

## EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS E ALPORQUES DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-MACADÂMIA<sup>1</sup>

FÁBIO ALBUQUERQUE ENTELMANN<sup>2</sup>, JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO<sup>3</sup>, RAFAEL PIO<sup>4</sup>, SIMONE RODRIGUES DA SILVA<sup>3</sup>, FILIPE BITTENCOURT MACHADO DE SOUZA<sup>5</sup>

**RESUMO** - A noqueira macadâmia apresenta-se como uma importante alternativa para a fruticultura paulista, principalmente pela sua rusticidade e pelo valor alcançado por seus frutos. No entanto, estudos da propagação são necessários para melhorar o sistema de produção de mudas. Com o objetivo de aumentar a emergência das plântulas, o enraizamento de estacas e a produção de alporques de porta-enxertos da noqueira-macadâmia, conduziram-se diferentes experimentos: emergência de plântulas de oito cultivares de noqueira-macadâmia ('HAES-344', 'HAES-660', 'IAC 1-21', 'HAES-816', 'IAC 4-20', 'IAC Campinas - B', 'Aloha' e 'IAC 4-12-B'); emergência de plântulas do porta-enxerto de noqueira-macadâmia 'Aloha' em diferentes temperaturas no substrato (23; 25; 27; 29 e 31 °C); enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto de noqueira-macadâmia 'Aloha' (estacas com uma folha inteira, duas folhas inteiras, uma folha reduzida e duas folhas reduzidas), tratadas com ou sem ácido indolbutírico (3.000 mg L<sup>-1</sup>) por 10 seg.; alporquia em ramos de noqueira-macadâmia 'Aloha', realizada em diferentes épocas (agosto, dezembro e abril) e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (0; 3.000; 6.000 e 9.000 mg L<sup>-1</sup> por 10 seg.). Os resultados mostraram que a maior massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular foi obtida com a cultivar Aloha; a maior emergência de plântulas foi obtida com a temperatura de 27 °C; a maior porcentagem de enraizamento foi obtida em estacas com duas folhas inteiras e tratadas com AIB; os melhores resultados para a alporquia da cultivar Aloha foram obtidos em dezembro, sem o tratamento com AIB.

**Termos para Indexação:** *Macadamia integrifolia*, produção de mudas, ácido indolbutírico.

## SEEDLINGS EMERGENCY AND ROOTING OF CUTTING AND AIR LAYERING ROOTSTOCKS FOR MACADAMIA WALNUT

**ABSTRACT** - The macadamia cultivation presents itself as an important alternative for fruit growers in São Paulo state, mainly because of its rusticity and the value reached by their fruits. However, studies related to propagation are essential for the correct seedlings production system. In order to evaluate the emergency of seedlings, rooting of cuttings and air layering of macadamia walnut rootstock, different experiments were carried: seedlings emergency of eight macadamia walnut cultivars ('HAES-344', 'HAES-660', 'IAC 1-21', 'HAES-816', 'IAC 4-20', 'IAC Campinas - B', 'Aloha' and 'IAC 4-12-B'); seedlings emergence of macadamia rootstock 'Aloha' at different temperatures in substrate (23, 25, 27, 29 and 31 °C); rooting of different types of cuttings of macadamia walnut rootstock 'Aloha' (cutting with one leaf, two leaves, one leaf reduced and two leaves reduced) treated with or without indolbutyric acid (3,000 mg L<sup>-1</sup>) for 10 seconds; air layering in branches of macadamia rootstock 'Aloha', done at different periods (August, December and April) and treated with different concentrations of IBA (0, 3,000, 6,000 and 9,000 for 10 seconds). The results showed as well as higher dry mass of shoot and root system were registered Aloha cultivar; the highest seedlings emergence was achieved by temperature of 27.5 °C; the highest rooting percentage was obtained with cuttings with two leaves had and treatment with IBA; the best results for the air layering propagation was obtained in December, without IBA treatment.

**Index Terms:** *Macadamia integrifolia*, seedlings production, indolbutyric acid.

<sup>1</sup>(Trabalho 233-13). Recebido em: 03-07-2013. Aceito para publicação em: 23-09-2013.

<sup>2</sup>Eng. Agr., D.Sc., Faculdade de Tecnologia de Itapetininga - FATEC, 18202-000, Itapetininga-SP. [fabiohuri@ig.com.br](mailto:fabiohuri@ig.com.br)

<sup>3</sup>Eng. Agr., D.Sc., Universidade de São Paulo - USP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Dep. de Produção Vegetal, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba-SP. E-mails: [jascarpa@esalq.usp.br](mailto:jascarpa@esalq.usp.br); [rsilva@esalq.usp.br](mailto:rsilva@esalq.usp.br)

<sup>4</sup>Eng. Agr., D.Sc., Universidade Federal de Lavras - UFLA, Dep. de Agricultura, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras-MG. Bolsista Produtividade em Pesquisa CNPq. E-mail: [rafaelpio@dag.ufla.br](mailto:rafaelpio@dag.ufla.br)

<sup>5</sup>Eng. Agr., M.Sc., Discente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Dep. de Agricultura, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras-MG. E-mail: [fbmsouza@yahoo.com.br](mailto:fbmsouza@yahoo.com.br)

## INDRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) produz uma amêndoa de alto valor no mercado internacional, com grande aceitação entres os consumidores (PENONI et al., 2011; MARO et al., 2012). As amêndoas são consumidas desidratadas ou torradas e são utilizadas na fabricação de cosméticos e em confeitaria, sendo fonte de óleo com qualidade comparável à do azeite de oliva (SILVA et al., 2011). Por ser uma fruteira de clima subtropical, adaptou-se bem às condições paulistas, o que elevou o Estado de São Paulo como o maior produtor nacional de noz-macadâmia (PIO et al., 2012).

Os trabalhos de melhoramento genético da noqueira-macadâmia no Brasil iniciaram-se pelo Instituto Agrônômico (IAC), em 1974, o que resultou no lançamento de algumas seleções para plantios comerciais (SOBIERAJSKI et al., 2006; PERDONÁ et al., 2012). Apesar das cultivares disponíveis no Estado de São Paulo, apenas ‘Aloha’, ‘Mauka’, ‘IAC Campinas-B’ e ‘IAC 9-20’ são cultivadas em maior escala (PIO et al., 2012).

O processo de propagação da noqueira-macadâmia é realizado por enxertia, e os porta-enxertos são produzidos por sementes. Todavia, o tempo demandado para a germinação das sementes é superior a 120 dias após a sementeira, e a porcentagem de germinação é em torno de 42% (DALASTRA et al., 2010). Após a produção do porta-enxerto, adota-se a enxertia por garfagem, geralmente realizada no outono ou na primavera, estando as mudas aptas para o plantio após 12 meses da enxertia.

Uma opção visando à redução do tempo demandado para se produzir as mudas seria o enraizamento de estacas, porém são poucos os trabalhos realizados. Bastos et al. (2006) obtiveram pouco mais de 10% de estacas semilenhosas enraizadas da noqueira-macadâmia ‘Aloha’. Outra opção seria a realização da alporquia, que segundo Daneluz et al. (2009) é uma técnica viável para espécies que possuem dificuldade em emitir raízes a partir de estacas.

Visando a estudar técnicas que maximizem a germinação de sementes da noqueira-macadâmia e formas de propagação vegetativa que reduzam o tempo de produção dos porta-enxertos, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a emergência de sementes de diferentes cultivares, bem como a temperatura do substrato, além do enraizamento de estacas e alporques de porta-enxertos para noqueira-macadâmia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de 13 anos de idade, dispostas em espaçamento 8 x 5 m, localizadas a campo na área particular da Empresa QueenNut Macadâmia, Dois Córregos-SP, foram utilizadas para a coleta das sementes e dos propágulos. Os experimentos foram realizados de forma sequencial.

No primeiro experimento, frutos maduros da noqueira-macadâmia provenientes de plantas matrizes das cultivares HAES-344, HAES-660, IAC 1-21, HAES-816, IAC 4-20, IAC Campinas – B, Aloha e IAC 4-12-B foram coletados no mês de janeiro de 2011. Removeu-se o carpelo e selecionaram-se somente as amêndoas em casca com dimensões de dois centímetros de diâmetro, que posteriormente foram imersas em recipiente preenchido com água para embebição por 24 horas, conforme recomendações de Dalastra et al. (2010). As sementes foram colocadas em bandejas plásticas, entre camadas de areia grossa autoclavada (temperatura de 121°C por 20 min.). As bandejas foram preservadas em ambiente controlado, com temperatura média de 25 °C.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por oito tratamentos (cultivares), com quatro repetições e com parcelas compostas por 20 sementes. As bandejas foram umedecidas diariamente, com auxílio de um regador manual e, ao final de 180 dias, avaliaram-se a porcentagem de emergência das plântulas, a massa da matéria seca da parte aérea e a massa da matéria seca do sistema radicular, por meio da secagem do material vegetal em estufa de circulação de ar forçado, a 65°C, durante 48 horas, e posterior pesagem em balança semianalítica.

No segundo experimento, frutos maduros da noqueira-macadâmia ‘Aloha’ foram coletadas em julho de 2011, classificados e embebidos conforme descrito no primeiro experimento. As sementes foram colocadas em bandejas plásticas, entre camadas de areia grossa autoclavada (temperatura de 121°C por 20 min.). As bandejas foram preservadas em ambiente controlado, com aquecimento do substrato, com o uso de termostatos, que manteve as temperaturas de cada tratamento (23; 25; 27; 29 e 31 °C) constante durante toda a fase experimental.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos (temperaturas), com quatro repetições, e com parcelas compostas por 20 sementes. As bandejas foram umedecidas diariamente, com auxílio de um regador manual e ao final de 180 dias, avaliou-se a porcentagem de emergência das

plântulas.

No terceiro experimento, estacas semilenhosas foram coletadas no final do mês de agosto de 2011, na porção mediana de ramos de plantas de noqueira-macadâmia 'Aloha'. As estacas foram padronizadas com comprimento de aproximadamente 12 cm e diâmetro em torno de sete milímetros e foi conservada no ápice apenas uma folha, uma folha cortada ao meio, duas folhas e duas folhas cortadas ao meio. Posteriormente, a base das estacas foi tratada ou não em solução de 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, por 15 segundo, conforme as recomendações de Bastos et al. (2006). Enterrou-se quatro centímetros da base das estacas, em bandejas de poliestireno contendo como substrato vermiculita de grânulos médios, em casa de vegetação sob nebulização intermitente (temperatura de 25±5°C, UR média de 72%, tempo de aspersão de 20 segundos, em intervalos de 10 minutos). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, perfazendo um fatorial 4 x 2 (tipo de folha na estaca x tratamento ou não com ácido indolbutírico-AIB), com quatro repetições, e unidade experimental composta por 10 estacas. Decorridos 150 dias, avaliaram-se as porcentagens de enraizamento, formação de calos e brotações e o número médio de raízes.

No quarto experimento, foram realizados alporques em noqueira-macadâmia 'Aloha', na região mediana de ramos semilenhosos de um centímetro de diâmetro, anelados em 2,5 cm com auxílio de canivete. A região anelada foi pincelada com diferentes concentrações de AIB (3.000, 6.000 e 9.000 mg L<sup>-1</sup>, além do controle composto somente por água). O substrato utilizado foi o esfagno umedecido, envolvido com sacos plásticos transparentes e amarrado em ambas as extremidades com barbante, conforme as recomendações de Daneluz et al. (2009). Os alporques foram realizados nos meses de agosto, dezembro e abril.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, perfazendo um fatorial 4 x 3 (concentrações de AIB x época de realização da alporquia), com três repetições, e unidade experimental composta por 10 alporques. As avaliações ocorreram após 90 dias da realização da alporquia, avaliando-se a porcentagem de alporques calejados, enraizados e o número médio de raízes por alporques.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade, ao teste de Tukey, para comparações múltiplas dos tratamentos qualitativos e à regressão para os tratamentos envolvendo as temperaturas do

substrato para germinação e as concentrações de AIB. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, foi observada grande variação entre a geminação das sementes das oito cultivares de noqueira-macadâmia utilizada no experimento. O melhor resultado foi obtido com a cultivar IAC Campinas – B, com um pouco mais de 60% de plântulas emergidas (Tabela 1). Já as cultivares IAC 4-12-B, Aloha e HAES-660 registraram a menor emergência de plântulas (entre 37-38%). Porém, maiores massas da matéria seca da parte aérea das plântulas e raízes foram registradas com a 'Aloha' (Tabela 1).

Como a 'Aloha' está amplamente difundida no Estado de São Paulo (PIO et al., 2012), com facilidade em se obter propágulos dessa cultivar e devido aos bons resultados obtidos com a produção de massa das plântulas, esforços foram concentrados visando ao aumento da emergência das plântulas dessa cultivar. Como Dalastra et al. (2010) não conseguiram bons resultados realizando incisões nas sementes e tratando-as com ácido giberélico, uma alternativa seria o controle da temperatura do substrato.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que, quando as sementes foram colocadas para germinar em substrato com temperatura controlada de 23°C, foram obtidos 29,1% de emergência (Figura 1). Porém, com a temperatura controlada de 27°C, foram obtidos 61,8% de emergência, incremento de 32,7%. Esses resultados ficam próximos aos da cultivar IAC Campinas – B, que registrou maior emergência de plântulas no primeiro experimento.

Quanto ao enraizamento das estacas da noqueira-macadâmia 'Aloha', os resultados demonstraram que não houve interação quanto ao preparo das folhas nas estacas e ao tratamento ou não com AIB. Apenas houve diferença significativa para a porcentagem de estacas enraizadas com os dois fatores isolados e para o número médio de raízes quanto ao tratamento com AIB.

Estacas que permaneceram com duas folhas inteiras registraram a maior porcentagem de enraizamento (22,9%) (Tabela 2). Esses resultados são superiores aos obtidos por Bastos et al. (2006), que obtiveram pouco mais de 10% de estacas semilenhosas enraizadas com a cultivar Keaukou. Já para a aplicação de AIB, houve incremento de quase 11% no enraizamento das estacas tratadas com 3.000

mg L<sup>-1</sup> de AIB e ainda aumento da emissão das raízes (Tabela 2). No entanto, os resultados obtidos com o enraizamento das estacas de nogueira-macadâmica são baixos. Bastos et al. (2006) já tinham registrado essa afirmação em seu trabalho.

No quarto experimento, os resultados obtidos foram surpreendentes. Independentemente da época de realização da alporquia, todos os alporques calejaram (Tabela 3). Mas foi em alporques

realizados no mês de dezembro que foram obtidos os melhores resultados, com 53,8% de enraizamento e da emissão de cinco raízes. No entanto, não foram registrados ganhos com a aplicação do AIB na melhoria do enraizamento e emissão de raízes.

Daneluz et al. (2009) apontaram que a utilização da alporquia é uma técnica viável para espécies que possuem dificuldade em emitir raízes, como é o caso da nogueira-macadâmica.

**TABELA 1** - Porcentagem de emergência (%) das plântulas, massa da matéria seca da parte aérea (MPA) e massa da matéria seca do sistema radicular (MSR) de plântulas de oito cultivares de nogueira-macadâmica. Piracicaba, ESALQ/USP, 2012.

Cultivares de nogueira-macadâmica	Variáveis analisadas*		
	Emergência (%)	MPA (g)	MSR (g)
IAC Campinas – B	61,7a	5,2bc	4,9c
HAES-344	53,0b	5,8ab	3,8d
HAES-816	50,2c	4,2d	3,9d
IAC 1-21	49,2 c	4,5cd	4,1d
IAC 4-20	44,7 d	5,2bc	5,8b
IAC 4-12-B	38,4e	3,3e	4,2d
Aloha	37,7 e	6,1a	6,5a
HAES-660	37,3e	3,9de	4,7c
CV (%)	12,6	8,6	5,5

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 2** - Porcentagem de estacas brotadas (PEB), calejadas (PEC), enraizadas (PEE) e número médio de raízes (NR) de estacas semilenhosas de nogueira-macadâmica ‘Aloha’ preparadas com uma folha, uma folha cortada ao meio, duas folhas e duas folhas cortadas ao meio, tratadas ou não com 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Piracicaba, ESALQ/USP, 2012.

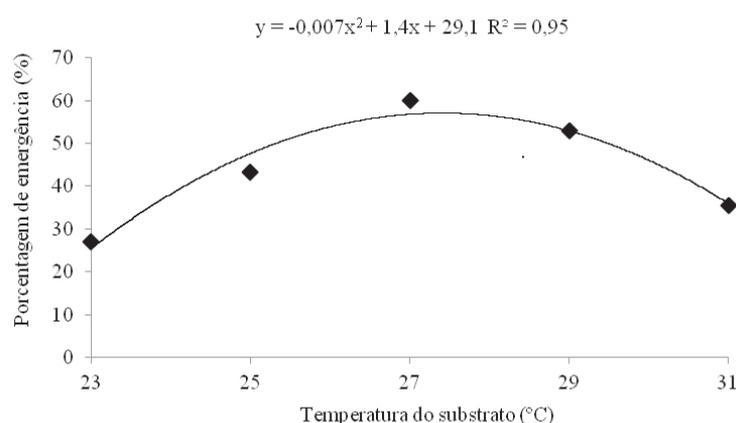
Preparo das folhas nas estacas	Variáveis analisadas*			
	PEB	PEC	PEE	NR
1 Uma folha	33,3 <sup>ns</sup>	100,0 <sup>ns</sup>	14,6 ab	2,3 <sup>ns</sup>
1 Uma folha cortada ao meio	56,2	91,7	8,3 b	1,6
2 Duas folhas	27,1	95,8	22,9 a	2,3
2 Duas folhas cortadas ao meio	35,0	87,5	2,5 b	1,0
Tratamento com 3.000 mg L <sup>-1</sup> de AIB				
Sem AIB	37,5 <sup>ns</sup>	95,4 <sup>ns</sup>	6,8 b	0,6 b
Com AIB	38,5	92,7	17,7 a	3,0 a
CV (%)	34,3	9,6	30,5	21,3

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> – não significativo.

**TABELA 3** - Porcentagem de alporques calejados (PAC), enraizados (PAE) e número médio de raízes (NR) em alporques de noqueira-macadâmia ‘Aloha’ realizados em três épocas e tratados com diferentes concentrações de AIB. Piracicaba, ESALQ/USP, 2012.

Época de realização dos alporques	Variáveis analisadas*		
	PAC	PAE	NR
Agosto	100,0 <sup>ns</sup>	10,7 <sup>b</sup>	1,2 <sup>b</sup>
Dezembro	100,0	53,8 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
Abril	100,0	0,0 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>
Concentrações de AIB (mg L <sup>-1</sup> )			
0	100,0 <sup>ns</sup>	22,0 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>
3.000	100,0	19,9	1,9
6.000	100,0	25,3	2,0
9.000	100,0	19,4	2,6
CV (%)	0	31,7	20,9

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> – não significativo.



**FIGURA 1** - Porcentagem de emergência de plântulas de noqueira-macadâmia ‘Aloha’, obtidas através da germinação de sementes em substratos aquecidos por diferentes temperaturas, durante 180 dias. Piracicaba, ESALQ/USP, 2012.

## CONCLUSÃO

Dentre as cultivares, ‘Aloha’ apresentou a maior massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das plântulas; houve incremento na emergência de plântulas em sementes colocadas para germinar na temperatura de 27 °C; a maior porcentagem de enraizamento foi obtida em estacas com duas folhas inteiras e tratadas com AIB; os melhores resultados para a alporquia da cultivar Aloha foram obtidos em dezembro, sem o tratamento com AIB.

## REFERÊNCIAS

- BASTOS, D.C.; PIO, R.; ARAÚJO, J.P.C.; SCARPARE FILHO, J.A. Efeito do ácido indolbutírico na propagação por estacas de dois cultivares de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Revista Científica Rural*, Bagé, v.11, n.2, p.120-125, 2006.
- DALASTRA, I.M.; PIO, R.; ENTELMANN, F.A.; WERLE, T.; ULIANA, M.B.; SCARPARE FILHO, J.A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e embebição em ácido giberélico. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.34, n.3, p.641-645, 2010.

- DANELUZ, S.; PIO, R.; CHAGAS, E.A.; BARBOSA, W.; OHLAND, T.; KOTZ, T.E. Propagação da figueira 'Roxo de Valinhos' por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31 n.1, p.285-290, 2009.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- MARO, L.A.C.; PIO, R.; PENONI, E.S.; OLIVEIRA, M.C.; PRATES, F.C.; LIMA, L.C.O.; CARDOSO, M.G. Caracterização química e perfil de ácidos graxos em cultivares de noqueira-macadâmia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2.166-2.171, 2012.
- PENONI, E.S.; PIO, R.; RODRIGUES, F.A.; MARO, L.A.C.; COSTA, F.C. Análise de frutos e nozes de cultivares de noqueira-macadâmia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.12, p.2.080-2.083, 2011.
- PERDONÁ, M.J.; MARTINS, A.N.; SUGUINO, E.; SORATTO, R.P. Crescimento e produtividade de noqueira-macadâmia em consórcio com cafeeiro arábica irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p. 1613-1620, 2012.
- PIO, R.; PENONI, E.S.; RODRIGUES, F.A.; RAMOS, J.D.; DECARLOS NETO, A. Produção e amplitude de colheita de cultivares de noqueira-macadâmia em Itapira, São Paulo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.59, n.6, p.826-831, 2012.
- SILVA, F.A.; GONÇALVES, L.A.G.; DAMIANI, C.; GONÇALVES, M.A.B.; SOARES JÚNIOR, M.S.; MARSAIOLI JÚNIOR, A. Estabilidade oxidativa de amêndoas de noz macadâmia secas por micro-ondas com ar quente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 286-292, 2011.
- SOBIERAJSKI, G.R.; FRANCISCO, V.L.F.S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A.A.; MAIA, M.L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.5, p.25-36, 2006.