

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE ROMÃZEIRA 'WONDERFUL' PROPAGADAS POR ESTAQUIA¹

EMANOELA PEREIRA DE PAIVA^{2*}, RAILENE HÉRICA CARLOS ROCHA³, SIDNEY CARLOS PRAXEDES⁴, WELLINGTON ALVES GUEDES⁵, FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ³

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes técnicas de manejo de estacas de romãzeira 'Wonderful' para propagação vegetativa, 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). Foram realizados dois experimentos, um no período seco, compreendido no período de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I), e outro no período chuvoso, compreendido no período de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para o acompanhamento do crescimento e fisiologia da planta fora adotado 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, sendo estacas do tipo semilenhosas. As mesmas foram padronizadas quanto ao tamanho, com padrão de 15 cm de comprimento. O manejo das estacas sem folhas mais incisão foi a mais indicada para propagação de romãzeira 'Wonderful'. O manejo de estacas com folhas foi imprópria para propagação da romãzeira 'Wonderful' na época seca do ano. A época chuvosa foi a ideal para a produção de mudas da romãzeira 'Wonderful'. Tempo ideal para obtenção das mudas de romãzeira 'Wonderful' este ocorreu aos 144 dias após o plantio das estacas.

Palavras-chave: *Punica granatum* L.. Propagação vegetativa. Produção de mudas.

GROWTH AND QUALITY OF SEEDLINGS POMEGRANATE 'WONDERFUL' PROPAGATED BY CUTTINGS

ABSTRACT - In order study the different management techniques stakes pomegranate 'Wonderful' for vegetative propagation in the dry and rainy season, in the semiarid region of Paraíba. The survey was conducted in the greenhouse, in the Campus Center of Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, in the City of Pombal-PB, Brazil. There were two experiments, one in the dry season, which comprised from August to December 2012 (Experiment I), and another in the rainy season, from January to June 2013 (Experiment II). Experiments were conducted in a completely randomized design (CRD) with four replications and five plants per replication. To monitor the growth and physiology of the plant 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 purchased from commercial plants and cuttings of softwood type. The samples were standardized by size, standard length 15 cm. The management of the cuttings leafless more incision in the base is most suitable for the propagation of pomegranate 'Wonderful'. The management of the cuttings with leaves is not suitable for the propagation of the pomegranate 'Wonderful', in the dry season. The rainy season is the ideal time for the production of seedlings of the pomegranate 'Wonderful'. The ideal time to obtain saplings of pomegranate 'Wonderful' is 144 days after planting the cuttings.

Keywords: *Punica granatum* L.. Vegetative propagation. Seedling production.

* Autor para Correspondência

¹Recebido para publicação em 30/07/2014; aceito em 18/02/2015.

Parte da Dissertação de Mestrado em Horticultura Tropical do primeiro autor.

²Departamento de Ciências Vegetais, UFRSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, Mossoró (RN); emanuelappaiva@hotmail.com.

³Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, CCTA/UFCG, Caixa Postal 1770, CEP 58840-000, Pombal (PB).

⁴Departamento de Agropecuária, UFRN, Caixa Postal 07, CEP 59280-000, Macaíba (RN).

INTRODUÇÃO

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é uma frutífera que apresenta boa aptidão de produção em regiões áridas e semiáridas do mundo, sendo muito utilizada devido aos benefícios funcionais, nutracêuticos e sua ação antioxidante (SUMNER et al., 2005; JOHANNINGSMEIER; HARRIS, 2011). 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 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).

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. Esses fatores estão relacionados à planta e às condições do meio ambiente, fazendo-se necessária a aplicação de técnicas que favoreçam o enraizamento das estacas, como a presença de folhas e a realização da incisão na base da estaca. Tofanelli et al. (2005) demonstraram que a incisão na base das estacas beneficiou a espécie de pessegueiro com um enraizamento 82% superior às estacas que não receberam a incisão na base.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar diferentes técnicas de manejo de estacas de romãzeira 'Wonderful' para a propagação vegetativa, nos períodos seco e chuvoso, no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,

da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, nas coordenadas geográficas 6° 46' 13" de latitude sul e 37° 48' 06" de longitude a oeste de Greenwich e 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.

Foram realizados dois experimentos, um no período seco, compreendido no período de agosto a dezembro de 2012 (Experimento I), e outro no período chuvoso, compreendido no período de janeiro a junho de 2013 (Experimento II). 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, da porção mediana do ramo. As plantas matrizes de romãzeira foram propagadas por sementes, estando por ocasião da coleta com três anos de idade, e manejadas 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 colocadas em caixa de isopor, sendo acomodadas em camadas de papel toalha umedecidas para evitar desidratação. Posteriormente, transportadas para o Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal (PB).

No laboratório, as estacas 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, foram realizados 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; e M₃- Estacas sem folhas com incisão na base: foram retiradas as folhas das estacas e, posteriormente, realizadas duas incisões na base em forma de bisel, com comprimento em torno de 1 cm e profundidade em torno de 2 a 3 mm.

O Experimento I foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para as variáveis não destrutivas fora adotado o esquema fatorial 3 x 5, sendo três manejos de estacas x cinco 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 foram realizadas a partir dos 70 dias, quando as mudas apresentaram folhas maduras e fotossinteticamente ativas, 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 se constituíram de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e Índice de Qualidade de Dickson.

O Experimento II foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco mudas por repetição. Para as variáveis não destrutivas fora adotado o esquema fatorial 3 x 10, sendo três manejos de estacas x dez épocas de avaliação. Aos 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 e 150 dias foram avaliadas as mesmas caracterís-

ticas estudadas no Experimento I. As análises fisiológicas 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 constituídas das mesmas características estudadas no Experimento I.

Em ambos os Experimentos o plantio foi realizado enterrando as estacas em 1/3 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 comercial (Plantmax[®]); e 1/2 de esterco bovino cuja análise

Tabela 1. Análise química e física do substrato utilizado para a produção de mudas de romãzeira. 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= porcentagem de sódio trocável. ** granulométrica: pelo decímetro de boyoucos, densidade aparente: método da proveta de 100 mL; Densidade real: método do balão.

As mudas foram produzidas em casa de vegetação com cobertura de sombrite, com passagem de 50% de luminosidade, com registro diário de temperatura e umidade relativa do ar com termohidrómetro digital com cabo extensor - TH 439 (Figura 1). As

irrigações foram realizadas uma vez ao dia de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de campo, com base no método de pesagem, repondo água evaporada no dia anterior.

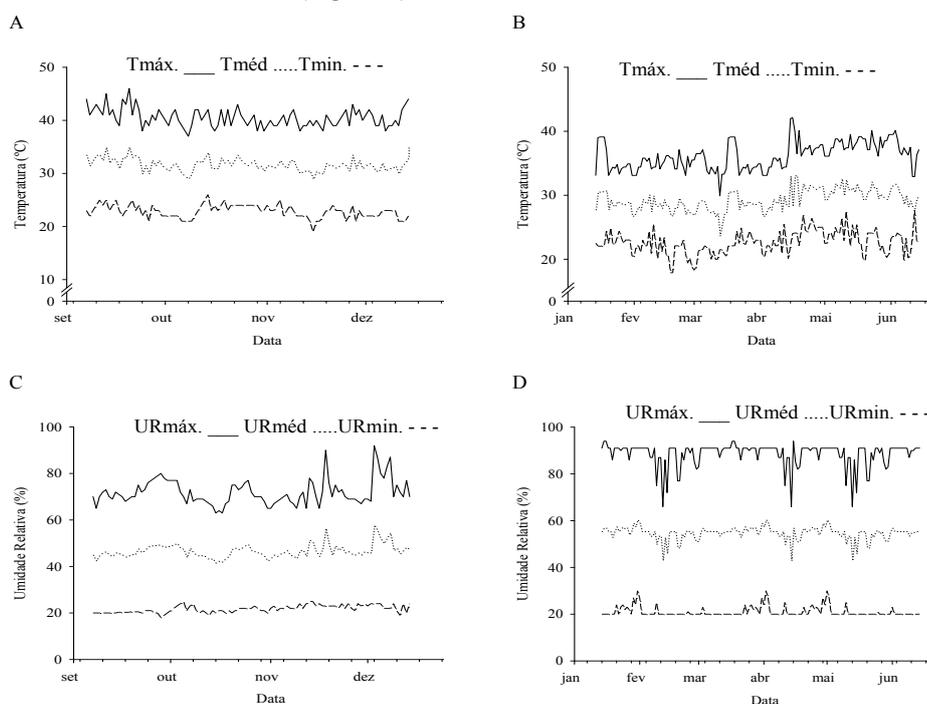


Figura 1. Médias de temperatura (A e B) e Umidade relativa (C e D) em casa de vegetação no período de 07 de setembro a 14 de dezembro de 2012 (A e C) e no período de 14 de janeiro a 14 de junho de 2013 (B e D). UFCG, Pombal (PB), 2014.

Durante a condução dos experimentos foram avaliadas: a percentagem de sobrevivência (PS), contabilizado o número de mudas vivas em relação ao número total de mudas; o número de brotações (NB) pela contagem direta do número de brotações emitidas; o número de folhas (NF), considerando-se as folhas que apresentaram tamanho superior a 3 cm; comprimento da parte aérea (cm) (CPA) e da raiz (cm) (CR) medido do colo da planta até o ápice; diâmetro da estaca (mm) (DE) determinado por meio de medições na porção mediana da estaca, utilizando-se paquímetro digital 150mm LEETOOLS-684132; massa fresca da parte aérea (g/ planta) (MFPA) e massa fresca da raiz (g/ planta) (MFR) aferida por meio de pesagem em balança analítica; massa seca da parte aérea (g/ planta) (MSPA), massa seca da raiz (g/ planta) (MSR) e massa seca total (g/planta) (MST) determinadas 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; e índice de qualidade de Dickson (IQD) através de 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:

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

Ao longo dos Experimentos também 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*) (KONRAD et al., 2005). Para as medições, utilizou-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese "LCPro+" da ADC BioScientific Ltda.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Em caso de significância realizados teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o fator manejo das estacas e análise de regressão para o fator época de avaliação. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Para percentagem de sobrevivência e comprimento da parte aérea foram observadas as maiores médias na técnica de manejo sem folha e com incisão na base (Tabela 2). Possivelmente esta técnica de manejo favoreceu maior absorção de água e nutrientes, condicionando o maior crescimento das mudas. Os resultados obtidos corroboram com os adquiridos por Becker et al. (2010) e Pauleti et al. (2010) para a cultura da figueira, onde os autores conseguiram aumento na percentagem de sobrevivência com o uso da incisão (ferimento) na base das estacas.

O maior número de brotações foi verificado em estacas sem folhas e em estacas sem folhas com incisão. Estes resultados podem estar relacionados a maior percentagem de sobrevivência das estacas nessa condição, além das menores perdas por transpiração em função das retiradas das folhas, favorecendo a diferenciação celular nas partes apicais das estacas e o surgimento de maior número de brotos (FACHINELLO et al., 2005).

Tabela 2. Teste de médias referentes às 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' em função do manejo das estacas no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, 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
CV (%)	38,78	29,50	56,27	9,01	43,85

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV- coeficiente de variação.

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 2). 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 3).

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 da remoção da folha ter promovido menor perda de umidade na estaca por desidratação e estimulado à brotação das gemas axilares localizadas na base do pecíolo da folha na estaca, por maior exposição à luminosidade

do meio.

No entanto, as estacas sem folhas apresentaram os menores diâmetros (Tabela 2). Foi observado para número de folhas e comprimento da parte aérea comportamento linear crescente ao longo das épocas de avaliação (Figuras 2 A e B), o que comprova a aptidão dos métodos de estaquia para propagação vegetativa, de modo que 100 dias após o plantio das estacas no período seco obteve-se mudas maiores e mais vigorosas, tendo em vista que esses resultados obtidos na pesquisa superaram os observados por Batista et al. (2011) em mudas de romãzeira propagadas por estaquia em diferentes substratos.

Estacas manejadas sem folhas e com incisão na base tiveram maior CR, MFPA, MFR, MSPA,

MSR e MST (Tabela 3). 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 a baixa umidade relativa do ar observada no período seco (Figura 1), desestimulando a emissão e crescimento da parte aérea (Tabela 2). 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 3), já que de acordo com Bernardino et al. (2005) quanto maior for o valor de IQD maior será também a qualidade da muda.

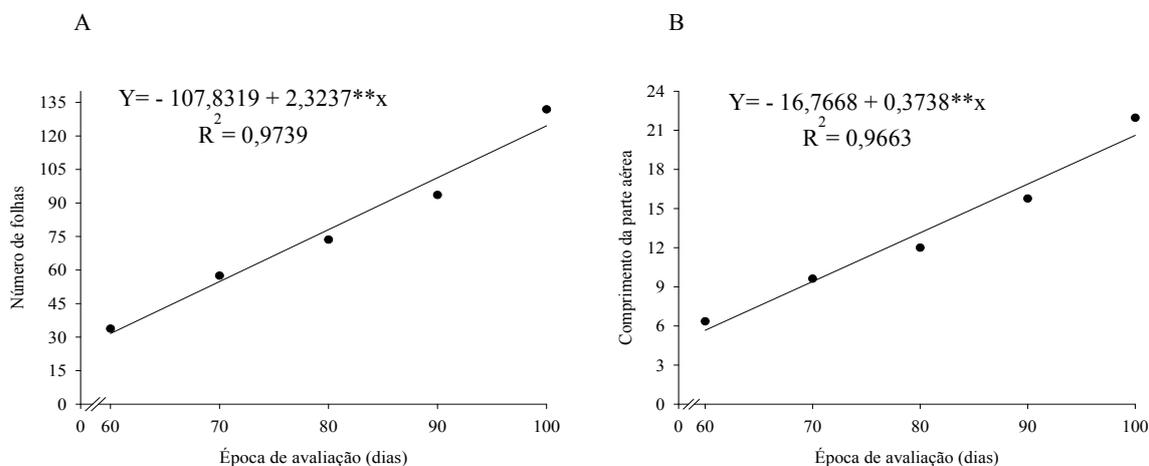


Figura 2. Efeito da época de avaliação nas variáveis número de folhas (A) e comprimento da parte aérea (B) em mudas de romãzeira 'Wonderful' no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal (PB), 2014.

** Significativo a 1% pelo teste 't' de Student.

Tabela 3. Teste de médias referentes às variáveis 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
CV (%)	11,01	15,10	20,13	16,21	17,58	15,97	12,32

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV- coeficiente de variação.

Faria et al. (2007) verificaram que as 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 massas fresca e seca da raiz, denotando que o sucesso dos métodos de estaquia são variáveis entre as espécies, de modo que para romãzeira o ma-

nejo desta sem folhas e com incisão na base foi o método de estaquia mais promissor.

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.

Assim como observado para o crescimento vegetativo e acúmulo de massa seca, as estacas sem folhas e com incisão na base revelaram 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 4). Nesse tratamento também

foram observadas as maiores condutâncias estomáticas, as quais 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 instantânea da carboxilação em comparação às demais técnicas de estaquia estudadas (Tabela 4). Dessa forma, o melhor enraizamento observado nesta técnica de estaquia está diretamente relacionado a maior eficiência fotossintética das mudas (Tabela 4 e Figura 3).

Tabela 4. Teste de médias referentes às variáveis taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹) (*C_i*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*), condutância estomática (*G_s*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻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 'Wonderfull' em função do manejo das estacas no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal (PB), 2014.

Manejos*	<i>A</i>	<i>C_i</i>	<i>EIC</i>	<i>G_s</i>	<i>E</i>	<i>EUA</i>
M1	5,16 c	202,81 b	0,025 c	0,08 b	2,91 c	1,78 b
M2	6,57 b	213,18 a	0,030 b	0,10 a	3,42 b	1,92 ab
M3	7,80 a	216,25 a	0,036 a	0,11 a	3,81 a	2,04 a
CV (%)	13,09	4,23	15,48	16,29	10,47	13,77

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV - coeficiente de variação.

Para a eficiência do uso da água, os menores resultados foram verificados para as técnicas M1 e M2, as quais foram verificadas as menores transpirações e condutâncias estomáticas (Tabela 4), 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 M1 em comparação com as mudas da M3, que não sofreram restrições quanto ao consumo hídrico e obteve os melhores resultados quanto ao estudo de trocas gasosas.

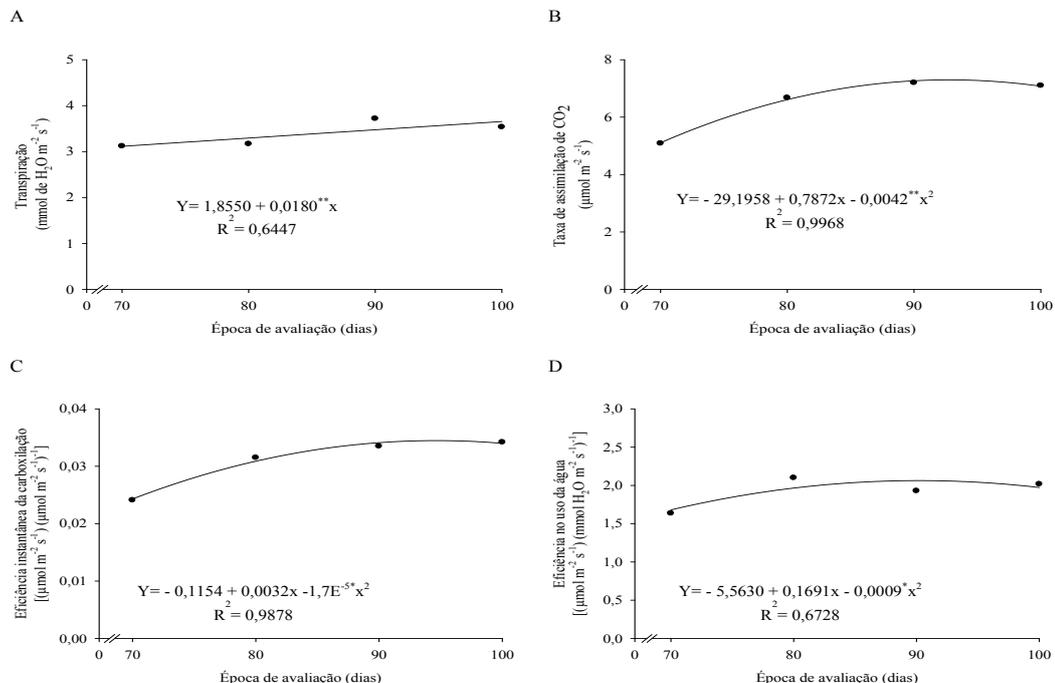


Figura 3. Efeito da época de avaliação nas variáveis transpiração (A), taxa de assimilação de CO₂ (B), eficiência instantânea da carboxilação (C) e a eficiência no uso da água (D) em mudas de romãzeira 'Wonderful' no período seco do ano (agosto a dezembro). UFCG, Pombal (PB), 2014.

** Significativo a 1% pelo teste 't' de Student.

Observou-se aumento linear na taxa transpiratória das mudas de romãzeira conforme as épocas de avaliação (Figura 3 A). Possivelmente, esse aumento na transpiração está relacionado ao aumento progressivo na área foliar, induzindo o 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 (Figuras 3 B, C e D). Possivelmente, a partir dessa época, a 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

a baixa umidade observada no período seco do ano (Figura 1) dadas pelos estômatos (SHIMAZAKI et al., 2007).

Esses 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.

Experimento II

Verificou-se maior percentagem de sobrevivência, número de brotações e maior diâmetro da estaca nas mudas propagadas por estacas sem folha e com incisão na base da estaca (Tabela 5), indicando que nos períodos seco e chuvoso estacas manejadas sem folhas e com incisão na base proporcionaram melhores resultados na produção de mudas de romãzeira 'Wonderful' (Tabelas 1 e 5).

Tabela 5. Teste de médias referentes às variáveis percentagem de sobrevivência (PS), número de brotações (NB) e diâmetro da estaca (DE) em mudas de romãzeira 'Wonderful' em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal (PB), 2014.

Manejos (T*)	PS (%)	NB	DE (mm)
M1	60,30 b	4,27 b	7,59 b
M2	67,08 ab	4,38 b	7,23 c
M3	72,08 a	5,72 a	8,07 a
CV (%)	21,85	13,45	4,67

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV- coeficiente de variação.

A alta percentagem de sobrevivência observada na época chuvosa (Figura 5 A) 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.

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 4A). Resultados superiores aos observados por Batista et al. (2011), que obtiveram 70% de sobrevivência para mudas de romãzeira em função de distintos substratos, reforçam a importância das técnicas de estaquia para a obtenção de maior número de mudas viáveis.

Houve efeito isolado para o 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 4B).

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 4D).

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.

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 4 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 1B). Segundo Benincasa et al. (2003), as folhas são os órgãos responsáveis por 90% da

massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética, e 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.

Com relação ao comprimento de raiz (Tabela 6), foram observados os melhores resultados com a utilização das técnicas M1 e M3, as quais não diferiram entre si, sendo superiores estatisticamente a M2. O maior comprimento da raiz (36,69 cm) foi obtido com a M3 e o menor comprimento da raiz (30,57 cm) foi obtido na estaca sem folha (M2).

Segundo Davis Júnior e Hartmann (1988), o aumento do teor de lignina nos tecidos exerce influência direta na capacidade de enraizamento das

estacas, criando barreiras mecânicas ou fisiológicas para emissão de novas raízes. A realização de incisão na base das estacas provocou maior absorção de água e possivelmente a síntese de reguladores de crescimento, a exemplo das auxinas, 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), os quais 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 variaram conforme as espécies, o que evidencia a importância da pesquisa na área.

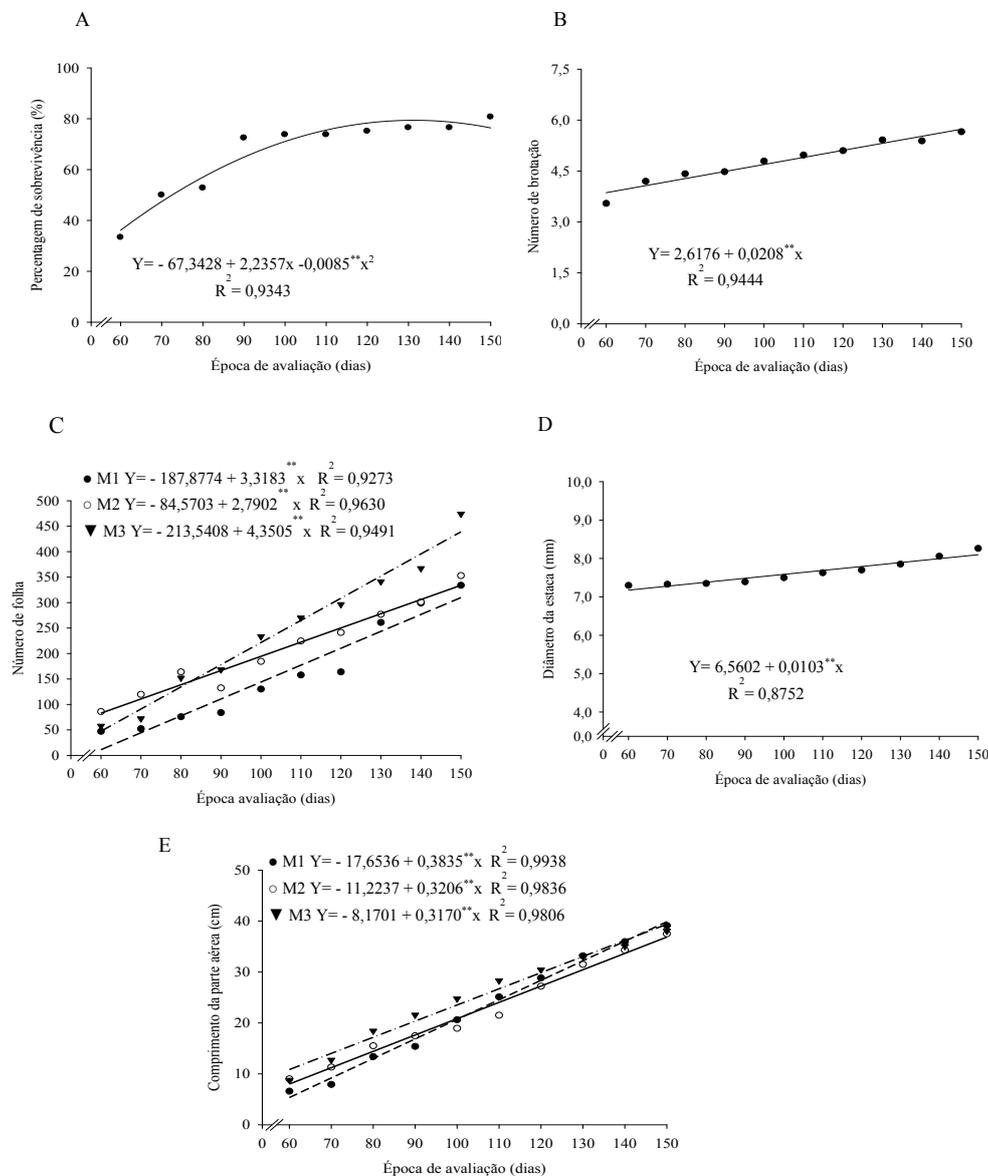


Figura 4. Efeito da época de avaliação nas variáveis percentagem de sobrevivência (A), número de brotações (B), número de folhas (C), diâmetro da estaca (D) e comprimento da parte aérea (E) em mudas de romãzeira 'Wonderful' em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCEG, Pombal (PB), 2014.

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

Tabela 6. Teste de médias referentes às variáveis 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
CV (%)	5,99	2,71	9,07	5,12	6,91	4,15	10,96

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV- coeficiente de variação.

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 6). Porém, na M3, foi constatada diferença significativa entre as demais técnicas, sendo que a maior média foi obtida por ela.

Esses 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 5), 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 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Colombo et al. (2008), os quais 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. Deste modo, o efeito promissor da técnica pode estar relacionado à eficiência em promover o enraizamento das estacas (Figura 1).

Tabela 7. Teste de média das variáveis taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹) (*C_i*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EIC*) em mudas de romãzeira 'Wonderful' em função do manejo das estacas no período chuvoso do ano (janeiro a junho). UFCG, Pombal (PB), 2014.

Tratamento *	<i>A</i>	<i>C_i</i>	<i>EIC</i>
M1	6,66 b	237,7 a	0,028 a
M2	6,59 b	235,4 a	0,028 a
M3	7,14 a	236,8 a	0,029 a
CV (%)	8,78	4,22	9,94

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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca. CV- coeficiente de variação.

O estudo das trocas gasosas da romãzeira 'Wonderful' ao longo das épocas de avaliação revelou um aumento na concentração interna de CO₂ ao longo do desenvolvimento das mudas (Figura 5 A), o que é acompanhado de uma redução na taxa de assimilação de CO₂ (Figura 5 D) e na eficiência instantânea da carboxilação (Figura 5 E), fato que pode estar relacionado a uma menor atividade das enzimas envolvidas na fotossíntese (TAIZ; ZAIGER, 2009).

Os maiores acúmulos de massa seca total foram verificados quando as mudas de romãzeira 'Wonderful' foram manejadas sob a M3 (Tabela 6), cujos resultados corroboram com os observados para o crescimento vegetativo das mudas (Tabela 5). Esses resultados foram semelhantes aos observados para o período seco.

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 6), 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'.

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 6), possivelmente em virtude da maior atividade da Rubisco (MACHADO et al., 2005), confirmado pela maior assimilação de CO₂ (Tabela 7).

Apesar do aumento observado na concentração interna de CO₂, esses valores estão dentro da faixa observada para plantas C3 (200 a 300 μmol m⁻² s⁻¹) (TAIZ; ZAIGER, 2009). Acredita-se que esses resultados estão relacionados à redução na taxa de assimilação de CO₂, diminuindo o consumo do carbono interno.

As menores taxas transpiratórias foram verificadas nas mudas manejadas com estacas com folhas,

indicando menor consumo de hídrico por essas mudas e favorecendo a maior eficiência no uso da água (Tabela 7). Salienta-se que as menores taxas de transpiração registradas para as estacas com folhas podem estar relacionadas a uma peculiaridade da técnica em virtude das 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 5 F). Além disso, as mudas propagadas com essa técnica no período seco também obtiveram as menores taxas transpiratórias.

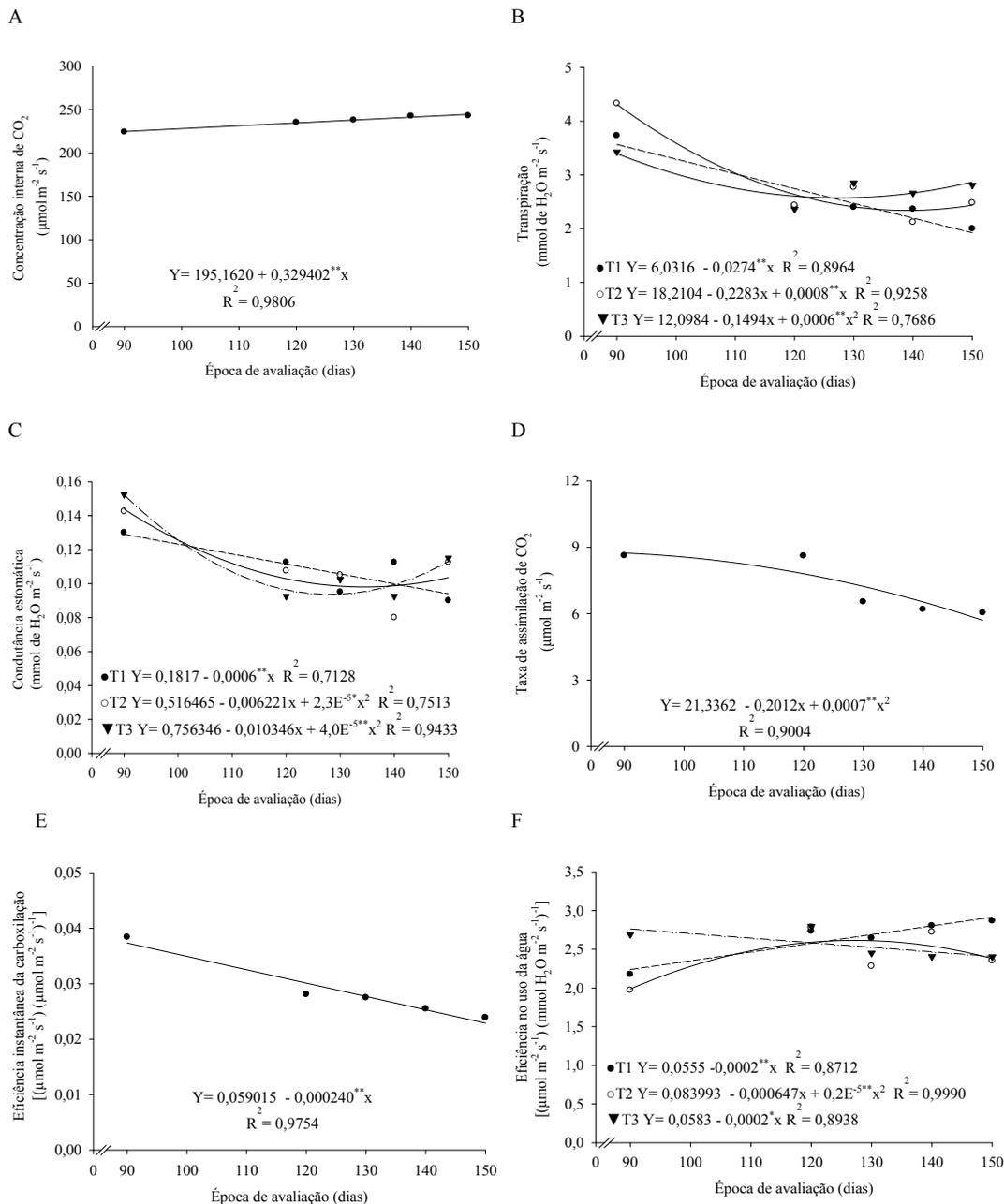


Figura 5. Efeito da época de avaliação nas variáveis concentração interna de CO₂ (A), transpiração (B), condutância estomática (C), taxa de assimilação de CO₂ (D), eficiência instantânea da carboxilação (E) e a eficiência no uso da água (F) em mudas de romãzeira ‘Wonderful’ em função do manejo das estacas 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; e M3: Estacas sem folha e com incisão na base da estaca.

Deve-se ressaltar que a menor transpiração nas mudas obtidas por esta técnica deve também estar relacionada ao menor sistema radicular e conseqüentemente a uma menor capacidade de absorção de água induzindo ao fechamento dos estômatos, haja vista que a partir dos 90 DAP foram verificadas reduções na atividade estomática das mudas, fato que explica este comportamento, visto que os estômatos são responsáveis por regular as trocas gasosas (SHIMAZAKI et al., 2007). Dessa forma, a redução da atividade estomática devido a fatores bióticos, como estado fenológico da muda devido a propagação vegetativa (oscilações de crescimento vegetativo a reprodutivo), e a fatores abióticos, como as condições climáticas (Temperatura e Umidade). Resultados semelhantes aos observados por Souza et al. (2001) e Lima Filho e Santos (2009) em mudas de videira e de *Spondias*, respectivamente, verificaram reduções na taxa transpiratória 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 µmol m⁻² s⁻¹, em média. Salienta-se ainda que após os 90 DAP houve decréscimo na taxa de assimilação líquida de CO₂ até os 144 DAP, voltando a aumentar a partir de então (Figura 5 D). Esse aumento da taxa fotossintética pode estar relacionado ao novo pico de crescimento vegetativo das mudas, indicando o ponto ideal para levá-la ao campo onde poderá se adaptar melhor às condições do meio.

Observou-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 4).

As maiores eficiências no uso da água foram registradas para as mudas propagadas em M1 (Figura 5 F), cujos resultados corroboram com a menor atividade estomática e transpiratória dessas mudas (Figuras 5 B e C). Os 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.

CONCLUSÕES

A técnica estacas sem folhas mais incisão foi a mais indicada para a propagação de romãzeira 'Wonderful'.

A técnica manejo de estacas com folhas foi imprópria para propagação da romãzeira 'Wonderful' na época seca do ano.

A época chuvosa foi a época ideal para a produção de mudas da romãzeira 'Wonderful'.

O tempo ideal para obtenção das mudas de romãzeira 'Wonderful' ocorreu aos 144 dias após o plantio das estacas.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, P. F. et al. Propagação vegetativa de romã em diferentes substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 96-100, 2011.
- BECKER, L. R. et al. Lesão na base e concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais de figueira 'Roxo de Valinhos'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, supl 1, p. 1325-1330, 2010.
- BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- CAMOLESI, M. R. et al. 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. et al. 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, 2005. 221 p.
- FARIA, A. P. et al. 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, n. 3, 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.

- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770 p.
- JOHANNINGSMEIER, S. D.; HARRIS, G. K. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. **Annual Review Food Science Technology**, Palo Alto, v. 2, p. 181-201, 2011.
- KONRAD, M. L. F. et al. 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. et al. 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. 64 p.
- OLIVEIRA, E. M. M. et al. Aplicabilidade da técnica PCR-RAPD para a determinação do perfil genotípico de variedades de romã (*Punica granatum*). In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém. **Anais...** Belém, Sociedade Brasileira de Recurso Genético, 2012. p. 1-5.
- PAULETTI, D. R. et al. Enraizamento de segmentos nodais caulinares de figueira. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p877-881, dez. 2010.
- PEREIRA, J. C. S. et al. 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. et al. 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, 2003.
- ROBERT, P. et al. 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.
- 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.
- SHIMAZAKI, K. I. et al. T. Light regulation of stomatal movement, **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, 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. et al. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. **Journal of Cardiology**, Japan, v. 96, n. 6, p. 810-814, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- 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. et al. 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.