

Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil

Poliana Coqueiro Dias¹, Leandro Silva de Oliveira², Aloisio Xavier¹, Ivar Wendling³

¹Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG

²Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, CEP 13418-900, Piracicaba, SP

³Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo, PR

***Autor correspondente:**

policoqueiro@yahoo.com.br

Termos para indexação:

Propagação de plantas
Propagação vegetativa
Enraizamento
Espécies nativas

Index terms:

Plant propagation
Vegetative propagation
Rooting
Native species

Histórico do artigo:

Recebido em 14/04/2012
Aprovado em 19/09/2012
Publicado em 28/12/2012

doi: 10.4336/2012.pfb.32.72.453

Resumo - A propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia é uma alternativa para superação das dificuldades na propagação via sementes e de clonagem de genótipos superiores de espécies florestais nativas, possibilitando assim sua utilização para fins comerciais, bem como auxiliar a conservação de recursos genéticos florestais. O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies lenhosas. No entanto, os trabalhos com estaquia e miniestaquia de espécies lenhosas nativas ainda são reduzidos, sendo necessários estudos com enfoque no enraizamento adventício de estacas. Neste âmbito, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento dos estudos realizados na propagação vegetativa via estaquia e miniestaquia em espécies florestais lenhosas nativas do Brasil, evidenciando as técnicas utilizadas e os fatores associados à propagação destas espécies. O desenvolvimento e domínio da propagação vegetativa destas espécies contribuirão para o avanço na silvicultura de importantes representantes do setor de produtos madeireiros e não-madeireiros como também para a recuperação de áreas degradadas e de preservação ambiental.

Cutting and mini-cutting techniques of Brazil wood species

Abstract - The vegetative propagation by cutting and mini-cutting techniques is an alternative to overcoming difficulties of propagation through seeds and cloning of superior genotypes of native wood species. It is also useful to the conservation of forest genetic resources. Brazil has a great diversity of wood species. However, researches with cutting and mini-cutting techniques of wood native species are still scarce. Additional studies concerning cutting rooting are necessary. In this context, this paper presents a review of researches conducted with vegetative propagation via cutting and mini-cutting techniques with Brazilian wood native species, showing the procedures and the characteristics of the propagation of these species. The development and domain of propagation of wood native species will contribute to important achievements regarding species silviculture to the forest sector of timber and non-timber products, as well as, to the restoration of degraded forests and environmental protection.

Introdução

A maioria dos estudos que dizem respeito à propagação de espécies florestais nativas brasileiras está relacionada à propagação sexuada, pela própria ausência de informações silviculturais das espécies e pelo maior domínio operacional e menores custos iniciais dessa técnica. Porém, o uso dessa forma de propagação tem limitado a produção comercial de mudas, visto que as sementes de algumas espécies são recalcitrantes (Carvalho, 2003), além de outros fatores, peculiares a determinadas espécies, como a produção irregular ou baixa de sementes ao longo dos anos, dificultando o suprimento adequado no processo de produção de mudas. Outros fatores também restringem a propagação sexuada de espécies florestais em viveiros, como a dificuldade na definição da época ideal de colheita das sementes, bem como do ponto de maturidade do fruto compatível com a maturidade da semente (Simão et al., 2007). Alia-se a isso, a heterogeneidade dos plantios, o que pode resultar em aumento dos custos operacionais com tratamentos silviculturais, colheita das árvores, etc. (Ferrari et al., 2004).

Diante disso, a propagação das espécies florestais por sementes resulta em mudas desuniformes e sujeitas à baixa qualidade em virtude da grande variação genotípica, o que pode ser prejudicial à produtividade dos plantios. Por outro lado, a propagação vegetativa permite a fixação de genótipos selecionados, evitando a variabilidade genética, o que proporciona inúmeros benefícios ao setor florestal, principalmente pela formação de plantios clonais produtivos, aliado à melhoria da qualidade da madeira e derivados (Bandeira et al., 2007; Xavier et al., 2009).

As técnicas de propagação vegetativa, e, dentre elas a estaquia, constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais.

A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa amplamente empregada em espécies de valor comercial como o eucalipto, podendo também ser viável para propagar espécies nativas. Em relação ao processo de produção de mudas clonais do gênero *Eucalyptus*, consideráveis avanços foram obtidos nos últimos anos com o desenvolvimento da técnica da estaquia. Tais avanços culminaram com a atual propagação clonal pela miniestaquia, principalmente em relação ao percentual

e à qualidade do enraizamento adventício, assim como, na redução do tempo para formação da muda (Xavier & Wendling, 1998; Higashi et al., 2000; Alfenas et al., 2009; Xavier et al., 2009). A miniestaquia constitui-se atualmente como o principal método adotado pelos viveiros florestais das empresas do setor florestal brasileiro para clonagem de *Eucalyptus* (Alfenas et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos estudos realizados com propagação vegetativa via estaquia e miniestaquia em espécies florestais nativas do Brasil, evidenciando as técnicas utilizadas e os fatores associados à propagação destas espécies.

Aspectos gerais das técnicas de estaquia e miniestaquia

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia e a miniestaquia são amplamente utilizadas na produção de mudas de *Eucalyptus* (Higashi et al., 2000; Goulart & Xavier, 2010; Brondani et al., 2008; Melo et al., 2011; Borges et al., 2011). Para espécies deste gênero, os resultados obtidos com a miniestaquia têm apontado diversas vantagens em relação à estaquia convencional na produção de mudas, como a redução da área necessária para a formação do minijardim clonal, redução dos custos com transporte e coleta das brotações, maior eficiência das atividades de manejo, maior eficiência na propagação de clones recalcitrantes ao enraizamento, além de proporcionar maior percentual de enraizamento, qualidade do sistema radicular e velocidade de emissão das raízes (Xavier et al., 2003b; 2009).

Os principais fatores envolvidos no enraizamento de estacas e miniestacas são a ocorrência de injúrias; o balanço hormonal; a constituição genética da planta matriz (potencial e variabilidade genética dentro da espécie); o nível endógeno de inibidores; as condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (Alfenas et al., 2009; Xavier et al., 2009); as reações de oxidação na base das estacas (Wendling et al., 2002); a maturação/juvenildade dos propágulos; a época do ano de coleta; fatores abióticos (temperatura, luz, umidade); o uso de reguladores de crescimento e a qualidade do substrato (Xavier et al., 2009).

As auxinas normalmente são consideradas as principais substâncias indutoras do enraizamento adventício, principalmente em espécies de difícil

enraizamento. Dentre as auxinas, a mais utilizada para o enraizamento adventício de estacas e/ou miniestacas e a que tem apresentado melhores resultados para a maioria das espécies florestais é o ácido indol-3-butírico (AIB) (Wendling et al., 2005; Pescador et al., 2007; Cunha et al., 2008; Valmorbidia et al., 2008).

Contudo, naquelas espécies em que ainda não estão estabelecidas as técnicas de propagação vegetativa em larga escala, os estudos tem sido direcionados para a adequação desses métodos já utilizados amplamente na clonagem de *Eucalyptus*.

Diante das vantagens apresentadas pela estaquia e miniestaquia na produção de mudas de *Eucalyptus*, tornou-se importante a implementação destas técnicas na produção de mudas de espécies nativas, visando a multiplicação de genótipos importantes, quando a disponibilidade de sementes de uma matriz é baixa ou apresenta dificuldade no armazenamento e na germinação.

Acrescenta-se que frente à necessidade da recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais ou ainda para fins comerciais, tem-se a demanda crescente de mudas de espécies nativas (Inoue & Putton, 2007). Assim, as técnicas de propagação vegetativa via estaquia e miniestaquia se constituem em opções importantes para a produção de mudas de espécies florestais nativas.

No entanto, a propagação vegetativa de espécies florestais nativas, por estaquia e miniestaquia, tem sido limitada por uma série de fatores, como a falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto; obtenção de material vegetativo com grau de juvenildade adequado à propagação vegetativa; técnicas de manejo do ambiente de propagação e a escassez de estudos enfatizando fatores relevantes ao enraizamento. Tais fatores envolvem as aplicações de reguladores de crescimento, tipo de estaca utilizada, e propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato de enraizamento que afetam diretamente o enraizamento, e o desenvolvimento da muda produzida.

Vale destacar que qualquer técnica de propagação vegetativa multiplica o genoma completo da planta, formando clones da mesma (Wendling et al., 2005). Dessa forma, para que o trabalho de produção vegetativa de mudas de espécies nativas para fins ambientais (recomposição de matas ciliares, ambientes degradados, entre outros) seja tecnicamente viável, torna-se imprescindível abranger a maior variabilidade genética

possível, coletando-se brotações de um maior número de plantas. Wendling et al. (2005) recomendam um número acima de 25 plantas, levando-se em consideração uma distância mínima entre árvores ao invés de coletar o máximo de brotações de uma única árvore. No caso da coleta de brotações de mudas produzidas via sementes, segundo os mesmos autores, vale a mesma ressalva, ou seja, coletar as sementes de um maior número de árvores matrizes possível, de forma que esses propágulos sejam representativos da população.

Estaquia de espécies nativas

A técnica de propagação vegetativa mais comumente utilizada para a clonagem de plantas lenhosas tem sido o enraizamento de estacas (Xavier et al., 2009). A viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (Neves et al., 2006). Segundo Pio et al. (2003), vários fatores podem influenciar o enraizamento das estacas, tanto intrínsecos, relacionados à própria planta, quanto extrínsecos, ligados às condições ambientais.

Entre os fatores internos destaca-se a concentração dos hormônios vegetais, que varia de acordo com a espécie, e o estágio de desenvolvimento da planta. As estacas possuem certa quantidade endógena de hormônios promotores ou inibidores de enraizamento, sendo necessário um balanceamento adequado entre auxinas, giberelinas, citocininas e co-fatores de enraizamento, para que haja enraizamento (Hartmann et al., 2011). Desse modo, o fornecimento de auxina exógena pode promover alteração hormonal, favorecendo ou não o enraizamento.

A literatura reporta diversos trabalhos no qual a aplicação exógena de auxina teve um efeito positivo no enraizamento de estacas lenhosas. Valmorbidia et al. (2008), objetivando enraizar estacas de ramos lenhosos de catuaba (*Trichilia catigua*), utilizaram as auxinas ácido indol-3-butírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e ácido 3-indolacético (AIA), em diferentes dosagens e concluíram que independente do tipo de estaca o AIB na concentração de 5.000 mg L⁻¹ resultou nas maiores percentagens de estacas enraizadas (41,67%). Já, em açoita cavalo (*Luehea divaricata*), Nazaro et al. (2007) utilizaram estacas obtidas de ramos de árvores adultas e de regeneração natural, preparadas com 10 cm de comprimento e um par de folhas cortadas ao meio. No

mesmo trabalho, os autores registram que após 85 dias em casa de vegetação a sobrevivência média na saída da casa de sombra foi de 29,2%, com superioridade das estacas tratadas com 4.000 mg L⁻¹ de AIB (42,5%) e, a pleno sol, média de 19,8% de sobrevivência, com superioridade das estacas tratadas com 2.000 mg L⁻¹ de AIB (26,5%).

Em estudos de propagação vegetativa via estaquia de espécies nativas, mesmo com o uso de reguladores de crescimento é possível observar grandes variações no enraizamento. Em estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), Endres et al. (2007) obtiveram enraizamento de 15% utilizando AIB e 16% utilizando ANA, na concentração de 5.000 mg L⁻¹ via líquida, aos 120 dias após a estaquia. Na estaquia de pau-de-leite (*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.), o melhor desempenho ao enraizamento foi observado em estacas tratadas com 6.000 mg L⁻¹ de AIB, com média de 52% (Cunha et al., 2004).

Santos et al. (2011) estudando o enraizamento de estacas lenhosas com 20 cm de comprimento, provenientes de ramos do último ciclo vegetativo de árvores adultas em campo, observaram que as espécies *Tapirira guianensis*, *Dedropanax cuneatus*, *Sebastiania commersoniana*, *Erythrina falcata*, *Inga marginata*, *Inga vera*, *Magnolia ovata*, *Guazuma ulmifolia*, *Maclura tinctoria*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris* não demonstraram potencial de enraizamento, mesmo com a utilização de AIB. Resultado semelhante foi obtido por Ferriani et al. (2008) com a estaquia de plantas adultas de *Piptocarpha angustifolia*. Segundo os autores, a anatomia do caule pode ter influenciado os resultados obtidos, devido à maturidade dos tecidos mais velhos, aliado a proporção entre tecidos parenquimáticos e esclerenquimáticos das espécies, principalmente em estacas de maior diâmetro. Outro fator que, segundo os autores, pode ter influenciado o enraizamento é a baixa concentração de auxinas endógenas, o que implica em redução do número de primórdios inicializados, possivelmente devido aos níveis endógenos de auxinas subótimos nos tecidos, ou então a quantidade de cofatores pode ter sido limitante.

Além da concentração do regulador de crescimento, outros fatores podem interferir no processo de formação de raízes, a exemplo da baixa capacidade genética das árvores matrizes para a formação de raízes adventícias, o uso de propágulos com tamanho inadequado e com idade fisiológica desfavorável ao enraizamento, além

de propágulos maduros com baixo grau de juvenilidade (Xavier et al., 2009). Assim, as auxinas podem auxiliar no enraizamento de estacas de diversas espécies, contudo, é necessário que haja um adequado balanço hormonal nos tecidos das estacas, sendo este específico para cada genótipo.

No trabalho realizado com *Cordia trichotoma*, Herberle (2010), utilizando duas concentrações de AIB (0 e 8.000 mg L⁻¹) e dois tipos de estacas (estacas basais com 0,7 cm de diâmetro e apicais com 0,4 cm de diâmetro), desprovidas de folhas e seccionadas com 12 cm de comprimento, após 80 dias de permanência em casa de vegetação, encontrou 100% de mortalidade. Castro (2011), estudando a propagação vegetativa de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) e de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) por meio da técnica de estaquia de material juvenil, concluiu que a propagação vegetativa de ambas as espécies é possível quando se utiliza estacas apicais com 15 cm de comprimento, sendo que para estacas intermediárias e basais o AIB na concentração de 6.000 mg L⁻¹ foi superior às demais concentrações para o enraizamento.

Leandro & Yuyama (2008), estudando a propagação vegetativa de *Coupeia edulis* via estaquia, concluíram que estacas herbáceas com folhas inteiras e folhas reduzidas à metade apresentaram maiores percentuais de enraizamento sem o uso de AIB. Posteriormente, no trabalho realizado com *Tibouchina fothergillae*, César et al. (2009) aplicando três concentrações de AIB (0, 500 e 1.000 mg L⁻¹), em estacas caulinares confeccionadas com 10 cm de comprimento, e um par de folhas, após 20 dias em casa de vegetação, observou 100% de enraizamento em todos os tratamentos. De acordo com Santos et al. (2011), as espécies *Cestrum laevigatum* e *Salix humboldtiana* podem ser facilmente propagadas por estacas lenhosas, independente da aplicação de AIB. Ainda no mesmo trabalho, as estacas com diâmetro médio de 14,5 mm foram os melhores propágulos por terem sido coletados de partes mais juvenis da planta matriz.

Segundo Borges Junior & Martins-Corder (2002), a idade da planta-matriz é de fundamental importância, uma vez que, em muitas espécies arbóreas, o processo de maturidade possui correlação negativa com o potencial de formação de raízes adventícias. Hartmann et al. (2011) afirmaram que estacas herbáceas e semilenhosas geralmente enraízam com maior facilidade e rapidez que as lenhosas, pois a menor lignificação dos tecidos

facilita a passagem das raízes formadas no periciclo. Neves et al. (2006), estudando a propagação vegetativa de *Erythrina falcata* com estacas caulinares provenientes de árvores adultas (estacas herbáceas, semilenhosas e de rebrota) e plantas com 1 ano de idade, concluíram que as estacas oriundas de material juvenil apresentaram maior percentual de enraizamento.

O efeito da maturação dos tecidos no enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) foi evidenciado por Bitencourt et al. (2009). Neste estudo foi observada a influência do rejuvenescimento e aplicação de AIB no enraizamento de estacas caulinares de erva-mate. Estacas confeccionadas a partir de brotações do ano de árvores com 13 anos de idade apresentaram menor percentual de enraizamento (8,5%) quando comparadas com estacas de brotos rejuvenescidos (65,8% de enraizamento) pela decepta de árvores com 17 anos.

A baixa percentagem de enraizamento de estacas oriundas de árvores adultas pode ocorrer em razão da diminuição da capacidade de formar raízes com o aumento da idade, pois, ramos maduros tendem a ter menor concentração de auxina em virtude da maior idade ontogenética. Isso se deve ao acúmulo de inibidores de enraizamento e redução dos níveis fenólicos à medida que o tecido se torna mais velho, além da barreira anatômica de tecido lignificado entre o floema e o córtex (Xavier et al., 2009). Em estacas de *Erythrina crista-galli* L., Gratieri-Sossella et al. (2008), avaliando doses do regulador de crescimento ácido indolbutírico (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L⁻¹) em diferentes tipos de estacas (lenhosas, semilenhosas, herbáceas e foliares), obtiveram baixa capacidade de enraizamento (1,5% a 5% de enraizamento) para estacas lenhosas e semilenhosas, mesmo com o uso do AIB. Já a estaquia de material herbáceo (miniestacas) retirado de plantas jovens, com 1 ano de idade, apresentou, após 26 dias em casa de vegetação, porcentagens de enraizamento que variaram de 75% a 100%.

Por outro lado, estacas muito tenras podem apresentar baixo enraizamento em virtude da multiplicação das células rizogênicas dependerem, entre outros fatores, da biossíntese de proteínas e ácidos nucléicos (Fachinello et al., 1995). Esse processo só é possível quando existe disponibilidade de energia e carbono estrutural para formação de novas células (Rapaka et al., 2007). Pacheco & Franco (2008), objetivando avaliar o efeito do AIB e do diâmetro da estaca de *Luehea divaricata*, concluíram que a maior sobrevivência, enraizamento,

número e comprimento radicial foi encontrado em estacas médias e grossas, imersas em 5.000 mg L⁻¹ de solução hidroalcoólica de AIB.

A presença de folhas nas estacas é fator determinante no sucesso da propagação por estaquia. O efeito benéfico das folhas é relatado por Hartmann et al. (2011), os quais citaram que a presença pode proporcionar melhor enraizamento, pois elas são fontes de promotores de enraizamento (auxinas e cofatores) e de fotoassimilados. Betanin & Nienow (2010) observaram que estacas caulinares herbáceas de corticeira-da-serra sem folhas, com dois anos de idade, apresentaram elevada mortalidade e ausência de enraizamento na estaquia. Já estacas com dois folíolos laterais reduzidos à metade e aplicação de AIB (3.000 mg L⁻¹), apresentaram enraizamento médio de 35,4%.

A época do ano na qual a estaquia é realizada também pode apresentar influência no enraizamento. Segundo Hartmann et al. (2002) estacas coletadas na primavera e no verão tendem a ter maior facilidade de enraizamento em função do crescimento vegetativo nessa época. Santos et al. (2011) observaram que estacas de *Guazuma ulmifolia* e *Casearia silvestris* somente enraizaram no verão. A espécie *Cestru laevigatum* apresentou maior percentagem de enraizamento no verão, diferente do observado em estacas de *Ficus adathodigifolia*, que enraizaram mais na primavera. Para os autores, os menores percentuais de enraizamento obtidos com estacas de *C. laevigatum* coletadas na primavera, ocorreu provavelmente, porque a espécie encontrava-se em florescimento.

Diante do exposto, é provável que fatores como a condição nutricional, estágio fisiológico, juvenildade, maturidade, aplicação de AIB, barreiras anatômicas, tipo de substrato, tipo de estaca, diâmetro da estaca, época do ano e genótipo, são os que mais influenciam os resultados obtidos com plantas propagadas via estaquia.

Propagação vegetativa via miniestaquia

De acordo com Santos (2002), a aplicabilidade da miniestaquia em espécies nativas é uma opção para a propagação vegetativa de algumas espécies que têm as sementes com baixo potencial de germinação, dificuldade de armazenamento e/ou insumos limitantes. Estudos revelam que esta técnica é viável para o enraizamento de miniestacas coletadas de minicepas produzidas por sementes, em espécies nativas como o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), cedro-rosa (*Cedrela*

fissilis), mogno (*Swietenia macrophylla*) e sete-cascas (*Samanea inopinata*) (Santos et al., 2000; Santos, 2002; Xavier et al., 2003b).

Cunha et al. (2008) avaliaram a técnica de miniestaquia como método de propagação vegetativa em corticeira-domato (*Erythrina falcata* Benth.). Foram comparados dois sistemas de manejo na formação do minijardim clonal: o sistema semi-hidropônico em canaletão em leito de areia e em tubetes. Os autores concluíram que a técnica de miniestaquia, partindo de material seminal, mostrou-se eficiente na propagação vegetativa de corticeira-domato, podendo ser conseguidas mudas aptas ao plantio definitivo com 4 a 5 meses de idade. Nesse estudo, o sistema semi-hidropônico produziu maior quantidade de miniestacas (2,9 miniestacas por minicepa por coleta), sendo, dessa forma, mais promissor do que o sistema em tubetes (1,3 miniestacas por minicepa por coleta).

O sistema semi-hidropônico, em canaletão de areia, demonstrou potencial para utilização na propagação via miniestaquia de *Piptocarpha angustifolia*, chegando à produção de 6,7 miniestacas por minicepa a cada 30 dias na primavera e enraizamento de 45% sem aplicação de AIB (Ferriani et al., 2011).

Para outras espécies nativas, essa média de produtividade de miniestacas é pouco variável. Santos (2002) utilizou sistemas de minijardim clonal em tubetes de 200 cm³ de capacidade, com coletas a cada 30 dias, obtendo as seguintes produções de miniestacas por minicepa: 1,3 para cedro-rosa; 1,1 para mogno; 1,6 para angico-vermelho e 3,8 para jequitibá-rosa. Dias (2011) realizou coletas a cada 26 dias e obteve, em média, 3,7 miniestacas por minicepa de angico-vermelho em sistema semi-hidropônico, demonstrando a influência do sistema utilizado para manutenção da produtividade das minicepas.

Em *Sapium glandulatum*, Ferreira et al. (2010) observaram que a produção de miniestacas/minicepa/coleta variou de 1,4 a 2,2 em tubetes contendo 205 cm³ de substrato. Ferriani (2006) obteve para a *Piptocarpha angustifolia* variação de 1,1 a 2,5 miniestacas/minicepa/coleta, porém utilizando recipientes de 1.700 cm³ de substrato. Xavier et al. (2003b), utilizaram tubetes de 200 cm³ de capacidade para a condução do minijardim de *Cedrela fissilis* e obtiveram uma média de 1,3 miniestacas/minicepa/coleta.

Segundo Wendling et al. (2007) a produção média de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) por minicepa no sistema de canaletão em leito de areia, foi de

4,4 a cada 39 dias. Este resultado foi significativamente superior ao observado por Wendling & Souza Júnior (2003) para minicepas desta espécie quando cultivadas em sacos plásticos de 15 cm x 10 cm, com produção média de 2,2 miniestacas por minicepa a cada 35 dias.

A sobrevivência e a produção de miniestacas em coletas sucessivas indicam a viabilidade técnica do sistema para produção contínua de propágulos, visando à produção de mudas (Xavier et al., 2009). Assim, pode-se observar que a miniestaquia é uma técnica que apresenta alto potencial para a produção de mudas devido à baixa mortalidade das minicepas e das miniestacas nas diferentes espécies. É importante destacar que a baixa mortalidade não é função apenas do sistema de minijardim conduzido, como também de fatores como boa nutrição do minijardim e do bom controle do ambiente de enraizamento das mudas.

Ferriani (2006) obteve para *Piptocarpha angustifolia* a mortalidade de apenas 2,3% de minicepas, após cinco coletas de miniestacas em intervalos médios de 35 dias. Ferreira et al. (2010) obtiveram 5% de mortalidade das minicepas de *Sapium glandulatum*. Souza et al. (2009) trabalhando com estacas de *Toona ciliata* de origem seminal, em tubetes, obtiveram 100% de sobrevivência das minicepas, após três coletas sucessivas. Wendling et al. (2007) encontram taxa de sobrevivência superior a 90% das minicepas de *Ilex paraguariensis* em todas as coletas, o que indica a manutenção da viabilidade das minicepas com o decorrer das coletas.

Segundo Antunes et al. (1996) além da percentagem de enraizamento, o número e comprimento de raízes formadas nas estacas são as variáveis mais relevantes na produção de mudas. Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão melhor desenvolvimento, uma vez que a melhoria da qualidade do sistema radicular suporta maiores chances de sobrevivência das mudas quando transplantadas para vaso ou campo (Reis et al., 2000).

Segundo a literatura, de forma geral, uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas tem sido a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento de estacas caulinares e foliares. Em geral, para espécies lenhosas, miniestacas de mudas provenientes de sementes, enraízam facilmente, enquanto outras provenientes de plantas mais velhas enraízam esporadicamente, ou definitivamente não enraízam. Os resultados obtidos por Rêgo et al. (2003) com miniestaquia de material adulto de *Erythrina falcata*

não foram satisfatórios, mesmo com a aplicação de AIB nas doses de 0; 3.000; 6.000 e 9.000 mg L⁻¹, o que não promoveu o enraizamento. Por outro lado, Cunha et al. (2008) em miniestacas provenientes de material seminal de *Erythrina falcata*, obtiveram altos índices de enraizamento das miniestacas com média geral de 85,5%, indicando que o uso de miniestacas provenientes de material juvenil para essa espécie apresenta boa aptidão natural ao enraizamento, dispensando o uso de substâncias reguladoras de crescimento.

Resultados obtidos por Wendling & Souza Júnior (2003) no enraizamento de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) mostraram média de 75% de sobrevivência das mudas, sem o uso de auxinas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos (2002), que observou boa percentagem de sobrevivência das mudas, com média geral de 82,5% de enraizamento de miniestacas sem a aplicação de AIB, para mogno (*Swietenia macrophylla*). Em concordância, Sampaio et al. (2010) observaram que é possível a propagação vegetativa de preciosa (*Aniba canelilla* (H.B.K) Mez) pelo método da miniestaquia, independente do uso de auxinas sintéticas.

A miniestaquia, por utilizar propágulos jovens, possibilita a obtenção de material vegetativo mais responsivo ao enraizamento adventício, dispensando muitas vezes a aplicação de auxina exógena. A auxina formada naturalmente nas partes das plantas com crescimento ativo, tais como meristema apical, gemas axilares e folhas jovens, são transportadas, através do floema, para a base das estacas, onde se concentram e, deste modo, juntamente com outras substâncias nutritivas, são responsáveis pela formação das raízes, não necessitando de auxina exógena para a formação do sistema radicular (Hartmann et al., 2011).

Xavier et al. (2003a) obtiveram cerca de 100% de miniestacas caulinares enraizadas de *Cedrela fissilis* sem a aplicação de regulador vegetal. Também Wendling et al. (2005), avaliando a produção de mudas de *Erythrina falcata* por miniestaquia, com utilização de propágulos juvenis oriundos de mudas produzidas por semente, relataram que não é necessário o uso de reguladores vegetais para o enraizamento das miniestacas. Ferreira et al. (2010) obtiveram 80,56% de enraizamento adventício em miniestacas de *Sapium glandulatum* sem a aplicação dos reguladores vegetais. Souza et al. (2009) conseguiram 100% de enraizamento das miniestacas de *Toona ciliata* independente da aplicação de AIB, em

três sucessivas coletas de miniestacas, provenientes de estacas de origem seminal.

Em *Calophyllum brasiliense*, Silva et al. (2010) observaram que o percentual de enraizamento foi superior a 85%, ao utilizar material juvenil, e ainda que não houve diferenças entre os tipos de miniestacas (apical e intermediária) e da aplicação de AIB, com exceção das estacas apicais tratadas com 8.000 mg L⁻¹, as quais mostraram queda no enraizamento, indicando que a aplicação de AIB é desnecessária para *Calophyllum brasiliense*, pelo fato das miniestacas apicais conterem o meristema, o qual é um dos locais de maior síntese natural de auxina.

O período de enraizamento varia de acordo com a espécie estudada, não havendo um período ótimo comum. Oliveira et al. (2001) conduziram um estudo com espécies nativas de mata de galeria, e encontraram uma variação de dois a quatro meses para a formação do sistema radicular. Wendling et al. (2007) observaram que o enraizamento de miniestacas provindas de minijardim clonal em sistema semi-hidropônico de *Ilex paraguariensis* ocorreu em 60 dias estando as mudas em casa de vegetação. Para algumas espécies, como por exemplo *Sapium glandulatum* e *Erythrina falcata*, o período necessário ao enraizamento foi inferior ou equivalente a 30 dias (Cunha et al., 2004; 2008).

As propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato de enraizamento das miniestacas também afetam diretamente o enraizamento e o desenvolvimento da muda produzida (Higashi et al., 2000). Entretanto, são poucos os estudos que comparam tipos de substratos para a produção de mudas via miniestaquia de espécies nativas. Como exemplo, tem-se o trabalho realizado por Silva et al. (2010), em que avaliaram o efeito dos diferentes substratos (substrato agrícola, casca de arroz carbonizada e vermiculita) na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* por miniestaquia. Neste estudo os autores concluíram que o substrato à base de vermiculita influenciou positivamente na velocidade do enraizamento das miniestacas, com um enraizamento médio de 95,8% após 60 dias de permanência na casa de vegetação. O melhor resultado obtido com o uso do substrato vermiculita pode ser atribuído à suas propriedades físicas que favorecem a aeração do sistema radicular (Gomes, 2001).

Pescador et al. (2007), avaliando o efeito de quatro concentrações de AIB (0, 500, 1.000 e 1.500 mg L⁻¹) e dois substratos (areia e vermiculita) na estaquia de

Piper mikanianum, sugeriram que estacas cultivadas no substrato constituído por vermiculita são capazes de formar maior número de folhas, raízes e brotações, cujos valores são proporcionais ao aumento da concentração de AIB. No entanto, Castro (2011), comparando o composto orgânico e a vermiculita no enraizamento de estacas de pau-jacaré, observou que o composto orgânico apresentou valores superiores para o enraizamento.

A escolha da miniestaca apropriada (consistência, posição e tamanho) deve ser feita com base na facilidade de enraizamento da espécie, no padrão de muda desejada, e de acordo com a infraestrutura física, técnica, pessoal e orçamentária. Para *Erythrina falcata*, Cunha et al. (2008) utilizaram miniestacas confeccionadas com comprimento entre 3 cm e 5 cm, com um par de folhas recortadas em 1/3 de sua área foliar original. Ferreira et al. (2010) mantiveram padrão semelhante para a confecção de miniestacas de *Sapium glandulatum*, as quais apresentaram comprimento de 3 a 5 cm, mantendo-se duas folhas com área foliar reduzida pela metade, tamanho semelhante ao utilizado por Souza et al. (2009) em miniestacas de *Toona ciliata* preparadas com comprimento de 4 cm a 6 cm e 2 folhas, cortadas em 50% de seu tamanho original.

Outro fator de grande influência na miniestaquia de espécies lenhosas nativas do Brasil é a época do ano. De acordo com as variações ambientais e conforme a característica de cada estação do ano pode ocorrer variação na produção de brotações nas minicepas e enraizamento das miniestacas. Segundo Ferriani et al. (2011), *Piptocarpha angustifolia* apresenta maior produção de brotações na primavera, seguida do outono e verão e as maiores porcentagens de enraizamento adventício no inverno e na primavera.

Considerações finais

É possível afirmar que a estaquia e a miniestaquia são técnicas com alto potencial para a propagação de espécies florestais nativas, no entanto pouco se conhece sobre as mesmas quando aplicadas em nível comercial para estas espécies. Para que estas técnicas se tornem viáveis à propagação de espécies florestais nativas, muito ainda deve ser explorado no que concerne às metodologias de resgate de material adulto (matrizes) em campo, rejuvenescimento dos propágulos visando à restauração da competência ao enraizamento e

consequentemente à propagação vegetativa, bem como aos sistemas de condução e manejo dos minijardins utilizados e do ambiente de propagação.

No entanto, os estudos sobre a aplicação da estaquia e miniestaquia na propagação de espécies lenhosas nativas ainda são poucos, em virtude da existência de grande diversidade destas espécies com potencial comercial nas florestas brasileiras, sendo necessárias mais informações sobre a capacidade de enraizamento e dos tipos de propágulos a serem utilizados na estaquia de espécies importantes no setor madeireiro como também na recuperação de áreas degradadas e de preservação que demandem desta tecnologia.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2009. 500 p.
- ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. F. de. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indol butírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, 1996.
- BANDEIRA, F. S.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; LANI, E. R. G. Aclimatização ex vitro de plantas propagadas pela enxertia in vitro de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, 2007.
- BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, out./dez. 2010.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.
- BORGES JUNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 223-227, 2002.
- BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2011.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; ARAUJO, M. A.; PIRES, P. P. Ácido indolbutírico em gel para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 153-158, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.

- CASTRO, W. H. **Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) por estaquia**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CÉZAR, T. M.; SOUZA, F. C. de; MACIEL, R. T.; DEMBISKI, W.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RIBAS, L. L. F.; KOEHLER, H. S. Estaquia e alporquia de *Tibouchina fothersgillae* (D.C.) Cogn. (Melastomataceae) com a aplicação de ácido naftaleno acético. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 6, p. 463-468, 2009.
- CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento AIB na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax por estaquia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 49, p. 17-29, 2004.
- CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-domato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 85-92, 2008.
- DIAS, P. C. **Propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por estaquia e miniestaquia**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ENDRES, L.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M.; SOUZA, N. N. F. Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 3, 2007.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: Ed UFPEL, 1995. 178 p.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22 p.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.
- FERRIANI, A. P. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén) com uso de ácido indol butírico**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FERRIANI, A. P.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; KOEHLER, H. S.; DESCHAMPS, C.; CARPANEZZI, A. A.; OLIVEIRA, M. de C. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.
- FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de NPK**. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A. Influência do acondicionamento, antioxidantes, auxinas e seus cofatores no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 407-415, 2010.
- GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (FABACEAE) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900 p.
- HEBERLE, M. **Propagação in vitro e ex vitro de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel)**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11 p. (Circular Técnica, 192).
- INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, 2007.
- LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 421-430, 2008.
- MELO, L. A. de; XAVIER, A.; PAIVA, N. de; BORGES, S. R. Otimização do tempo necessário para o enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 759-767, 2011.
- NAZARO, P.; WENDLING, I.; SOUZA, L. P. de. Enraizamento de estacas de *Luehea divaricata* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54, p. 139-143, 2007.
- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.
- OLIVEIRA, M. C. de; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. da S. **Enraizamento de estacas para a produção de mudas de espécies nativas de mata de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 4 p. (Embrapa Cerrados. Recomendação técnica, 41).
- PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Ácido indolbutírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 6, p. 1624-1629, 2008.
- PESCADOR, R.; VOLTONI, A. C.; GIRARDI, C. G.; ROSA, F. A. F. da. Estaquia de Pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007.
- PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; COELHO, J. H. C.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 35-38, 2003.

- RAPAKA, V. K.; FAUST, J. E.; DOLE, J. M.; RUNKLE, E. S. Diurnal carbohydrate dynamics affect postharvest ethylene responsiveness in portulaca (*Portulaca grandiflora* ‘Yubi Deep Rose’) unrooted cuttings. **Postharvest Biology and Technology**, Philippines, v. 44, p. 293-299, 2007.
- RÊGO, G. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, C. A. de. Enraizamento de estacas caulinares da corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* (Benth) – Fabaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. **Anais...** Gramado: ABRATES. 2003. p. 65.
- REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. de O.; LIMA, U. C. Efeito do estiolamento e do ácido indol butírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.
- SAMPAIO, P. de T. B.; SIQUEIRA, J. A. S. de; COSTA, S.; SOUZA, F. M. Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (*Aniba canellila* (H. B.K) MEZ). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 687– 692, 2010.
- SANTOS, dos J. de P.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F.; MELO, A. J. S.; MELO, L. A. de. Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 293-301, jul./set. 2011.
- SANTOS, G. A. **Propagação vegetativa de mogno, cedro rosa, jequitibá rosa e angico vermelho por miniestaquia**. 2002. 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestacas de jequitibá rosa, sete cascas e mogno (resultados preliminares). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 63.
- SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L. de; MONTE, M. A. XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 99-104, 2010.
- SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.
- SOUZA, J. C. A. V. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOT, E. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 205-213, 2009.
- VALMORBIDA, J.; BOARO, C. S. F.; LESSA, A. O.; SALERNO, A. R. Enraizamento de estacas de *Trichilia catigua* A. Juss (catigua) em diferentes estações do ano. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 435-442, 2008.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- WENDLING, I.; FERRARI, M.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) por miniestaquia a partir de propágulos juvenis**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130).
- WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. v. 2. 145 p.
- WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. 3., 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. p. 60.
- 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, MG, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003b.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003a.
- XAVIER, A.; WENDLING, I. Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*. Viçosa, MG: SIF, 1998. 10 p. (Informativo técnico, 11).
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Ed UFV, 2009. 272 p.