

Estaquia e miniestaquia de *Araucaria angustifolia* para produção de madeira¹

Ivar Wendling²

A silvicultura clonal brasileira, centrada basicamente em espécies do gênero *Eucalyptus*, tem ganhado importância crescente devido ao desenvolvimento obtido por meio do melhoramento genético associado às técnicas de propagação vegetativa. Por outro lado, a pressão da sociedade contra os plantios extensivos destas espécies, aliada à procura por produtos diferenciados à base de espécies florestais nativas, como a araucária, tem gerado a demanda pelo desenvolvimento de genótipos melhorados e técnicas de propagação vegetativa para esta espécie.

Araucaria angustifolia (Bert. O. Kuntze.) está incluída na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008; IUCN RED LIST, 2015). Normalmente é propagada por via sexuada, entretanto, as sementes têm curta longevidade natural, com perda total de viabilidade em até um ano depois de coletadas. A propagação vegetativa em espécies florestais tem como principais vantagens: a formação de plantios clonais de alta produtividade e uniformidade, a melhoria

da qualidade da madeira e de seus produtos, a multiplicação de indivíduos resistentes a pragas e doenças e adaptados a sítios específicos, a multiplicação de plantas que produzem poucas sementes ou sementes que não podem ser armazenadas e a produção de mudas em menor tempo do que por meio de sementes e durante todo o ano, dentre outras (WENDLING; DUTRA, 2010). Assim, com a propagação vegetativa, a constituição genética é mantida inalterada nas plantas resultantes, formando o clone (XAVIER et al., 2013).

As poucas tentativas de estabelecimento de protocolos de propagação vegetativa para a araucária têm apresentado uma série de limitações para sua adoção em escala comercial, principalmente em relação a métodos eficientes de resgate e rejuvenescimento de material adulto, hábito plagiotrópico e baixa capacidade de enraizamento das brotações, entre outros. Com base nisso, este trabalho objetiva apresentar a tecnologia de propagação vegetativa de araucária

¹Trabalho parcialmente financiado com recursos do CNPq.

²Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

via estaquia e miniestaquia, desenvolvida para a produção de mudas da espécie para formação de plantios clonais para produção madeireira.

Seleção e resgate de plantas matrizes

A seleção correta das plantas matrizes que servirão de base para a formação dos plantios clonais é de suma importância para a qualidade dos futuros plantios. Deve-se atentar para o fato de que a seleção de árvores superiores em termos de produtividade e de qualidade em um povoamento é somente o primeiro passo para a sua indicação em plantios comerciais. As matrizes selecionadas deverão ser submetidas a testes clonais em áreas similares em termos de clima e solo aos locais de plantio futuro, para avaliar o efeito do ambiente no seu comportamento geral.

Para a seleção de matrizes devem ser levados em consideração aspectos básicos, como produtividade, resistência a pragas e doenças, e específicos, como produtividade de fuste comercial, qualidade da madeira, capacidade de enraizamento, etc. Uma vez selecionada uma planta de má qualidade, as mudas deste clone terão sempre a mesma qualidade em condições similares de clima, solo e manejo, perdendo-se todas as possíveis vantagens do processo de clonagem. É importante ressaltar que, quando possível, devem ser selecionadas plantas sujeitas à competição por outras da mesma espécie, em condição similar ao plantio comercial futuro, bem como, plantas que foram avaliadas próximo à idade de corte final, que é variável em função das condições de clima e solo.

Após a seleção, as matrizes precisam ser resgatadas, pois quando a araucária atinge a maturidade, torna-se difícil, ou às vezes impossível, a sua propagação por estaquia ou miniestaquia. Para superar isto, é preciso utilizar tratamentos na planta matriz para a indução de brotações juvenis. O método mais recomendado para a produção de brotos juvenis de araucária é o corte raso (decepa) da árvore a aproximadamente 15 cm do solo, no final do inverno, para que a rebrota ocorra na primavera. Como a araucária é uma espécie nativa e ameaçada de extinção, a mesma está sujeita a uma série de regularizações legais, que devem ser observadas para o corte. O recomendável é fazer esta ação em árvores estabelecidas em plantio.

Quando as brotações forem coletadas (com altura de 25 a 45 cm em torno de 6 a 12 meses após a decepa), deverão ser mantidos de um a três brotos na cepa, para evitar sua morte. As desvantagens deste método são a necessidade do corte da árvore e a possível perda da matriz selecionada, caso ela não rebrote. O anelamento (remoção de um anel de casca de 2 cm de largura em 90% da circunferência) de árvores matrizes para indução de brotações basais pode ser utilizado, embora o percentual de árvores que induzem brotações da base é pequeno e a produção de brotos, caso ocorra, seja bem menor em comparação ao corte raso.

Produção de mudas de araucária por estaquia

A técnica de estaquia consiste na produção de mudas a partir de propágulos (estacas) coletados de uma planta matriz selecionada, de acordo com suas características de produtividade e qualidade. Visando facilitar o entendimento das etapas operacionais envolvidas na técnica de estaquia em araucária, a seguir será descrita uma sequência lógica e operacional do processo, com base nos melhores tratamentos e resultados de pesquisas realizadas na Embrapa Florestas.

A época do ano em que se procede a coleta das estacas é de grande importância para o enraizamento. Geralmente, as melhores épocas para a coleta são primavera ou verão. Após a coleta, deve-se procurar manter a turgescência dos brotos, acondicionando-os em recipientes com água (caixas de isopor, baldes, etc.), ou então com pulverizações constantes de água sobre os mesmos. Alternativa interessante para transporte em maiores distâncias é a colocação das brotações dentro de caixa de isopor tampada e com gelo no fundo, recoberto com folhas de jornal umedecidas. As estacas com aproximadamente 10 a 15 cm de comprimento são preparadas próximo ao local da estaquia, removendo-se um terço das acículas da base. As estacas onde se mantém o ápice (estacas apicais) são melhores do que as que não o contém (estacas intermediárias).

A aplicação de indutores de enraizamento (hormônios) é importante para o aumento da velocidade de formação de raízes, aumento no número e melhoria da qualidade das raízes

formadas, bem como, na maior uniformidade de enraizamento na técnica da estaquia. A aplicação do hormônio AIB (ácido indolbutírico) na forma líquida (durante 10 s) ou pó na concentração de 6.000 mg L⁻¹ ou mg Kg⁻¹ é o mais indicado para o uso no enraizamento das estacas.

As estacas devem ser preventivamente tratadas para evitar doenças no ambiente de enraizamento. O método de desinfestação recomendado consiste em mergulhá-las durante 5 min em hipoclorito de sódio a 2% + 5 min em água corrente + 15 min em fungicida à base de Carbendazim 2 g L⁻¹, logo após as estacas serem preparadas. Recomenda-se a desinfestação das caixas e recipientes utilizados para enraizamento com vapor ou água quente, a partir de 70 °C por 3 min ou a 80 °C por 1 min (ALFENAS et al., 2004).

Como substrato, recomenda-se a utilização de casca de arroz carbonizada e vermiculita média (1:1 em volume), embora outros tipos de materiais também possam ser utilizados, principalmente os substratos comerciais desenvolvidos para estaquia. Após os recipientes serem preenchidos e as estacas preparadas, as mesmas são inseridas no substrato (em torno de 2 a 3 cm de sua base). Como recipientes, pode-se usar bandejas de plástico, com posterior repicagem das estacas enraizadas para outros recipientes ou tubetes. Em geral, maiores percentuais de enraizamento são obtidos nas bandejas.

As estacas precisam ser enraizadas em casa de vegetação, com umidade acima de 80% e temperaturas relativamente constantes no seu interior, porém sempre inferiores a 30 °C. O tempo de permanência varia de 90 a 150 dias,

dependendo da região, da época do ano e do clone. Quando as estacas estiverem enraizadas em casa de vegetação, estas deverão ser levadas para aclimatação em casa de sombra, com sombreamento em torno de 50%, obtido com o uso de sombrite ou outro material adequado. As estacas deverão permanecer nesta área por 10 a 20 dias. Após a aclimatação, as mudas de estaquia são transferidas para uma área a sol pleno, onde completarão seu crescimento e serão rustificadas, visando sua preparação para o plantio definitivo. Se estas mudas forem utilizadas para formação do minijardim clonal (técnica de miniestaquia), as estacas poderão ser plantadas no sistema semi-hidropônico, quando tiverem raízes suficientes para possibilitar a sua retirada do recipiente.

Geralmente, o enraizamento de estacas de araucária é baixo quando se utiliza propágulos provenientes de plantas adultas. Em termos gerais, os índices de enraizamento dos raros estudos com a espécie mostram resultados entre 0 e 20% (IRITANI et al., 1986, TESSDORFF, 1971). A metodologia ora descrita tem ainda apresentado variações de enraizamento entre épocas de coleta das estacas e clones e, de modo geral, têm atingido entre 30 e 40%, confirmando a espécie como de difícil enraizamento e justificando a necessidade de maiores estudos.

Visando facilitar a compreensão das etapas envolvidas na produção de mudas de araucária por estaquia, é apresentado na Figura 1 uma sequência esquemática resumida do processo.

Fotos: Ivar Wendling

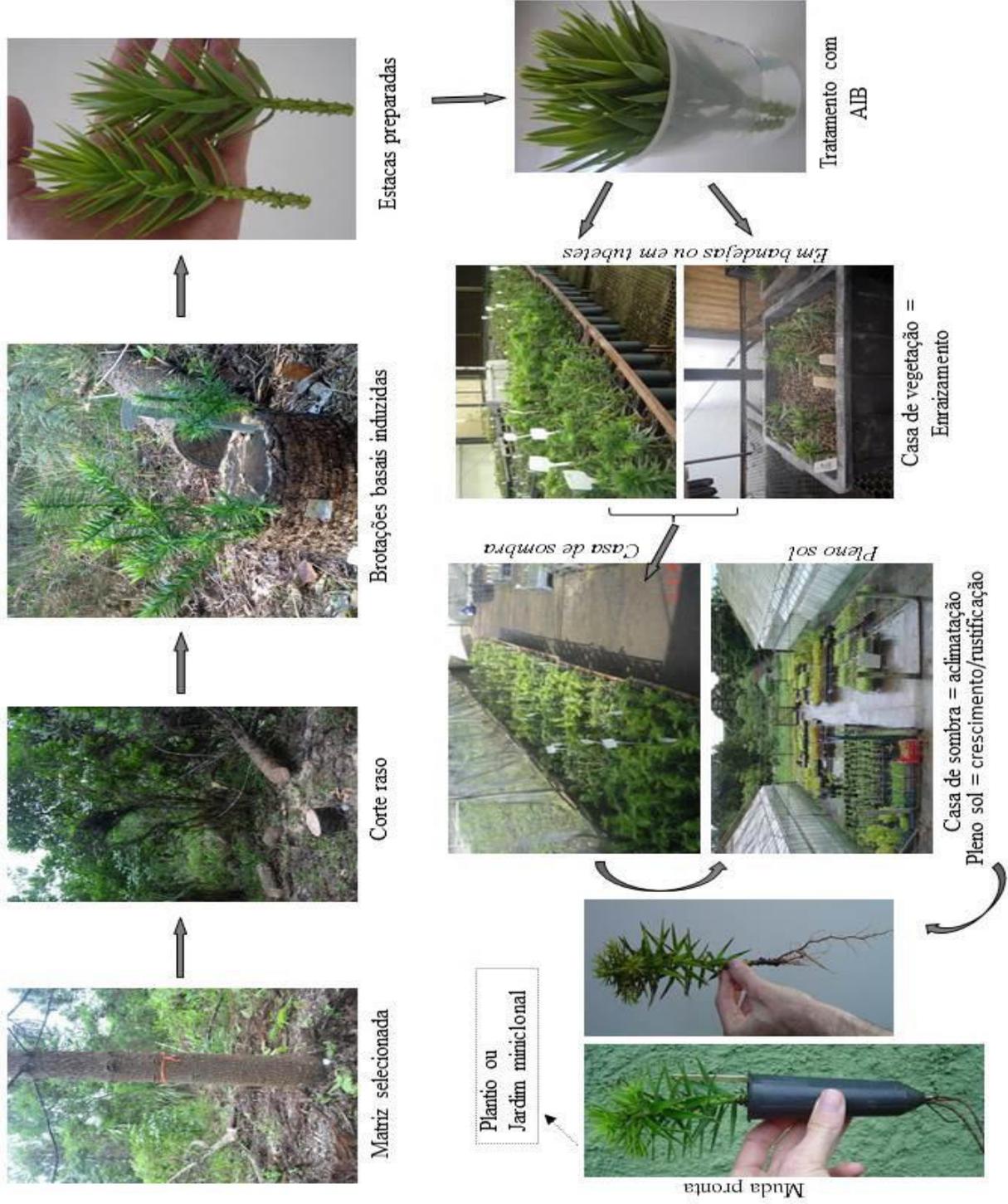


Figura 1. Fluxograma geral da técnica de estaquia de araucária.

Produção de mudas de araucária por miniestaquia

A técnica de miniestaquia consiste na utilização de brotações de mudas propagadas pelo método de estaquia ou de mudas produzidas por sementes como fonte de propágulos vegetativos (WENDLING et al., 2010; XAVIER et al., 2013). Dentre as vantagens da miniestaquia em comparação com a estaquia destaca-se o maior enraizamento, melhor qualidade das mudas produzidas, maior controle fitossanitário e da nutrição mineral das minicepas conduzidas em sistemas semi-hidropônicos automatizados e maior rapidez de multiplicação (PIRES et al., 2013 ; XAVIER et al., 2013).

O minijardim clonal ou área para produção de brotos pode ser definido como a área de multiplicação vegetativa formada por um conjunto de minicepas, objetivando fornecer brotações para o preparo de miniestacas para o processo de miniestaquia (XAVIER et al., 2013). O melhor sistema para a produção de brotações de araucária é o semi-hidropônico, o qual garante uma maior produção durante o ano para atender ao enraizamento das miniestacas, bem como maior facilidade de manejo. Mudanças de estaquia ou de sementes com aproximadamente 15 cm de altura são transferidas para o sistema semi-hidropônico com areia média, sendo seus ápices podados à altura de 5 a 8 cm, após uma semana, para a conversão em minicepas.

A adubação das minicepas no minijardim clonal de araucária deve ser a mais adequada possível, visando proporcionar alta quantidade de brotações para atender a produção de mudas e em condições fisiológicas adequadas para a formação de raízes. Nesse sentido, Pires et al. (2013) apresentam uma solução nutritiva para o manejo de minicepas de araucária em sistemas semi-hidropônicos do tipo

canaletão com areia, a qual foi ajustada visando aumento da produção de brotos (Tabelas 1 e 2). O pH da solução inicial deverá ser ajustado para $6,0 \pm 0,5$. A solução nutritiva deverá ser aplicada três vezes ao dia a uma vazão total de 4 a 5 L m⁻². Quando a condutividade elétrica da solução drenada do sistema se tornar maior que 3mS cm⁻¹ a 25 °C, deve ser realizada irrigação com água pura para lavar o excesso de sais, com aproximadamente 11 L m⁻².

Tabela 1. Adubos comerciais para formulação de solução nutritiva para condução de minicepas de araucária em sistema semi-hidropônico.

Adubo comercial	Concentração (mg L ⁻¹)
Monoamônio fosfato (MAP)	80,0
Cloreto de potássio	300,0
Nitrato de cálcio	578,0
Sulfato de amônio	112,0
Sulfato de magnésio	356,0
Cloreto de cálcio	134,0
Ácido bórico	2,88
Sulfato de manganês	3,70
Molibdato de sódio	0,18
Sulfato de zinco	0,74
Hidro Fe-pó	81,8

Tabela 2. Fontes dos nutrientes puros para preparação de solução nutritiva para condução de minicepas de araucária em sistema semi-hidropônico.

Fonte elemento puro	Concentração (mg L ⁻¹)
N-NO ₃	151,67
N-NH ₄	32,72
P	31,63
K	234,45
Ca	119,82
Mg	30,55
S	44,46
B	0,50
Cu	0,40
Fe	5,00
Mn	1,04
Zn	0,20
Mo	0,07

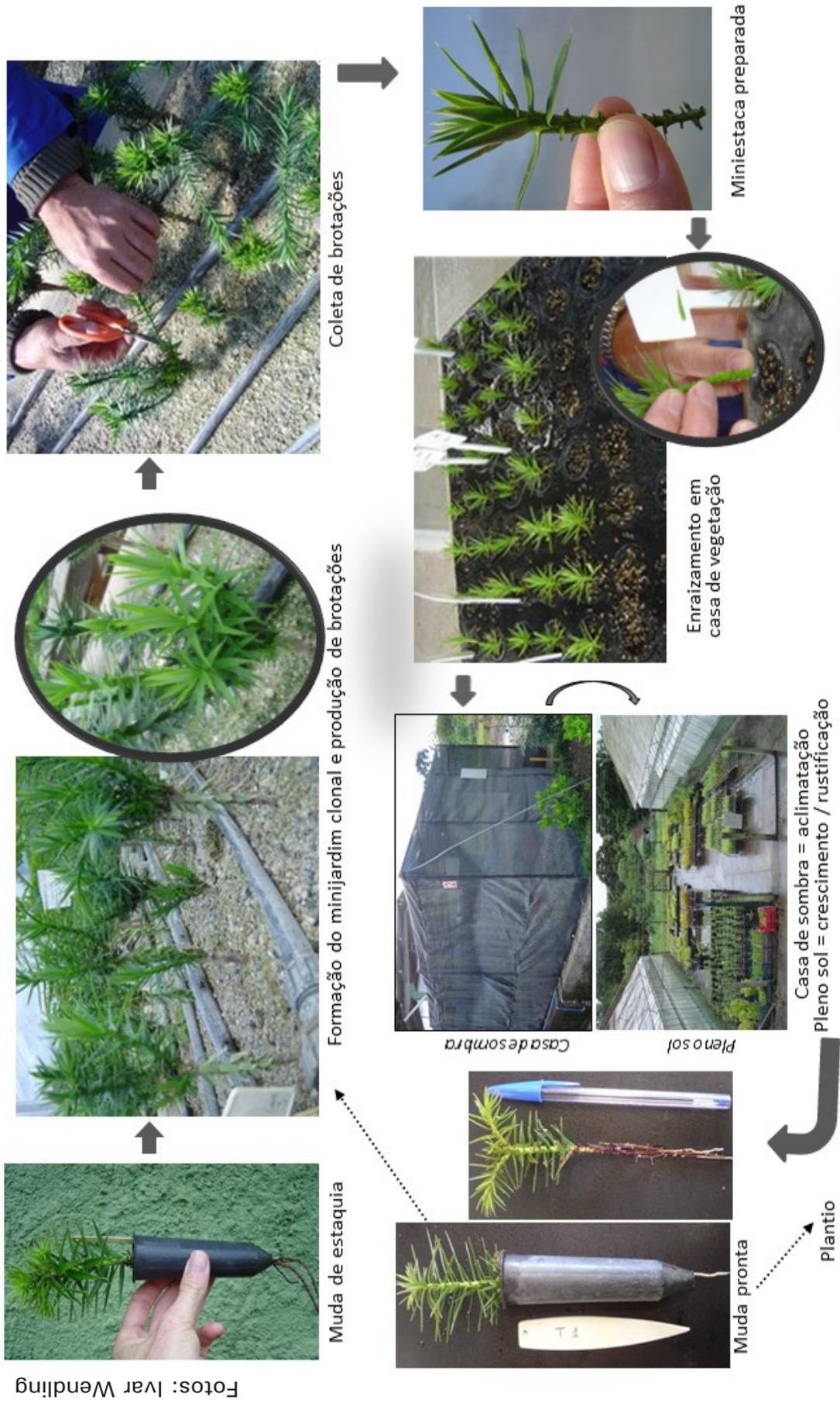


Figura 2. Fluxograma geral da técnica de miniestaquia de araucária.

Para formação das miniestacas, brotações com 5 a 8 cm de comprimento devem ser coletadas e preparadas deixando-se somente um terço das acículas do ápice. Dependendo do material genético, recomenda-se aplicar AIB na concentração de 0 a 2000 mg L⁻¹. O tratamento asséptico das miniestacas geralmente não é necessário, devido ao maior controle de patógenos no minijardim clonal e da nutrição mais adequada das minicepas, podendo inserir as miniestacas no substrato de cultivo logo após seu preparo. Recomenda-se somente este tipo de tratamento de forma curativa, ou seja, quando verificado algum ataque de doenças. A desinfestação das caixas e recipientes utilizados para enraizamento também é altamente recomendada e pode ser realizada de maneira similar àquela descrita para a técnica de estaquia.

A permanência das miniestacas em casa de vegetação varia de 80 a 120 dias, com base na observação de enraizamento, variável conforme a época do ano e clone. De forma similar à estaquia, as miniestacas deverão ser enraizadas em casa de vegetação com umidade acima de 80% e temperaturas relativamente constantes no seu interior, porém sempre inferiores a 30 °C. Quando estiverem enraizadas em casa de vegetação, as miniestacas deverão ser levadas para aclimação em casa de sombra, onde deverão permanecer por 10 a 20 dias. Após a aclimação, as mudas são transferidas para uma área a sol pleno, onde completarão seu crescimento e serão rustificadas, visando sua preparação para o plantio definitivo.

Se estas mudas forem utilizadas para ampliação do minijardim clonal, elas poderão ser plantadas no sistema semi-hidropônico quando tiverem raízes suficientes para possibilitar a sua retirada do recipiente.

Geralmente, os índices de enraizamento de miniestacas de araucária são superiores aos de estacas. Quando se utilizam miniestacas provenientes de brotações de minicepas de matrizes adultas, os índices de enraizamento geralmente são inferiores aos de origem seminal, porém não inviabilizam a técnica de miniestaquia. Em termos gerais, os índices de enraizamento têm variado entre épocas de coleta das miniestacas e clones e têm apresentado resultados entre 30 e 60%, confirmando a espécie como de difícil enraizamento.

Visando facilitar o entendimento das etapas envolvidas na técnica de miniestaquia em araucária, foi apresentado na Figura 2 uma sequência esquemática resumida do processo. Cabe reforçar que a técnica da miniestaquia pode iniciar com a utilização de brotações de mudas propagadas pelo método de estaquia ou de mudas produzidas por sementes como fonte de propágulos vegetativos. No entanto, para que se aproveitem todas as vantagens da propagação vegetativa, mudas oriundas de estaquia de matrizes selecionadas devem ser utilizadas para o início do processo e, conseqüentemente, a qualidade dos genótipos a serem multiplicados via miniestaquia depende da qualidade da seleção realizada na etapa da estaquia.

Avaliação em campo de mudas produzidas por propagação vegetativa

Para qualquer tecnologia de propagação, um dos passos mais importantes é a avaliação do crescimento e desenvolvimento das mudas em campo. No caso da araucária, a avaliação da produtividade e qualidade comparativa de mudas produzidas por propagação sexuada e vegetativa é de fundamental importância para a validação da silvicultura clonal da espécie.

Em abril de 2008 foi estabelecido o primeiro e único (até o momento) teste clonal de araucária com mudas de estaquia no município de Colombo, PR, com 3 clones machos, 3 clones fêmeas e mudas de vários clones (misto de clones), obtidos de árvores adultas estabelecidas em teste de procedências e progênies implantado em abril de 1980, no mesmo local. As mudas de estaquia foram produzidas com brotações ortotrópicas, oriundas de árvores submetidas ao corte raso para obtenção de brotações basais, conforme detalhado em Wendling e Brondani (2015). Como testemunha, foram plantadas mudas produzidas a partir de sementes. Avaliações de sobrevivência e crescimento, embora ainda precoces, indicam um bom comportamento dos clones avaliados comparado com mudas produzidas por sementes (controle), principalmente dos clones fêmeas (Figura 3 e Tabela 3).

Foto: Ivar Wendling



Figura 3. Teste clonal de araucária estabelecido em Colombo, PR, seis anos após o plantio.

Tabela 3. Sobrevivência e crescimento de mudas de araucária em teste clonal estabelecido em Colombo, PR, com mudas propagadas por estaquia e por sementes.

Avaliação	Idade (meses)	Mudas de estaquia			Mudas de sementes
		Fêmeas	Macho	Mix estacas	
Sob (%)	48	76,7	72,7	95,8	44,4
DAP (cm) ^{/*}	74	6,5	6,3	7,3	5,4
Alt (m) [†]	74	3,3	3,0	4,1	2,9
DAP (cm) ^{/**}	74	9,5	7,7	10,8	6,7
Alt (m) ^{/**}	74	4,8	4,2	5,6	3,9

^{/*}Média de todas as árvores e ^{/**} Média das três melhores árvores do experimento. Onde: Sob (%) = percentual de sobrevivência; DAP = diâmetro à altura do peito e; Alt = altura total.

Considerações finais

As técnicas de estaquia e miniestaquia ora apresentadas e descritas para araucária trazem uma grande oportunidade de inserção da espécie na silvicultura clonal brasileira. Tendo em vista os baixos percentuais de enraizamento obtidos pela técnica de estaquia (inferiores a 40%), esta somente é recomendada para o resgate de árvores selecionadas e para formação do minijardim clonal na miniestaquia. A miniestaquia tem se mostrado uma técnica com grande potencial para a espécie, tendo em vista seus maiores índices gerais de enraizamento e melhor qualidade das mudas formadas. Cabe ressaltar que os índices de enraizamento na miniestaquia ainda precisam ser melhorados, necessitando-se assim, mais estudos nesta linha do conhecimento para torna-la viável em escala comercial.

Referências

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004. 442 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº. 06, de 23 de Setembro de 2008. Lista Oficial da flora brasileira ameaçada de extinção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 185, p. 75-83, 24 set. 2008. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/documentos/legislacao-especies-ameacadas>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

IRITANI, C.; SOARES, V. R.; GOMES, A. V. Aspectos morfológicos da ação de reguladores de crescimento em estacas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 15, p. 1-20, 1986.

IUCN Red List of Threatened Species. **Red list:** version 2013.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 18 mar. 2015.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 393-399, 2013.

TESSDORFF, J. N. F. Enraizamento en estacas de híbridos de *Araucaria* com ayuda de hormonas. In: CONGRESSO FLORESTAL ARGENTINO, 1968. La Barnacosa. **Anais...** Buenos Aires: Serviço Nacional Forestal, 1971. p. 290-291.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; DUTRA, L. F.; HANSEL, F. A. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum. **New Forests**, Netherlands, v. 39, n. 3, p. 343-353, 2010.

WENDLING I, BRONDANI G. Vegetative rescue and propagation of *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, Jan./Feb. 2015.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 184 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2 ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2013. 279 p.

Comunicado Técnico, 350



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Embrapa Florestas

Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Colombo, PR, CEP 83411-000
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: www.embrapa.br/faleconosco

1ª edição

Versão eletrônica (2015)

Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteado*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Elisabete Marques Oaida*