



## Substratos Alternativos para Produção de Mudanças de *Eucalyptus badjensis*, obtidos a partir de Resíduos das Indústrias Madeireira e Cervejeira e da Caprinocultura

Shizuo Maeda<sup>1</sup>  
Guilherme de Castro Andrade<sup>2</sup>  
Carlos Alberto Ferreira<sup>3</sup>  
Helton Damin da Silva<sup>4</sup>  
Raul Bortolotto Agostini<sup>5</sup>

### Introdução

No Brasil, a cadeia produtiva do negócio florestal assume grande importância social e econômica, em função da renda e dos empregos gerados. Nessa cadeia produtiva, o setor de celulose e papel tem expressiva participação. Em 2005, 220 empresas de papel e celulose atuavam em 450 municípios de 16 Estados brasileiros, gerando 108 mil empregos diretos (ASSOCIAÇÃO..., 2006). Em 2002, havia cerca de 6,1 milhões de ha plantados com espécies florestais no Brasil, dos quais aproximadamente 4,8 milhões de ha ocupados com espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, sendo 1,4 milhão de ha destinados à produção de papel e celulose (SOCIEDADE..., 2006). No contexto mundial, o País é importante produtor e consumidor de celulose e papel, ocupando a 7ª posição como produtor de celulose e a 11ª como produtor de papel, além de ser um importante consumidor desses produtos (ASSOCIAÇÃO..., 2006).

As indústrias de base florestal geram sobras durante o processamento mecânico, físico e químico da madeira, as quais são genericamente denominadas de resíduos. No

processo "kraft" para extração de celulose, além de resíduos denominados tecnicamente de "dregs" e "grits", são gerados a lama de cal e lodo orgânico resultante do tratamento de efluentes líquidos (BERGAMIN et al., 1994), enquanto, no branqueamento da celulose, predomina a produção de cinza de caldeira, resíduo celulósico e lama de cal (MORO, citado por BELLOTE et al., 1998, p. 100). Tais resíduos possuem alto conteúdo de matéria orgânica e podem conter minerais que, pelas suas características químicas e quantidades presentes, tornam-se prejudiciais ao ambiente, necessitando, dessa forma, de medidas adequadas para a sua disposição.

Por sua vez, no processamento mecânico da madeira em serrarias, fábricas de compensados e laminados, além de cascas e maravalha, são gerados resíduos como costaneiras e serragem. Embora tais resíduos sejam utilizados como fonte energética e mais recentemente no fabrico de painéis reconstituídos como MDF, os mesmos não são integralmente aproveitados devido à grande quantidade gerada, à sua localização descentralizada ou ainda às grandes distâncias dos centros consumidores, demandando altos custos de transporte. Por falta de

<sup>1</sup> Engenheira Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. maeda@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. andrade@cnpf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. calberto@cnpf.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. helton@cnpf.embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro Florestal. raulbortolotto@gmail.com

destinação imediata, grandes quantidades desses resíduos foram sendo gradativamente empilhadas, assim permanecendo por muitos anos, encontrando-se, atualmente, em diversos estágios de decomposição. É prática relativamente comum a queima desses resíduos a céu aberto ou sua combustão espontânea, com a emissão de particulados para a atmosfera, provocando reações adversas na população das áreas próximas.

Da mesma forma, no processo de produção de cerveja, são gerados resíduos, embora de menor importância pela quantidade gerada.

Por ser importante componente no custo de produção de mudas, há necessidade de se disponibilizar substratos alternativos aos viveiristas para a produção de mudas das espécies de interesse econômico. Assim, resíduos das indústrias madeireira e cervejeira e da caprinocultura foram avaliados como substratos para a produção de mudas de *Eucalyptus badjensis* em experimento conduzido na *Embrapa Florestas*, em Colombo, PR.

## Material e Métodos

Os substratos, avaliados, com e sem adubação na base, foram:

- 1) mistura de um produto comercial com casca de *Pinus*, numa relação volume/volume - v/v - de 1/1;
- 2) composto de resíduo de malte com serragem (relação v/v de 1/4);
- 3) composto de resíduo celulósico com serragem (relação v/v de 1/1);
- 4) mistura do tratamento 3 com casca de *Pinus* (relação v/v de 1/1);
- 5) composto de resíduo de lixívia celulósica com serragem (relação v/v de 4/1);
- 6) composto de resíduo de lixívia celulósica com serragem (relação v/v de 3/2);
- 7) mistura do produto do tratamento 6 com casca de *Pinus* (relação v/v de 1/1) e,
- 8) esterco de caprino compostado com casca de *Pinus* (relação v/v de 3/2).

O substrato 1, com adubação na base, constituiu-se no tratamento padrão do presente estudo, por ser a formulação utilizada na produção de mudas de espécies de *Eucalyptus* no viveiro da *Embrapa Florestas*.

A adubação na base (em m<sup>3</sup> de substrato) foi composta por: 4 kg de NPK fórmula 8-28-16; 3 kg de superfosfato simples e 1 kg de FTE BR12. Em todos os tratamentos foram realizadas aplicações, em cobertura, de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. Os resultados da análise química dos substratos encontram-se relacionados na Tabela 1.

Os substratos foram acondicionados em tubetes de polietileno com capacidade de 50 mL. Sementes peletizadas (duas por tubete) de *E. badjensis* foram utilizadas na semeadura realizada em 30 de agosto de 2005. As avaliações foram realizadas aos 103 dias após a semeadura. As variáveis avaliadas foram a altura, diâmetro do colo, massa seca das raízes e o estado de agregação raiz x substrato.

## Resultados e Discussão

Em geral, os substratos avaliados apresentaram adequadas características químicas para a produção de mudas, em tubetes, de espécies florestais tolerantes à acidez, como são os casos das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. As exceções foram os substratos 5 e 6, que apresentaram teores abaixo do crítico para deficiência de P para produção de mudas de *Eucalyptus* (Tabela 1), conforme padrões estabelecidos por Barros & Novais (1999).

Embora os teores de K, Ca e Mg trocáveis (Tabela 1) também tenham se enquadrado em níveis considerados adequados por Valeri & Corradini (2000) e Barros & Novais (1999), em função do volume de substrato utilizado, a quantidade total de K, Ca e Mg trocáveis disponível, sem considerar as perdas por lixiviação provocada pela irrigação, podem ser insuficientes para a obtenção de mudas de boa qualidade.

Com relação à análise do efeito dos substratos, sem adubação na base, as maiores alturas de planta foram observadas nos tratamentos 1, 2 e 8; em nível intermediário, situaram-se os tratamentos 4 e 7, e as menores alturas foram observadas nos tratamentos 3, 5 e 6 (Tabela 2). Nos tratamentos 1, 2 e 8, as alturas médias de plantas se ajustaram ao padrão de qualidade estabelecido, para esta característica, por Guerreiro & Colli Júnior (1984) para mudas *Eucalyptus spp.*, o qual varia de 15 a 35 cm.

A adubação na base favoreceu o crescimento das plantas em altura nos tratamentos 3, 4, 5 e 6, sendo que desses, os tratamentos 3, 5 e 6 continuaram apresentando os menores valores para esta característica, enquanto que o tratamento 4 se igualou aos melhores, inclusive ao tratamento padrão (Tabela 2), e ajustando-se ao padrão de altura estabelecido por Guerreiro & Colli Júnior (1984).

As alturas médias das plantas nos tratamentos 2, 4 e 8, com adubação na base, foram idênticas ao substrato padrão do experimento, indicando que, com base apenas nesta variável, é possível utilizar os mesmos na produção de mudas de *E. badjensis* em tubetes de 50 mL. Por outro lado, a altura de plantas alcançadas nos tratamentos 1, 2 e 8, sem adubação na base, mostrou que, analisando unicamente por esta variável, a adubação na base pode ser dispensada, uma vez que não se observou resposta à sua aplicação (Tabela 2).

A mistura de casca de *Pinus* nos substratos dos tratamentos 3 (constituindo o substrato do tratamento 4) e 6 (constituindo o substrato do tratamento 7), proporcionou condições para melhor crescimento das plantas em altura, principalmente no substrato do tratamento 4, com adubação na base, indicando ser tecnicamente viável seu aproveitamento para a produção de mudas de *E. badjensis* em tubete de 50 mL, visto que apresentou desempenho idêntico ao substrato padrão (Tabela 2).

Observou-se, em geral, que plantas de tratamentos com menor diâmetro de colo também apresentaram menor altura e que houve resposta positiva para a adubação na base para esta variável nos tratamentos 3, 4, 5 e 6, que correspondem aos tratamentos com plantas de menor altura, exceto o tratamento 4 (Tabela 2). A melhoria nesta variável, para os tratamentos 3, 4, 5 e 6, em resposta à adubação na base, é importante na melhoria da resistência das plantas à manipulação durante o plantio no campo e para a sobrevivência e desenvolvimento das mesmas. Em nenhum dos tratamentos o diâmetro de colo das plantas avaliadas alcançou o valor mínimo estabelecido por Guerreiro & Colli Júnior (1984) como padrão para espécies de *Eucalyptus* (2 mm). Apesar disso, verificou-se, numa avaliação subjetiva, baseada na resistência e flexibilidade do caule, que plantas dos tratamentos 1, 2, 7 e 8, sem adubação na base, e 1, 2, 4, 7 e 8, com adubação na base, apresentavam características adequadas ao transplante no campo.

Em geral, plantas com maior altura apresentaram maior massa seca da raiz. A adubação na base nos tratamentos 3, 5 e 6 proporcionou condições para o melhor desenvolvimento das plantas, principalmente das raízes, de forma que as massas secas observadas nos tratamentos 3 e 5 se assemelharam ao tratamento padrão do estudo (Tabela 2). O adequado desenvolvimento das raízes é importante uma vez que o número de ápices radiculares

tende a ser tanto maior quanto maior o volume do sistema radicular, o que resulta na absorção e transporte mais eficiente de água e nutrientes, bem como em maior produção de reguladores de crescimento (REIS et al., 1989).

A agregação do sistema radicular com o substrato é importante para garantir o “pegamento”, a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas após o plantio no campo. De acordo com o critério mencionado por Aguiar et al. (1989), para a avaliação da qualidade da muda produzida em tubete, quanto mais o valor da nota para a variável estado de agregação raiz x substrato se aproximar de 5, melhor a agregação. Ainda por este critério, a nota 4 indica limitações quanto à compactação e à aderência do complexo substrato x sistema radicular ao tubete. O estado de agregação do substrato com o sistema radicular foi adequado nos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 8 com adubação na base e nos tratamentos 1, 2, 7 e 8 sem adubação na base (Tabela 2).

## Conclusões

- a) os substratos 2 e 8 podem ser utilizados para a produção de mudas de *E. badjensis*, com ou sem adubação na base em tubetes de 50 mL, enquanto que o substrato do tratamento 4 pode ser utilizado somente com adubação na base;
- b) a ausência de adubação na base não prejudicou o desenvolvimento das plantas de *E. badjensis* no substrato do tratamento padrão e,
- c) o estado de agregação do substrato com o sistema radicular foi adequado nos tratamentos 1, 2 e 8, com e sem adubação na base, nos tratamentos 4 e 5, com adubação na base, e no tratamento 7, sem adubação na base.
- d) à exceção dos substratos 5 e 6, que apresentaram teores de P abaixo do nível de suficiência, os demais substratos apresentaram características químicas adequadas para a produção de mudas de espécies florestais tolerantes à acidez.

TABELA 1 Resultados de análise química dos substratos, sem adubação de base, dos tratamentos estudados.

Substrato	pH *	Variáveis										
		K	Ca	Mg	Al	H + Al	P	Na	V	C	N	C/N
		cmolc.dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>		%	g.kg <sup>-1</sup>		
1	5,1	1,8	15,0	6,2	0,4	4,8	465,0	60,0	82,7	268,1	6,4	42,0
2	3,8	0,6	5,5	6,5	1,4	6,4	1139,0	48,0	66,4	317,4	20,2	15,7
3	6,5	0,6	12,9	6,3	0,0	2,2	599,0	117,5	90,1	249,1	13,5	18,4
4	5,5	1,0	12,1	6,7	0,2	3,2	405,0	60,0	83,2	317,5	9,5	33,3
5	4,9	0,4	8,6	3,1	0,5	2,5	7,5	18,0	83,1	297,0	10,7	27,6
6	5,2	0,4	10,8	6,3	0,6	2,4	8,2	43,0	87,8	338,0	10,3	32,8
7	4,9	2,1	11,1	3,0	0,4	4,1	295,0	60,0	79,7	170,7	10,1	15,8
8	5,0	4,1	13,0	3,5	0,2	3,2	251,0	440,0	86,6	181,1	16,9	10,1

\* pH em CaCl<sub>2</sub>.

TABELA 2 Altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz e estado de agregação raiz x substrato de mudas de *Eucalyptus badjensis*, obtidas em diferentes substratos, com (C) e sem (S) adubação de base.

Substrato*	Variáveis **							
	Altura muda - cm		Diâmetro de colo - mm		Massa seca raiz - g		Agregação	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
1	17,1 a	16,1 ab	1,84 a	1,67 ab	0,24 a	0,21 a	4,8 a	4,9 a
2	16,9 a	18,2 a	1,81 a	1,77 a	0,22 a	0,23 a	4,8 a	4,8 a
3	11,1 b A	8,3 d B	1,31 cd A	1,01 cd B	0,17 a A	0,11 bc B	3,8 b	3,5 a
4	16,0 a A	10,7 cd B	1,69 a A	1,27 bc B	0,22 a	0,16 ab	4,8 a A	4,0 a B
5	11,8 b A	4,4 e B	1,39 bc A	0,68 d B	0,16 ab A	0,04 c B	4,8 a A	2,5 b B
6	9,1 b A	4,6 e B	1,13 bc A	0,68 d B	0,15 b A	0,05 c B	4,0 b A	2,3 b B
7	12,8 b	13,5 bc	1,33 cd	1,43 abc	0,17 a	0,21 a	4,0 b B	4,7 a A
8	14,9 a	15,5 ab	1,62 ab	1,69 ab	0,18 a	0,21 a	4,8 a	4,9 a
CV (%)	12,6	10,0	14,5	7,3	30,3	19,7	2,0	1,7

\* 1) produto comercial + casca de pínus (1/1) - padrão; 2) composto de serragem com resíduo de malte (1/4); 3) composto de serragem com resíduo celulósico (1/1); 4) mistura do tratamento 3 com casca de pínus (1/1); 5) composto serragem com lixívia celulósica (4/1); 6) composto serragem com lixívia celulósica (3/2); 7) composto tratamento 6 e casca de pínus (1/1); 8) composto de esterco de caprino.

\*\* médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% e F a 5%, respectivamente.

## Referências

AGUIAR, I. B. de; VALERI, S. V.; BANZATTO, D. A.; CORRADINI, L.; ALVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, Piracicaba, n. 41-42, p. 36-43, jan./dez., 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Informe anual**. Disponível em <<http://www.bracelpa.org.br/br/anual/perfil2006.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2006

BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 303-305.

BELLOTE, A. F. J. B.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. de. C. A. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 99-106, jul./dez., 1998.

BERGAMIN, F. N.; ZINI, C. A.; GONZAGA, J. V.; BORTOLAS, E. Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou resíduo? In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. **Anais**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1994. p. 97-120.

GUERREIRO, C. A.; COLLI JÚNIOR, G. Controle de qualidade de mudas de *Eucalyptus spp* na Champion Papel e Celulose S.A. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: Métodos de Produção e Controle de Qualidade de Sementes e Mudas Florestais, 1984, Curitiba. **Simpósio internacional...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná; [Viena]: IUFRO, 1984, p. 127-133.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas.**

Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 427 p.

#### Comunicado Técnico, 157

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Florestas**

Endereço: Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

Fone / Fax: (0\*\*) 41 3675-5600

E-mail: [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

Para reclamações e sugestões *Fale com o*

*Ouvidor*: [www.embrapa.br/ouvidoria](http://www.embrapa.br/ouvidoria)

1ª edição

1ª impressão (2006): conforme demanda



#### Comitê de publicações

**Presidente:** Luiz Roberto Graça

**Secretária-Executiva:** Elisabete Marques Oaida

**Membros:** Álvaro Figueredo dos Santos

Edilson Batista de Oliveira / Honorino R. Rodigheri /

Ivar Wendling / Maria Augusta Doetzer Rosot / Patrícia

Póvoa de Mattos / Sandra Bos Mikich / Sérgio Ahrens

**Supervisor editorial:** Luiz Roberto Graça

**Revisão texto:** Mauro Marcelo Berté

**Normalização bibliográfica:** Elizabeth Câmara

Trevisan / Lidia Woronkoff

**Foto:** Shizuo Maeda

**Editoração eletrônica:** Mauro Marcelo Berté

#### Expediente