

Nota Científica

Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Langerstroemia indica* em diferentes substratos

Daniela Macedo de Lima¹, Anderson William Klein¹, Vanessa Padilha Salla², Amanda Pacheco Cardoso Moura², Moeses Andrigo Danner²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, Comunidade São Cristóvão, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, PR, Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Km 01, C P 571, CEP 85503-390, Pato Branco, PR, Brasil

*Autor correspondente:
danielamlima@utfpr.edu.br

Termos para indexação:

Espécie ornamental
Propagação vegetativa
Auxina

Index terms:

Ornamental species
Vegetative propagation
Auxina

Histórico do artigo:

Recebido em 24/08/2016
Aprovado em 05/12/2016
Publicado em 30/12/2016

doi: 10.4336/2016.pfb.36.88.1022

Resumo - O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de resedá (*Langerstroemia indica*) em diferentes substratos. Estacas semi-lenhosas de 7-8 cm foram tratadas em soluções de AIB (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L⁻¹) por 10 s e estaqueadas em tubetes contendo substrato orgânico comercial ou vermiculita. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 2 (4 concentrações x 2 substratos). Aos 75 dias avaliaram-se porcentagens de estacas enraizadas, com brotações e mortas, número e comprimento de raízes e número de brotações por estaca. O AIB na concentração 1.000 mg L⁻¹ promoveu a melhor resposta de enraizamento (65,63%) em substrato vermiculita (73,43%).

Cuttings of *Langerstroemia indica* with indolbutyric acid on different substrates

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of indolebutyric acid (IBA) on rooting of *Langerstroemia indica* cuttings in different substrates. Semi-hardwood cuttings with 7-8 cm were treated in alcoholic solutions of IBA (0, 1,000, 2,000 and 3,000 mg L⁻¹) for 10 s and staked in plastic tubes containing commercial organic substrate or vermiculite. A completely randomized design in factorial arrangement 4 x 2 (4 concentrations x 2 substrates) was used. After 75 days we evaluated percentages of rooted cuttings, with shoots and necrosis, number and length of roots and number of shoots per cutting. IBA in concentration 1,000 mg L⁻¹ promoted best rooting (65.63%) in vermiculite substrate (73.43%).

Langerstroemia indica L. é uma espécie oriunda da Índia e pertencente à família Lithraceae, sendo conhecida popularmente como resedá, extremosa, escumilho, entre outros. É uma árvore caducifólia, com altura variando de 3 a 5 m, com tronco ereto, escamante e inflorescências densas. Esta espécie possui uso ornamental, principalmente na arborização urbana da região sul do Brasil, sendo propagada principalmente por meio de estacas ou touceiras formadas na base do tronco (Lorenzi et al., 2003).

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é muito utilizada em viveiros comerciais, no entanto, algumas espécies encontram dificuldade de enraizamento. Alguns trabalhos buscam difundir a técnica de estaquia para a propagação vegetativa de plantas ornamentais, com o intuito de melhorar a qualidade e a quantidade de plantas produzidas para a utilização na arborização de cidades, como o desenvolvido por Ferriani et al. (2006), utilizando estacas de azaléia (*Rhododendron thomsonii*), dentre outros.

A utilização de um substrato adequado para o enraizamento de estacas é de grande importância, uma vez que possibilita a formação de um sistema radicular com raízes bem desenvolvidas e em maior número, de acordo com as características de cada espécie (Reis et al., 2000). Entretanto, o substrato mais adequado é aquele que, além de permitir o crescimento do sistema radicular, é inerte e apresenta aeração e umidade (Hartmann et al., 2002).

Diversos fatores estão relacionados à formação de raízes adventícias, destacando-se as condições fisiológicas da estaca, tais como presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas e compostos fenólicos. Essas substâncias, quando em proporções e concentrações adequadas, se acumulam na zona de regeneração de raízes (câmbio ou periciclo), contribuindo com a emissão de raízes adventícias. A presença de carboidratos influencia na resposta de enraizamento, pois são fonte de carbono e de energia para a biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas, além da síntese de outras substâncias essenciais à formação de raízes (Hartmann et al., 2002).

Para o sucesso do enraizamento das estacas são utilizados reguladores de crescimento, dentre eles as auxinas, que são empregadas com maior frequência. A auxina sintética ácido indolbutírico (AIB) apresenta menor solubilidade e maior estabilidade que a auxina endógena, sendo considerada um dos melhores promotores do enraizamento adventício de estacas das mais variadas culturas (Ferriani et al., 2006; Loss et al., 2008).

Diversas pesquisas têm sido realizadas com plantas ornamentais para estudar o comportamento de diferentes espécies e tipos de estaca às diferentes concentrações de auxina, dentre os quais, destacam-se: Sarzi & Pivetta (2005), com roseiras (*Rosa* spp.); Neves et al. (2006), com estacas herbáceas e semilenhosas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*); Ribeiro et al. (2007), com quaresmeira (*Tibouchina fothersgillae*); Alcantara et al. (2008) com brinco-de-princesa (*Fuchsia regia*); Loss et al. (2009), com malvavisco (*Malvaviscus arboreus*); Pivetta et al. (2012) com duas variedades de espirradeira (*Nerium oleander*); e Alexandre et al. (2014) com maracujazeiro silvestre (*Passiflora mucronata*).

No entanto, na literatura verificou-se a existência de apenas um trabalho sobre a propagação vegetativa de resedá, realizado por Rotta et al. (1996), que relataram o sucesso do enraizamento de estacas na produção

de mudas dessa espécie, sem a utilização de auxina. Assim sendo, verificou-se que as informações sobre a propagação vegetativa e a produção de mudas dessa espécie de importância ornamental são escassas, estando restritas ao trabalho mencionado acima, no qual se utilizou apenas um tipo de propágulo vegetal. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de resedá (*Langerstroemia indica*) em diferentes substratos.

O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011, nas dependências do Laboratório de Fitossanidade e da casa-de-vegetação do viveiro florestal.

Os ramos semi-lenhosos plagiotrópicos utilizados eram procedentes da porção inferior da copa da planta matriz da variedade de *Langerstroemia indica* com flores de coloração rósea, localizada no Câmpus Dois Vizinhos. As estacas foram preparadas com tamanho entre 7 e 8 cm de comprimento, com corte em bisel na base e reto acima da gema axilar, sendo a superfície foliar reduzida pela metade. Após a confecção, as estacas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio 0,5% por 15 min e enxaguadas por 5 min em água corrente (Ferriani et al., 2006). Em seguida, as bases das estacas foram imersas por 10 s em soluções hidroalcoólicas (50% v/v) de diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L⁻¹) e estaqueadas em tubetes de 53 cm³ contendo substrato orgânico comercial Mecplant[®] ou vermiculita de granulometria fina. As bandejas de tubetes foram mantidas em casa-de-vegetação com três irrigações diárias de aproximadamente 15 min, com vazão de 70 L h⁻¹.

Foram coletadas amostras dos substratos utilizados, sendo colocadas em estufa de secagem a 80 °C, por 12 h. As amostras foram submetidas a análises físicas, de acordo com a metodologia de Fretz et al. (1979).

Utilizou-se um arranjo fatorial 4 x 2, constituído de quatro doses de AIB e dois tipos de substratos, disposto em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 16 estacas por parcela. Aos 75 dias após o estaqueamento, foram avaliadas as variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, com brotações, mortas, número e comprimento médio de raízes e número médio de brotações formadas por estaca. Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e análise de variância ($P \leq 0,05$). Para a comparação de médias, realizou-se o teste de

Tukey e os níveis de AIB foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade. A variável número de brotos foi transformada por \sqrt{X} . A análise estatística foi realizada com o programa ASSISTAT 7.6 beta (Silva & Azevedo, 2009).

A análise estatística revelou que não houve interação significativa entre os fatores analisados (concentrações de AIB x substratos). Para as concentrações de AIB testadas foi constatada diferença significativa para porcentagem de estacas enraizadas, número médio de brotos e porcentagem de estacas mortas (Tabela 1). Em relação ao enraizamento, observou-se a tendência de promoção na formação de raízes até a concentração 1000 mg L⁻¹,

com média de 65,63% (Figura 1A). Entre os substratos utilizados, a vermiculita destacou-se, proporcionando uma média geral de enraizamento de 73,44%, diferindo significativamente do substrato Mecplant® com 35,94% (Tabela 1). Esses resultados divergem dos relatados por Rotta et al. (1996), que obtiveram enraizamento superior ao do presente trabalho para estacas de resedá oriundas de perfilho (93,25%), independente do tipo de substrato utilizado e das concentrações de AIB testadas. Os resultados destes autores possivelmente estão relacionados à juvenildade do material utilizado, que reuniu condições mais favoráveis à indução radicial da espécie em questão (Hartmann et al., 2002).

Tabela 1. Porcentagem de estacas enraizadas (EE), comprimento médio de raízes (CR), número médio de raízes (NR), porcentagem de estacas com brotações (EB), número médio de brotações (NB) e porcentagem de estacas mortas (EM) de *Langerstroemia indica*, aos 75 dias. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2011.

	EE (%)	NR ^{ns}	CR ^{ns} (cm)	EB ^{ns} (%)	NB*	EM (%)
Mecplant	35,94 b	10,46	9,13	36,72	2,24 a	64,10 a
Vermiculita	73,43 a	10,23	9,88	68,36	1,25 b	25,80 b
Média	54,68	10,34	9,50	52,54	0,12	44,95
CV (%)	29,83	27,82	21,78	28,96	23,63	36,31

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para substratos, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo a 5% de significância. * Dados transformados por \sqrt{X} .

Para número e comprimento médio de raízes (Tabela 1) não houve diferença significativa entre as concentrações de AIB e os substratos utilizados. Estes resultados estão de acordo com o de Bastos et al. (2006), que em estudos com lichieira também não observaram diferença significativa para o número de raízes nas diferentes concentrações de AIB testadas. No entanto, no presente trabalho, verificou-se uma tendência de aumento no número médio de raízes em todos os tratamentos com AIB, tendo esse incremento sido considerável, chegando a 47% (11,94) com a aplicação de 3000 mg L⁻¹, quando comparado ao tratamento controle (8,12) (Figura 1B). Esses resultados corroboram com os de De Bona et al. (2005) e Gratieri-Sossela et al. (2008), que em seus experimentos com diferentes espécies de carqueja e corticeira do banhado, respectivamente, observaram que a aplicação de AIB influenciou positivamente, sendo o aumento da concentração de auxina proporcional à formação de maior número de raízes.

Em relação ao comprimento médio de raízes, verificou-se o mesmo padrão observado para o enraizamento, ou seja, tendência de promoção no comprimento com a concentração 1.000 mg L⁻¹ (Figura 1C). Pescador et al. (2007), observaram aumento diretamente proporcional entre a concentração de AIB e o comprimento de raízes em estacas de *P. mikianum*. Contudo, Pacheco & Franco (2008) relataram que, para estacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), em substratos de menor densidade, disponibilidade de água e maior espaço aéreo, como a vermiculita e o Mecplant®, houve formação de raízes de menor comprimento. Ambos os resultados diferem do comportamento verificado para estacas de resedá, indicando que as condições ideais ao crescimento radicial são variáveis de acordo com a espécie propagada e reforçando a hipótese de que não existe substrato universal para o enraizamento (Pacheco & Franco, 2008).

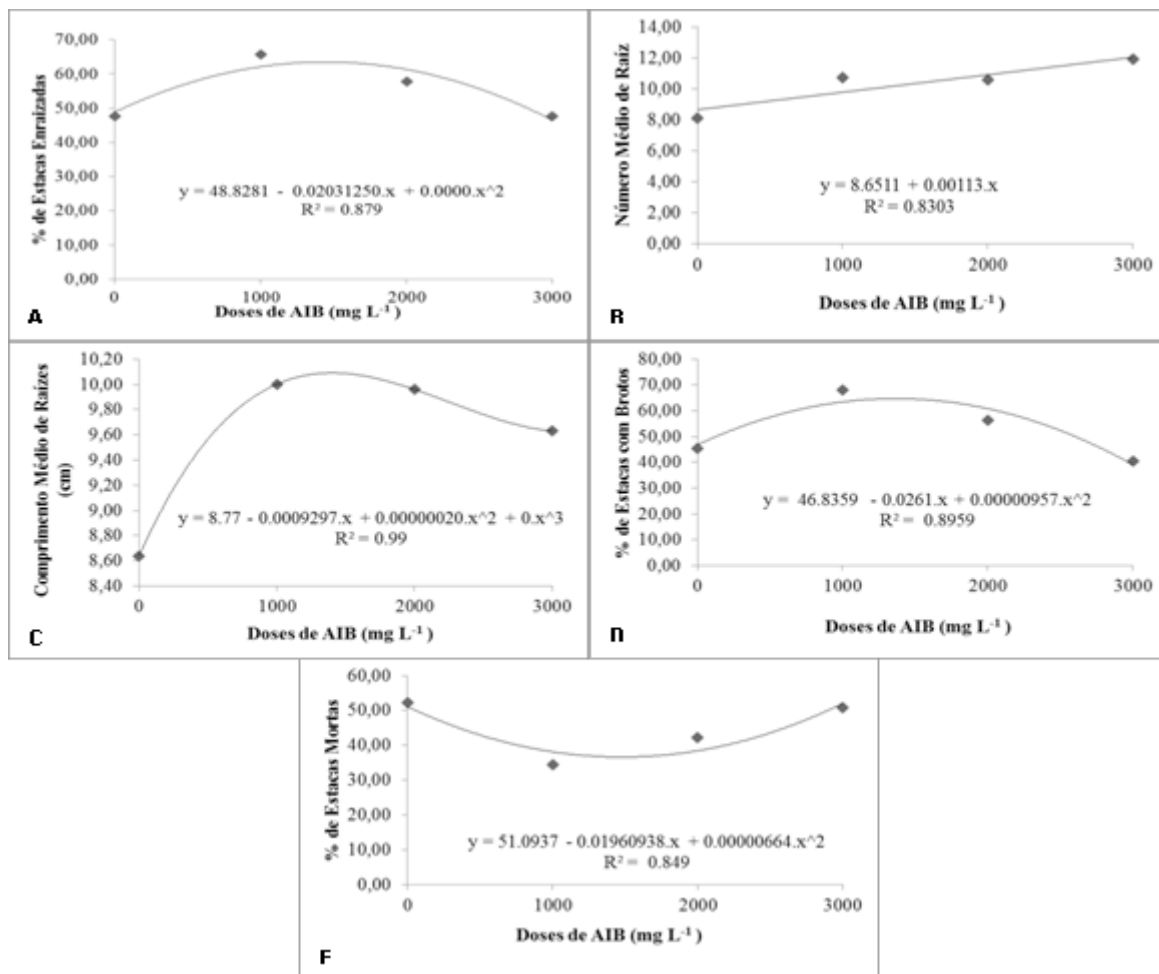


Figura 1. A- Porcentagem de estacas enraizadas; B - Número médio de raízes; C- Comprimento médio de raízes; D - Porcentagem de estacas com brotações; E – Porcentagem de estacas mortas de *Langerstroemia indica*, aos 75 dias. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2011.

Quanto à porcentagem de estacas com brotações (Tabela 1) observou-se o mesmo padrão de comportamento verificado para o enraizamento, com estímulo à formação de brotações com a concentração 1.000 mg L⁻¹ (Figura 1C). Em relação ao substrato, a vermiculita (68,36%) se mostrou significativamente superior ao Mecplant® (36,72%) (Tabela 1). O desenvolvimento de brotações em estacas sofre variações entre as diferentes concentrações de AIB e cultivares, podendo estas apresentar relações com o enraizamento, uma vez que as estacas que enraizaram primeiro provavelmente promoveram o maior crescimento das brotações. É importante salientar que pontos de crescimento radicular em formação constituem locais de síntese de citocininas, que são translocadas aos pontos de crescimento na parte aérea, estimulando a multiplicação celular (Taiz & Zeiger,

2013), desse modo torna-se possível explicar a relação entre brotações e o desenvolvimento do sistema radicular em estacas (Fischer et al., 2008).

Para o número médio de brotações por estaca, o substrato Mecplant® (2,24) foi significativamente superior à vermiculita (1,25) no estímulo a formação de brotações (Tabela 1), contudo, Pescador et al. (2007), em estudo com estacas de *Piper mikanianum*, afirmaram que esta variável não foi influenciada significativamente pelos substratos e pelas concentrações de AIB testadas, provavelmente porque as dosagens de auxina utilizadas tenham sido baixas. Giacobbo et al. (2007) obtiveram resultados semelhantes em estudos com marmeleiro (*Cydonia oblonga*), no qual não verificaram influência do substrato nem interação entre o substrato e aplicação de auxina na variável.

Verificou-se tendência de redução da mortalidade das estacas com a concentração de 1.000 mg L⁻¹ (Figura 1E), sendo essa redução devida ao regulador de crescimento ter possibilitado maior velocidade no enraizamento, reduzindo o estresse das estacas e propiciando maior capacidade de sobrevivência, o que também foi observado por Gratieri-Sossela et al. (2008). Constatou-se ainda diferença significativa entre os substratos testados, tendo o Mecplant® (64,10%) apresentado taxa de mortalidade superior à vermiculita (25,80%) (Tabela 1). Esses dados corroboram os resultados obtidos por Lima et al. (2007) em estudos de enraizamento com estacas de jambolão, no qual obtiveram elevados índices de mortalidade no substrato orgânico comercial Plantmax HT® (64,58%). Os menores índices de mortalidade observados para a vermiculita parecem estar relacionados às características físicas desse substrato, que apresenta maior espaço poroso, boa capacidade de aeração e retenção de água (Costa, et al., 2009). Desse modo, percebe-se que a resposta ao substrato utilizado vai depender do comportamento da espécie em estudo.

A superioridade de enraizamento no substrato vermiculita foi influenciada por suas características físicas, pois o que determina o manejo deste é sua granulometria, porosidade, boa capacidade de retenção hídrica e drenagem satisfatória (Oliveira et al., 2003). Além disso, a porosidade do substrato permite adequada realização das trocas gasosas, manutenção do crescimento radicial e da atividade microbiana (Picolotto et al., 2007).

As características físicas dos substratos utilizados são apresentadas abaixo (Tabela 2), confirmando que o substrato vermiculita apresentou boa capacidade de retenção hídrica (51,54%), enquanto que o substrato Mecplant® revelou melhor resposta de volume de água retida (84,36%). Em relação ao espaço de aeração no substrato saturado de água, a vermiculita apresentou melhor resultado (49,23%), enquanto o Mecplant® revelou o menor espaço de aeração (17,82%), devido ao constituinte turfa, que reduz os espaços porosos.

Tabela 2. Determinação das propriedades físicas dos substratos. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2011.

Substratos	Densidade seca (g L ⁻¹)	Porosidade total (%)	Retenção hídrica (%)	Espaço de aeração no substrato saturado (%)
Mecplant	0,16	120	84,36	17,82
Vermiculita	0,21	150	51,54	49,23

Os resultados obtidos com a vermiculita também podem estar relacionados à intolerância de resedá a substratos de elevada retenção hídrica, já que o espaço de aeração na base das estacas estimula a divisão celular nos eventos relacionados à formação de calos e emissão de raízes (Hartmann et al., 2002). Segundo Cardoso et al. (2011) as maiores porcentagens de enraizamento (26,70%) obtidas com o substrato vermiculita em estacas de pessegueiro Okinawa estariam relacionadas às suas características físicas, fatores que propiciaram um melhor desenvolvimento do sistema radicial das estacas. Assim sendo, a vermiculita pode ser considerada de excelente qualidade para o enraizamento de estacas e para a produção comercial de mudas (Lima et al., 2007).

Conclusões

O AIB é eficiente na promoção do enraizamento de estacas de resedá, uma vez que a aplicação de 1000 mg L⁻¹ reduziu a mortalidade e promoveu a formação de mudas de melhor qualidade, com sistema radicial mais estruturado e parte aérea com brotações, podendo as concentrações até 3000 mg L⁻¹ serem utilizadas no estímulo a formação de maior número de raízes. O substrato vermiculita é o mais adequado para a produção de mudas dessa espécie por estaquia.

Referências

- Alcantara, G. B. et al. Enraizamento de estacas caulinares de brinco de princesa com diferentes comprimentos. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 575-578, 2008. DOI: 10.5380/rsa.v9i4.13138.
- Alexandre, R. S et al. Enraizamento adventício de estacas de maracujazeiro silvestre (*Passiflora mucronata* Lam.): forma de veiculação e concentrações de ácido indol-3-butírico. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 567-571, 2014. DOI: 10.1590/0034-737X201461040017.
- Bastos, D. C. et al. Tipo de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação da lichieira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 97-102, 2006. DOI: 10.1590/S1413-70542006000100014.
- Cardoso, C. et al. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1307.
- Costa, E. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 528-537, 2009. DOI: 10.1590/S0100-69162009000400003.

- De Bona, C. M. et al. Propagação por estaquia de *Baccharis articulata* (Lam.) Pers., *baccharis trimera* (Less.) A.P. de Candolle e *Baccharis stenocephala baker* com uso de auxinas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 2, p. 26-31, 2005.
- Ferriani, A. P. et al. Propagação vegetativa de estaquia de azaléia arbórea (*Rhododendron Thomsonii* HOOK. f.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 35-42, 2006. DOI: 10.5433/1679-0359.2006v27n1p35.
- Fischer, D. L. de et al. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000200003.
- Fretz, T. A. et al. **Plant propagation laboratory manual**. Minneapolis: Burgess, 1979. 317 p.
- Giacobbo, C. L. et al. Enraizamento de estacas de porta-enxerto de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) cv. EMC, em diferentes substratos, concentrações de ácido indolbutírico e enxertia de raiz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 64-70, 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000100010.
- Gratieri-Sossela, A. et al. Propagação de corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) Fabaceae por estaquia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000100018.
- Hartmann, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.
- Lima, Y. O. U. et al. Tipo de estacas e substratos no enraizamento de jambolão. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 449-453, 2007. DOI: 10.5380/rsa.v8i4.9896.
- Lorenzi, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 352 p.
- Loss, A. et al. Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indol-butírico (AIB). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 313-316, 2008.
- Loss, A. et al. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol-butírico (AIB). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009. DOI: 10.1590/S1807-86212009000200013.
- Neves, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006001200003.
- Oliveira, A. F. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2003. DOI: 10.1590/S1413-70542003000100014.
- Pescador, R. et al. Estaquia de pariparoba-do-rio grande do sul sob efeito de ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007. DOI: 10.5380/rsa.v8i4.9886.
- Picolotto, L. et al. Diferentes misturas de substratos na formação de mudas de pessegueiro, em embalagem. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 119-125, 2007. DOI: 10.5380/rsa.v8i2.8375.
- Pivetta, K. F. L. et al. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 17-23, 2012. DOI: 10.1590/S0100-67622012000100003.
- Reis, J. M. R. et al. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.
- Ribeiro, M. N. O. et al. Efeito do ácido indolbutírico sobre estacas apicais e medianas de quaresmeira (*Tibouchina fothersgillae* Cogn.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, n. 1, p. 73-78, 2007.
- Rotta, E. et al. **Produção de mudas por estaquia de Lagerstroemia indica**. Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1996. 3 p. (EMBRAPA-CNPq. Comunicado Técnico, 11).
- Sarzi, I. & Pivetta, K. F. L. Efeito das estações do ano e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de variedades de miniroseira (*Rosa* spp.). **Cientifica**, v. 33, n. 1, p. 62-68, 2005. DOI: 10.15361/1984-5529.2005v33n1p62-68.
- Silva, F. A. S. & Azevedo, C. A. V. Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, 7., 2009, Reno. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- Taiz, L. & Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.