

Foto: Ivar Wendling



Silvicultura clonal de araucária: tipo de estaca e sexo da planta matriz na sobrevivência e crescimento em campo¹

Ivar Wendling²
Carlos André Stuepp³

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze (Araucariaceae), conhecida popularmente como araucária ou pinheiro brasileiro, ocorre naturalmente no Sul do Brasil, estendendo-se aos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, principalmente na parte oriental e central do planalto brasileiro (CARVALHO, 2003). Sua madeira é apreciada tanto na construção civil, como na produção de papel e celulose (AQUINO, 2005; CARVALHO, 2003; DELUCIS et al., 2013). No entanto, os resultados obtidos até o momento com relação à sua qualificação para fins de silvicultura clonal são incipientes, sobretudo pelas dificuldades relacionadas à propagação assexuada da espécie por estaquia e miniestaquia (PIRES et al., 2013; WENDLING; BRONDANI, 2015; WENDLING et al., 2009; 2016a).

Reproduzida comumente a partir de sementes, a araucária apresenta uma produção de mudas bastante simples, dispensando o uso de tecnologias necessárias à propagação vegetativa. Contudo, a

dificuldade de armazenamento de sementes viáveis, por serem recalcitrantes, a produção de mudas com características diferentes da planta matriz quanto à qualidade da madeira, época de produção (de mudas), qualidade da semente e sexo, além de seu longo período juvenil, têm constituído desvantagens à produção via sexuada (MOREIRA-SOUZA; CARDOSO, 2003; WENDLING et al., 2016b).

A teoria da evolução nos vegetais sugere que machos e fêmeas podem ter desenvolvido estratégias de alocação de recursos para maximizar o sucesso reprodutivo. Uma consequência destas adaptações poderia ser o surgimento de um dimorfismo fenotípico, bioquímico e ecológico, resultante da alocação de recursos específica a cada sexo, gerando assim um estado de ótima aplicação destes, dependendo das necessidades específicas de cada sexo (ROBINSON et al., 2014). Altura e diâmetro têm sido as características fenotípicas mais utilizadas como indicadores para análise destas alterações ligadas ao sexo, levando-se em conta que o vigor

¹ Trabalho parcialmente financiado com recursos do CNPq.

² Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

³ Engenheiro Florestal, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), professor colaborador da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR

vegetativo é resultado de uma maior capacidade adaptativa (PETZOLD et al., 2012).

Ademais, a utilização da estaquia na produção de mudas de araucária apresenta-se como uma alternativa para a superação destas deficiências, gerando qualidade, uniformidade e possibilitando a produção de mudas durante o ano inteiro (GRIFFIN, 2014; WENDLING et al., 2016a). No entanto, são inexistentes e necessários estudos relativos à avaliação do comportamento de mudas produzidas por estaquia no campo, existindo apenas avaliações de povoamentos de origem seminal (CHASSOT et al., 2011; HESS et al., 2009; SCHNEIDER et al., 1992).

Com vistas à validação da silvicultura clonal de araucária, foram avaliados a sobrevivência, o vigor de crescimento e a produção de estróbilos no campo, tanto de mudas produzidas por estaquia a partir de brotações ortotrópicas de plantas masculinas e femininas, como de estacas provenientes de diferentes posições de coleta, comparando-se com aquelas produzidas por meio de sementes.

Caracterização da área de plantio

O experimento foi conduzido entre maio/2008 e junho/2014, em área da Embrapa Florestas, Colombo, PR (25°20'S e 49°14'W, 950 m de altitude). O solo do local é o Cambissolo Húmico Ta Distrófico saprolítico, textura média (franco-argilosa), com baixa fertilidade (Tabela 1).

Produção das mudas

A partir das brotações ortotrópicas (crescimento na vertical) de plantas do sexo masculino e feminino,

foram preparados dois tipos de estacas: a primeira proveniente da região apical dos brotos (estacas de ponteiro), e a segunda da região intermediária, neste caso, com corte reto acima da última gema (WENDLING; BRONDANI, 2015).

As estacas foram preparadas com 12 ± 2 cm de comprimento e diâmetro entre 5 mm e 10 mm, com corte em bisel na base e retirada de 1/3 das acículas na região basal, visando facilitar o plantio. Foram plantadas em tubetes de polipropileno com capacidade de 170 cm³, preenchidos com vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada (1:1, v/v) e acondicionados em casa de vegetação climatizada durante 120 dias.

As mudas seminais foram produzidas em tubetes com capacidade de 170 cm³ e passaram pelo processo de rustificação e seleção pré-plantio para homogeneização dos tratamentos.

Preparo da área e plantio das mudas

O plantio no campo foi realizado em maio/2008, em espaçamento de 3 m x 3 m. Realizou-se a adubação com 200 g de NPK (4-14-8) por cova, incorporando-a juntamente com o solo retirado das covas. No momento do plantio, as mudas de estaquia estavam com dez meses de idade e as de sementes com cinco meses, ambas com altura entre 15 cm a 20 cm.

Previamente ao plantio das mudas, foi realizada uma roçada com trator na área total do experimento, seguida do controle de formigas cortadeiras. Os tratamentos silviculturais pós-plantio consistiram em roçadas mecanizadas, realizadas a cada seis meses e controle de formigas cortadeiras sempre que necessário. Em setembro de 2013 foi realizada uma desrama, retirando-se um terço da área da copa de cada planta.

Tabela 1. Teor de argila e propriedades químicas do solo da área experimental, nas profundidades de 0 cm a 30 cm e de 30 cm a 50 cm.

Prof. (cm)	pH	Ca	Mg	Al	H + Al	T	V	m	C	P	K	Argila %
		cmol _c dm ⁻³					%	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			
0-30	4,3	2,6	1,2	1,7	10,5	14,37	27	31	27,6	5,0	0,07	25,0
30-50	4,3	0,3	0,2	3,4	8,4	8,94	6	86	3,1	1,5	0,04	32,5

Extratores: Mehlich-1 (P e K); e KCl (Ca, Mg e Al). Onde: Prof. = profundidade.

Sobrevivência e desenvolvimento das mudas a campo

Noves meses após o plantio no campo, todos os tratamentos provenientes de propagação vegetativa apresentaram elevada sobrevivência, significativamente superior em comparação àquelas provenientes de sementes (76%) (Figura 1).

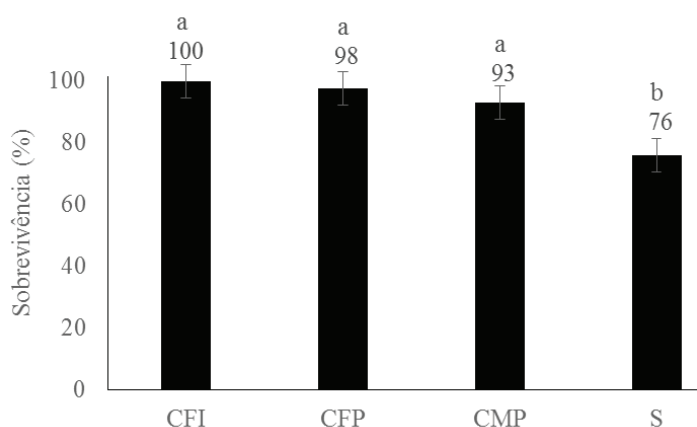


Figura 1. Sobrevivência de plantas de araucária aos nove meses após o plantio. As barras indicam o erro padrão da média (n = 20).

Onde: CFI = Mudas produzidas com estacas da parte intermediária dos ramos de plantas femininas; CFP = Mudas produzidas com estacas do ponteiro de ramos de plantas femininas; CMP = Mudas produzidas com estacas do ponteiro de ramos de plantas masculinas e; S = Mudas produzidas por sementes. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em plantios florestais, a disponibilidade de água nos primeiros meses pós-plantio é essencial para a sobrevivência das mudas. O estresse hídrico gerado neste período, independentemente da disponibilidade de nutrientes ou de luz, tem sido determinante no sucesso dos plantios (ANDIVIA et al., 2012; THIFFAULT et al., 2013). É comum para algumas espécies que a propagação vegetativa atribua características diferenciadas, como um sistema radicular mais fasciculado e com maior volume de raízes finas na fase inicial do seu desenvolvimento, transferindo a estas plantas uma maior capacidade adaptativa, em condições de deficiência hídrica e nutricional (GONÇALVES; MELLO, 2005; SANTIN et al., 2015). Desta forma, não se descarta a hipótese que as mudas de araucária propagadas por estaquia tenham desenvolvido um sistema radicular mais eficiente quanto à absorção de água, favorecendo uma maior sobrevivência no campo.

Aos 74 meses após o plantio das mudas, não se verificou picos de crescimento em altura e diâmetro, independente do material avaliado. O crescimento acumulado médio em altura de clones femininos de ponteiro (CFP) variou de 0,45 m ano⁻¹ aos 48 meses a 0,59 m ano⁻¹ aos 74 meses, superando o crescimento acumulado médio das demais origens clonais e também das plantas provenientes de sementes (0,51 m ano⁻¹) aos 74 meses (Tabela 2).

Tabela 2. Altura total média aos 48, 66 e 74 meses após o plantio (esquerda) e diâmetro à altura do peito (DAP) aos 66 e 74 meses após o plantio (direita), em função do método de propagação e origem das mudas utilizadas no plantio de araucária.

	Altura total (m)			Diâmetro (cm)	
	48 meses	66 meses	74 meses	66 meses	74 meses
CFI	1,40	2,03	2,60	2,40	4,05
CFP	1,76	2,82	3,55	3,96	6,40
CMP	1,91	2,51	2,99	3,05	4,81
S	1,39	2,23	3,10	2,62	5,03

Onde: CFI = Mudas produzidas com estacas da parte intermediária dos ramos de plantas femininas; CFP = Mudas produzidas com estacas da parte apical dos ramos de plantas femininas; CMP = Mudas produzidas com estacas da parte apical dos ramos de plantas masculinas e; S = Mudas produzidas por sementes.

O revolvimento do solo apenas na área da cova pode não ter favorecido a mistura entre as camadas superficiais (orgânicas) e mais profundas, facilmente alcançado por meio da subsolagem ou escarificação e referenciado pelo aumento da disponibilidade de água para as mudas em estágio inicial de desenvolvimento, facilitando o desenvolvimento radicular nos primeiros anos (THIFFAULT et al., 2013). Além disso, a baixa qualidade de sítio favorece a busca pela sobrevivência, em detrimento ao crescimento em diâmetro e altura das mudas (MARTINS et al., 2011).

Os clones femininos de ponteiro (CFP) apresentaram os maiores valores para diâmetro à altura do peito (DAP) aos 66 (4 cm) e 74 meses (6,4 cm) de idade (Tabela 2). Em plantas de araucária com idade entre 40 e 60 anos, Zanon et al. (2009) verificaram crescimento médio em diâmetro de 0,24 cm ano⁻¹, mostrando-se inferior ao verificado para plantas provenientes de estaquia de matrizes femininas com brotações de ponteiro (CFP) (1,4 cm ano⁻¹) aos 74 meses. Estes resultados indicam, mesmo sob condições de solo limitantes, o efeito positivo da

utilização de clones, independente do sexo e origem das estacas na silvicultura da espécie.

O volume médio acumulado por planta (Figura 2a) e o incremento médio anual (IMA) por hectare (Figura 2b) foram maiores em clones femininos de ponteiro (CFP) em ambas as avaliações. Fica evidente a evolução tanto do volume médio como do incremento médio anual aos 74 meses. Em ambos os casos, os maiores valores para CFP ficaram entre 2,1 e 1,6 vezes maiores em relação aos verificados para CFI e mudas de sementes, respectivamente aos 74 meses.

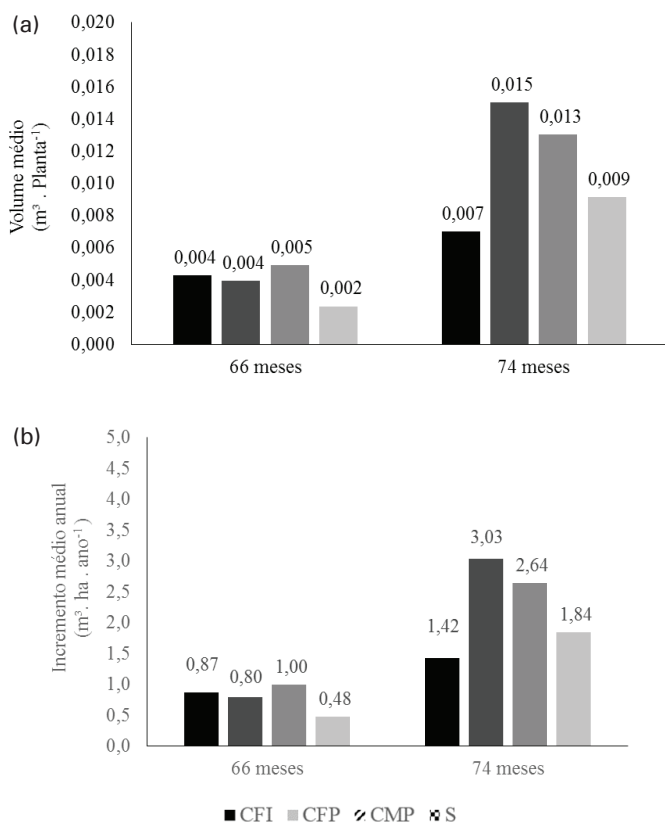


Figura 2. Volume médio acumulado (a) e incremento médio anual (IMA) (b) aos 66 e 74 meses após o plantio, em função do método de propagação e origem das mudas utilizadas no plantio de araucária.

Onde: CFI = Mudanças produzidas com estacas da parte intermediária dos ramos de plantas femininas; CFP = Mudanças produzidas com estacas da parte apical dos ramos de plantas femininas; CMP = Mudanças produzidas com estacas da parte apical dos ramos de plantas masculinas e; S = Mudanças produzidas por sementes.

O aumento de produtividade de madeira verificado nos últimos oito meses (de 66 para 74 meses), foi superior ao incremento médio anual, independente do tratamento. Estes resultados evidenciam um efeito comum em espécies arbóreas durante os primeiros anos de vida, que têm seu

crescimento muito dependente do meristema apical (MENCUCCINI et al., 2007). Além disso, há evidências de que a araucária alcance seu melhor desenvolvimento a partir dos 30 anos de idade (AQUINO, 2005).

Aliada à alta qualidade de sua madeira (CARVALHO, 2003), a araucária apresenta-se como uma boa alternativa para fins silviculturais, sobretudo quando utilizados genótipos de alto rendimento. Apesar do desenvolvimento inicial abaixo das expectativas, relacionado provavelmente às condições de solo do sítio experimental (Tabela 1), este tende a evoluir com a melhor adaptação das plantas ao ambiente, ou mesmo com a utilização de áreas de maior fertilidade.

Emissão de estróbilos

Com relação à ocorrência de estróbilos masculinos e femininos, até os 74 meses após o plantio, não foi observada sua emissão, independente do sexo e origem das estacas.

Para a araucária, a emissão de estróbilos e consequente produção de sementes inicia entre os 10 e 15 anos de idade em árvores isoladas e, a partir dos 20 anos de idade, em plantios homogêneos (CARVALHO, 2003). Estes resultados demonstram que o método de produção das mudas foi eficiente e manteve o vigor associado à fase juvenil desta espécie.

Conclusões

Nas condições em que foram desenvolvidos os estudos, conclui-se que a estaquia é uma técnica potencial para a produção de mudas de araucária para fins madeireiros. Recomenda-se o uso de estacas apicais de plantas do sexo feminino, visto seu melhor desempenho de crescimento em campo.

Referências

ANDIVIA, E.; MARQUEZ-GARCIA, B.; VAZQUEZ-PIQUE, J.; CORDOBA, F.; FERNANDEZ, M. Autumn fertilization with nitrogen improves nutritional status, cold hardiness and oxidative

stress response of Holm oak (*Quercus ilex* ssp. *ballota* (Desf.) Samp.) nursery seedlings. **Trees**, v. 26, p. 311-320, 2012. DOI: 10.1007/s13595-011-0048-4.

AQUINO, F. M. **Cultivo da *Araucaria angustifolia***: viabilidade econômico-financeira-financeira e alternativas de incentivo. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2005. 53 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CHASSOT, T.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 303-313, 2011. DOI: 10.5902/198050983234.

DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; BELTRAME, R.; TREVISAN, R. Qualificação da madeira de três espécies de coníferas oriundas de reflorestamentos jovens. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 100, p. 477-484, 2013.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 219-267.

GRIFFIN, A. R. Clones or improved seedlings of *Eucalyptus*? Not a simple choice. **International Forestry Review**, v. 16, n. 2, p. 216-224, 2014. DOI: 10.1505/146554814811724793.

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em função da idade, em três regiões do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 7-22, 2009. DOI: 10.5902/19805098415.

MARTINS, F. B.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L.; CASTRO, R. V. O. Índices de competição em árvores individuais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1089-1098, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000900017.

MENCUCINI, M.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; HAMID, H. A.; KORAKAKI, E.; VANDERKLEIN, D. Evidence for age and size mediated controls of tree growth from grafting studies. **Tree Physiology**, v. 27, p. 463-473, 2007.

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. seeds. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003. DOI: 10.1590/S0103-90162003000200025.

PETZOLD, A.; PFEIFFER, T.; JANSEN, F.; EUSEMANN, P.; SCHNITTLER, M. Sex ratios and clonal growth in dioecious

Populus euphratica Oliv., Xinjiang Prov., Western China. **Trees**, v. 27, p. 729-744, 2012. DOI: 10.1007/s00468-012-0828-y.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. Ácido indol butírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 37, p. 393-399, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000300002.

ROBINSON, K. M.; DELHOMME, N.; MHLER, N.; SCHIFFTHALER, B.; NSKOG, J.; ALBRECHTSEN, B. R.; STREET, N. R. *Populus tremula* (European aspen) shows no evidence of sexual dimorphism. **BMC Plant Biology**, v. 14, p. 276, 2014. DOI: 10.1186/s12870-014-0276-5.

SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D. M. Sobrevida, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015. DOI: 10.5902/1980509819608.

SCHNEIDER, P. R.; FINGUER, A. C. G.; HOPPE, J. M. Produção da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na região da Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 2, n. 1, p. 99-118, 1992.

THIFFAULT, N.; CHALIFOUR, D.; BELANGER, L. Enrichment planting of *Picea glauca* in boreal mixed woods: can localized site preparation enhance early seedling survival and growth? **New Forests**, v. 44, p. 533-546, 2013. DOI: 10.1007/s11056-012-9361-5.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. Vegetative rescue and cuttings propagation of *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 93-104, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000100009.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, H. A.; BETTIO, G.; HANSEL, F. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomia Costarricense**, v. 33, n. 2, 309-319, 2009.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. *Araucaria* clonal forestry: types of cuttings and mother tree sex in field survival and growth. **Revista Cerne**, v. 22, n. 1, p. 19-26, 2016a. DOI: 10.1590/01047760201622012105.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Rooting of *Araucaria angustifolia*: types of cuttings and stock plants sex. **Revista Árvore**, v. 40, p. 1013-1021, 2016b.

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Proporção da dioécia e distribuição diamétrica de árvores masculinas e femininas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, v. 19, p. 425-431, 2009. DOI: 10.5902/19805098897.

Comunicado Técnico, 401

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
CEP 83411-000 - Colombo, PR
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão digital (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Vice-Presidente: José Elidney Pinto Júnior
Secretária-Executiva: Neide Makiko Furukawa
Membros: Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderes Aparecida de Sousa, Álvaro Figueredo dos Santos, Giselda Maia Rego, Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling

Expediente

Supervisão editorial: José Elidney Pinto Júnior
Revisão de texto: José Elidney Pinto Júnior
Normalização bibliográfica: Francisca Rasche
Diagramação: Neide Makiko Furukawa