

Efeito de *Azospirillum brasilense* e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de *Tibouchina affinis fothergillae*

Manoela Mendes Duarte¹, Daniela Maria Martin², Renata Francieli Moraes², Katia Christina Zuffellato-Ribas²

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
Email: manu-florestal@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
Email: danielammartin@gmail.com, renatafrmoares@gmail.com, katiazuffellato@gmail.com

Submetido em: 18 fev. 2019. Aceito: 1 out. 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.53.289-295>

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar a influência de bactérias promotoras do crescimento (*Azospirillum brasilense*) e do ácido indolbutírico (IBA) na rizogênese de miniestacas de *Tibouchina affinis fothergillae* (D.C.) Cogn. Para tanto, miniestacas caulinares foram coletadas de minijardim clonal, preparadas com $6 \pm 0,2$ cm de comprimento e mantendo-se um par de folhas reduzidas à metade. Após a desinfestação, as bases das miniestacas foram tratadas com ácido indolbutírico (0, 1000 e 1500 mg L⁻¹) e com solução inoculante de *Azospirillum brasilense* (puro e diluído 1:1), sendo os propágulos plantados em tubetes com vermiculita e mantido em casa de vegetação. Após 60 dias foram avaliadas a porcentagem de enraizamento, número de raízes por miniestaca, comprimento médio das 3 maiores raízes por miniestaca, miniestacas vivas e mortas, emissão de brotação, manutenção de folhas e massa seca de parte aérea e raiz. Os resultados para todas as variáveis não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os resultados indicam que *T. aff. fothergillae* é de fácil enraizamento, e que os tratamentos com IBA e *Azospirillum brasilense* (estirpes AbV5 e AbV6) não influenciam na rizogênese da espécie.

Palavras-chave: Auxinas. Bactérias promotoras do crescimento. Espécie ornamental. Propagação vegetativa.

Abstract

Effect of Azospirillum brasilense and indolebutyric acid on rooting of minicuttings of Tibouchina affinis fothergillae

The present study aimed to evaluate the influence of growth-promoting bacteria (*Azospirillum brasilense*) and indolebutyric acid (IBA) on rhizogenesis of *Tibouchina affinis fothergillae* minicutting (D.C.) Cogn. For this purpose, minicuttings were collected from clonal mini-garden, prepared with 6 ± 0.2 cm of length and keeping a pair of leaves reduced in half. After disinfestation, the minicuttings bases were treated with indolebutyric acid (0, 1000 and 1500 mg L⁻¹) and with inoculant solution of *Azospirillum brasilense* (pure and diluted 1:1), the propagules being planted in plastic tubes with vermiculite substrate and conditioned in a greenhouse. After 60 days we evaluated the percentage of rooting, number of roots per minicutting, average length of the 3 largest roots per minicutting, live and dead minicuttings, sprouts emission, leaf maintenance and dry mass of shoot and root. The results showed that all variables did not present statistical difference at the 5% probability level by the Tukey test. The results indicate that *T. aff. fothergillae* is easily rooted, and that the treatments with IBA and *Azospirillum brasilense* (strains AbV5 e AbV6) do not influence the rhizogenesis of the species.

Keywords: Auxins. Growth-promoting bacteria. Ornamental species. Vegetative propagation.

Introdução

O gênero *Tibouchina* pertence à família Melastomataceae e abriga mais de 200 espécies conhecidas popularmente como quaresmeiras (LORENZI, 2002). Grande parte destas espécies tem seu valor atrelado ao paisagismo, embora apresentem potencial de uso no reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (CÉZAR et al., 2009). De hábito arbustivo, com cerca de 1,5 m de altura, folhas lanceoladas e floração na cor púrpura, a espécie *Tibouchina fothergillae* (D.C.) Cogn. é facilmente encontrada nas regiões sul e sudeste do Brasil (LORENZI, 2002).

Apesar da alta representatividade, a propagação sexuada das espécies de *Tibouchina* é dificultada pelas baixas taxas de germinação e tamanho reduzido das sementes (LORENZI, 2002). Em um quilo de sementes de *Tibouchina* sp., por exemplo, encontram-se mais de 3 milhões de unidades, fator que dificulta a coleta e consequente propagação seminal da espécie (LORENZI, 2002). Assim, a propagação via assexuada pode ser uma alternativa para produção de mudas quando se tem a problemática das sementes, como já demonstrado por Lato et al. (2018b) para *T. aff. fothergillae*. A técnica de miniestquia vem sendo aplicada com sucesso na propagação de espécies ornamentais, podendo ser considerada de fácil e rápida execução.

A aplicação exógena do regulador vegetal ácido indolbutírico (IBA) para a promoção do enraizamento adventício em estacas e miniestacas é realizada com frequência, podendo viabilizar a produção de mudas (FACHINELLO et al., 2005). A utilização do IBA em detrimento às demais auxinas sintéticas ocorre pela sua ação localizada, menor susceptibilidade à degradação biológica e fotoestabilidade (OHLAND et al., 2009). Entretanto, o uso de auxinas em elevadas concentrações pode ocasionar efeito inibitório ao enraizamento e toxidez ao vegetal (SAUER et al., 2013). Mesmo em espécies de fácil enraizamento, a aplicação exógena de auxinas pode contribuir para maior homogeneidade e robustez das mudas, melhorando o desenvolvimento das mudas pós-plantio.

Da mesma maneira, a influência de fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas no desenvolvimento de raízes adventícias têm chamado a atenção por contribuir com a agricultura sustentável (MARIOSOSA et al., 2017). Destaca-se entre as bactérias diazotróficas, o gênero *Azospirillum*, considerado o mais importante para a melhoria do crescimento de plantas e da produção agrícola mundial (BASHAN et al., 2004). O interesse por este grupo de bactérias esteve voltado inicialmente à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e colonizar tecidos internos de gramíneas (PERRIG et al., 2007). Com isso, as empresas de inoculantes investiram em experimentos para a aplicação agrônômica de formulações de *Azospirillum* sp. em sementes de gramíneas como trigo, sorgo e milho, e este trato cultural foi aos poucos introduzido na agricultura (PERRIG et al., 2007). Bashan et al., (2004) avaliando os resultados da inoculação de *Azospirillum* sp. verificaram que 60 a 70% dos experimentos a campo foram bem-sucedidos com aumento de até 30% no rendimento das culturas.

Atualmente, sabe-se que os efeitos da inoculação de *Azospirillum* sp. vão além da fixação de nitrogênio, havendo relatos relacionados a fitorreguladores, tais como na produção de ácido indolacético (IAA), ácido giberélico (GA), etileno (BASHAN et al., 2004). Assim, a utilização desses microrganismos apresenta elevado potencial na produção de mudas, sendo necessário que estudos sejam realizados a fim de melhor conhecer essas potencialidades e possíveis aplicações. Apesar dos poucos estudos voltados à inoculação de rizobactérias na propagação vegetativa, vislumbra-se o seu uso como alternativa orgânica aos reguladores sintéticos (MARIOSOSA et al., 2017; ROSA et al., 2018). Desta maneira, o presente trabalho objetivou avaliar a influência de bactérias promotoras do crescimento (*Azospirillum brasilense*) e do ácido indolbutírico (IBA) na rizogênese de miniestacas de *Tibouchina affinis fothergillae*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de julho a setembro de 2018, em casa de vegetação localizada no Departamento de Botânica, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba-PR. Foram utilizadas miniestacas caulinares semilenhosas de *Tibouchina affinis fothergillae* provenientes de brotações de plantas matrizes em um minijardim pertencente ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Estaquia (GEPE).

As brotações foram coletadas em 16 de julho de 2018, nas primeiras horas do dia, sendo o material mantido hidratado em recipientes com água até o preparo dos propágulos. As miniestacas foram confeccionadas com 6,0 cm de comprimento e com diâmetro médio de 0,19 cm, cortadas em bisel na base e reto no ápice, mantendo-se duas folhas na porção superior com sua área reduzida à metade. Após o

preparo, as miniestacas foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 0,5% durante 10 minutos, e posteriormente lavadas em água corrente por 5 minutos.

Os tratamentos aplicados foram: T1: Testemunha, miniestacas sem tratamento; T2: miniestacas tratadas por 10 segundos em solução 50% hidroalcoólica de IBA na concentração de 1000 mg L⁻¹; T3: miniestacas tratadas por 10 segundos em solução 50% hidroalcoólica de IBA na concentração de 1500 mg L⁻¹; T4: miniestacas tratadas por 15 minutos em AZOTotal 50% (inoculante diluído em água 1:1); e T5: miniestacas tratadas por 15 minutos em AZOTotal 100% (inoculante puro). As estirpes bacterianas do produto AZOTotal são AbV5 e AbV6, na concentração 2,0 x 10⁸ UFC/mL, garantida pelo fabricante até a data do vencimento.

Para o plantio foram utilizados tubetes de polipropileno de 53 cm³, contendo vermiculita de granulometria fina como substrato. As miniestacas foram mantidas em casa de vegetação com nebulização intermitente, umidade relativa do ar de 90% e temperatura de 24°C ± 2°C. Após 60 dias do plantio, foram avaliadas a porcentagem de enraizamento; número de raízes formadas por miniestaca; comprimento das três maiores raízes por miniestaca (cm); porcentagem de miniestacas vivas (que não apresentaram raízes mas permaneceram vivas); porcentagem de miniestacas com brotações (que apresentaram emissão de novos brotos de pelo menos 2 mm de comprimento); manutenção de folhas originais nas miniestacas; porcentagem de miniestacas mortas (que encontravam-se com tecidos necrosados); massa seca de raízes (g); massa seca de parte aérea (caule e folhas) (g); e massa seca total (g).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de bactérias promotoras do crescimento e ácido indolbutírico) e quatro repetições, contendo 20 miniestacas por repetição, totalizando 400 miniestacas. As variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e posteriormente aplicado Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

Após 60 dias da instalação do experimento, os tratamentos aplicados nas miniestacas de *T. aff. fothersgillae* não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Desta forma, é possível afirmar que a utilização de *Azospirillum brasilense* (estirpes AbV5 e AbV6) e a aplicação exógena de IBA não influenciaram no enraizamento das miniestacas, podendo ser descartado o seu uso. Resultados semelhantes já haviam sido relatados na literatura, demonstrando que a espécie pode ser considerada de fácil enraizamento sem o uso de reguladores vegetais (BORTOLINI et al., 2009; CÉZAR et al., 2009; LATOH et al., 2018a; LATOH et al., 2018b). As médias obtidas para as variáveis porcentagem de enraizamento, número de raízes, comprimento médio de raízes, brotações e manutenção de folhas em miniestacas enraizadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagem de enraizamento, número de raízes, comprimento médio de raízes, brotações e manutenção de folhas em miniestacas enraizadas de *Tibouchina affinis fothersgillae*, após 60 dias de plantio, com utilização de diferentes concentrações de IBA (0, 1000 e 1500 mg L⁻¹) e AZOTotal (concentrações de 50 e 100%).

Tratamento	Enraizamento	Nº de raízes/miniestaca	Comprimento médio de raízes	Brotações	Manutenção de folhas
	(%) ^(ns)	(ns)	(cm) ^(ns)	(%) ^(ns)	(%) ^(ns)
Testemunha	78,75	6,98	4,35	81,25	37,50
IBA 1000 mgL ⁻¹	80,00	9,57	5,72	83,75	48,75
IBA 1500 mgL ⁻¹	83,75	9,91	5,39	77,50	45,00
AZOTotal 50%	81,25	7,68	4,60	78,75	38,75
AZOTotal 100%	81,25	8,18	4,70	86,25	41,25
Média	81,00	8,46	4,95	81,50	42,25
CV%	10,69	18,73	21,53	9,76	30,44

(ns): não significativo ao nível de 5%; CV: coeficiente de variação.

A técnica de miniestaqueia, quando comparada à estaquia convencional, pode proporcionar maior qualidade, velocidade e percentual de enraizamento dos propágulos (XAVIER et al., 2003). A utilização

dessa técnica traz consigo a possibilidade de manutenção do vigor juvenil das matrizes, refletindo diretamente na capacidade e no vigor de enraizamento dos propágulos (HARTMANN et al., 2011; WENDLING et al., 2014), uma vez que, a maior juvenildade destes tende a refletir em maiores percentuais de enraizamento (XAVIER et al., 2009). Cabe aqui destacar que os percentuais médios de enraizamento observados no presente estudo (81%) podem ser considerados elevados e adequados para propagação vegetativa de espécies nativas (Tabela 1).

A espécie em estudo é considerada de fácil enraizamento, como já relatado por outros autores, sendo encontrados na literatura resultados satisfatórios de enraizamento (acima de 90%) em estaquia realizada em diferentes épocas do ano e diferentes concentrações de reguladores vegetais (RIBEIRO et al., 2007; BORTOLINI et al., 2009; LATOH et al., 2018a) e para miniestaquia seriada (LATOH et al., 2018b). Essa facilidade de enraizamento pode estar relacionada à presença satisfatória de auxina endógena na planta e à presença de folhas nas estacas, que servem como fontes de auxinas, carboidratos e outros compostos metabólicos que influenciam diretamente no processo de enraizamento adventício (HARTMANN et al., 2011).

Ainda são poucos os estudos utilizando bactérias promotoras do crescimento no enraizamento de espécies lenhosas e semilenhosas. Como efeito direto da utilização de *Azospirillum* está a produção de fitormônios que auxiliam na formação de raízes adventícias, aumentando a absorção de água e consequentemente a absorção de nutrientes (BASHAN et al., 2004). Ainda segundo os autores, as plantas submetidas a tratamentos com tais bactérias tornam-se mais resistentes aos estresses ambientais, resultando em plantas mais vigorosa e produtiva.

No presente estudo não foram verificadas diferenças entre o tratamento testemunha e a utilização do produto AZOTotal no enraizamento das miniestacas de *T. aff. fothersgillae*. Dias et al. (2012) ao estudarem a sobrevivência e enraizamento de miniestacas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan submetidas à inoculação de micorrizas e rizóbios sugerem que as variáveis não foram influenciadas pela inoculação dos microrganismos em razão, provavelmente, de as miniestacas, nesse primeiro momento, estarem utilizando reservas internas para a formação do sistema radicial. Assim, recomenda-se que além do enraizamento, o crescimento e desenvolvimento das mudas sejam avaliados, a fim de verificar se haverá efeitos satisfatórios das bactérias nas plantas ao longo do tempo.

O número médio de raízes por miniestacas e o comprimento médio apresentaram valores de 8,46 e 4,95, respectivamente (Tabela 1). Esses valores são importantes quando se considera o desenvolvimento das mudas em campo, visto que é indispensável que o sistema radicial esteja bem formado, para que a planta consiga absorver água e nutrientes e se desenvolver adequadamente. Nicknich et al. (2013) ao estudarem o efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *T. aff. fothersgillae* também não observaram diferença significativa entre as concentrações testadas e a testemunha. Em contrapartida, Bortolini et al., (2009) encontraram valores para número de raízes por estacas muito superiores aos observados no presente estudo.

A emissão e alongamento de brotações podem apresentar efeito competitivo com o enraizamento pelas reservas das estacas, ocasionando a formação de brotos em detrimento das raízes (HOWARD et al., 1984). No presente trabalho, a competição entre brotações e enraizamento parece não ter ocorrido, uma vez que as porcentagens médias de brotação e enraizamento apresentaram valores muito próximos (81,5 e 81%, respectivamente), como pode ser observado na Tabela 1.

A emissão de brotações e concomitante enraizamento podem ser explicados pelo alto vigor das miniestacas de *T. aff. fothersgillae* e pelo curto período de tempo necessário para o enraizamento desta espécie. Desta forma, a rápida emissão de raízes adventícias disponibiliza os solutos para a brotação (HARTMANN et al., 2011). Além disso, parece ter havido um balanço adequado entre auxinas, giberelinas e citocininas com equilíbrio entre promotores e inibidores do processo de enraizamento e brotação (FACHINELLO et al., 2005; RIBEIRO et al., 2007).

Outro aspecto observado no presente estudo foi a ausência de calos na base das miniestacas, indicando desta maneira que a rizogênese da espécie ocorre de maneira direta, destacando novamente a facilidade de enraizamento da espécie. Neste tipo de rizogênese qualquer célula próxima ao sistema vascular pode se diferenciar e formar raiz, não havendo a necessidade da diferenciação em calos (HARTMANN et al., 2011). Os autores ainda comentam que em espécies de difícil enraizamento a formação de raízes pode ocorrer a partir do calo, embora a formação do mesmo não seja um pré-requisito para formação de raízes adventícias, podendo esta ser uma característica de cada espécie (STUEPP et al., 2013; FRAGOSO et al., 2015).

Com relação ao percentual de mortalidade e de miniestacas vivas, o resultado pode ser considerado satisfatório, sendo que em todos os tratamentos aplicados a porcentagem das duas variáveis ficou abaixo dos 13% (Figura 1). Esses resultados podem estar aliados às elevadas taxas de manutenção de folhas nas miniestacas, visto que a sua perda precoce impede o transporte de substâncias favoráveis ao enraizamento presente nestas para a base das miniestacas, resultando em uma menor eficiência na indução de raízes adventícias e consequente maior mortalidade das miniestacas.

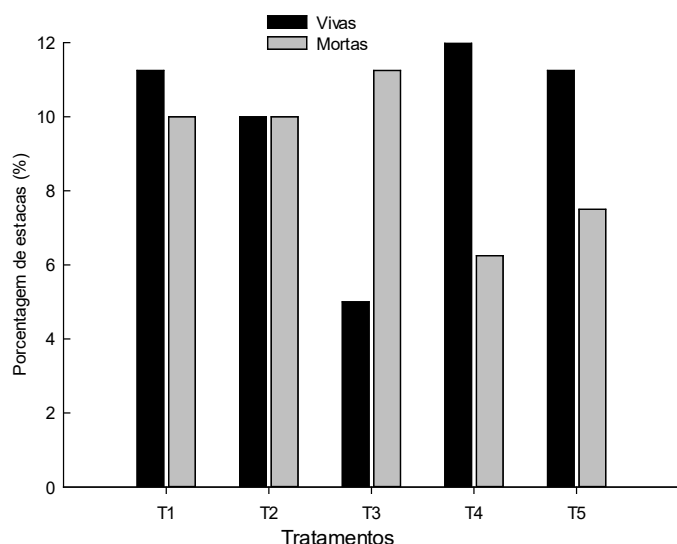


Figura 1
 Percentagem de miniestacas vivas e mortas de *Tibouchina affinis fothergillae*, após 60 dias de plantio, com utilização de diferentes concentrações de IBA e AZOTotal. T1: testemunha; T2: IBA 1000 mg.L⁻¹; T3: IBA 1500 mg.L⁻¹; T4: AZOTotal 50% e T5: AZOTotal 100%.

Não foi observada diferença entre os tratamentos sobre a massa seca de raiz, parte aérea e massa total (Tabela 2). Para os tratamentos com aplicação exógena de auxina, esperava-se que a atuação do regulador vegetal nos processos de divisão, diferenciação e alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2017), pudesse influenciar positivamente na formação de raízes e consequentemente aumentar a massa seca desse componente e também da parte aérea, principalmente por potencializar o aproveitamento da água, entretanto isto não foi observado.

Tabela 2. Massa seca de raízes, massa seca de parte aérea e massa seca total de miniestacas enraizadas de *Tibouchina affinis fothergillae*, em função de diferentes concentrações de IBA (0, 1000 e 1500 mg L⁻¹) e AZOTotal (concentração de 50 e 100%).

Tratamento	Massa seca de raiz (g) ^(ns)	Massa seca de parte aérea (g) ^(ns)	Massa Total (g) ^(ns)
Testemunha	0,42	1,99	2,42
IBA 1000 mg L ⁻¹	0,69	1,96	2,64
IBA 1500 mg L ⁻¹	0,55	1,77	2,33
AZOTotal 50%	0,44	1,70	2,14
AZOTotal 100%	0,45	1,80	2,25
Média	0,51	1,84	2,36
CV (%)	30,89	12,96	14,21

(ns): não significativo ao nível de 5%; CV: coeficiente de variação.

No estudo desenvolvido por Bortolini et al. (2009), ao testarem diferentes concentrações de ácido indolbutírico em quatro espécies de *Tibouchina*, concluíram que *T. aff. fothergillae* foi a única espécie que não apresentou diferença para porcentagem de enraizamento, confirmando a espécie ser de fácil enraizamento. Entretanto, os mesmos autores observaram que a concentração de 3000 mg L⁻¹ de IBA apresentou maior número de raízes nas estacas, o que poderia contribuir para o aumento da massa radicial, no entanto, esta concentração de IBA não foi utilizada no presente estudo.

A inoculação das miniestacas com *Azospirillum* poderia contribuir para uma maior produção de massa de raízes, como relatado em trabalhos com outras culturas, devido a sua atuação na promoção do crescimento vegetal, decorrente da produção de análogos de auxinas, citocininas e giberelinas (NOZAKI et al., 2013). Porém, como nem mesmo a fonte sintética de auxina (IBA) apresentou resposta ao crescimento radicial, não fica claro se as bactérias apresentaram ou não associação com a espécie estudada. Assim, sugere-se que outros estudos sejam realizados para a espécie, com o intuito de observar o desenvolvimento das plantas pós fase de enraizamento.

Conclusão

A espécie *Tibouchina affinis fothergillae* pode ser considerada de fácil enraizamento.

O uso de ácido indolbutírico e a inoculação de *Azospirillum brasiliense* (estirpes AbV5 e AbV6) em miniestacas não influenciaram na rizogênese da *Tibouchina affinis fothergillae*.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo e ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Estaquia (GEPE) da Universidade Federal do Paraná pelo apoio.

Referências

- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.
- BORTOLINI, M. F. et al. Enraizamento de estacas caulinares de quatro espécies do gênero *Tibouchina* AUBL. (Melastomataceae JUSS.). **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 187-192, 2009.
- CÉZAR, T. M. et al. Estaquia e alporquia de *Tibouchina fothergillae* (D. C.) Cogn. (Melastomataceae) com a aplicação de ácido naftaleno acético. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 6, p. 463-468, 2009.
- DIAS, P. C. et al. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 389-399, 2012.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. 221 p.
- FRAGOSO, R.O. et al. Maintenance of leaves and indolebutyric acid in rooting of juvenile Japanese Flowering Cherry cuttings. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 1, p. 97-101, 2015.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.
- HOWARD, B. H.; HARRISON-MURRAY, R. S.; MALKEZIE, K. A. D. Rooting responses to wounding winter cutting of M-26 apple rootstock. **Journal of Horticultural Science**, United Kingdom, v. 59, n. 2, p. 131-9, 1984.
- LATOH, L. P. et al. Propagação vegetativa via estaquia caulinar de espécies do gênero *Tibouchina* spp. nas estações do ano. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 17-41, 2018a.
- LATOH, L.P. et al. Propagação vegetativa via miniestaquia caulinar seriada e produtividade de minijardim de espécies de *Tibouchina* spp. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 343-357, 2018b.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1, 384 p.
- MARIOSIA, T. N. et al. Rizobactérias e desenvolvimento de mudas a partir de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europeae* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 60, n. 4, p. 302-306, 2017.
- NICKNICH, R.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de quaresmeira. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 65-67, 2013.
- NOZAKI, M. K.; LORENZATTO, R.; MANCINI, M. Efeito do *Azospirillum* spp. em associação com diferentes doses de adubação mineral na cultura do trigo. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 17, n. 6, p. 27-35, 2013.

- OHLAND, T. et al. Enraizamento de estacas apicais lenhosas de figueira 'roxo de valinhos' com aplicação de AIB e cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 273-279, 2009.
- PERRIG, D. et al. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. **Applied Microbial and Cell Physiology**, Germany, v. 75, n. 5, p. 1143-1150, 2007.
- RIBEIRO, M. N. O. et al. Efeito do ácido indolbutírico sobre estacas apicais e medianas de quaresmeira (*Tibouchina fothersgillae* Cogn.). **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 73-78, 2007.
- ROSA, D. D. et al. Rooting of semihardwood cuttings of olive: indolbutyric acid, calcium and *Azospirillum brasilense*. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 9, n. 1, p. 34-40, 2018.
- SAUER, M.; ROBERT, S.; KLEINE-VEHN, J. Auxin: simply complicated. **Journal of Experimental Botany**, United Kingdom v. 64, n. 9, p. 2565-2577, 2013.
- STUEPP, C. A. et al. Enraizamento de melaleuca: influência da altura de coleta das estacas e aplicação de IBA. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente v. 9, n. 1, p. 01-09, 2013.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza da floresta atlântica de encosta no Estado de São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2. p. 217-223, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre, 2017.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 1, n. 4, p. 1-23, 2014.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: UFV, 2009. 272 p.