	120,0 a	165,4 a	184,8 a
BP	8,6 b	30,6 a	46,2 a	53,7 a	15,0 b	42,3 c	63,7 c	99,0 c
BT	21,0 a	33,0 a	41,3 a	56,0 a	27,0 b	63,0 c	88,3 bc	146,6 b
	DP-E (mm)				DPE (mm)			
	45	60	75	90	45	60	75	90
GFC	5,3 b	5,7 b	6,3 b	6,7 c	6,1 b	6,6 c	7,6 c	8,1 c
GFL	6,5 a	6,8 a	7,2 a	7,5 ab	7,2 a	8,4 a	9,5 a	10,3 a
BP	6,2 a	6,6 a	7,1 a	7,2 bc	7,1 a	7,2 bc	8,4 b	9,4 b
BT	6,3 a	6,7 a	7,4 a	7,9 a	7,1 a	7,5 b	8,1 bc	9 b
	DE (mm)							
	45	60	75	90	45	60	75	90
GFC	4,8 b	5,0 b	5,5 b	5,7 b				
GFL	5,8 a	6,1 a	6,5 a	6,7 a				
BP	1,2 c	1,9 c	2,6 c	3,8 c				
BT	1,3 c	1,8 c	2,5 c	3,6 c				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

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; Cardoso et al., 2010). Diante disto, o maior desenvolvimento do ponto da enxertia expressa maior compatibilidade do método para enxertia da espécie, fato verificado neste trabalho com as mudas enxertadas pelo método de fenda lateral.

Os maiores acúmulos de massa seca da parte aérea e das raízes foram observados nas mudas enxertadas por garfagem (Tabela 4). Os melhores resultados observados para os métodos de garfagem podem estar relacionados ao maior número de brotações (Tabela 2), pois a utilização de garfos para realizar a enxertia neste trabalho que apresentavam de quatro a cinco gemas, proporcionou o maior número de brotos advindos dessas gemas enquanto nos métodos de enxertia por borbulha se utiliza apenas uma gema, o que limitou o desenvolvimento da planta a um único broto. Além do mais, a técnica pode ser mais suscetível ao insucesso de pegamento, conforme observado neste trabalho. Outro fato importante observado é que os métodos de garfagem por terem maior número de brotos e produção de matéria seca na parte aérea, proporcionaram às mudas maior produção de matéria seca nas raízes, característica significativa para o desenvolvimento das mudas.

Não foram observadas diferenças entre os métodos de enxertia para as concentrações internas de  $\text{CO}_2$  e condutância estomática nas mudas de romãzeira (Tabela 5). Verificando-se que os valores  $C_i$  estão próximos aos valores observados em plantas C3 que, normalmente, apresentam condutância entre 200 a 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Taiz & Zeiger, 2013).

Observa-se que as mudas enxertadas por borbulhia em placa e borbulhia em 'T' invertido, apresentaram as maiores taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$ , maior eficiência instantânea da carboxilação e transpiração, quando comparadas às mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral (Tabela 5). Tendo em vista que as mudas produzidas por borbulhia são originadas de uma única gema e conduzidas com apenas uma brotação, toda a reserva da planta é creditada ao seu crescimento, ao contrário do observado nas mudas enxertadas por garfagem,

**Tabela 4.** Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de mudas enxertadas de romãzeira cv. Wonderful sob diferentes métodos, aos 90 dias após a enxertia

Métodos de enxertias*	MSPA	MSR
GFC	8,49 a	10,59 a
GFL	10,08 a	9,20 a
BP	4,71 b	5,75 b
BT	5,13 b	6,24 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. \*GFC= Garfagem em fenda cheia; GFL = Garfagem em fenda lateral; BP = Borbulhia em placa; BT = Borbulhia em 'T' invertido.

**Tabela 5.** Concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (A), eficiência instantânea da carboxilação (EIC) e eficiência no uso da água (EUA) de mudas enxertadas de romãzeira cv. Wonderful sob distintos métodos, aos 90 dias após a enxertia

Métodos de enxertias*	$C_i$	gs	E	A	EIC	EUA
GFC	247,25 a	0,15 a	2,84 ab	8,59 ab	0,034 ab	3,05 a
GFL	224,00 a	0,09 a	2,57 b	6,53 b	0,029 b	2,54 b
BP	232,50 a	0,16 a	3,59 a	10,24 a	0,044 a	2,82 ab
BT	238,75 a	0,17 a	3,76 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. \* GFC = Garfagem em fenda cheia; GFL = Garfagem em fenda lateral; BP = Borbulhia em placa; BT = Borbulhia em 'T' invertido.

que apresentaram, em média, 2,93 brotos para a fenda cheia e 3,51 brotos para a fenda lateral, dividindo o suprimento de água e nutrientes absorvidos no desenvolvimento da parte aérea e radicular que, nessas mudas, foi maior (Tabela 2, 3 e 4).

Mesmo com o investimento em apenas um broto e as maiores taxas fotossintéticas, as mudas propagadas por borbulhia apresentaram o menor acúmulo de massa seca (Tabela 4). Enquanto as mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral com as menores taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  (Tabela 5), apresentaram maior crescimento e acúmulo de massa seca, possivelmente em função da maior superfície foliar fotossintética ativa, proporcionada pelo maior número de brotações e folhas (Tabela 2).

As menores taxas transpiratórias foram observadas nas mudas enxertadas por garfagem em fenda lateral, obtendo-se também a menor eficiência no uso da água (Tabela 5). É provável que, a menor taxa observada nessas mudas se deva à menor disponibilidade hídrica, em decorrência da utilização da água disponível visto que apresentavam maior tamanho e produziram maior quantidade de matéria seca. Além disto, deve-se considerar que a partir dos 75 dias o recipiente pode ter sido limitante para essas mudas, com a ocupação de maior volume do substrato pelas raízes.

A redução na taxa transpiratória, de acordo com Shimazaki et al. (2007) e Ferraz et al. (2012) pode aumentar a eficiência no uso da água por unidade de área foliar em função da queda de condutância estomática devido o fluxo de vapor d'água oriundo da folha ser mais sensível que a atividade fotossintética ao fechamento parcial dos estômatos. Dessa forma e mesmo apresentando os menores índices de transpiração por folha, quando se considera a área foliar total das mudas propagadas por garfagem, verifica-se que as perdas hídricas por transpiração nessas mudas são maiores que possivelmente, estimulou o fechamento parcial dos estômatos que, além de reduzir a taxa transpiratória, afetou a taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ .

Os maiores teores de clorofila total, clorofila *a* e *b* foram observados nas folhas das mudas enxertadas por borbulhia em placa (Tabela 6), corroborando com as maiores taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  observadas nas mudas produzidas por este método (Tabela 5). De acordo com Taiz & Zeiger (2013) a taxa fotossintética se relaciona diretamente com o 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 *b* (Tabela 6).

Aidar et al. (2013) também observaram que maiores teores de clorofila estão relacionados com a maior taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  em mudas *Spondias* spp.

Em relação aos teores de carotenoides, não foi verificada diferença significativa em função das técnicas de enxertia

**Tabela 6.** Teores de clorofila total (Ct), clorofila a (Ca), clorofila b (Cb) e carotenoides de mudas enxertadas de romãzeira cv. Wonderful sob diferentes métodos, aos 90 dias após a enxertia

Métodos de enxertias *	Ct	Ca	Cb	Carotenoides
	mg L <sup>-1</sup>			
GFC	1,2772 ab	0,9442 ab	0,3227 a	118,6402 a
GFL	1,0945 b	0,7524 b	0,2837 b	89,3012 a
BP	1,5728 a	1,1440 a	0,4234 a	101,8490 a
BT	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. \* GFC = Garfagem em fenda cheia; GFL = Garfagem em fenda lateral; BP = Borbulhia em placa; BT = Borbulhia em 'T' invertido.

nas mudas de romãzeira (Tabela 6). Esses teores refletem a quantidade de pigmento fotossintetizante presente nas folhas e suas alterações são devidas principalmente à idade da planta ou a desordens fisiológicas (Taiz & Zaiger, 2013). Considerando que as plantas apresentavam a mesma idade e não foram submetidas a estresses abiótico, a insignificância observada quanto aos teores desses pigmentos nas mudas, afirma a inexistência de desordens fisiológica, o que confirma a compatibilidade da utilização da cv. Molar como porta-enxerto para a cv. Wonderful.

## Conclusões

A enxertia é um método que pode ser utilizado para propagar a romãzeira cv. Wonderful.

Os métodos de enxertia por garfagem proporcionaram maior pagamento dos enxertos nas mudas de romãzeira.

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

O método de garfagem em fenda lateral proporcionou, às mudas de romãzeira, maior crescimento e acúmulo de matéria seca.

Mudas de romãzeira 'Wonderfull' podem ser produzidas em 75 dias utilizando-se os métodos de enxertia de garfagem em fenda cheia ou lateral.

## Literatura Citada

- 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).
- Brito, M.E.B.; Soares, L.A.A.; Fernandes, P.D.; Lima, G.S.; Sá, F.V.S.; Melo, A.S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 7, supl., p. 857-865, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1941>>.
- Cardoso, E.A.; Silva, R.M.; Aguiar, A.V.M.; Aragão, R.G. Métodos de enxertia na produção de mudas de acerola (*Malpighia emarginata* D.C). Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 06, n. 04, p. 28-32, 2010. <<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA/article/viewFile/99/pdf>>. 14 Set. 2014.
- 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, v. 40, n. 1, p. 1-5, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000223>>.
- Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- Ferraz, R.L.S.; Melo, A.S.; Suassuna, J.F.; Brito, M.E.B.; Fernandes, P.D.; Nunes Júnior, E.S.; Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecotipos de feijoeiro cultivados no semiárido. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 42, n.2, p. 181-188, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000200010>>.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L. Plant propagation: principles and practices. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.
- Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF. <<http://www.ibraf.org.br>>. 14 Set. 2014.
- 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, v. 34, n. 5, p. 2117-2128, 2013. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2117>>.
- Lopes, K. P.; Bruno, R. L. A.; Bruno, G. B.; Azeredo, G. A. Comportamento de sementes de romã (*Punica granatum* L.) submetidas à fermentação e secagem. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 369-372, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200034>>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Marm. Anuário de estadística 2010. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Secretaría General Técnica, 2010. 1217p. <[http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2010/ae\\_2010\\_avance.pdf](http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2010/ae_2010_avance.pdf)>. 02 Set. 2014.
- Picchioni, G.A.; Miyamoto, S.; Storey, J.B. Salt effects on growth and ion uptake of Pistachio rootstock seedlings. Journal of the American Society for Horticultural Science, v. 115, n.4, p. 647-653, 1990. <<http://journal.ashspublications.org/content/115/4/647.abstract>>. 30 Jan. 2015
- Sadeghi, H. Physical and chemical characteristics of four native pomegranate cultivars in Mazandaran province of Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment, v.8, n.2, p.570-572, 2010. <[http://world-food.net/download/journals/2010-issue\\_2/a53.pdf](http://world-food.net/download/journals/2010-issue_2/a53.pdf)>. 16 Set. 2014
- 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. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105434>>.
- Silva, L. A.; Brito, M. E. B.; Sá, F. V. S.; Moreira, R. C. L.; Soares Filho, W. S.; Fernandes, P. D. Mecanismos fisiológicos de percepção do estresse salino de híbridos de porta-enxertos citros em cultivo hidropônico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, suplemento, p.1-7, 2014. <[www.agriambi.com.br/revista/v18ns/v18nsa01.pdf](http://www.agriambi.com.br/revista/v18ns/v18nsa01.pdf)>. 06 Nov. 2014.
- Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- Vazifeshenas, M.; Khayyat, M.; Jamalain, S. Effect of different scion-rootstocks combinations on vigor, tree size, yield and fruit quality on three Iranian cultivars of Pomegranate. Acta Horticulturae, n. 463, p. 143-152. 2009. <<http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2009030>>.