

INFLUÊNCIA DA MINIESTAQUIA SERIADA NO VIGOR RADICULAR DE CLONES DE *Eucalyptus grandis*¹

Ivar Wendling² e Aloisio Xavier³

RESUMO – O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência da técnica de miniestaquia seriada no vigor radicular das mudas de quatro clones de *Eucalyptus grandis*. Após a realização de sete subcultivos de miniestaquia, as miniestacas foram enraizadas em condições de casa de vegetação (25 dias), com aclimação de 10 dias em casa de sombra e avaliação final das mudas realizada aos 50 dias de idade, em pleno sol. De modo geral, os subcultivos de miniestaquia seriada promoveram aumento no número de raízes e proporcionaram maior vigor radicular inicial nos clones de menor potencial de enraizamento, indicando efeito positivo da miniestaquia seriada em clones de *Eucalyptus* com relação às características.

Palavras-chave: Silvicultura clonal, rejuvenescimento, clonagem, *Eucalyptus* e propagação vegetativa.

INFLUENCE OF THE SERIAL MINICUTTING TECHNIQUE ON ROOTING VIGOR OF *Eucalyptus grandis* CLONES

ABSTRACT – The objective of the present study was to evaluate the influence of the serial minicutting technique on the rooting vigor of seedlings of four *Eucalyptus grandis* clones. Following seven minicutting subcultures, the minicuttings were rooted under greenhouse conditions (25 days), with acclimatization for 10 days in the shade and final seedling evaluation at 50 days old, under full light. In general, the serial subcultures promoted an increase in the number of roots and provided greater initial root vigor for clones with less rooting potential, suggesting a positive effect of the serial minicutting technique on *Eucalyptus* clones for these characteristics.

Keywords: Clonal forestry, rejuvenation, cloning, *Eucalyptus* and vegetative propagation.

1. INTRODUÇÃO

A maturação do material vegetal, decorrente da transição da fase juvenil para a adulta, tem recebido atenção especial em plantas lenhosas, devido às alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas que determinam a reposta dos propágulos vegetativos às condições do ambiente de propagação e, posteriormente, ao ambiente de crescimento dos povoamentos florestais. No entanto, essas alterações nas plantas em virtude da transição do estado juvenil para o adulto são muito variáveis entre as diferentes espécies e, mesmo dentro

de uma mesma espécie, existem informações contraditórias (HACKETT, 1987a).

Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas tem sido a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento de estacas caulinares e foliares (HACKETT, 1987a; ELDRIDGE et al., 1994). Além disso, a maior qualidade e maior rapidez de formação do sistema radicular tem sido citada (GOMES, 1987), ou seja, um aumento no vigor radicular, a saber: número e comprimento de raízes em razão de maior juvenildade dos propágulos (SCHNECK, 1996).

¹ Recebido em 05.11.2002 e aceito para publicação em 10.08.2005.

² Embrapa Florestas. 83411-000 Colombo - PR.

³ Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa - MG.

Existem vários métodos para reverter ou manter a juvenildade das plantas; entre os mais utilizados, podem-se citar a propagação vegetativa seriada e as podas sucessivas (HACKETT, 1987b; ELDRIDGE et al., 1994). O rejuvenescimento por propagação vegetativa seriada consiste em micropropagar, enxertar ou estaquear, sucessivamente, propágulos adultos até que se obtenha o seu rejuvenescimento (ELDRIDGE et al., 1994).

O efeito da estaquia seriada sobre o rejuvenescimento em *Eucalyptus* spp., resultando em possíveis efeitos positivos sobre o enraizamento, foi citado por Eldridge et al. (1994) e alguns trabalhos desenvolvidos nessa linha por Clair et al. (1985) para *Picea abies*, porém ainda há carência de informações consistentes em relação a esses aspectos. Nessa mesma filosofia de trabalho, a miniestaquia seriada poderá vir a ser um método alternativo promissor no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*, em vista, principalmente, de ser uma técnica nova, já embutida nos programas de propagação clonal massal de *Eucalyptus* na maioria das empresas florestais brasileiras, bem como pela rapidez no enraizamento e formação das mudas. Aliado a isso, a baixa necessidade de recursos financeiros e estruturais para a implementação de um programa de rejuvenescimento pela miniestaquia seriada torna-a uma ferramenta de grande interesse para esses objetivos.

Considerando-se tais aspectos e em função do atual esparso ou inexistente conhecimento disponível em relação aos aspectos inerentes ao gradiente de juvenildade e, ou, maturidade, ainda mais ao considerar o recente desenvolvimento da técnica de miniestaquia, o presente estudo objetivou avaliar a influência dos subcultivos de miniestaquia seriada no enraizamento de quatro clones de *Eucalyptus grandis*, quanto ao número de raízes, ao comprimento da maior raiz, ao comprimento total de raízes e ao peso da matéria seca das raízes das mudas produzidas, ou seja, no vigor radicular.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA), sediada no município de Belo Oriente, MG. Foram utilizados quatro clones de *Eucalyptus grandis* (CC10, CC12, CC14 e CC15), selecionados em uma população de procedência de Rio Claro, SP, e propagados vegetativamente a partir da técnica de estaquia convencional e miniestaquia.

A partir de minicepas formadas de mudas produzidas pelo processo de estaquia convencional, foram obtidas as miniestacas, as quais foram enraizadas em casa de vegetação sem a aplicação de regulador de crescimento, conforme metodologia adotada pela Empresa CENIBRA. As miniestacas permaneceram em casa de vegetação por 25 dias, seguindo posteriormente para a casa de sombra, onde permaneceram por mais 10 dias, para aclimação e, posteriormente, para rustificação em pleno sol, quando, após 20 dias, foram podadas para formação das minicepas dos jardins subseqüentes.

As miniestacas enraizadas, ao atingirem 10 a 12 cm de tamanho, tiveram seus ápices podados na altura de 6-8 cm, constituindo, assim, as minicepas, que forneceram as brotações (miniestacas). O minijardim clonal foi localizado em ambiente coberto por plástico transparente e conduzido em sistema de hidroponia em calhetão de areia, com aproximadamente 100 minicepas por metro quadrado, sendo cada clone representado por 130 minicepas por subcultivo. A nutrição mineral adotada foi aplicada via solução nutritiva, sendo balanceada de modo a se obter um bom padrão de vigor das minicepas, conforme descrito em Wendling (2002).

Em períodos regulares de 5 a 10 dias, as minicepas receberam podas seletivas para coleta de miniestacas. As podas foram mantidas durante toda a fase experimental, visando a um manejo adequado de produção de miniestacas nos jardins miniclonais.

Foram formados sete jardins miniclonais (JM1, JM2, JM3, JM4, JM5, JM6 e JM7), ou seja, sete subcultivos de rejuvenescimento (subcultivo 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Em função da melhor operacionalidade e da grande proximidade fisiológica de um subcultivo com o subseqüente, foram utilizados quatro subcultivos de rejuvenescimento (subcultivos 1, 3, 5 e 7) para o estudo em questão.

Para o enraizamento e formação das mudas, as miniestacas foram enraizadas em tubetes plásticos de 55 cm³ de capacidade, contendo substrato formado pela mistura em partes iguais de vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada, sendo a nutrição mineral balanceada, conforme detalhado em Wendling (2002).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro tratamentos de subcultivos e quatro clones) e cinco repetições. Foram avaliados o enraizamento das

miniéstacas na saída da casa de sombra e a sobrevivência aos 50 dias de idade. Na avaliação do número de raízes, do comprimento da maior raiz, do comprimento total de raízes e da biomassa radicular foram realizadas amostragens aos 10, 15, 20 e 25 dias após o estaqueamento em casa de vegetação. Considerou-se como raiz emitida toda estrutura esbranquiçada, com ápice definido e visível a olho nu, saindo da região basal dos propágulos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O enraizamento das miniéstacas na saída da casa de sombra não apresentou diferenças entre os subcultivos estudados (Figura 1A), à exceção do clone CC12, em que o subcultivo 1 foi significativamente superior ao subcultivo 7. No que se relaciona aos clones, os de melhor desempenho nesta avaliação foram o CC12 e o CC15, com médias de 87,8 e 87,1% de enraizamento, respectivamente.

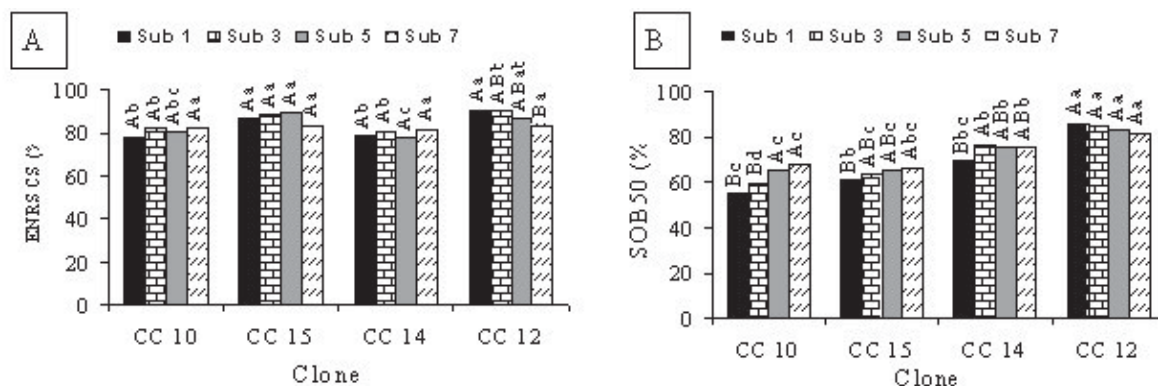
Entre os inúmeros fatores que podem ter contribuído para esses altos índices gerais de enraizamento na saída da casa de sombra, estão as boas condições de temperatura, umidade e manejo às quais os propágulos foram submetidos, aliadas ao potencial genético do clone em relação à propagação vegetativa. Além disso, as condições gerais de alto vigor fisiológico das miniéstacas, resultado do sistema de manejo do minijardim

clonal adotado, constituíram também fator de grande importância para os bons resultados obtidos.

Para a sobrevivência das mudas aos 50 dias de idade (Figura 1B), observou-se a superioridade do clone CC12 em relação aos demais, bem como efeito positivo dos subcultivos na sobrevivência das mudas nos clones CC10, CC15 e CC14, sendo o efeito mais pronunciado no primeiro clone (CC10).

Essas constatações indicam que materiais de menor grau de juvenildade e, por consequência, com menores índices de enraizamento e sobrevivência respondem melhor ao rejuvenescimento, evidenciando a aplicabilidade dessas técnicas para clones e espécies que apresentam dificuldade de enraizamento na fase adulta, conforme citado por Xavier et al. (2001). Vale salientar que, nos clones CC10 e CC15, talvez um maior número de subcultivos pudesse resultar em efeitos ainda mais pronunciados.

Conforme pode ser visualizado na Figura 2, ocorreu uma tendência de aumento no número de raízes por miniéstaca com a elevação no número de subcultivos, de forma mais destacada nas avaliações iniciais, indicando um maior vigor inicial. A exceção se faz para o clone CC12, que é aquele que apresenta índices de enraizamento superiores em relação aos demais, bem como maior número de raízes produzidas.



As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro de cada clone, entre os subcultivos e, de uma mesma letra minúscula, entre os clones, dentro de cada subcultivo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1 – Enraizamento das miniéstacas na saída da casa de sombra (ENRSCS - A) e sobrevivência aos 50 dias (SOB50 - B), em função dos subcultivos (Sub) e clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 1 – Rooting of minicuttings in the shade (ENRSCS - A) and survival at 50 days (SOB50 - B) in response to serial subcultures (Sub) and *Eucalyptus grandis* clones.

Para o clone CC12 aos 10 dias de permanência em casa de vegetação já se observou a formação da maioria das raízes, visto que nas avaliações dos 15, 20 e 25 dias de idade dos propágulos percebeu-se somente um pequeno aumento no número de raízes formadas. Nos outros três clones, notou-se, porém, que aos 10 dias ainda a maior parte das raízes não havia sido formada, indicando menor vigor radicular desses clones, principalmente nos subcultivos menores; nos maiores, detecta-se uma tendência semelhante àquela do clone CC12, ou seja, maior vigor inicial e, conseqüentemente, formação do maior número de raízes até os 10 dias de

idade dos propágulos.

Esses resultados são corroborados pelos de Gomes (1987), Schneck (1996) e Greenwood e Hutchison (1993), em que é citado que, além dos percentuais de enraizamento com o aumento de juvenalidade dos propágulos, pode ocorrer maior vigor radicular, resultando em maior número de raízes. Assim, no presente estudo pode-se sugerir a ocorrência de rejuvenescimento para os clones CC10, CC14 e CC15, em relação a essa característica, em função dos resultados obtidos com a miniestaquia seriada.

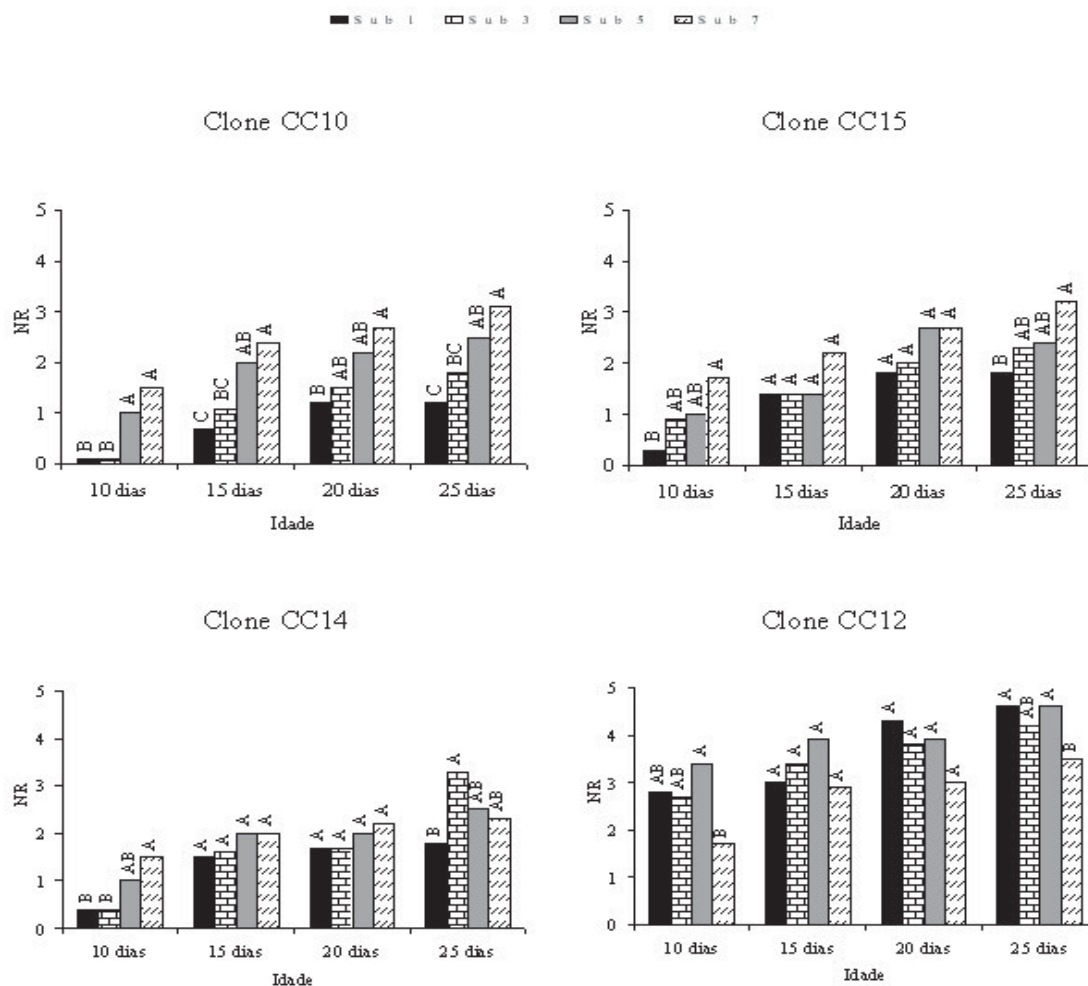


Figura 2 – Número de raízes (NR) produzidas por miniestaquia enraizada aos 10, 15, 20 e 25 dias de permanência em casa de vegetação, em função do subcultivo (Sub) e dos quatro clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 2 – Root number (NR) per rooted minicuttings evaluated at 10, 15, 20 and 25-days in the green house, in response to serial subcultures (Sub) and four *Eucalyptus grandis* clones.

De forma similar ao número de raízes, o clone CC12 apresentou maiores valores de comprimento da maior raiz nos subcultivos maiores (Figura 3). No entanto, nos demais clones, não se observou uma tendência clara quanto a essa avaliação, em relação ao número de subcultivos.

Considerando os diferentes clones, percebe-se a superioridade do clone CC12, denotando a sua grande aptidão à propagação vegetativa e a maior dificuldade de respostas significativas a qualquer técnica ou procedimento de rejuvenescimento, o que concorda com os resultados obtidos por Titon (2001), ao comparar as técnicas de miniestaquia (sem rejuvenescimento) e

microestaquia (com rejuvenescimento *in vitro*).

Em relação ao comprimento total de raízes (Figura 4), de forma similar ao comprimento da maior raiz, o clone CC10 apresenta maiores valores nos subcultivos maiores, e nos clones CC15 e CC14 não se observa uma tendência geral quanto a essa característica. Já no clone CC12, dada a sua boa habilidade de propagação vegetativa, os subcultivos interferiram negativamente no comprimento total de raízes, levando à conclusão de que em materiais com bom grau de juvenildade não se obtêm resultados positivos em termos de rejuvenescimento pela miniestaquia seriada.

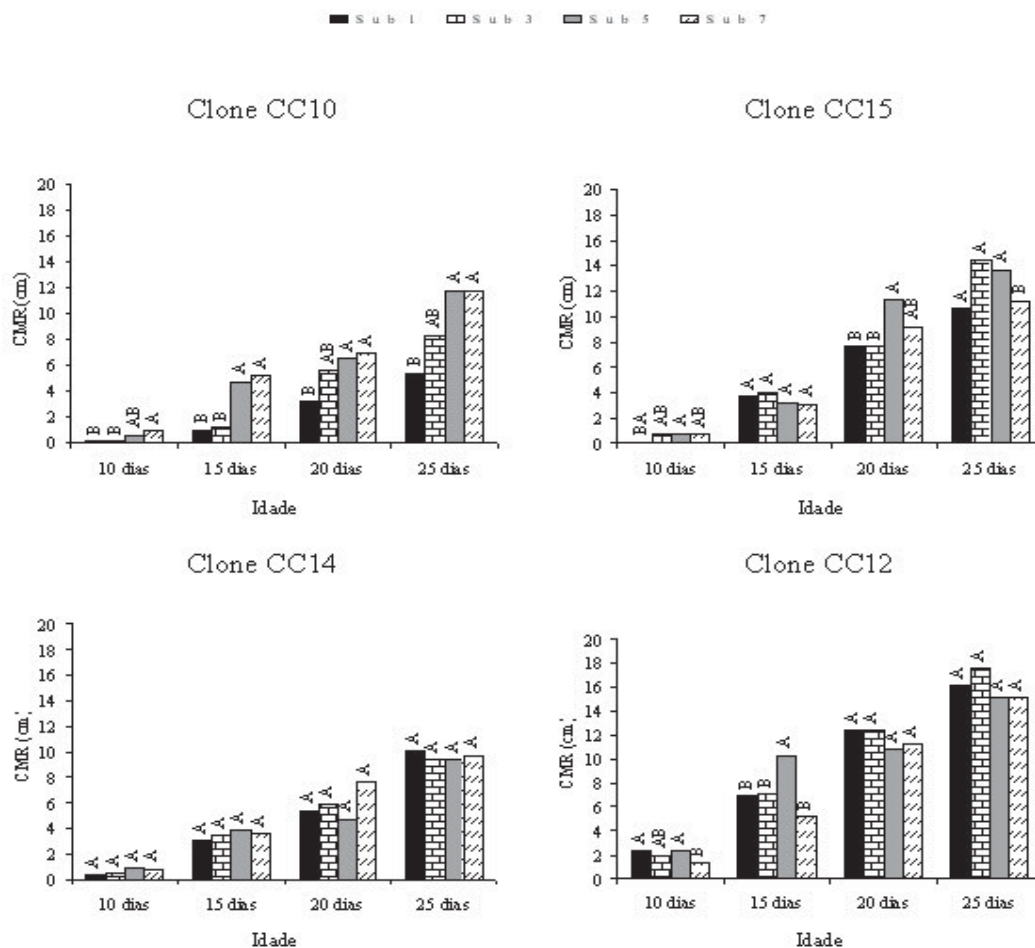


Figura 3 – Comprimento da maior raiz (CMR) por miniestaca enraizada aos 10, 15, 20 e 25 dias de permanência em casa de vegetação, em função do subcultivo (Sub) e dos quatro clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 3 – Length of largest root (CMR) per rooted minicutting evaluated at 10, 15, 20 and 25 days in the green house, in response to serial subcultures (Sub) and four *Eucalyptus grandis* clones.

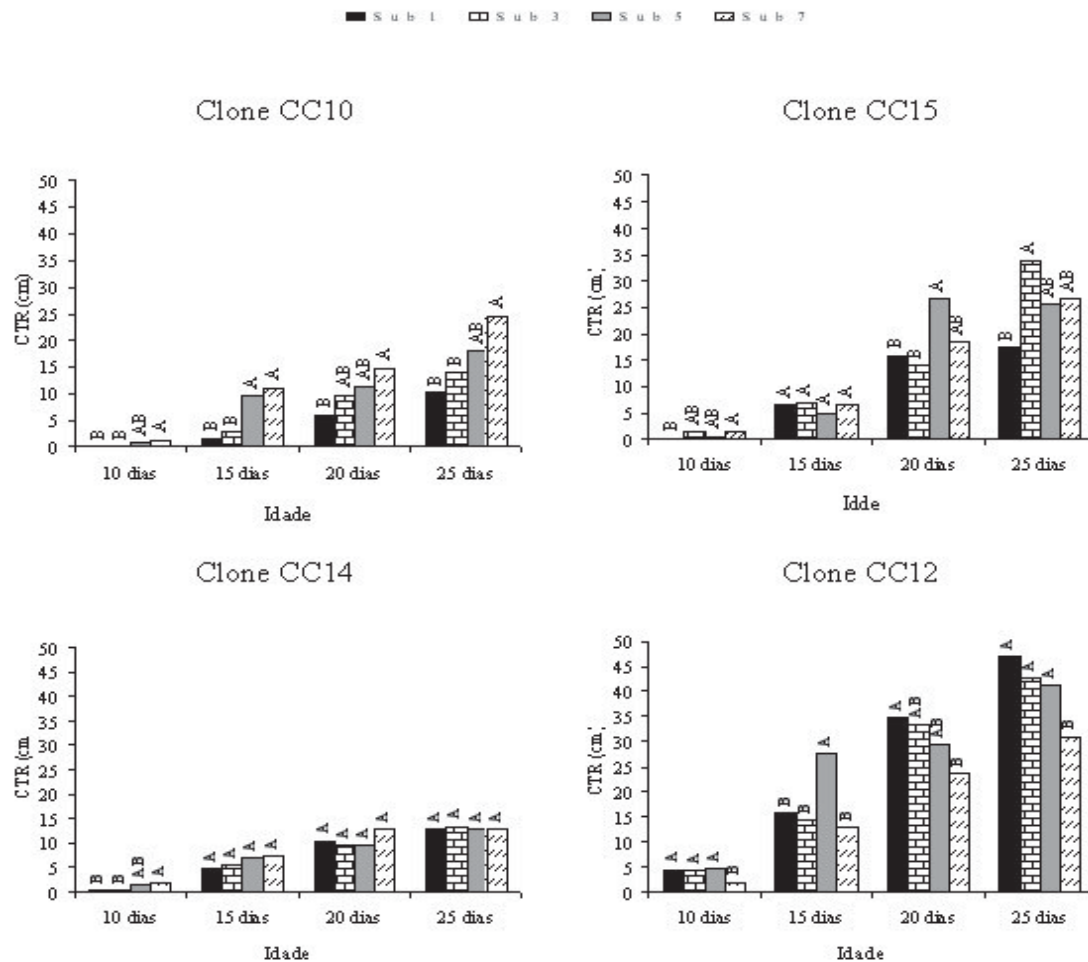


Figura 4 – Comprimento total de raízes (CTR) por miniestaca aos 10, 15, 20 e 25 dias de permanência em casa de vegetação, em função do subcultivo (Sub) e dos quatro clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 4 – Total root length (CTR) per rooted minicutting evaluated at 10, 15, 20 and 25 days in the green house, in response to serial subcultures (Sub) and four *Eucalyptus grandis* clones.

Percebe-se, na Figura 5, que o clone CC10 apresenta superioridade significativa no peso da matéria seca da parte radicular das mudas nos subcultivos maiores, apenas aos 25 dias de idade de avaliação. No clone CC15 não há diferença significativa em relação a essa característica, e, no clone CC14, aos 20 dias de avaliação, o subcultivo 7 resultou em aumento do peso da matéria seca da parte radicular, não diferindo significativamente dos subcultivos 1 e 3. No entanto, da mesma forma que para o número de raízes, comprimento da maior raiz e comprimento total de raízes, o clone CC12 mostra

uma diminuição do peso da matéria seca da parte radicular em razão do aumento do número de subcultivos, denotando uma resposta negativa aos subcultivos de miniestaca seriada.

De forma geral, analisando o número de raízes (Figura 2), o comprimento da maior raiz (Figura 3), o comprimento total de raízes (Figura 4) e o peso da matéria seca da parte radicular das mudas na casa de vegetação (Figura 5), pode-se observar que, para o clone CC10, os subcultivos maiores apresentaram tendência de

superioridade em relação aos demais. Nos clones CC15 e CC14, registraram-se respostas diferenciadas em função da característica e, no clone CC12, considerado o de maior aptidão ao enraizamento, uma tendência de resposta negativa aos subcultivos de miniestaquia seriada. Além disso, o clone CC12 apresentou maior velocidade de enraizamento em relação aos demais, ou seja, maior número de raízes, comprimento da maior raiz e maior comprimento total de raízes aos 10, 15, 20 e 25 dias de idade, o que indica maior vigor radicular.

A ocorrência de influências negativas dos subcultivos de miniestaquia seriada no clone de maior

juvenildade (CC12), em algumas características, pode estar relacionada a uma linha de máxima juvenildade, em que, a partir desta, qualquer método ou técnica de rejuvenescimento não resultaria mais em respostas positivas, ocasionando em algumas situações redução do vigor geral dos propágulos em função dos tratamentos e manejo envolvidos.

Quanto ao peso da matéria seca da parte radicular das mudas aos 50 dias de idade, não foi observada uma tendência em relação aos subcultivos de miniestaquia seriada (Figura 6).

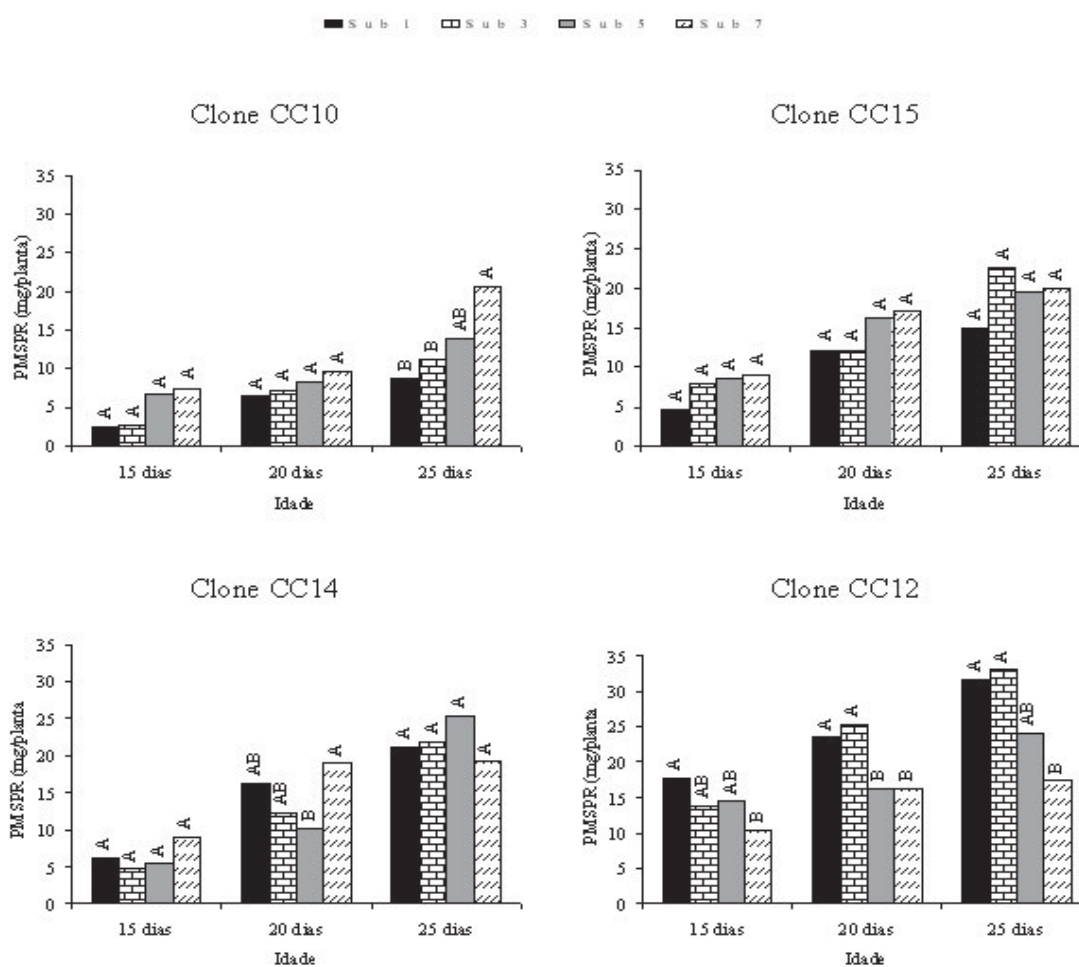
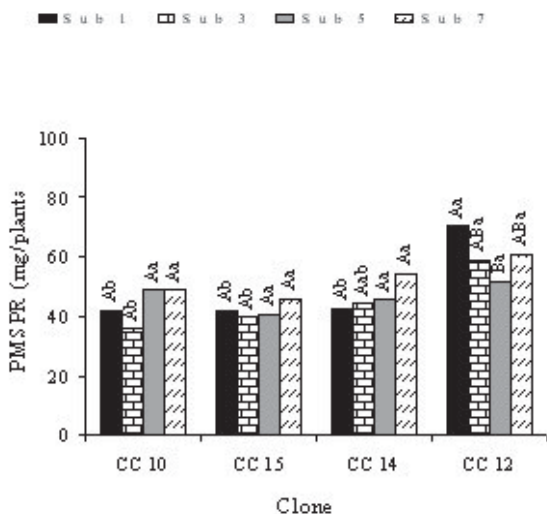


Figura 5 – Peso da matéria seca da parte radicular (PMSPR) por miniestaca aos 10, 15, 20 e 25 dias de permanência em casa de vegetação, em função do subcultivo (Sub) e dos quatro clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 5 – Root dry weight of (PMSPR) per minicutting evaluated at 10, 15, 20 and 25 days in the green house, in response to serial subcultures (Sub) and four *Eucalyptus grandis* clones.



Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro de cada clone, entre os subcultivos e, de uma mesma letra minúscula, entre os clones, dentro de cada subcultivo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6 – Peso da matéria seca da parte radicular (PMSPR) das mudas aos 50 dias de idade em função dos subcultivos (Sub) e clones de *Eucalyptus grandis*.

Figure 6 – Root dry weight of (PMSPR) minicuttings evaluated at 50 days, in response to serial subcultures (Sub) and *Eucalyptus grandis* clones.

Uma característica associada ao maior grau de juvenildade dos propágulos tem sido o maior vigor radicular (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993). No presente estudo, a miniestaquia seriada foi eficiente na promoção dessa característica, ou seja, possível efeito de rejuvenescimento, principalmente nos clones CC10 e CC15, confirmando a teoria de que em materiais menos juvenis tais técnicas são mais eficazes, dada a maior distância fisiológica do estado atual para o estado juvenil.

Segundo Moe (1987) e Menzies (1992), pode-se assumir que condições ambientais e nutricionais de cultivo das plantas-matriz mais próximas das ideais, além de boas condições do ambiente de enraizamento e de manejo dos propágulos vegetativos, resultam em efeitos positivos nos índices gerais de enraizamento. Já quando se trabalha em condições mais drásticas de ambiente, nutrição e de manejo dos clones, os índices gerais de sucesso com a clonagem diminuem drasticamente (MENZIES, 1992; THOMPSON, 1992). Nessas condições, o rejuvenescimento para estas características pode se tornar mais eficiente e necessário

na obtenção de resultados satisfatórios na propagação clonal de *Eucalyptus*.

Esses resultados são corroborados pelos obtidos por Wendling (2002), em que foi levantada a suposição de que, em condições mais drásticas de vigor dos propágulos, a miniestaquia seriada pode vir a ser mais eficiente no rejuvenescimento do que quando em condições ideais de vigor.

A aplicabilidade da técnica de miniestaquia seriada baseia-se no fato de ela poder vir a ser uma alternativa para o rejuvenescimento de certos clones de *Eucalyptus*, em nível comercial, com dificuldades no cultivo *in vitro*, inviabilizando seu rejuvenescimento pela micropropagação seriada. Assim, com base nos resultados obtidos no presente estudo e em situações quando a miniestaquia seriada apresenta resultados tão eficientes quanto outros métodos de rejuvenescimento (enxertia seriada, micropropagação seriada e outros), ela poderá vir a ser uma alternativa viável técnica e economicamente para o rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus* com baixo potencial de enraizamento.

4. CONCLUSÕES

1. Os subcultivos de miniestaquia seriada promoveram aumento no número de raízes, aliado a um maior vigor inicial das raízes, principalmente nos clones de menor potencial de enraizamento.
2. O grau de rejuvenescimento foi variável em função das características e dos clones avaliados.

5. AGRADECIMENTOS

À Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA), pela disponibilização do material experimental e pelo apoio orçamentário e estrutural na condução das pesquisas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelo apoio na realização deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLAIR, J. B. ST.; KLEINSCHMIT, J.; SVOLBA, J. Juvenility and serial vegetative propagation in Norway spruce clones (*Picea abies*). *Silvae Genetica*, v. 34, n. 1, p. 422-48, 1985.
- ELDRIDGE, K. et al. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1994. p. 228-246.

- GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades.** Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1987. 69 p. (Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1).
- GREENWOOD, M. S.; HUTCHISON, K. W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry: genetics and biotechnology.** Budapest: Springer-Verlag, 1993. p. 14 - 33.
- HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, 1987a. p. 11 - 28. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- HACKETT, W. P. **Juvenility and maturity.** In: CELL and tissue culture in forestry. Dordrecht: Kuwer Academic Publishers, 1987b. p. 216-231.
- MENZIES, M. I. Management of stock plants for the production of cutting material. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR - MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL, IUFRO, 1992. p. 145-158. (Colloque AFOCEL - IUFRO).
- MOE, R. Stock plant enviromental and subsequent adventitious rooting. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 214 - 234. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- SCHNECK, V. Untersuchungen zur klonabhängigkeit der bewurzelungsfähigkeit und der qualität er wurzelbildung bei der stecklingsvermehrung von 40 - bis 350 jährigen auslesebäumen der Eibe (*Taxus baccata*). **Silvae Genetica**, v. 45, n. 5-6, p. 246-249, 1996.
- THOMPSON, D. G. Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL, IUFRO, 1992. p. 159-172. (Colloque AFOCEL – IUFRO).
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia.** 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** 2002. 98f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- XAVIER, A. et al. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de híbrido de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 403-411, 2001.