

EFEITO DA IDADE DA MUDA E DA ESTAÇÃO DO ANO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE *Pinus taeda* L.¹

Giovana Bomfim de Alcantara², Luciana Lopes Fortes Ribas³, Antônio Rioyei Higa⁴, Katia Christina Zuffellato Ribas³ e Henrique Soares Koehler⁵

RESUMO – *Pinus taeda* L., a principal espécie florestal plantada no Sul do Brasil, tem sua madeira usada como matéria-prima em serrarias, laminadoras e indústrias de aglomerado, MDF, celulose e papel. Devido à sua grande importância econômica, existe interesse no desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa que permitam a clonagem massal de mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da idade das mudas (60, 90, 120 e 150 dias) e das quatro estações do ano no enraizamento de miniestacas de *P. taeda*. Miniestacas de 5 cm foram confeccionadas a partir de ramos herbáceos e tratadas com solução de Captan® 0,1%. Seu plantio foi realizado em tubetes com substrato Mecplant® na camada inferior e 2 cm de vermiculita na porção superior. As miniestacas foram mantidas em casa de vegetação durante 120 dias, com temperaturas entre 15 e 25 °C e umidade relativa do ar em torno de 90%. Avaliaram-se as porcentagens de miniestacas enraizadas, sobreviventes e mortas, o comprimento das três maiores raízes e o número e massa seca de raízes formadas por miniestaca. A idade das mudas influenciou o enraizamento, e a maior porcentagem (85%) foi obtida com mudas mais jovens (60 dias). O inverno mostrou-se o período mais favorável para a coleta das miniestacas.

Palavras -chave: Enraizamento, estação do ano e idade da muda.

EFFECT OF SEEDLING AGE AND SEASON ON ROOTING OF Pinus taeda L. MINICUTTINGS

ABSTRACT – *Pinus taeda* L. is the main forest tree species planted in Southern Brazil and its wood is used for sawlogs, venner, particle board, medium density fiberboard (MDF), pulp and paper industries. Due to its high economic importance, interest exists in developing techniques for vegetative propagation aiming at mass multiplication. The purpose of the present work was to evaluate the effect of the age of seedlings used as mother plants (60, 90, 120 and 150 day-old) and of the four seasons of the year on rooting of *P. taeda* minicuttings. Minicuttings of 5 cm in length were collected from herbaceous branches and treated with Captan® solution (0.1%). Minicuttings were planted in plastic tubes containing Mecplant® substrate overlaid with vermiculite. Minicuttings were maintained in greenhouse for 120 days with temperature between 15 and 25°C and 90% relative humidity. The parameters evaluated were: percentage of rooted, surviving and dead minicuttings, length of the three larger roots, number of roots and minicutting dry weight. Seedling age influenced the rooting percentage, and the highest value (85%) was obtained with 60-day-old seedlings. The winter was the most favorable season for the collection of minicuttings.

Keywords: Rooting, season and age.

¹ Recebido em 25.07.2006 e aceito para publicação em 08.02.2007.

² Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: <giobomfim@ufpr.br>.

³ Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas da UFPR.

⁴ Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

⁵ Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

1. INTRODUÇÃO

As plantações de *Pinus* no Estado do Paraná somam mais de 36% do total de florestas com esse gênero no Brasil. A área total de plantio de *Pinus* no Estado representa 83% das espécies florestais, com 677.772 ha da área plantada (ABRAF, 2006). Atualmente, a maioria das áreas reflorestadas são plantadas com espécies de *Pinus* originárias do sul dos Estados Unidos, sendo *P. taeda* e *elliottii* as espécies mais expressivas (IAP, 2007).

P. taeda é usado principalmente em serrarias, laminadoras, indústrias de aglomerado, MDF, celulose e papel (SCHULTZ, 1997). Em razão da sua importância econômica, existe interesse no desenvolvimento de programas de melhoramento genético com essa espécie, sendo a estaquia um instrumento importante para a multiplicação de material genético melhorado, com um ganho genético adicional, obtido pelos efeitos genéticos não-aditivos (XIANG et al., 2003). Entretanto, um dos obstáculos à otimização da estaquia é o baixo índice de enraizamento e a baixa qualidade do sistema radicular de alguns clones. Visando contornar essas barreiras, têm-se utilizado miniestacas na clonagem de genótipos de difícil enraizamento de *Eucalyptus* spp. (WENDLING et al., 2000). Essa técnica de miniestaquia pode ser potencialmente empregada em outras espécies lenhosas de interesse florestal, como *P. taeda*, pois, além dos incrementos em enraizamento, as miniestacas desenvolvem um sistema radicular de melhor qualidade em termos de vigor, uniformidade e volume, o que reflete positivamente na sobrevivência e desempenho do clone no campo.

O desenvolvimento de um sistema de propagação vegetativa para *P. taeda* depende do entendimento e interação de fatores como idade e controle das condições ambientais durante o processo de enraizamento (LEBUDE et al., 2005). Estacas coletadas de plantas matrizes adultas são mais difíceis de enraizar quando comparadas com aquelas provenientes de plantas juvenis (GREENWOOD, 1995; VALDÉS et al., 2004). Porém, para a maioria das espécies ainda não está claramente definida a transição da fase juvenil para a adulta, pois algumas regiões da planta podem se apresentar maduras ou senescentes, enquanto outras ainda exibem características juvenis (GREENWOOD, 1995). A estação do ano pode representar o fator decisivo para o sucesso do enraizamento, ressaltando-se que

temperaturas mais elevadas muitas vezes coincidem com o aumento da atividade das brotações, florescimento e maiores taxas de crescimento (KIBBLER et al., 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes idades de mudas e das estações do ano no enraizamento das miniestacas de *P. taeda* L.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de *P. taeda* provenientes de um pomar clonal de segunda geração produzidas em Summerville, South Carolina, nos Estados Unidos, foram germinadas e suas mudas, mantidas em casa de vegetação do Departamento de Ciências Florestais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Município de Curitiba. As mudas foram mantidas com 60, 90, 120 e 150 dias e as respectivas brotações, coletadas nas quatro estações do ano, para a instalação dos experimentos. Dessa forma, no inverno foram coletadas no dia da instalação do experimento, brotações das quatro idades de mudas citadas anteriormente, ocorrendo o mesmo nos experimentos instalados na primavera, verão e outono.

Brotações novas de aproximadamente 8 cm de comprimento foram coletadas das mudas e confeccionadas miniestacas de 5 cm de comprimento, com corte em bisel na base (WENDLING et al., 2000). As acículas da metade inferior da miniestaca foram retiradas e a gema apical mantida, sendo confeccionada apenas uma miniestaca por brotação coletada. Após o preparo das miniestacas, estas foram desinfestadas, com a sua imersão total em solução de Captan® (0,1%), durante 10 min, seguida de quatro lavagens sucessivas em água corrente.

As miniestacas foram plantadas em bandejas de 12 x 8 células, contendo tubetes de polipropileno, com 12 cm de comprimento, 3 cm de diâmetro e volume de 56 cm³. No plantio foi utilizado substrato composto de casca de pinus bioestabilizada (Mecplant®) na camada inferior e dois centímetros de vermiculita, granulometria média, na porção superior do tubete.

As miniestacas foram mantidas em casa de vegetação do Setor de Ciências Biológicas da UFPR (CTINFRA – FINEP), durante 120 dias com temperatura entre 15 e 25 °C e 90% de umidade relativa do ar. Após esse período, as seguintes variáveis foram avaliadas: porcentagens de miniestacas enraizadas (miniestacas com pelo menos uma raiz, podendo ou não apresentar

calo); comprimento (cm) das três maiores raízes formadas por miniestaca, número médio de raízes formadas por miniestaca, massa seca de raízes formadas por miniestaca (mg), porcentagem de miniestacas sobreviventes (miniestacas que não formaram raízes, mas que permaneceram vivas, podendo ou não formar calo) e mortas (miniestacas com necrose em toda ou na maior parte de sua extensão).

Os experimentos foram realizados nas quatro estações do ano, no inverno de 2003 (agosto/2003), na primavera (outubro/2003), no verão (janeiro/2004) e no outono (abril/2004). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro tratamentos de idades de mudas e quatro estações do ano) e cinco repetições. Para testar a homogeneidade das médias, utilizou-se o teste de Bartlett, sendo que para a variável porcentagem de miniestacas mortas as médias mostraram-se não homogêneas, sendo, portanto, transformadas previamente em ANOVA por $\log x + 10$. Para a comparação de médias, os dados foram submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa MSTAT-C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As miniestacas coletadas no inverno apresentaram resultados satisfatórios no desenvolvimento de raízes, o que pode ser observado pela alta porcentagem de enraizamento (85%), comprimento das três maiores raízes (6,9 cm) e número de raízes formadas por miniestaca (7,4) com mudas de 60 dias (Quadro 1). Com base nesses resultados, evidencia-se o efeito positivo da juvenilidade na formação do sistema radicial adventício, possibilitando a propagação vegetativa de *P. taeda* para fins comerciais, por meio de miniestaquia. Nesse sentido, Wendling e Xavier (2005) recentemente verificaram aumento no número de raízes e maior vigor radicial em clones de *Eucalyptus grandis*, de menor potencial de enraizamento, quando eles foram submetidos à miniestaquia seriada, indicando, assim, um melhor desenvolvimento do sistema radicial quanto maior o grau de juvenilidade das miniestacas.

O maior enraizamento das mudas mais jovens de *P. taeda* possivelmente está relacionado com o balanço adequado entre os diferentes reguladores vegetais, facilitando, assim, o processo de iniciação radicial. Dessa forma, a presença de co-fatores e, ou, a ausência

de inibidores podem estar propiciando o enraizamento adventício (FORD et al., 2002), uma vez que os co-fatores atuam como promotores do enraizamento, devido à interação deles com as auxinas endógenas, inibindo a destruição do ácido indolacético (AIA) pela inativação do sistema AIA-oxidase. Nesse contexto, Greenwood e Weir (1994) afirmaram que a diminuição na porcentagem de enraizamento com o aumento da idade das mudas provavelmente não esteja relacionada somente com a ausência de auxina endógena, mas também pode ser consequência de barreiras químicas, como a presença de inibidores e, ou, a ausência de co-fatores do enraizamento.

Esse efeito positivo da juvenilidade já havia sido relatado por Hamann (1998), o qual constatou aumento na porcentagem de enraizamento com a diminuição da idade das mudas e obteve 90% de enraizamento com mudas de oito meses, não havendo formação de raízes com as plantas de três anos. Dessa forma, verificou-se que a transição da fase juvenil para a adulta ainda não está claramente definida para *P. taeda*, variando de acordo com o genótipo, as condições fisiológicas e os fatores abióticos, que interferem no crescimento e desenvolvimento da planta-matriz e da estaca.

Na primavera, assim como no inverno, verificou-se diminuição no enraizamento com o aumento da idade das mudas. No entanto, em mudas de 60 dias houve queda de 85 para 47,5% do inverno para a primavera. A maior porcentagem de enraizamento das mudas de 60 dias no inverno, em comparação com as demais épocas do ano, possivelmente esteja relacionada ao fato de elas terem sido expostas anteriormente à instalação do experimento a um período de repouso vegetativo, ocasionado pelos meses de inverno, que antecederam a coleta das brotações, causando um acúmulo de carboidratos favoráveis à formação de raízes. Na primavera, em geral, as mudas de 90, 120 e 150 dias apresentaram os melhores resultados para as variáveis porcentagem de enraizamento, comprimento das três maiores raízes e número e massa seca de raízes formadas, em comparação com as demais épocas do ano, à exceção da massa seca em mudas de 90 dias, que não apresentaram diferença entre o inverno e a primavera (quadro 1). Isso ocorre em razão provavelmente, do fato de essas mudas estarem entrando em uma fase de maior atividade metabólica, causada pela primavera, após terem acumulado reserva de substâncias que propiciam melhor desenvolvimento radicial.

Quadro 1 – Percentagem de miniestacas de *P. taeda* enraizadas, comprimento médio das três maiores raízes, número e massa seca de raízes e percentagem de miniestacas sobreviventes e mortas, de diferentes idades, coletadas de mudas nas quatro estações do ano

Table 1 – Percentage of rooted minicuttings of *P. taeda*, mean length of the three larger roots, root number and dry weight, percentage of surviving and dead minicuttings, of different age, collected from cuttings during the winter of 2003

	Inverno		Primavera		Verão		Outono	
	Enraizadas							
60 dias	85,00	¹ a A	47,50	a C	62,50	a B	8,75	a D
90 dias	33,75	b A	17,50	c B	32,50	b A	2,50	ab C
120 dias	8,75	c B	36,25	b A	26,25	b A	0,00	b B
150 dias	17,50	b A	40,00	ab A	8,75	c B	0,00	b B
	Comprimento médio das três maiores raízes (cm)							
60 dias	6,92	a A	6,70	ab A	3,09	a B	1,05	a C
90 dias	5,83	a B	8,22	a A	3,06	a B	0,40	a C
120 dias	1,16	b BC	5,62	b A	2,34	ab B	0,00	a C
150 dias	2,81	b A	6,03	b A	1,34	b B	0,00	a B
	Número médio de raízes							
60 dias	7,39	a B	11,64	a A	1,97	a C	1,00	a D
90 dias	6,19	a B	11,76	a A	2,02	a B	0,60	a C
120 dias	2,20	b B	12,70	a A	1,94	a B	0,40	a C
150 dias	2,30	b B	9,00	b A	0,97	a C	0,20	a C
	Massa seca de raízes (mg)							
60 dias	25,09	b A	29,75	bc A	8,53	a C	2,16	a D
90 dias	30,00	a B	30,69	b A	9,66	a B	1,56	a D
120 dias	6,30	c B	35,48	a A	9,77	a B	0,72	a C
150 dias	8,27	c B	28,09	c A	3,58	b B	0,50	a C
	Sobreviventes							
60 dias	13,75	c D	51,25	b B	37,50	c C	91,25	a A
90 dias	66,25	b B	50,00	b BC	65,00	b B	97,50	a A
120 dias	81,25	a A	53,75	b C	72,50	b B	97,50	a A
150 dias	91,25	a B	71,25	a C	88,70	a B	96,25	a A
	Mortas							
60 dias	1,25	a A	1,25	¹ b A	0,00	a B	0,00	a B
90 dias	1,25	a B	11,25	a A	2,50	a B	0,00	a B
120 dias	0,00	a B	10,00	a A	1,25	a B	15,00	a A
150 dias	0,00	a B	10,00	a A	2,50	a B	3,75	a AB

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical para a idade das mudas de *P. taeda* e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal para as estações do ano não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento instalado no verão, foram obtidas altas porcentagens de enraizamento (62,50%), com a utilização de mudas de 60 dias (Quadro 1). Resultados semelhantes, quanto à percentagem de enraizamento (60%), foram verificados por Murthy e Goldfarb (2001), utilizando plantas-matrizes de *P. taeda* de três anos, rejuvenescidas com podas sucessivas e coletadas no verão. Contudo, Rowe et al. (2002) constataram menor média na percentagem de enraizamento (34,7%) em estacas de *P. taeda* coletadas na mesma época do ano.

As mudas de 60, 90 e 120 dias apresentaram raízes formadas de melhor qualidade, o que pode ser evidenciado

pelo maior número e maior massa seca de raízes. No comprimento das três maiores raízes não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos; contudo, à medida que diminuiu a idade das mudas (60 e 90 dias), o comprimento das raízes aumentou (3,0), em comparação com mudas de 120 e 150 dias (Quadro 1).

No outono houve baixa percentagem de enraizamento, sendo que com mudas de 120 e 150 dias não houve formação de raízes (Quadro 1). Isso ocorreu, possivelmente, pelo fato de que as miniestacas coletadas no outono foram expostas a um período de crescimento vegetativo intenso, ocasionado pelas estações que

antecedem (verão e primavera) e, portanto, estão entrando em fase de reduzida atividade metabólica, o que, conseqüentemente, resulta na redução da formação de raízes adventícias. Essa queda na porcentagem de enraizamento no outono também foi constatada por Foster et al. (2000) com estacas de *P. taeda*, sendo observados 50% de enraizamentos nas estacas coletadas na primavera e 20% nas colhidas no outono.

Em geral, verificou-se baixa mortalidade em todas as épocas do ano, e as mudas de 90, 120 e 150 dias coletadas na primavera e as de 120 dias coletadas no verão foram as que apresentaram os maiores índices, variando de 10 a 15%. Com relação à porcentagem de miniestacas sobreviventes, observaram-se os maiores índices no experimento instalado no outono, com diferença estatística nas demais épocas do ano, à exceção das mudas de 120 dias, no inverno (Quadro 1).

4. CONCLUSÕES

- A idade das mudas apresenta influência na promoção do sistema radicial de miniestacas de *P. taeda*, de forma que o aumento no índice de enraizamento ocorre com a diminuição da idade das mudas.
- Miniestacas de *P. taeda* possuem heterogeneidade de resposta quanto ao enraizamento, nas quatro estações do ano. O inverno foi a época mais favorável para a coleta das miniestacas.

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado e a empresa Comfloresta, pelo fornecimento do material e financiamento do projeto.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF.

Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2005. Brasília: 2006. 86p.

FOSTER, G. S.; STELZER, H. E.; MCRAE, J. B. Loblolly pine cutting morphological traits: effects on rooting and field performance. **New Forests**, v.19, n.3, p.291-306, 2000.

GOLDFARB, B. et al. Effects of root morphology on nursery and first-year field growth of rooted cutting of loblolly pine. **Southern Journal Applied Forestry**, v.22, n.4, p.231-234, 1998.

GREENWOOD, M. S. Juvenility and maturation in conifers: current concepts. **Tree Physiology**, v.15, n.7/8, p.433-438, 1995.

GREENWOOD, M. S.; WEIR, R. J. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxin and family on rooting by hypocotyls cuttings. **Tree Physiology**, Victoria, v.15, n.1, p.41-45, 1994.

HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. **Tree Physiology**, v.12, n.3, p.175-180, 1998.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Biodiversidade e áreas protegidas.** Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap>>. Acesso em: janeiro 2007.

KIBBLER, H.; JOHNSTON, M. E.; WILLIAMS, R. R. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell 2 Seasonal influences of temperature, rainfall, flowering and auxins on the stock plant. **Scientia Horticulturae**, v.102, n.3, p.343-358, 2004.

LEBUDE, A. V. et al. Mist level influences vapor pressure deficit and gas exchange during rooting of juvenile stem cuttings of loblolly pine. **Hortscience**, v.40, n.5, p.1448-1456, 2005.

MURTHY, R.; GOLDFARB, B. Effect of handling and water stress on water status and rooting of loblolly pine stem cuttings. **New Forests**, v.21, n.3, p.217-230, 2001.

ROWE, D. B. et al. Nitrogen nutritional of hedged stock plants of loblolly pine. II. Influence of carbohydrate and nitrogen status on adventitious rooting of stem cuttings. **New Forests**, v.24, n.1, p.53-65, 2002.

SCHULTZ, R. I. Genetics and tree improvement. In: SCHULTZ, R. I. **Loblolly pine: the ecology and culture of loblolly pine (*Pinus taeda* L.)**. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1997. p.1-50.

R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.399-404, 2007



VALDÉS, A. E.; FERNÁNDEZ, B.; CENTENO, M. L. Hormonal changes throughout maturation and ageing in *Pinus pinea* **Plant Physiology and Biochemistry**, v.42, p.335-340, 2004.

WENDLING, I. et al. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p.181-186, 2000.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência da miniestaquia seriada no vigor radicular de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.681-689, 2005.

XIANG, B.; LI, B. L.; McKEND, S. Genetic gain and selection efficiency of loblolly pine in three geographic regions. **Forest Science**, v.49, n.2, p. 196-208, 2003.