

Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto

Felippe Coelho de Souza, Geraldo Gonçalves dos Reis,
Maria das Graças Ferreira Reis, Helio Garcia Leite, Frederico de Freitas Alves,
Ronan Soares de Faria, Mariana Morena Pereira

Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV

RESUMO

Clones de eucalipto, no espaçamento 3×3 m, em Vazante/MG, foram cortados aos 13 meses de idade, para avaliar sobrevivência de cepas, número de brotos/cepa e diâmetro de plantas intactas e brotações. A sobrevivência das cepas dos clones 58, GG100, 1000, 36 e 8B, com e sem desbrota, e 910 (sem desbrota) variou de 100 a 93, aos 55 meses após o plantio; apresentou-se baixa (63%) para o clone 1270 e intermediária (87-90%) para os demais clones. O número de brotos foi reduzido para aproximadamente dois brotos/cepa para a maioria dos clones, no tratamento sem desbrota. Com a desbrota para dois brotos, houve redução média para 1,6 brotos/cepa e o diâmetro dos brotos foi igual ou superior ao do tratamento sem desbrota. Plantas intactas apresentaram maior diâmetro que brotações. A decepa de plantas jovens, de modo geral, não reduziu a sobrevivência de cepas. A desbrota não precisa ser utilizada para os clones estudados.

Palavras-chave: rotações curtas, decepa de plantas jovens, biomassa para energia, talhadia.

Survival, Sprout Number and Diameter Growth of Coppice and Intact Plants of Eucalypt Clones

ABSTRACT

Eucalypt clone plants in 3×3 m spacing, in Vazante, State of Minas Gerais - Brazil, were decapitated at the age of 13 months to evaluate stump survival, number of sprouts/stump and sprout and intact plant diameter. Stump survival of clones 58, GG100, 1000, 36, 8B (with and without sprout thinning) and clone 910 (without sprout thinning) ranged from 100 to 93%, 55 months after planting, being the lowest (63%) for clone 1270 and intermediate (87-90%) for the remaining ones. Most clones presented sprout number reduction to about two sprouts per stump in the no-thinning treatments. There was a decrease to about 1.6 sprouts/stump when thinning to two sprouts per stump was applied and diameter growth was similar or greater than for the no-thinned treatment. Intact plants diameter was the greatest. Decapitation of juvenile eucalypt plant had no effect on stump survival for most clones. Sprout thinning is not necessary for the studied clones.

Keywords: short rotation, juvenile eucalypt decapitation, biomass for energy, coppice.

1. INTRODUÇÃO

O sistema talhadia tem sido muito aplicado às espécies que emitem brotos de gemas adventícias dormentes presentes na base do tronco e/ou em lignotúberes. No Brasil, destaca-se o manejo por talhadia simples de povoamentos de eucalipto com a colheita entre cinco e sete anos (Reis & Reis, 1997; Nobre & Rodriguez, 2001), em razão dessa elevada presença de gemas dormentes (Blake, 1983) e do reduzido custo/benefício quando a produtividade da brotação é elevada (Camargo et al., 1997). No Brasil, a maioria dos estudos relativos à sobrevivência e ao número de brotos remanescentes nas cepas após o corte raso de povoamentos foi realizada até a década de 1990, quando os plantios de eucalipto eram, predominantemente, estabelecidos a partir de sementes e em espaçamentos convencionais – por exemplo, 3×2 m – explorados em rotações de até sete anos (Couto et al., 1973; Simões & Coto, 1985; Graça & Toth, 1990; Higa & Sturion, 1991; Andrade et al., 1997; Camargo et al., 1997; Klein et al., 1997; Graça et al., 1999).

Existe, porém, o interesse crescente em florestas energéticas no Brasil, implantadas com densidade populacional elevada, como no arranjo $3 \times 0,5$ m, e exploradas em rotações muito curtas (Poggiani et al., 1983; Poggiani et al., 1984; Couto et al., 2004; Müller et al., 2005; Gomes et al., 2006; Brito, 2007), o que pode trazer consequências para a sustentabilidade da floresta principalmente em razão da elevada exportação de nutrientes (Poggiani et al., 1984; Reis & Reis, 1997; Bellote et al., 2008). Ou seja, a produtividade das rotações subsequentes manejadas por talhadia pode ser menor porque haveria decréscimo da sobrevivência de cepas e/ou do crescimento dos brotos em razão da exaustão de recursos de crescimento. A adoção de espaçamentos convencionais utilizando-se clones altamente produtivos para manejo por talhadia pode permitir o uso de rotações de ciclo de corte intermediário, havendo, conseqüentemente, redução dos efeitos negativos sobre a sustentabilidade das florestas.

O uso da decepa de plantas jovens de clones de eucalipto e posterior condução da brotação foi estudado recentemente como técnica para a produção

de madeira de dimensões reduzidas, em ciclos curtos, em SAF, para produção de energia (Oliveira et al., 2008; Cacau et al., 2008). A sobrevivência média das cepas de plantas de clone de eucalipto decepadas aos nove ou doze meses foi de 95,5% aos 90 dias após o plantio, em SAF (espaçamento $9,5 \times 4,0$ m) (Oliveira, 2006); ou seja, houve elevada taxa de sobrevivência das cepas. Tais conhecimentos sobre o comportamento das brotações de povoamentos de eucalipto explorados em idades jovens também podem ser aplicados à produção de madeira em rotações curtas para energia, em espaçamentos convencionais ou reduzidos. Assim, após o corte em idade jovem, o povoamento florestal seria conduzido por meio de brotações em sucessivas e curtas rotações.

A idade da planta exerce influência sobre o vigor e a sobrevivência das cepas, ou seja, ambos decrescem à medida que a planta envelhece. Quando a planta atinge diâmetro muito elevado, ocorre declínio na emissão de brotação, conforme observado quando há o corte de florestas nativas de eucalipto (Blake, 1983). Pereira et al. (1980) também observaram que, embora ocorra aumento do número de brotos/cepa de eucalipto com o aumento do diâmetro da cepa, há decréscimo na intensidade da brotação quando o diâmetro é muito elevado.

O maior número de brotos por cepa contribui para aumentar a taxa de sobrevivência da cepa, pois caso parte dos brotos sofra alguma forma de injúria – ação de ventos fortes, ataque de pragas e doenças ou morte natural –, há maior chance de sobrevivência de pelo menos um broto (Paula Neto et al., 1982). O número de brotos por cepa influencia o seu crescimento. Com o aumento de um para dois brotos nas cepas de eucalipto, houve redução no diâmetro e na altura dos brotos, sendo que as diferenças em diâmetro e altura foram menores entre os tratamentos com três ou mais brotos por cepa (Paiva et al., 1983).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o número de brotos remanescentes em cepas de clones de eucalipto submetidas à decepa em estágio juvenil, com ou sem desbrota, e o seu efeito sobre o crescimento em diâmetro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área da Votorantim Siderurgia (VS), no município de Vazante, Estado de Minas Gerais (17° 36' 09" S e 46° 42' 02" O, com altitude de 550 m). A vegetação natural na região é o cerrado e o tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "AW", caracterizado por extenso período com baixa precipitação. A temperatura média anual é 26,5 °C e a precipitação média anual, 1350 mm (Figura 1), apresentando déficit hídrico médio de 480 mm, do início de março ao final de outubro, com base em dados da empresa para o período de 1999 a 2009. O déficit hídrico na região de estudo pode atingir valores de até 722 mm/ano (Oliveira et al., 2008).

A pesquisa foi desenvolvida em um povoamento com oito clones de eucalipto, estabelecidos no campo em julho de 2005, em espaçamento 3,0 × 3,0 m. Os clones utilizados são: GG100 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis*); 1270, 1000, 26, 8B (híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla*); 36 e 910 (híbridos naturais de *Eucalyptus camaldulensis*), e 58 (híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* × *Eucalyptus grandis*), que é um dos clones mais utilizados pela empresa.

Plantas de cada clone foram submetidas à decepta em agosto de 2006, com 13 meses de idade, utilizando-se serrote de desrama, com tratamento envolvendo a desbrota para dois brotos aos nove meses após a decepta e tratamento sem desbrota, além das plantas intactas (plantas que não foram decepadas). Não foram incluídos tratamentos com três ou mais brotos neste estudo, porque, com base em resultados anteriores para o clone 58, o número final de brotos aos 33 meses após o corte de plantas jovens, no tratamento sem desbrota, foi de aproximadamente três brotos por cepa (Cacau et al., 2008). Dessa forma, como o objetivo principal do manejo no presente estudo é a obtenção de maior produção de madeira para energia na segunda rotação, mesmo utilizando-se espaçamentos convencionais como 3 × 3 m, não seria indicado utilizar tratamento com apenas um broto por cepa.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantas e nove plantas por linha, sendo as avaliações realizadas nas dez plantas centrais de cada parcela.

As avaliações de sobrevivência e contagem do número de brotos iniciaram-se a partir dos 12, 21 e 24 meses após o plantio para o tratamento de plantas intactas, o tratamento sem desbrota e o tratamento com desbrota, respectivamente. As demais avaliações

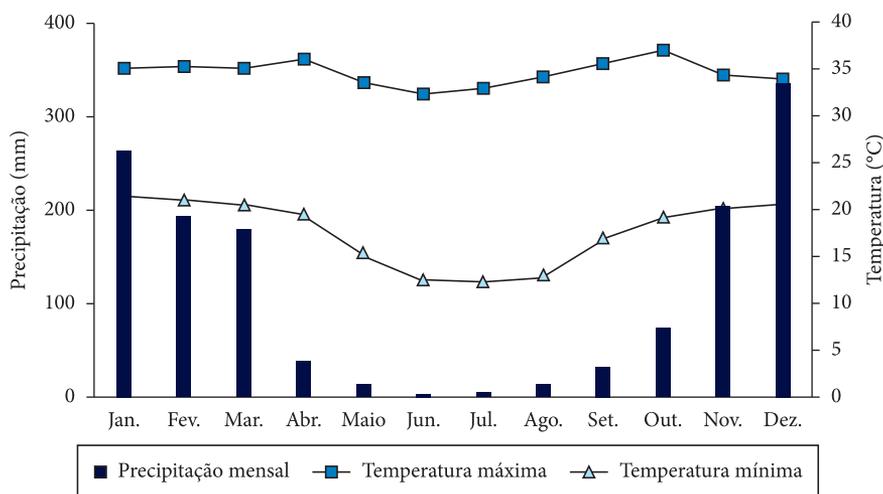


Figura 1. Precipitação e temperaturas (máxima e mínima) médias mensais da área de estudo, no período de 1999 a 2009.

Figure 1. Monthly average rainfall and temperature (maximum and minimum) of the studied area, for the period 1999-2009.

de sobrevivência e contagem de brotos foram realizadas aos 33, 39, 45 e 55 meses após o plantio para todos os tratamentos. Aos 55 meses após o plantio, também foi mensurado o diâmetro a 1,3 m de altura (*Dap*) das plantas intactas, bem como as brotações de cada clone. A contagem do número de brotos e a medição de *Dap* só foram realizadas para brotos em altura superior a 1,5 m e com inclinação igual ou inferior a 45° em relação ao eixo vertical da cepa.

A análise da sobrevivência das cepas partiu da quantidade de plantas vivas no momento do corte, uma vez que o objetivo do presente trabalho é conhecer o potencial de uso de um determinado clone para ser manejado por talhadia em rotações sucessivas, com base em suas características intrínsecas, como capacidade de emissão de brotação. A mortalidade das plantas intactas foi calculada com base na quantidade de mudas plantadas.

A função Weibull de quatro parâmetros (1) foi empregada para modelagem da sobrevivência, para os três tratamentos do clone 1270. Não foi possível ajustar essa função para os demais clones. A função (Equação 1) empregada foi:

$$Y_i = \alpha - \beta e^{-\gamma x^\delta} \quad (1)$$

em que: Y_i = variável dependente (sobrevivência em %); x = idade do povoamento, em meses; α e δ = parâmetros de forma; β = parâmetro de escala; γ = parâmetro de locação.

A fim de avaliar a igualdade estatística entre as curvas de sobrevivência dos tratamentos do clone 1270, empregou-se um teste de identidade de modelo. Quando não houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, foi ajustado um único modelo. Os dados referentes ao número de brotos foram avaliados por meio de estatística descritiva. Foi realizada análise de variância para diâmetro e, quando os efeitos de tratamentos apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade pelo teste F, foram realizadas comparações de médias por meio do teste Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sobrevivência

A sobrevivência das cepas dos clones 58, GG100, 1000, 36 e 8B, com e sem desbrota, e 910 (sem

desbrota) variou de 100 a 93, aos 55 meses após o plantio; o clone 1270 apresentou valores muito baixos de sobrevivência (63%) e os demais apresentaram valores intermediários (87-90%) (Figuras 2 e 3). Sobrevivência de cepas de árvores adultas acima de 80% foi observada em diversos trabalhos de várias espécies de eucalipto, no Brasil (Graça & Toth, 1990; Higa & Sturion, 1991; Camargo et al., 1997; Graça et al., 1999). Valores elevados de sobrevivência têm sido observados, também, para cepas de plantas jovens de eucalipto em SAF (Oliveira, 2006; Cacau et al., 2008). Considerando-se a importância de se ter sobrevivência elevada de cepas quando do manejo do povoamento por talhadia, os clones 1270 e 910 (com desbrota), e 26 não seriam recomendados para manejo por talhadia.

A decepa das plantas, no presente estudo, ocorreu no mês de agosto, que corresponde ao período de déficit hídrico mais acentuado; porém, a deficiência de água no solo, característica da região, parece não ter afetado a sobrevivência das cepas das plantas dos clones estudados. Existe controvérsia sobre a melhor época para o corte das árvores, de modo a promover maior emissão da brotação. Tem sido apontado que a época mais adequada seria quando a planta apresenta maior quantidade de reservas orgânicas e inorgânicas na cepa e no seu sistema radicular (Blake, 1983; Sakai & Sakai, 1998; Kabeya & Sakai, 2005).

A maior emissão de brotação e a elevada sobrevivência dos brotos de eucalipto têm sido observadas a partir de meados do inverno (Buell, 1940; Rosse et al., 1997), possivelmente em razão do aumento de reservas quando a planta está em dormência. Nelson & Dickson (1981) observaram aumento na concentração de carboidrato em *Populus deltoides* com a indução de dormência (dias curtos). Freitas et al. (1979) observaram sobrevivência de cepas de 60% para *E. grandis* seis meses após o corte realizado em maio, sendo que, nos três meses que antecederam o corte, a precipitação foi relativamente elevada e as plantas certamente apresentaram elevada taxa de crescimento nesse período, o que promoveu a exaustão das reservas da planta. Esses autores observaram, ainda, que a sobrevivência das cepas após o corte em agosto e novembro foi elevada, embora a planta tenha experimentado um período de seca de três meses

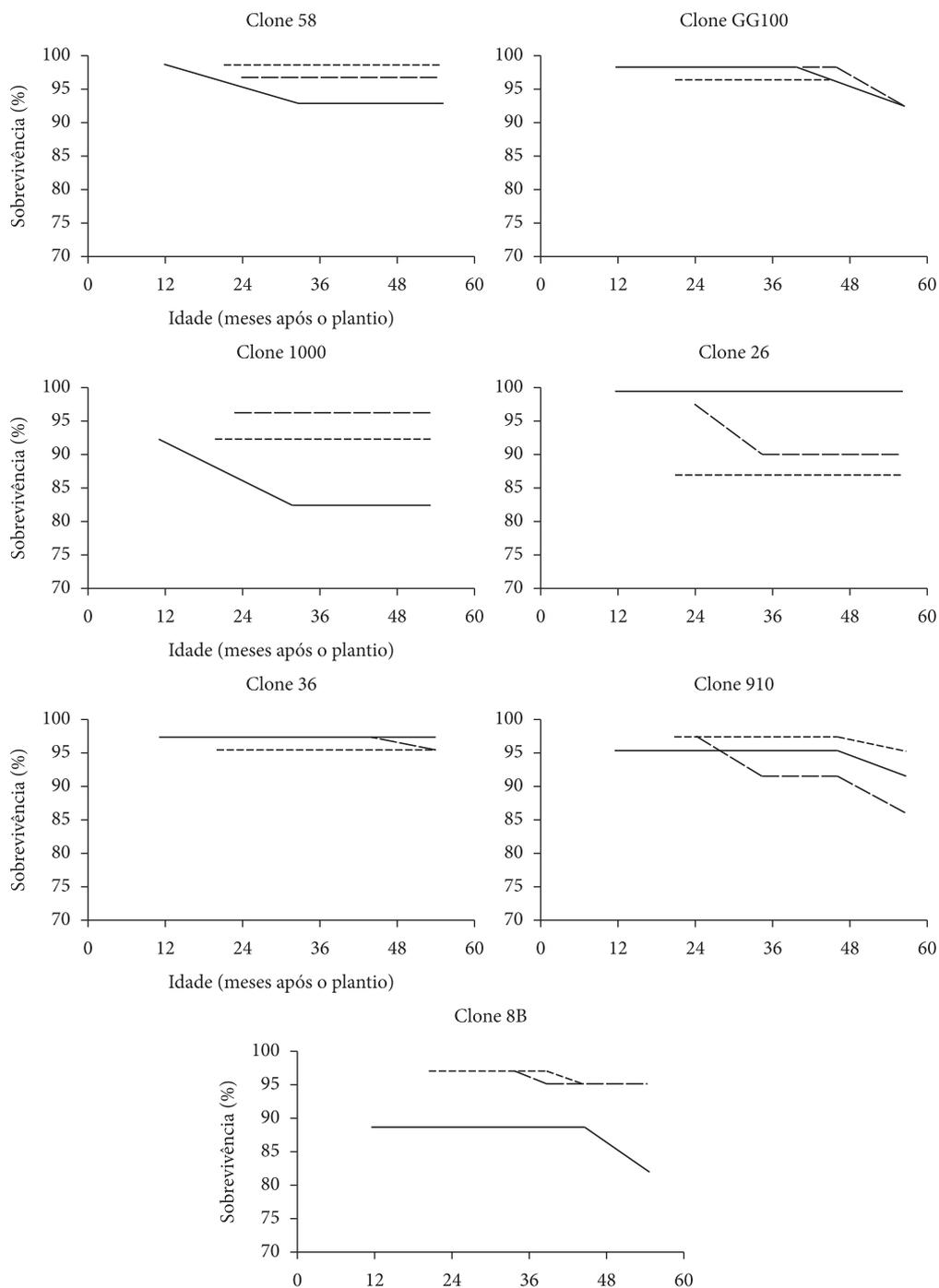


Figura 2. Sobrevivência de plantas intactas e de cepas (com e sem desbrota) de clones de eucalipto, até a idade de 55 meses, em Vazante, MG.

Figure 2. Survival of intact plants and coppice stump (with and without sprout thinning) of eucalypt clones, until the age of 55 months, in Vazante, MG.

antes do corte. A maior emissão de brotação em agosto e novembro ocorreu, possivelmente, em razão do acúmulo de reservas com a redução da temperatura no período que antecedeu o corte da

árvore (Blake, 1983; Sakai & Sakai, 1998; Kabeya & Sakai, 2005). Adicionalmente, o acúmulo de reservas pode ter ocorrido por ter havido um período anterior com déficit hídrico, o que promove redução no

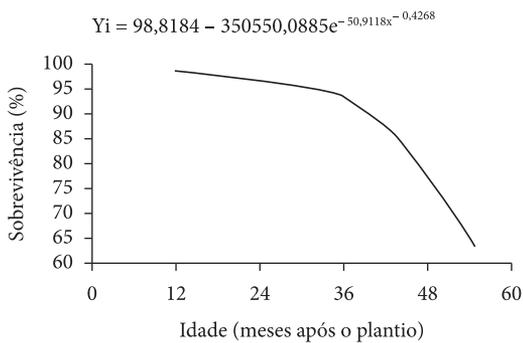


Figura 3. Curva de sobrevivência ajustada para plantas do clone 1270, independentemente do tratamento, até a idade de 55 meses, em Vazante, MG.

Figure 3. Adjusted survival curve for plants of the eucalypt clone 1270, independent of treatment, until the age of 55 months, in Vazante, MG.

crescimento das plantas (Larcher, 2006). Perrando & Corder (2006) observaram maior vigor da rebrota de acácia-negra após corte realizado no período entre o outono e a primavera, sendo o período de verão (dezembro a fevereiro) a estação menos favorável à rebrota dessa espécie.

Klein et al. (1997) observaram que a emissão de brotação atingiu seu máximo em 60 dias com o corte em novembro e, em 120 dias, com o corte em julho, porém não houve diferença na percentagem de cepas brotadas, que foi de 100% nas duas datas. O aumento da velocidade de emissão da brotação pode também favorecer o crescimento dos brotos. Cremer et al. (1978) observaram que plantas com desfolha completa ou corte da parte aérea de um a três meses de idade, no final do inverno ou na primavera, apresentaram recuperação mais rápida do que nos tratamentos aplicados no final do verão ou do outono.

É provável que haja interferência da umidade sobre a sobrevivência das cepas após a emissão da brotação. Os clones 36 e 58 apresentaram os maiores valores de sobrevivência de cepas, possivelmente por apresentarem resistência à seca, pois são híbridos de *E. camaldulensis*, espécie indicada para regiões com acentuado déficit hídrico, porque seu sistema radicular é profundo e apresenta adequado controle estomático (Gomes, 1994; Reis et al., 2006). Cacau et al. (2008) também observaram elevada sobrevivência de cepas do clone 58 até 42 meses após decepa de plantas jovens, em SAF, na mesma região de estudo. Outras características podem ser

importantes para que um clone de eucalipto possa apresentar alta taxa de emissão e sobrevivência de brotos, como desenvolvimento de lignotuber, alargamento do caule de mudas na região do nó cotiledonar e crescimento vigoroso, características que podem variar entre materiais genéticos dentro de uma mesma espécie (Whittock et al., 2003).

Embora não tenha sido observada diferença significativa quanto à sobrevivência entre plantas intactas e brotações, para todos os clones analisados individualmente, aos 55 meses de idade, a sobrevivência das brotações dos clones 58, 1000 e 8B foi ligeiramente maior do que a de plantas intactas, sendo que do clone 26 foi ligeiramente inferior (Figura 2). A obtenção de elevada taxa de sobrevivência das plantas na primeira rotação é importante para a manutenção de maior produtividade da segunda rotação, reduzindo a necessidade de reforma do povoamento, o que pode implicar em redução de custos de produção (Camargo et al., 1997); aumenta-se, assim, a relação custo/benefício, desde que a produtividade das brotações seja elevada.

Para o clone 1270, não foi verificada diferença estatística entre as curvas de sobrevivência entre os três tratamentos (planta intacta e brotações com e sem desbrota) (Figura 3). Aos 55 meses após o plantio, a estimativa de sobrevivência das plantas do clone 1270 foi o mais baixo (63%). Esse clone é um híbrido natural de *Eucalyptus urophylla*, considerado menos resistente ao déficit hídrico em comparação com clones provenientes de *E. camaldulensis* (Gomes, 1994), o que pode explicar a baixa sobrevivência, inclusive na primeira rotação. Ou seja, com base na sobrevivência das plantas na primeira e na segunda rotação, esse clone não é recomendado para a região do estudo.

Os elevados valores de taxa de sobrevivência de cepas indicam que a decepa em estágio juvenil não afetou a sobrevivência das cepas dos clones 58, GG100, 1000, 36 e 8B, o que pode ser interessante em sistemas de produção de madeira em rotações curtas, desde que a produtividade dos mesmos, em regime de talhadia, seja elevada.

O presente estudo envolveu apenas a avaliação de uma rotação com o manejo da brotação. É importante, porém, realizar estudos da sobrevivência das cepas de eucalipto após várias rotações curtas,

uma vez que, na produção de biomassa para energia, o manejo por talhadia em várias rotações pode reduzir os custos da floresta, aumentando a competitividade de produção de madeira para energia de plantios de eucalipto. Strong (1989) observou que, a partir da terceira rotação, foi observada redução drástica da sobrevivência de cepas de híbrido de *Populus* nos ciclos de corte de um e de dois anos. O manejo de eucalipto de materiais genéticos mais produtivos ainda não tem sido estudado em várias rotações, não sendo, assim, possível inferir sobre esse decréscimo na sobrevivência de cepas após vários ciclos de corte.

3.2. Número de brotos

Para o tratamento com desbrota para dois brotos, o clone 58 foi o único que manteve dois brotos até a idade de 42 meses. Para os demais clones, houve redução do número de brotos, sendo de 1,6 a 1,8 para os clones GG100, 1270, 26, 910 e 8B. Os clones 1000 e 36 apresentaram o menor número de brotos na última medição (1,4), ou seja, não apresentam a característica de manter vivos todos os brotos selecionados em cada cepa (Figura 4). A desbrota pode reduzir drasticamente a área foliar da planta, comprometendo a fixação de carboidratos responsáveis pelo crescimento dos brotos dominantes, principalmente se realizada em idades muito jovens. Assim, se houver indicação de desbrota, há necessidade de se verificar a melhor idade para a sua aplicação para evitar essa redução no crescimento.

Nos tratamentos sem desbrota, os clones 58 e 1270 apresentaram o maior número médio de brotos (4),

aos oito meses após a decepa, caindo para 1,8 broto para o clone 1270 e 3,5 brotos para o clone 58, aos 42 meses (Figura 4). A característica do clone 58 de manter elevado número de brotos por cepa também foi observada por Cacau et al. (2008), em decepa de plantas jovens em sistema agroflorestal. A formação de elevado número de brotos com elevada área foliar estimula a planta decepada a produzir maior quantidade de fotoassimilados que, seguramente, são direcionados, principalmente para suportar o crescimento inicial dos brotos dominantes da cepa (Kauppi et al., 1988). A competição entre brotos nas cepas e a baixa disponibilidade de água no solo após o período de emissão das brotações, bem como a soldadura inadequada dos brotos na cepa, podem ter contribuído para a supressão natural dos brotos do clone 1270.

Os clones GG100, 910 e 8B apresentaram, em média, 3 e 2,2 brotos por cepa, respectivamente, aos 8 e 42 meses após a decepa, no tratamento sem desbrota. Os clones 26 e 36 mantiveram apenas 1,9 broto, confirmando a não necessidade de execução da desbrota para esses clones (Figura 4).

3.3. Crescimento em diâmetro

O crescimento em diâmetro das plantas intactas, com exceção do clone 58, foi sempre superior ($p > 0,05$) ao das brotações; porém, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos com e sem desbrota para os clones 58, 1000, 36, 910, 8B e 1270, aos 55 meses após o plantio (Tabela 1).

Tabela 1. Diâmetro a altura do peito (*Dap*), aos 55 meses para plantas intactas (*PI*) e 42 meses para brotações, com (*Dcd*) e sem desbrota (*Dsd*), de oito clones de eucalipto, em Vazante, MG.

Table 1. Diameter, 55 months after planting for intact plants (*PI*) and 42 months for coppice, with (*Dcd*) and without sprout thinning (*Dsd*), of eight eucalypt clones, in Vazante, MG, Brazil.

Clones	<i>Dap</i>			CV (%)
	<i>PI</i>	<i>Dcd</i>	<i>Dsd</i>	
58	13,9 ^a	11,0 ^{ab}	9,5 ^b	22,2
GG100	15,0 ^a	12,5 ^b	10,3 ^c	17,1
1000	17,1 ^a	11,4 ^b	10,9 ^b	19,5
26	15,7 ^a	11,5 ^b	10,3 ^c	18,7
36	14,1 ^a	11,5 ^b	10,3 ^b	12,4
910	13,4 ^a	10,4 ^b	9,8 ^b	15,5
8B	12,8 ^a	8,3 ^b	8,3 ^b	21,2
1270	12,6 ^a	8,5 ^b	9,5 ^b	19,3

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

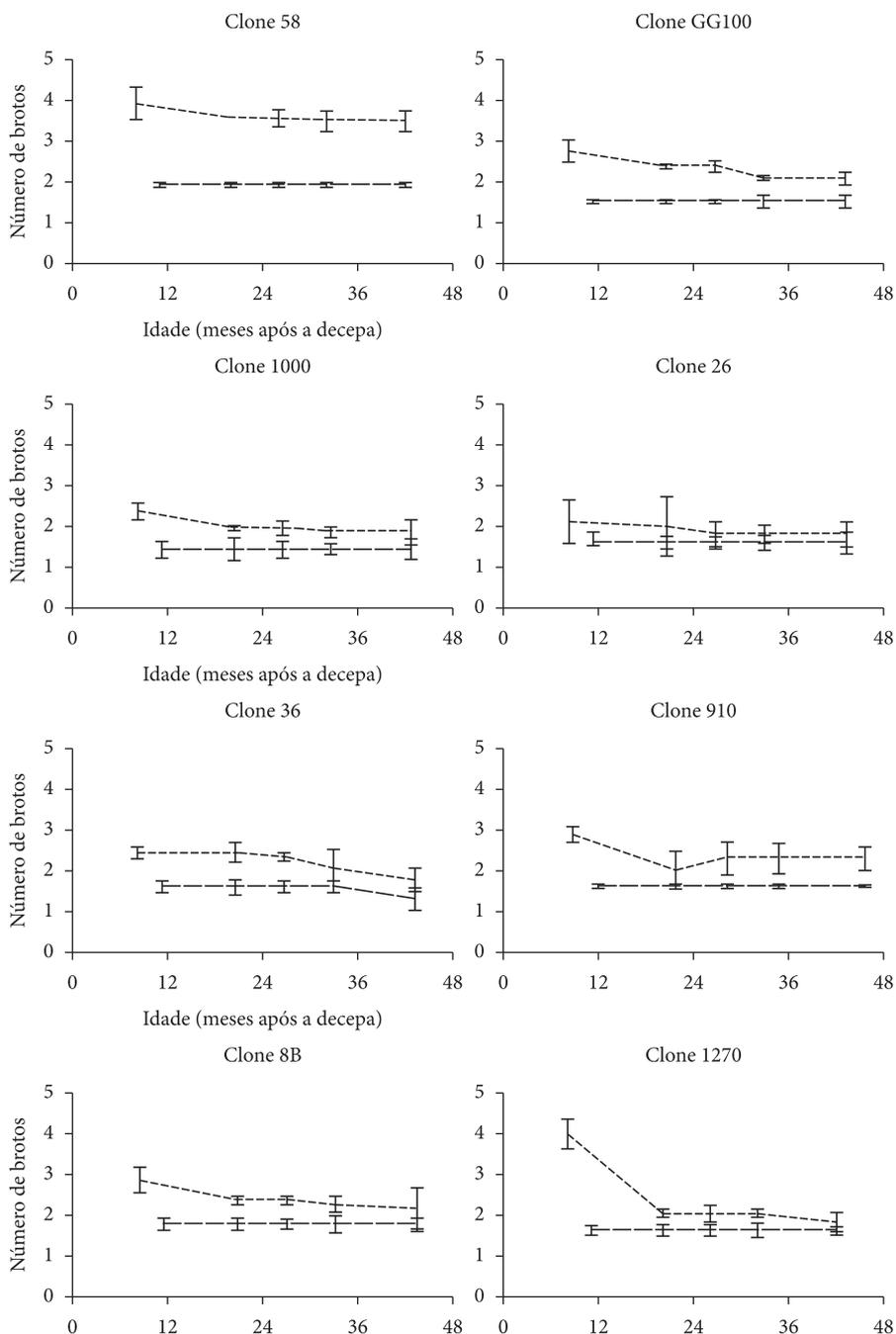


Figura 4. Número de brotos em plantas decepadas, com e sem desbrota, de clones de eucalipto, até a idade de 42 meses após a decepa, em Vazante, MG.

Figure 4. Number of spouts per stump, with and without thinning, of eucalypt clones, until the age of 42 months after coppicing, in Vazante, MG.

Para os clones GG100 e 26, houve diferença ($p \leq 0,05$) para os valores de diâmetro entre os tratamentos com e sem desbrota (Tabela 1). A diminuição no número de brotos (1,6) pode ter

reduzido a competição nas cepas para esses clones; assim, as brotações dos tratamentos que foram desbrotados apresentaram maior crescimento em diâmetro. Harrington & Fownes (1993) relataram

que, quando não há restrição quanto ao diâmetro reduzido das brotações, deve-se explorar a brotação em idades mais jovens para se obter máxima produção e, caso a colheita seja realizada em idades mais avançadas, a desbrota faz-se necessária.

Embora as médias de diâmetro de brotos na cepa de eucalipto usualmente aumentem com a redução do número de brotos (Couto et al., 1973; Paiva et al. 1983; Simões & Coto, 1985; Klein et al., 1997), não foi observada diferença ($p > 0,05$) no crescimento em diâmetro, aos 55 meses após o plantio, para os tratamentos com e sem desbrota dos clones 910 e 58, que foram os clones com maior número de brotos para os tratamentos sem desbrota (Tabela 1).

4. CONCLUSÕES

- A decepa de plantas de clones de eucalipto em estágio juvenil não reduziu a sobrevivência das cepas da maioria dos clones estudados, podendo ser essa técnica utilizada como ferramenta para produção de madeira em rotações curtas para energia;
- A desbrota não precisa ser utilizada para os clones estudados, manejados em rotações curtas para produção de biomassa para energia.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade Federal de Viçosa (UFV) e à Votorantim Siderurgia (VS), pelo apoio financeiro e logístico para o desenvolvimento da pesquisa.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 03/10/2011

Aceito: 30/01/2012

Resumo publicado online: 31/01/2012

Artigo completo publicado: 31/03/2012

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Felippe Coelho de Souza

Departamento de Engenharia Florestal,
Universidade Federal de Viçosa – UFV,
Av. P. H. Rolfs, s/n,
CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil
e-mail: felippe.souza@ufv.br

Geraldo Gonçalves dos Reis

Departamento de Engenharia Florestal,
Universidade Federal de Viçosa – UFV,
Av. P. H. Rolfs, s/n,
CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil
e-mail: greis@ufv.br

REFERÊNCIAS

- Andrade HB, Benedetti V, Madaschi JC, Bernardo V. Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. *Série Técnica – IPEF* 1997; 11(30): 105-116.
- Bellote AF, Dedecek RA, Silva HD. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2008; 56: 31-41.
- Blake TJ. Coppice systems for short-rotation intensive forestry: the influence of cultural, seasonal and plant factors. *Australian Forest Research* 1983; 13: 271-91.
- Brito J. Uso energético da madeira. *Estudos avançados* 2007; 21 (59): 185-193. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100015>
- Buell JH. Effect of season of cutting on sprouting of dogwood. *Journal of Forestry* 1940; 38 (8): 649-50.
- Cacau FV, Reis GG, Reis MGF, Leite HG, Alves FF, Souza FC. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2008; 43 (11): 1457-1465. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008001100003>
- Camargo FRA, Silva CR, Stape JL. Resultados experimentais da fase de emissão de brotação em *Eucalyptus* manejado por talhadia. *Série Técnica – IPEF* 1997; 11(30): 115-122.
- Couto HTZ, Mello HA, Simões JW, Vencovsky R. Condução da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith. *IPEF* 1973; (7): 115-123.
- Couto L, Müller MD, Tsukamoto AA, Barcellos DC. Programa de pesquisas para avaliação de densidades de plantio e rotação de plantações de rápido crescimento

- para produção de biomassa. *Biomassa & Energia* 2004; 1(1): 107-112.
- Cremer KW, Cromer RN, Florence RG. Stand establishment. In: Willis WE, Brown AG. *Eucalyptus for wood production*. Canberra: CSIRO; 1978.
- Freitas M, Silva AP, Gutierrez Neto F, Caneva RAO. Interplântio como alternativa para rotações sucessivas em *Eucalyptus*. *IPEF* 1979; (19): 1-16.
- Gomes RT. *Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de Eucalyptus spp na região de cerrado de Minas Gerais* [dissertação]. Viçosa: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa; 1994.
- Gomes SI, Paraíso PR, Andrade CMG. Análise preliminar da viabilidade de cultivos florestais para produção de energia elétrica. *Espaço Energia* 2006; (4): 1-10.
- Graça MEC, Shimizu JY, Tavares FR. Capacidade de rebrota e enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1999; (39): 135-138.
- Graça MEC, Toth VBR. Rebrota de *Eucalyptus dunnii*: a influência da altura, diâmetro e procedência no vigor das brotações. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1990; (20): 49-57.
- Harrington RA, Fownes JH. Allometry and growth of planted versus coppice stands of four fast-growing tropical tree species. *Forest Ecology and Management* 1993; (56): 315-327.
- Higa RCV, Sturion JA. Avaliação da brotação de treze espécies de *Eucalyptus* na Região de Uberaba-MG. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1991; (22-23): 79-86.
- Kabeya D, Sakai S. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. *Annals of Botany* 2005; (96): 479-488. PMID:15994839. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mci200>
- 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* 1988; 18: 1603-1613. <http://dx.doi.org/10.1139/x88-244>
- Klein JEM, Bortolas EP, Assis TF, Perrando ER. Fatores operacionais que afetam a regeneração do *Eucalyptus* manejado por talhadia. *Série Técnica - IPEF* 1997; 11 (30): 95-104.
- Larcher W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Editora RIMA; 2006.
- Müller MD, Couto L, Leite HG, Britto JO. Avaliação de um clone de eucalipto estabelecendo densidades de plantio para produção de biomassa e energia. *Biomassa & Energia* 2005; 2: 177-186.
- Nelson EA, Dickson RE. Accumulation of food reserves in cottonwood stems during dormancy induction. *Canadian Journal of Forest Research* 1981; 11 (1): 145-154. <http://dx.doi.org/10.1139/x81-020>
- Nobre SR, Rodriguez LCEA. Um método para composição e avaliação econômica de regimes de talhadia simples. *Scientia Forestalis* 2001; (60): 29-44.
- Oliveira CHR, Reis GG, Reis MGF, Xavier A, Stocks JJ. Área foliar e biomassa de plantas intactas e de brotações de plantas jovens de clone de eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. *Revista Árvore* 2008; 32 (1): 59-68. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000100008>
- Oliveira CHR. *Decepa de plantas jovens de clone de eucalipto e condução da brotação em um sistema agroflorestal* [dissertação]. Viçosa: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa; 2006.
- Paiva HN, Paula Neto F, Brandi RM, Vale AB. 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* 1983; 7: 1-10.
- Paula Neto F, Pereira AR, Brandi RM, Paiva HN. Fatores que influenciam no desenvolvimento de brotações em povoamentos de eucaliptos. *Revista Árvore* 1982; 6 (2): 133-139.
- Pereira AR, Regazzi AJ, Ribeiro JC, Ramalho LR. Efeito do diâmetro das cepas no desenvolvimento de brotações de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore* 1980; 4 (2): 215-220.
- Perrando ER, Corder MPM. Rebrota de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2006; 41 (4): 555-562. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400002>
- Poggiani F, Couto HTZ, Suiter Filho W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis*. *IPEF* 1983; (23): 37-42.
- Poggiani F, Zen S, Mendes FS, Spina-França F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. *IPEF* 1984; (27): 17-30.
- Reis GG, Reis MGF. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. *Série Técnica - IPEF* 1997; 11 (30): 9-22.
- Reis GG, Reis MGF, Fontan ICL, Monte MA, Gomes NA, Oliveira CHR. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. *Revista Árvore* 2006; 30: 921-931.
- Rosse LN, Davide AC, Bertolucci FLG, Ramalho MP. Influência da idade e da época de abate na brotação das cepas e no enraizamento de estacas em clones de *Eucalyptus* sp. *Cerne* 1997; 3 (1): 117-128.

Sakai AA, Sakai S. A test for the resource remobilization hypothesis: tree sprouting using carbohydrates from above-ground parts. *Annals of Botany* 1998; 82: 213-216. <http://dx.doi.org/10.1006/anbo.1998.0672>

Simões JW, Coto NAS. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith, em segunda rotação. *IPEF* 1985; 31:23-32.

Strong T. Rotation length and repeated harvesting influence *Populus* coppice production. *North Central Experiment Station* 1989; NC-350: 1-4.

Whittock SP, Apiolaza LA, Kelly CM, Potts B.M. Genetic control of coppice and lignotuber development in *Eucalyptus globulus*. *Australian journal of botany* 2003; 51: 57-67.