

# Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal

Filipe Valadão Cacau<sup>(1)</sup>, Geraldo Gonçalves dos Reis<sup>(1)</sup>, Maria das Graças Ferreira Reis<sup>(1)</sup>, Hélio Garcia Leite<sup>(1)</sup>, Frederico de Freitas Alves<sup>(1)</sup> e Felipe Coelho de Souza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/nº, Departamento de Engenharia Florestal, CEP 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: f\_cacau@yahoo.com.br, greis@ufv.br, mgfreis@ufv.br, hglete@gmail.com, fredfa2003@yahoo.com.br, felippeenf@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de decepa de plantas jovens de eucalipto, para produção de árvores de menor diâmetro, com colheita facilitada por pequenos produtores; ou para recuperação de povoamentos jovens severamente danificados e produção de biomassa para energia em ciclos curtos. O experimento foi conduzido em sistema agroflorestal, com espaçamento entre plantas de 9,5x4 m. O crescimento de plantas intactas foi comparado ao de brotações de decepadas realizadas aos nove ou doze meses após plantio. Aos seis ou nove meses após a decepa, realizou-se a desbrota, para deixar dois ou três brotos por cepa. Quando a desbrota foi realizada aos 12 meses após a decepa, todos os brotos dominantes foram deixados. Um tratamento sem desbrota também foi avaliado. Aos 42 meses após plantio, o tratamento sem desbrota apresentou o mesmo número de brotos por cepa que o de plantas desbrotadas para três brotos. O diâmetro das brotações foi equivalente a 69% do valor estimado para as plantas intactas. O valor assintótico de produção das brotações, da maioria dos tratamentos de decepa aos nove meses, foi igual ao das plantas intactas, o que evidencia a viabilidade da decepa sem a realização da desbrota, em sistemas agroflorestais.

Termos para indexação: *Eucalyptus*, clone de eucalipto, desbrota, madeira para carvão, recuperação de povoamentos.

## Juvenile eucalypt plant coppicing and sprout management in agroforestry system

Abstract – This study aimed to evaluate juvenile eucalypt clone plant coppicing, in order to obtain small diameter logs, in the first rotation, which facilitates harvesting by small farmers; or to recover damaged young stands and to produce biomass for energy in short rotations. The experiment was carried out in an agroforestry system with 9.5x4 m spacing. Intact plant growth was compared to sprout growth from coppicing at nine and twelve months after planting. At six or nine months after coppicing, sprout thinning was carried out to leave two or three sprouts per stump. When thinning was done after 12 months of coppicing, all dominant sprouts were left. A treatment without thinning was also evaluated. Forty-two months after planting, treatment without thinning showed about the same amount of sprouts per stump as those thinned to three sprouts per stump. The estimated asymptotic value for sprout diameter was 69% of that for intact plants. The asymptotic value for sprout production, for most treatments of plants coppiced nine months after planting, was similar to that obtained for intact plants, which indicates that coppicing young eucalypt plants, without sprout thinning, can be used in agroforestry systems.

Index terms: *Eucalyptus*, eucalypt clone, sprout thinning, charcoal wood, stand recovering.

### Introdução

O manejo dos povoamentos de eucalipto por talhadia pode tornar-se vantajoso, pois a taxa de crescimento inicial de brotações é superior à de povoamentos para alto fuste, com mesma idade, o que pode resultar em antecipação da produtividade máxima (Kauppi et al., 1988; Tewari et al., 2004).

A maior taxa inicial de crescimento da brotação, em comparação à de plantas estabelecidas a partir

de mudas, se deve, principalmente, à presença de um sistema radicular já estabelecido, o que facilita a absorção de água e nutrientes e o uso de reservas orgânicas e inorgânicas, presentes na cepa ou nas raízes (Blake, 1983; Reis & Kimmins, 1986; Teixeira et al., 2002; Kabeya & Sakai, 2005; Walters et al., 2005). Reis & Kimmins (1986) observaram que, após decepa de plantas jovens de eucalipto que cresciam em vasos, o sistema radicular contribuiu com 75% do fósforo requerido para o crescimento dos brotos,

em solo relativamente fértil, e 100%, em solo pouco fértil, 1,5 mês após decepta das plantas. Esses valores decresceram para 70 e 81%, aos 2,5 meses. Mesmo quando a decepta é realizada em plantas jovens, há contribuição das reservas da cepa e das raízes para o crescimento rápido da brotação, e sua produtividade pode atingir ou superar a produção do povoamento estabelecido a partir de mudas, o que torna a decepta um tratamento silvicultural viável.

No Brasil, muitos povoamentos de eucalipto destinados à produção de carvão vegetal, para suprimento de empresas siderúrgicas, bem como para produção de celulose e papel, são manejados com condução de pelo menos uma talhadia. Quando mais de um broto é mantido por cepa, as árvores, por ocasião da colheita final, apresentam diâmetros reduzidos. A colheita sob alto fuste é feita em idades de cinco a sete anos, o que justifica a predominância de estudos sobre o manejo de brotações de árvores adultas (Paiva et al., 1983; Simões & Coto, 1985; Miranda et al., 1998; Faria et al., 2002; Cavichiolo et al., 2004).

Nos últimos anos, foram estabelecidas áreas extensas de sistemas agroflorestais (SAF), com uso do eucalipto em espaçamentos amplos (cerca de 250 árvores ha<sup>-1</sup>), o que tem gerado várias pesquisas sobre o tema (Andrade et al., 2001, 2003; Dubè et al., 2002; Couto et al., 2004; Oliveira et al., 2007, 2008). O grupo Votorantim estabeleceu sistemas de consórcio, na região do Cerrado, no Noroeste do Estado de Minas Gerais, com o componente florestal destinado, principalmente, à produção de madeira serrada e postes (Votorantim Metais, 2005). Na região Sul do País, esse sistema de consórcio vem sendo utilizado, recentemente, para a produção de polpa de celulose e papel (Votorantim Celulose e Papel, 2007).

Com a crescente demanda de madeira de eucalipto e a elevação dos preços dos produtos florestais, os pequenos e médios proprietários rurais se deparam com a oportunidade de plantar eucalipto. Em 2006, o plantio de eucalipto por proprietários rurais, fomentado por associadas da Abraf, correspondeu a 25% da área total plantada com eucalipto no Brasil; e entre 2006 e 2007, houve aumento de 38,6% (Abraf, 2007). Além disso, há os proprietários que plantam de forma independente. Também, tem sido crescente o plantio em sistemas agrissilvipastoris.

O sistema de consórcio é estabelecido para ciclo de corte mais longo e prioriza a produção de madeira de

maior diâmetro, especialmente para a produção de postes e toras para serraria. Por sua vez, os pequenos produtores rurais, interessados em produzir madeira para carvão com SAF, muitas vezes não possuem máquinas e equipamentos para manipular toras de grandes dimensões; além disso, esses produtores têm interesse em rotações menores, para possível antecipação de receitas.

Uma das formas de se obterem toras de dimensão reduzida, em sistemas agroflorestais, é por meio da decepta de plantas jovens, deixando-se mais de um broto por cepa para manter a produtividade elevada. Têm sido desenvolvidos trabalhos com a decepta de plantas jovens de eucalipto, com posterior manejo da brotação, como forma de se obter madeira de reduzido diâmetro na primeira rotação, sem que haja queda na produtividade do SAF (Oliveira, 2006; Oliveira et al., 2008). A decepta de plantas jovens também pode ser utilizada para recuperação de povoamentos danificados por geada, deficiência hídrica do solo, pragas, doenças, entre outros – desde que não tenha ocorrido dano permanente à planta. Além disso, trata-se de técnica silvicultural importante para a produção de biomassa para energia, em curta rotação.

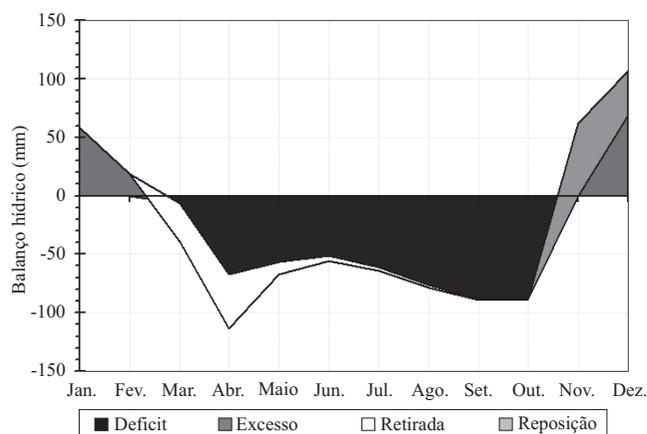
O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de decepta de plantas jovens de eucalipto, para a produção de árvores de menor diâmetro, com colheita facilitada por pequenos produtores; ou para recuperação de povoamentos jovens severamente danificados e produção de biomassa para energia, em ciclos curtos.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em um povoamento do clone 58 de eucalipto, híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, estabelecido no espaçamento de 9,5x4 m, em um sistema agroflorestal, em área da empresa Votorantim Metais Zinco S.A. (VMZ), em Vazante, região Noroeste do Estado de Minas Gerais (17°36'9"S e 46°42'2"W, com altitude de 550 m). A temperatura média anual no local é de 26,3°C, com precipitação média anual de 1.330 mm, evapotranspiração potencial de 1.666 mm e déficit hídrico de 497 mm, de março a outubro (Figura 1). O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa, e a vegetação original era constituída por cerrado, com variações de campo limpo até matas.

Em julho de 2004, foi realizado o plantio das mudas de eucalipto, com irrigação na cova. No final de outubro, foi realizada a semeadura de arroz (*Oryza sativa*). O preparo do solo, para o plantio do eucalipto e do arroz, constituiu-se de uma gradagem pesada e duas niveladoras, com a incorporação de 4 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico zínico (85% de PRNT). Na linha de plantio do eucalipto, foi feita subsolagem à profundidade de 30–40 cm, com a adição de 150 kg de fosfato reativo de gafsa por hectare, aplicado em filete contínuo no sulco de plantio. A adubação para o plantio do eucalipto constituiu-se de 130 g de NPK 10–28–6 + 0,5% de Zn + 0,3% de B por planta, aplicados em duas covetas de 15 cm de profundidade, distantes aproximadamente 10 cm da muda. Para o arroz, a adubação consistiu de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 4–30–16 + 0,3% de Zn, aplicados em filete na linha de plantio. Para facilitar os tratamentos culturais e reduzir os efeitos de competição entre as culturas, o arroz foi plantado a 1 m da linha de plantio do eucalipto. Em fevereiro de 2005, realizou-se uma adubação de cobertura do eucalipto, à base de 20 g por planta (10 g de cada lado) de Borogram (10% B), em duas covetas laterais de 15 cm de profundidade, a 10 cm da planta. A semeadura da soja, que normalmente ocorreria no início de novembro, por motivos operacionais, foi realizada em janeiro de 2006, após aplicação do herbicida trifluralina e duas gradagens niveladoras. A adubação consistiu de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 2–30–15 + 0,3% de B, aplicados em filete contínuo abaixo e ao lado da semente.

O experimento de decepa foi instalado em abril de 2005, nove meses após o plantio do eucalipto,



**Figura 1.** Balanço hídrico para a área experimental de 1988 a 2007, pelo programa BHídrico GD 4.0 (D'Angiolella & Vasconcellos, 2004).

em delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições e 13 tratamentos: plantas não decepadas (testemunha) e plantas decepadas aos 9 e 12 meses de idade, a 10 cm do solo. Para cada idade de decepa, foi realizada a desbrota, tendo-se deixado dois e três brotos por cepa, aos seis e nove meses após decepa. Aos 12 meses após a decepa, também foi realizada a desbrota, tendo-se deixado todos os brotos dominantes, ou seja, um número variável de brotos por cepa. Avaliou-se também o tratamento sem desbrota após a decepa. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras, com área útil de 20 plantas (760 m<sup>2</sup>), dispostas nas duas linhas centrais (10 plantas em cada linha). O princípio do controle local não foi considerado, em razão da homogeneidade observada na área experimental.

Para controle de matocompetição, foi aplicado produto à base de glifosato, um mês após decepa das plantas, a 1 m de cada lado da linha de plantio. Novas aplicações foram realizadas, sempre que se fizeram necessárias, até que as brotações atingissem tamanho que permitisse a colocação de gado na área.

Aos 42 meses após o plantio, foi determinada a sobrevivência das cepas no campo, e foi realizada a contagem do número de brotos por cepa.

A altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) foram avaliados trimestralmente, dos 15 aos 42 meses após o plantio. Aos 36 meses após o plantio, foram abatidas três árvores sem decepa e brotos de 36 cepas, para realização da cubagem. As medições de diâmetro com casca foram realizadas em seções de um metro, e a fórmula de cubagem utilizada foi a de Smalian. Esses dados foram utilizados para o ajuste do modelo:  $\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{DAP} + \beta_2 \ln \text{Ht} + \epsilon$ , em que: V = volume do fuste; DAP = diâmetro à altura do peito; Ht = altura total.

Para cada tratamento, foram determinadas as variáveis: volume médio por cepa (Vcepa); volume por hectare (Vha); incremento médio anual (IMA); e incremento corrente anual (ICA). O crescimento em DAP, Ht, Vcepa e Vha, em função da idade, foi estudado por meio da análise de regressão não linear, pelo modelo logístico:  $Y_i = [\alpha / (1 + \beta e^{-\gamma t_i})] + \epsilon_i$ ; com taxa de crescimento:  $dY_i/dt_i = \gamma Y_i (\alpha - Y_i) / \alpha$ , em que: Y<sub>i</sub> é a variável dependente (DAP, Ht, Vcepa e Vha); t<sub>i</sub> é a idade do povoamento, em meses;  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são parâmetros do modelo; e  $\epsilon_i$  é o erro aleatório,  $\epsilon \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

Esse modelo foi selecionado, previamente, com base em critérios usuais de avaliação de modelos

(correlação entre valores observados e estimados de Y, análises gráficas de resíduos e realismo biológico do modelo).

Com o objetivo de se avaliar a igualdade estatística entre as curvas de crescimento, empregou-se um teste de identidade de modelo não linear. Para os casos em que foi observada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), entre as curvas de crescimento, foi avaliado, em seguida, se a diferença teria ocorrido em razão da assíntota (parâmetro  $\alpha$ ).

## Resultados e Discussão

Aos 42 meses após o plantio, não foi observada diferença entre tratamentos de decepta e de desbrota, para a sobrevivência média das cepas (Tabela 1). Nessa idade, a sobrevivência média das cepas, das deceptas realizadas aos 9 e aos 12 meses após o plantio, foi de 82,8 e 92,8%, respectivamente; enquanto Oliveira (2006) observou sobrevivência média de 95,5%, aos 90 dias após a decepta, para o mesmo clone. Graça et al. (1999) e Higa & Sturion (1991) observaram sobrevivência de aproximadamente 88% das cepas de *Eucalyptus benthamii*, cortadas aos 7 anos, e de *E. grandis* e *E. camaldulensis*, cortadas aos 10,5 anos de idade. No presente estudo, a redução nos valores da sobrevivência das cepas, com a decepta aos nove meses após o plantio, pode ser explicada pelo efeito da deriva de herbicida aplicado um mês após a decepta e por alguns ataques de formigas, observados na área.

Esses efeitos resultaram na morte de brotações em 6% das cepas.

O número de brotos remanescentes na cepa variou entre os tratamentos de decepta e desbrota, aos 42 meses após o plantio (Tabela 1). Na decepta aos nove meses, o número de brotos por cepa do tratamento sem desbrota, em razão da supressão natural dos brotos dominados até essa idade, foi similar ao do tratamento de desbrota para três brotos por cepa. Isto indica que a desbrota não é necessária, quando é realizada a decepta de plantas jovens. O maior número de brotos por cepa foi observado quando não houve desbrota, nas plantas deceptadas aos 12 meses, possivelmente em razão do maior diâmetro das cepas. Quando houve desbrota para dois brotos, independentemente da idade da decepta, houve surgimento de nova brotação (após a desbrota) em algumas cepas, o que indica quebra da dominância apical.

Os valores assintóticos ( $\alpha$ ) e as tendências de crescimento em diâmetro e em altura (Figura 2 A e B e Tabela 2) diferiram entre os tratamentos.

Os valores assintóticos do crescimento em diâmetro diferiram apenas entre plantas intactas e idades de decepta, e entre idades de realização da decepta. Não foi observada diferença entre tratamentos de desbrota. Paiva et al. (1983) e Simões & Coto (1985) avaliaram o diâmetro das plantas e também não observaram efeito significativo entre tratamentos com condução de dois e três brotos por cepa, mesmo no tratamento sem desbrota. Esses autores observaram, ainda, que o aumento de

**Tabela 1.** Número de brotos e sobrevivência, aos 42 meses após o plantio, em povoamento do clone 58 de eucalipto, de plantas intactas e deceptadas, com e sem desbrota<sup>(1)</sup>.

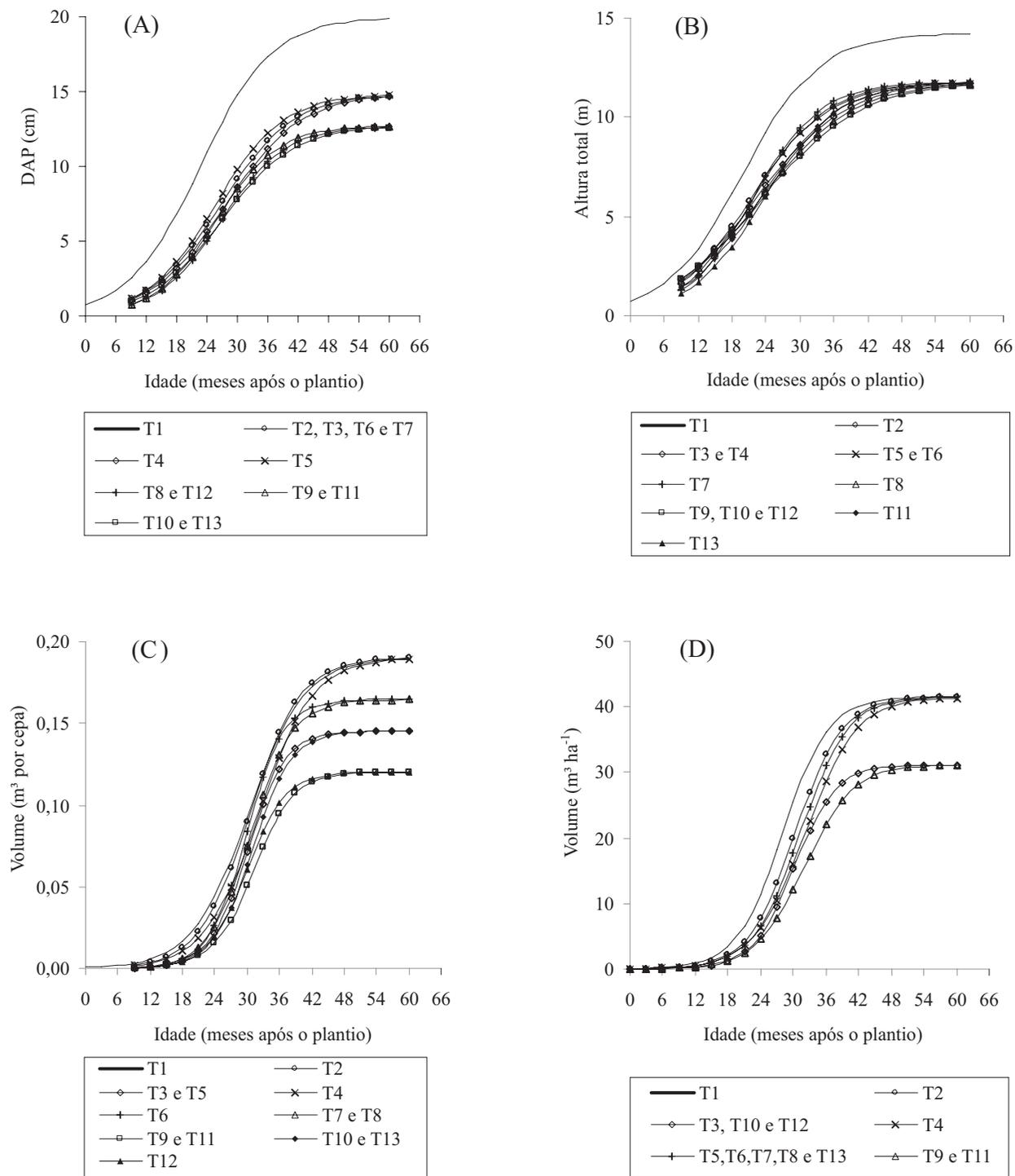
Trat.	Idade da decepta (meses)	Idade da desbrota (meses)	Nº de brotos	Idade (meses)	Nº de brotos	Sobrevivência (%)
1	-( <sup>2</sup> )	-	-	42	1,0	100,0
2	9	SD	SD	33	2,7abc	80,0
3	9	6	2	33	2,2de	83,3
4	9	6	3	33	2,6abc	80,0
5	9	9	2	33	2,0e	91,7
6	9	9	3	33	2,4bcd	78,3
7	9	12	BD	33	2,1de	83,3
8	12	SD	SD	30	3,0a	91,7
9	12	6	2	30	2,1de	88,3
10	12	6	3	30	2,5bcd	91,7
11	12	9	2	30	2,1de	95,0
12	12	9	3	30	2,3cde	95,0
13	12	12	BD	30	2,7ab	95,0
CV (%)					5,81	8,91

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; SD, sem desbrota; BD, brotos dominantes.

<sup>(2)</sup>Planta intacta.

um para dois brotos por cepa promove redução no diâmetro dos brotos. No presente experimento, os diâmetros máximos projetados para plantas decepadas aos nove e doze meses após o plantio, representaram,

respectivamente, 74 e 64% do valor estimado para plantas intactas. Isto ocorreu em razão de essas serem mais velhas que as brotações provenientes da decepa e da existência da competição entre brotos.



**Figura 2.** Curvas de crescimento em DAP (A), altura total (B), volume por cepa (C) e volume por hectare (D), de plantas intactas e brotações do clone 58 de eucalipto.

O valor assintótico em relação à altura total variou ( $p \leq 0,05$ ) apenas entre plantas intactas e brotações, e não diferiu entre idades de decepta e entre tratamentos de desbrota. A estimativa da altura máxima para as brotações foi de 83% do valor estimado para plantas intactas. Isto pode ser explicado pelo fato de que as plantas intactas eram nove ou doze meses mais velhas do que as brotações. Inicialmente, a taxa de crescimento é maior para a brotação do que para as plantas em regime de alto fuste. Em idades mais avançadas, em razão da competição, essas plantas intactas mantêm maior taxa de crescimento do que as brotações (Kauppi et al., 1988).

As tendências de crescimento em diâmetro e altura total variaram entre plantas intactas e brotações e com a época de decepta, a idade e a intensidade de desbrota, diferentemente do observado para o valor assintótico. A estagnação do crescimento em diâmetro e altura total ocorreu até, no máximo, 60 meses após o plantio,

em todos os tratamentos (Figura 2 A e B). Assim, os valores aos 60 meses praticamente corresponderam ao parâmetro  $\alpha$  gerado nas equações de cada tratamento (Tabela 2).

Os valores assintóticos e as tendências de crescimento variaram, entre tratamentos, em relação ao volume ( $m^3$  planta<sup>-1</sup>;  $m^3$  cepa<sup>-1</sup> e  $m^3$  ha<sup>-1</sup>) (Figura 2 C e D e Tabela 2).

Os valores assintóticos, quanto à estimativa do volume por planta intacta, não diferiram ( $p > 0,05$ ) daqueles do volume por cepa das plantas deceptadas aos nove meses após o plantio, nos tratamentos sem a utilização da desbrota e com desbrota aos seis meses deixando-se três brotos (Figura 2 C e Tabela 2). As estimativas obtidas foram mais elevadas do que para os demais tratamentos de decepta e desbrota. O volume por cepa desses dois tratamentos, manejados com brotações, foi similar ao de plantas intactas, em razão de haver maior número de fustes por cepa. Vale

**Tabela 2.** Equações ajustadas para diâmetro (DAP), altura total (Ht), volume por cepa (Vcepa) e volume por hectare (Vha), em razão da idade (I), para plantas intactas e brotações do clone 58 de eucalipto<sup>(1)</sup>.

Trat.	Parâmetros			$r_{yy}$	$S_{yx}$	Parâmetros			$r_{yy}$	$S_{yx}$
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$		
	-----DAP (cm)-----					-----Volume ( $m^3$ por cepa)-----				
1	19,9745	24,5999	0,1417	0,9534	1,3800	0,1902	331,6109	0,1919	0,8860	0,0288
2	14,8304	41,6050	0,1403	0,8766	1,4691	0,1902	632,9726	0,2112	0,8860	0,0288
3	14,8304	41,6050	0,1403	0,8766	1,4691	0,1453	4955,1437	0,2826	0,8741	0,0244
4	14,8304	42,5664	0,1355	0,8766	1,4691	0,1902	619,8201	0,1995	0,8860	0,0288
5	14,8304	44,6808	0,1484	0,8766	1,4691	0,1453	4955,1437	0,2826	0,8741	0,0244
6	14,8304	41,6050	0,1403	0,8766	1,4691	0,1646	5073,2223	0,2857	0,9065	0,0225
7	14,8304	41,6050	0,1403	0,8766	1,4691	0,1646	2475,8101	0,2548	0,9065	0,0225
8	12,6990	67,7559	0,1579	0,8752	0,9670	0,1646	2475,8101	0,2548	0,9065	0,0225
9	12,6990	72,1656	0,1659	0,8752	0,9670	0,1204	4201,2912	0,2677	0,8231	0,0242
10	12,6990	43,7068	0,1411	0,8752	0,9670	0,1453	4827,8578	0,2743	0,8741	0,0244
11	12,6990	72,1656	0,1659	0,8752	0,9670	0,1204	4201,2912	0,2677	0,8231	0,0242
12	12,6990	67,7559	0,1579	0,8752	0,9670	0,1204	3942,8121	0,2763	0,8231	0,0242
13	12,6990	43,7068	0,1411	0,8752	0,9670	0,1453	4827,8578	0,2743	0,8741	0,0244
	-----Altura total (m)-----					-----Volume ( $m^3$ ha <sup>-1</sup> )-----				
1	14,2371	18,7407	0,1477	0,8812	1,5544	41,4924	855,7513	0,2409	0,9724	2,9869
2	11,7811	21,9348	0,1451	0,8235	1,1926	41,4924	1195,6258	0,2334	0,9724	2,9869
3	11,7811	17,0413	0,1276	0,8235	1,1926	31,1817	2582,6319	0,2604	0,9758	0,8159
4	11,7811	17,0413	0,1276	0,8235	1,1926	41,4924	883,3780	0,2109	0,9724	2,9869
5	11,7811	28,2590	0,1540	0,8235	1,1926	41,4924	1382,4754	0,2313	0,9724	2,9869
6	11,7811	28,2590	0,1540	0,8235	1,1926	41,4924	1382,4754	0,2313	0,9724	2,9869
7	11,7811	37,7342	0,1677	0,8235	1,1926	41,4924	1382,4754	0,2313	0,9724	2,9869
8	11,7811	17,3233	0,1238	0,8235	1,1926	41,4924	1382,4754	0,2313	0,9724	2,9869
9	11,7811	15,0294	0,1160	0,8235	1,1926	31,1817	1214,3068	0,2217	0,9363	0,8159
10	11,7811	15,0294	0,1160	0,8235	1,1926	31,1817	2582,6319	0,2604	0,9758	0,8159
11	11,7811	26,8153	0,1433	0,8235	1,1926	31,1817	1214,3068	0,2217	0,9363	0,8159
12	11,7811	15,0294	0,1160	0,8235	1,1926	31,1817	2582,6319	0,2604	0,9758	0,8159
13	11,7811	37,3477	0,1530	0,8235	1,1926	41,4924	1382,4754	0,2313	0,9724	2,9869

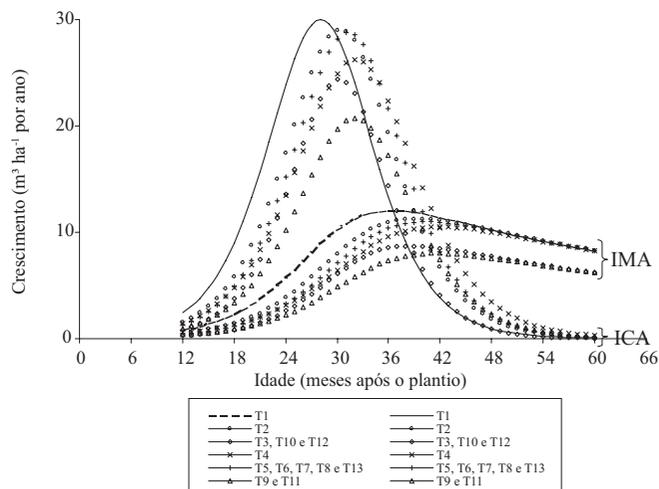
<sup>(1)</sup> $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , parâmetros do modelo logístico;  $r_{yy}$ , coeficiente de correlação;  $S_{yx}$ , erro-padrão dos resíduos.

salientar que as brotações eram nove meses mais jovens do que as plantas intactas, o que indica que a sua taxa de crescimento inicial era de fato elevada. Nos demais tratamentos de decepa e desbrota, as estimativas de volume máximo por cepa atingiram, no máximo, 87% do valor obtido para plantas intactas.

Os valores assintóticos quanto às curvas de crescimento, em  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , quando as plantas foram decepadas aos 12 meses e desbrotadas para dois ou três brotos, bem como com a decepa aos nove meses e desbrota para dois brotos, aos seis meses após decepa, foram menores ( $p \leq 0,05$ ) do que nos demais tratamentos. Esses resultados indicam que a decepa deve ser realizada o mais cedo possível. Com isso, é possível manter ou aumentar a produtividade do povoamento, com o manejo da brotação, e permitir a exploração do povoamento em rotações mais curtas. Considerando-se que o valor estimado em  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , no tratamento sem desbrota e com decepa aos nove meses, foi igual ( $p > 0,05$ ) ao de plantas intactas, bem como ao de vários tratamentos com desbrota, a decepa de plantas jovens pode ser realizada, porém, sem a utilização da desbrota, o que resultaria em redução dos custos operacionais.

A produção ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) é resultado do efeito da sobrevivência e do crescimento em altura e em diâmetro (Leite et al., 2006). Apesar de não ter sido observada diferença ( $p > 0,05$ ) para a sobrevivência aos 42 meses de idade após o plantio, a variação de 17% entre tratamentos de decepa e desbrota, na média de sobrevivência, resultou em extremos de 250 e 205 cepas por hectare. Isto significa diferença de 45 cepas entre tratamentos, ou 90 brotos por hectare, com a desbrota com dois brotos deixados, e 135 brotos por hectare, com a desbrota com três brotos deixados por cepa. Ou seja, a produtividade das plantas intactas poderia ter sido superada pelas brotações, caso houvesse maior média de sobrevivência das cepas, para os tratamentos de decepa aos nove meses, em razão da relação existente entre a produção por área e a densidade do povoamento (Leite et al., 2006; Kruschewsky et al., 2007).

O maior incremento médio anual (IMA) das plantas intactas ocorreu aos 37 meses após o plantio ( $12 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$  por ano). Entre os tratamentos de decepa, o IMA máximo ocorreu aos 39 meses após plantio, no tratamento sem desbrota e com decepa aos nove meses ( $11,3 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$  por ano) (Figura 3). Aos 39 meses, essas brotações apresentavam 30 meses de idade.



**Figura 3.** Relações entre crescimento e produção de plantas intactas e brotações do clone 58 de eucalipto. IMA, incremento médio anual ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  por ano); ICA, incremento corrente anual ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ).

A redução antecipada no IMA das plantas intactas e das brotações pode estar relacionada à deficiência hídrica acentuada (820 mm por ano) na área de estudo, que se estendeu de fevereiro a dezembro de 2007. As brotações de eucalipto apresentam maior sensibilidade à disponibilidade de água do que as plantas intactas, em razão da diferença no controle estomático, o que pode comprometer, de forma mais severa, a fixação de carbono das brotações (Reis & Reis, 1991; Wildy et al., 2004).

As tendências de crescimento observadas neste estudo indicam que a decepa de plantas jovens pode ser utilizada para a produção de madeira de dimensões reduzidas, em espaçamentos amplos. Pode, também, constituir-se em alternativa para a recuperação de povoamentos jovens danificados por pragas, doenças, estresse hídrico, geada, entre outros. Como as brotações apresentam taxa de crescimento inicial elevada, a decepa de plantas jovens pode viabilizar a produção de biomassa para energia, e permitiria a exploração em rotações menores.

## Conclusões

1. A decepa de plantas jovens pode ser usada no manejo da cultura do eucalipto, em sistemas agroflorestais, para a produção de madeira de dimensões reduzidas, em rotações mais curtas.

2. A decepta das plantas de eucalipto deve ser realizada o mais cedo possível, a fim de se manter a produtividade no mesmo nível da observada em plantas intactas, não havendo necessidade de desbrota quando se realiza a decepta de plantas jovens.

3. A decepta de árvores de eucalipto pode viabilizar a recuperação de povoamentos jovens que tiveram seu estande reduzido por algum tipo de dano.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e à Votorantim Metais e Zinco S.A., pelas bolsas de pesquisa, apoio financeiro e operacional.

### Referências

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2006. Brasília, 2007. 81p.
- ANDRADE, C.M.S. de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C.M.S. de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L. de. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1845-1850, 2003. (Suplemento 2).
- BLAKE, T.J. Coppice systems for short-rotation intensive forestry: the influence of cultural, seasonal and plant factors. **Australian Forest Research**, v.3, p.279-291, 1983.
- CAVICHIOLO, S.R.; DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Preparo do solo e o estado nutricional da rebrota de *Eucalyptus saligna*. **Scientia Forestalis**, v.66, p.120-127, 2004.
- COUTO, L.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; NEVES, J.C.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; PASSOS, C.A.M.; RIBEIRO, C.A.A.S.; ARAUJO, M.M.F.C. Produção e alocação de biomassa em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. **Biomassa e Energia**, v.1, p.321-334, 2004.
- D'ANGIOLELLA, G.L.B.; VASCONCELLOS, V.L.D. BHÍDRICO GD 4.0-2004: planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico. **Revista Bahia Agrícola**, v.6, p.14-16, 2004.
- DUBÊ, F.; COUTO, L.; SILVA, M.L.; LEITE, H.G.; GARCIA, R.; ARAUJO, G.A.A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.55, p.73-80, 2002.
- FARIA, G.E. de; BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F. de; LIMA, J.C.; TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, v.26, p.577-584, 2002.
- GRAÇA, M.E.C.; SHIMIZU, J.Y.; TAVARES, F.R. Capacidade de rebrota e enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.39, p.135-138, 1999.
- HIGA, R.C.V.; STURION, J.A. Avaliação da brotação de treze espécies de *Eucalyptus* na região de Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.22/23, p.79-86, 1991.
- KABEYA, D.; SAKAI, S. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. **Annals of Botany**, v.96, p.479-488, 2005.
- KAUPPI, A.; KIVINIITTY, M.; FERM, A. Growth habits and crown architecture of *Betula pubescens* Ehrh. of seed and sprout origin. **Canadian Journal of Forest Research**, v.18, p.1603-1613, 1988.
- KRUSCHEWSKY, G.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T.K. de. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agroflorestal no Cerrado. **Cerne**, v.13, p.360-367, 2007.
- LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre as variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v.30, p.603-612, 2006.
- MIRANDA, G.A.; BARROS, N.F. de; LEITE, H.G.; COUTO, L.; MOACIR, N.F. Produtividade de povoamento de eucalipto em regime de talhadia, em função da adubação parcelada, no Vale do Jequitinhonha, MG. **Revista Árvore**, v.22, p.51-60, 1998.
- OLIVEIRA, C.H.R. de. **Decepta de plantas jovens de clone de eucalipto e condução da brotação em um sistema agroflorestal**. 2006. 69p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OLIVEIRA, C.H.R. de; REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; XAVIER, A.; STOCKS, J.J. Área foliar e biomassa de plantas intactas e de brotações de plantas jovens de clone de eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. **Revista Árvore**, v.32, p.59-68, 2008.
- OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, p.40-50, 2007.
- PAIVA, H.N. de; PAULANETO, F. de; BRANDI, R.M.; VALE, A.B. do. Influência das idades de corte e de desbrota e do número de brotos sobre o desenvolvimento da brotação de cepas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.7, p.1-10, 1983.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Respostas estomáticas e mudanças nos níveis de reservas de plantas intactas e de brotações de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. submetidas à deficiência hídrica no solo. **Revista Árvore**, v.15, p.112-125, 1991.
- REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.10, p.112-125, 1986.
- SIMÕES, J.W.; COTO, N.A.S. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith, em segunda rotação. **IPEF**, v.31, p.23-32, 1985.
- TEIXEIRA, P.C.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; NEVES, J.C.L.; TEIXEIRA, J.L. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting

and nutrient supply from the roots and soil. **Forest Ecology and Management**, v.160, p.263-271, 2002.

TEWARI, S.K.; KATTIYAR, R.S.; BALAK RAM, P.N.M. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, v.26, p.229-234, 2004.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL. **Agrossilvicultura**. Disponível em: <[http://www.vcp.com.br/losango/ptb/florestas/florestas\\_agrossilvicultura.asp](http://www.vcp.com.br/losango/ptb/florestas/florestas_agrossilvicultura.asp)>. Acesso em: 15 maio 2007.

VOTORANTIM METAIS. **Votorantim metais**. Disponível em: <<http://www.vmetais.com.br>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

WALTERS, J.R.; BELL, T.L.; READ, S. Intra-specific variation in carbohydrate reserves and sprouting ability in *Eucalyptus obliqua* seedlings. **Australian Journal of Botany**, v.53, p.195-203, 2005.

WILDY, D.T.; JOHN, S.P.; LESLEY, T.S. Water-use efficiency of a mallee eucalypt growing naturally and in short-rotation coppice cultivation. **Plant and Soil**, v.262, p.111-128, 2004.

---

Recebido em 12 de junho de 2008 e aprovado em 22 de outubro de 2008

