

Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação no desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis*

Effect of the cutting, minicutting, microcutting and micropropagation techniques in the silvicultural performance of *Eucalyptus grandis* clones

Alex Passos dos Santos
Aloisio Xavier
Marcelo Lelis de Oliveira
Geraldo Gonçalves do Reis

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de quatro clones de *Eucalyptus grandis*, propagados pelas técnicas de estaquia, micropropagação, microestaquia e miniestaquia, sendo instalados em campo um teste clonal, onde foram mensuradas as características de crescimento em altura e diâmetro e, uma parcela experimental, onde foi avaliada a produção de biomassa da parte aérea (avaliações aos 4, 8, 16 e 24 meses). De acordo com os resultados obtidos, verificou-se na fase inicial do teste clonal, aos 4 e 8 meses de idade, um melhor desempenho das técnicas de micropropagação e microestaquia em relação à miniestaquia e estaquia para alguns clones, no que tange ao crescimento em altura, diâmetro e a biomassa da parte aérea. Entretanto, alguns clones mostraram resultados similares na miniestaquia em relação à micropropagação e à microestaquia e, com ligeira superioridade à estaquia. Por outro lado, as avaliações realizadas aos 24 meses de idade indicaram tendências de uniformidade dos resultados entre as técnicas de propagação clonal com o avanço da idade do teste clonal.

PALAVRAS-CHAVE: Clonagem, Propagação vegetativa; Silvicultura clonal

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate the performance of four *Eucalyptus grandis* clones, propagated by the cutting, micropropagation, microcutting and minicutting techniques. It was installed in field a clonal test where it was concerned the height and diameter growth characteristics, and an experimental plot where it was evaluated the aerial biomass production (at 4, 8, 16 and 24 months old). According to the obtained results, in the cloning test beginning, at 4 and 8 months old, there was a better performance of the micropropagation and microcutting techniques, concerning the growth height, diameter, and aerial biomass. However, some clones showed similar results in the minicutting in relation to the micropropagation and microcutting, with a slight superiority to the cutting. On the other hand, the evaluations done at 24 months old, showed tendencies of uniformity in the results among the cloning propagating techniques with the cloning test age advance.

KEYWORDS: Cloning, Vegetative propagation, Clonal forestry

INTRODUÇÃO

Os avanços da tecnologia de propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. decorrentes do atual desenvolvimento da silvicultura clonal, obtidos nos últimos anos, despertaram interesses concernentes à avaliação da eficiência das técnicas de produção de mudas, bem como ao desenvolvimento destas no campo.

A propagação clonal de *Eucalyptus* pelas técnicas de miniestaquia e microestaquia é uma realidade em várias empresas florestais, onde é considerada estratégica por aliar a qualidade da muda à redução dos custos de produção. Recentes trabalhos que englobaram esses estudos foram desenvolvidos por Wendling (1999), Titon (2001), Xavier et al. (2001) e Wendling (2002),

que buscaram analisar estas técnicas quanto à eficiência no processo de produção de mudas.

Resultados da microestaquia e da miniestaquia têm apontado vantagens em relação à estaquia convencional quanto ao processo de produção de mudas de *Eucalyptus*, tais como um melhor desempenho de enraizamento, qualidade do sistema radicular, velocidade de emissão das raízes e redução das atividades operacionais. Tilton (2001), avaliando a sobrevivência na saída da casa de vegetação, enraizamento na saída da casa de sombra e sobrevivência das mudas aos 50 dias de idade, em clones de *Eucalyptus*, observou resultados superiores na microestaquia em relação à miniestaquia, sendo essa diferença mais pronunciada em clones com maior dificuldade de enraizamento, indicando, nesses casos, possível efeito de rejuvenescimento dos clones com o uso da microestaquia.

No entanto, resultados de campo ainda são pouco conhecidos, restringindo-se, muitas vezes, a inferências de que mudas de clones produzidas pelo processo de micropropagação apresentem desempenho superior às produzidas pela estaquia.

Watt et al. (1995), em estudos realizados com sete clones híbridos de *Eucalyptus* spp., sendo três de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, três de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* e um de *Eucalyptus grandis* x *E. tereticornis*, propagados pela estaquia e micropropagação, concluíram que, para seis dos sete clones avaliados, as plantas produzidas pela micropropagação, aos 36 meses de idade, eram significativamente superiores às produzidas pela estaquia, com relação às características de sobrevivência, altura, incremento médio anual, diâmetro (DAP) e uniformidade do plantio.

Resultados similares aos estudos de Watt et al. (1995) foram obtidos por Xavier et al. (1997), que em dez clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, avaliados aos 72 meses de idade, sete apresentaram melhor desempenho silvicultural de material clonal proveniente da micropropagação em relação à estaquia, para as características altura e diâmetro (DAP). Porém, devido à carência de estudos nessa área, torna-se necessário e justificável o desenvolvimento de pesquisas que considerem as técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, buscando avaliar o desempenho silvicultural.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de quatro clones de *Eucalyptus* spp. propagados pelas técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, quanto às características de crescimento em altura e diâmetro, bem como a produção de biomassa da parte aérea, em condições de campo.

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido na empresa Celulose Nipo Brasileira S.A. – CENIBRA, localizada no Município de Belo Oriente, MG, na região do Vale do Rio Doce, apresentando clima do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, latitude 19°18'23"S e longitude 42°22'46"W e uma altitude média de 363m. A região apresenta precipitação média anual de 1.233mm, temperatura média anual de 21°C, com máxima de 27°C e mínima de 14°C (IBGE, 1969). O talhão em que foram instalados os experimentos apresenta solo predominantemente de textura argilosa, classificado como Neossolo Flúvico.

Foram utilizados quatro clones de *Eucalyptus* spp., sendo dois de *Eucalyptus grandis* (C 1 e C 2) e dois híbridos de *Eucalyptus grandis* (Rio Claro) (C 3 e C 4). As mudas utilizadas na presente experimentação foram obtidas por meio da propagação vegetativa, pelas técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, de acordo com os procedimentos descritos nos itens subseqüentes.

Propagação clonal: obtenção das mudas

A produção das mudas pela estaquia foi realizada por meio de estacas caulinares (de 8 a 10cm de tamanho) obtidas em jardim clonal, as quais foram enraizadas em casa de vegetação (permanência de 30 dias), com a utilização de regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 4.000mg L⁻¹, aclimatadas em casa de sombra (permanência de 10 dias) e rusticadas a pleno sol até os 90 dias de idade. Utilizaram-se, como recipientes, tubetes plásticos de 55cm³ de capacidade, contendo substrato constituído de partes iguais de vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada.

Da mesma forma, a produção das mudas referente às técnicas de miniestaquia e microestaquia foram obtidas pelo enraizamento de miniestacas e microestacas apicais, contendo 2 a 3 pares de

folhas e com dimensões variando de 4 a 6cm de tamanho, coletadas nos minijardins e microjardins clonais, respectivamente dos clones em estudo. O enraizamento ocorreu em casa de vegetação (permanência de 25 dias) e, posteriormente, as miniestacas e microestacas foram transferidas para casa de sombra, com sombrite 50% (permanência de 8 dias para aclimação) e, finalmente, a pleno sol até completarem 75 dias de idade.

A nutrição mineral utilizada na formação das mudas por estaquia, miniestaquia e microestaquia foi composta por superfosfato simples (8kg m^{-3}) em mistura no substrato, e pela nutrição complementar composta pela solução de sulfato de amônio (18g L^{-1}), cloreto de potássio ($3,33\text{g L}^{-1}$), sulfato de zinco ($0,22\text{g L}^{-1}$), sulfato de cobre ($0,22\text{g L}^{-1}$) e ácido bórico ($0,39\text{g L}^{-1}$), sendo aplicados 2,5ml dessa solução por tubete (2 vezes por semana).

As mudas micropropagadas foram obtidas através da proliferação de gemas axilares, sendo usado o meio de cultura composto pelos sais de MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), vitaminas de White (WHITE, 1943), acrescidos de mio-inositol (100mg L^{-1}), PVP (polivinilpirrolidona) (800mg L^{-1}), sacarose (3%), ágar Sigma® (0,7%), ANA (ácido naftalenoacético) e BAP (6-benzilaminopurina), conforme a fase da cultura.

Durante a fase de multiplicação, os clones passaram por sucessivos subcultivos, em meio de cultura adequado à multiplicação dos explantes, tendo por finalidade obter o rejuvenescimento. O número de subcultivos realizado foi estabelecido de acordo com a resposta das gemas à multiplicação e os indícios de alongamento, os quais foram observados entre 10 e 12 subcultivos, sendo esta fase realizada no Laboratório de Cultura de Tecidos II do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Após a fase de multiplicação, obtiveram-se as gemas alongadas *in vitro*, as quais foram transplantadas em casa de vegetação, para o enraizamento *ex vitro*, em tubetes plásticos de 55cm^3 contendo substrato constituído de partes iguais de vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada. Após o enraizamento em casa de vegetação (permanência de 30 dias), as mudas foram transferidas para aclimação em casa de sombra, com sombrite 50%, por um período de 10 dias, seguidas, posteriormente, de rustificação

a pleno sol. Essa fase foi realizada no Viveiro de Pesquisas Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

A nutrição mineral utilizada na formação das mudas micropropagadas foi composta por superfosfato simples (8kg m^{-3}) em mistura no substrato e pela nutrição complementar composta pela solução de sulfato de amônio (20g L^{-1}), cloreto de potássio ($3,33\text{g L}^{-1}$), sulfato de zinco ($0,22\text{g L}^{-1}$), sulfato de cobre ($0,22\text{g L}^{-1}$), sulfato de manganês ($0,22\text{g L}^{-1}$) e ácido bórico ($0,39\text{g L}^{-1}$), sendo aplicados 2,5ml dessa solução para cada tubete (2 vezes por semana). Essas mudas foram transferidas para o viveiro da empresa, onde receberam a mesma adubação das mudas propagadas pelas outras técnicas (estaquia, miniestaquia e microestaquia) por um período de três semanas antes do plantio.

Tratamentos e delineamento experimental

Uma vez obtidas as mudas nos diferentes procedimentos de propagação vegetativa, foram instalados, em campo, um teste clonal e uma parcela experimental visando avaliar o desempenho silvicultural dos clones propagados pelas diferentes técnicas.

O teste clonal foi instalado seguindo o delineamento de blocos ao acaso, no esquema de parcela subdividida (clone e técnica de propagação), com 8 repetições e parcelas lineares de 4 plantas, obedecendo ao espaçamento de 3 x 3 metros e bordadura mínima de 4 linhas. Já a parcela experimental foi instalada com parcelas base de 10 plantas x 7 linhas, num total de 70 plantas por técnica de propagação, para cada clone, segundo o esquema de amostragem seletiva, obedecendo ao espaçamento de 3 x 3 metros e bordadura mínima de 4 linhas.

Para ambos os experimentos, o solo foi preparado por meio de subsolagem, a uma profundidade de 50cm, sendo aplicados neste momento 400kg ha^{-1} de fosfato reativo no sulco. No momento do plantio, o sistema radicular das mudas foi imerso em uma solução de 1,5% de fosfato monoamônio (MAP), recebendo também uma irrigação de 4L de água por muda. Entre 10 a 25 dias após o plantio foi realizada uma adubação suplementar de 90g/planta de NPK (06-30-06) aplicada em coveta lateral e, após 90 dias, foram aplicados 300kg ha^{-1} de KCl + 1,5% de Boro.

Avaliações

As avaliações no teste clonal e na parcela experimental foram realizadas aos 4, 8, 16 e 24 meses de idade, a contar da data de implantação do experimento, de acordo com o teste. No teste clonal, foram mensuradas as características de crescimento em altura e diâmetro à altura do peito (DAP), de todos os indivíduos dentro de cada parcela, sendo os dados do DAP tomados a partir da terceira avaliação (16º e 24º meses de idade). Quanto à parcela experimental, foram realizadas avaliações das técnicas de propagação, em relação ao crescimento da parte aérea das árvores, obtendo a biomassa foliar, dos galhos e do tronco, a partir de três árvores que representam a média da parcela quanto ao seu desenvolvimento.

Para a obtenção da biomassa das folhas e dos galhos, as árvores abatidas foram desgalhadas rentes ao tronco e desfolhadas. Em seguida, foi obtida a biomassa úmida e, desta, retirada uma amostra de 300g, a qual foi seca em estufa à temperatura de 70°C até obter peso de matéria seca constante, obtendo-se o peso da matéria seca foliar e dos galhos.

Uma vez desgalhado, o tronco foi dividido em três segmentos iguais em comprimento e, depois de obtida a biomassa úmida, retirou-se uma amostra de mesmo comprimento (2cm) em cada seção, constituindo três amostras por tronco, por árvore. Após se obter o peso da matéria seca das amostras, obteve-se o peso da matéria seca do lenho, conforme procedimentos adotados para biomassa foliar e dos galhos.

Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância, testes de médias (Teste de Tukey) a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Ressalta-se que, devido a restrições na produção de mudas, o tratamento referente à técnica de estaquia para o clone C3, no teste clonal, assim como os tratamentos referentes às técnicas de micropropagação para os clones C1 e C2 e estaquia para o clone C3 na parcela experimental, não foram incluídos nesta experimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Crescimento em altura

No que tange ao crescimento em altura das plantas, verificaram-se efeitos significativos com

relação às técnicas de propagação, cujas respostas variaram com o material genético e a idade da planta (Figura 1).

Para os clones C1 e C2, um comportamento similar entre as técnicas de propagação com o aumento da idade do teste clonal foi observado. Assim, o melhor desempenho em altura das plantas com a micropropagação e microestaquia em relação à técnica de estaquia convencional, para o clone C1, aos 8 meses, e para o clone C2, aos 4 e 8 meses de idade, não foi observado aos 16 e 24 meses. No entanto, para o clone C4, resultados inferiores com a estaquia convencional permaneceram com o aumento da idade do teste clonal. Resultados superiores com o uso da micropropagação em relação à estaquia foram obtidos por Rockwood e Warrag (1994), Watt et al. (1995) e Xavier et al. (1997). No entanto, contrário ao observado para o clone C1 e C2, Rockwood e Warrag (1994) verificaram um crescimento das diferenças com o aumento da idade do teste clonal.

O ganho inicial de crescimento em altura para os clones C1, C2 e C4 com a utilização das técnicas de micropropagação e microestaquia em relação à técnica de estaquia pode ser atribuído ao maior grau de juvenilidade dos propágulos obtidos, advindo do rejuvenescimento pelos subcultivos *in vitro*, conforme citado por Chaperon (1987) e Hackett (1987). As mudas propagadas pelas técnicas de micropropagação e microestaquia são provenientes de propágulos vegetativos herbáceos e apicais, enquanto as mudas propagadas pela estaquia, são confeccionadas a partir de estacas semilenhosas e intermediárias com maior grau de maturação e diferenciação celular.

Com relação à performance das técnicas de micropropagação, microestaquia e miniestaquia, observa-se, de modo geral, para os clones C1, C2 e C4, a não ocorrência de variações significativas entre essas técnicas, indicando uma baixa diferença de juvenilidade entre os propágulos vegetativos, sendo as diferenças fisiológica e ontogenética entre os propágulos insuficientes para expressar diferenças no crescimento em campo.

Para o clone C3, não se observou um comportamento definido das técnicas de micropropagação, microestaquia e miniestaquia com a idade. Os resultados superiores obtidos com o uso da micropropagação aos 4 e 16 meses em comparação com a miniestaquia, não foram observados aos 8 e 24 meses.

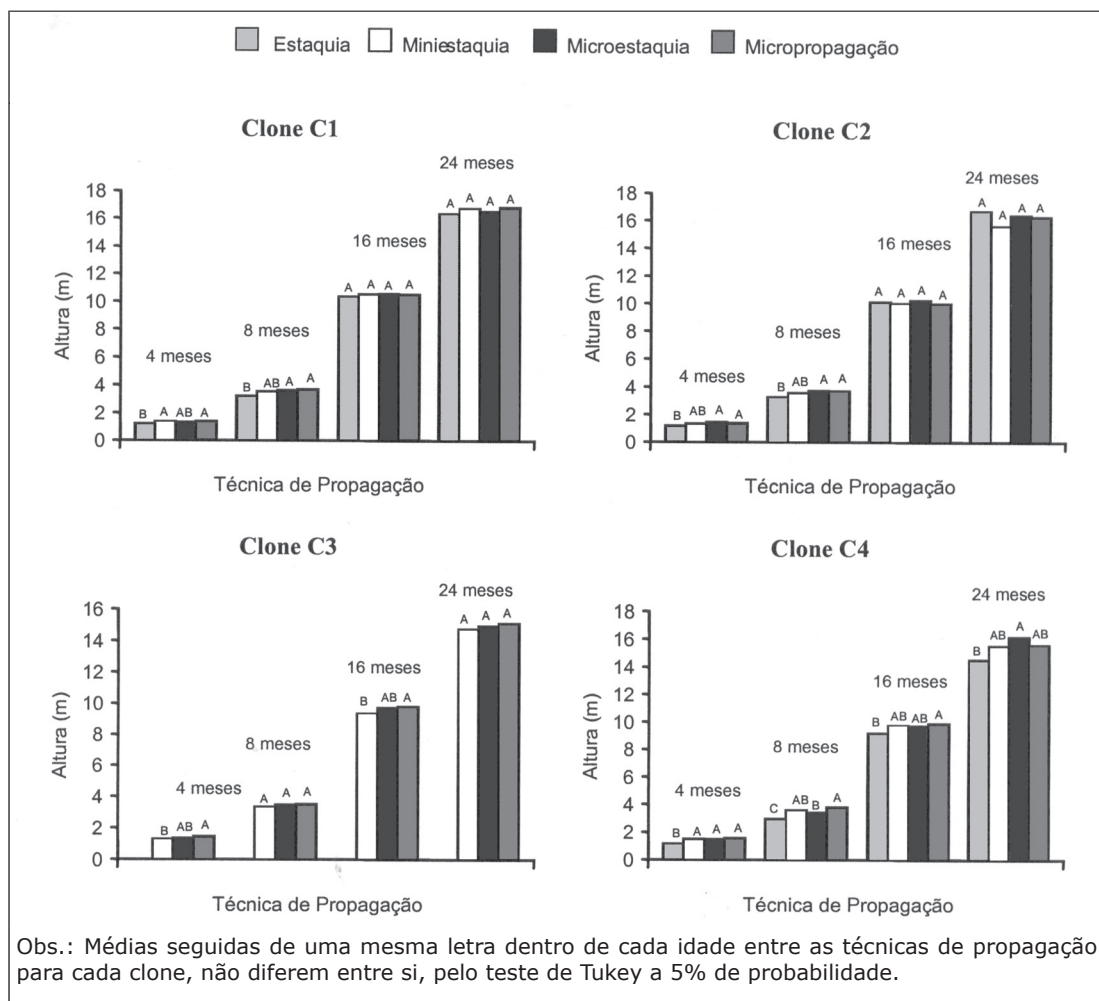


Figura 1. Médias do crescimento em altura aos 4, 8, 16 e 24 meses, em função da técnica de propagação dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. (Growth height average at 4, 8, 16 and 24 months old, in relation to propagation techniques of the four *Eucalyptus* spp. clones)

A superioridade da micropropagação em relação à técnica de miniestaquia para idades de 4 e 16 meses, para o clone C3, pode ser atribuída ao maior grau de juvenilidade dos propágulos obtidos, advinda do rejuvenescimento pelos subcultivos in vitro. Titon (2001), avaliando o mesmo material genético, observou um melhor enraizamento das microestacas em relação às miniestacas, associando este desempenho a um possível rejuvenescimento das mudas produzidas pela micropropagação, visto que, nas três técnicas, as mudas são provenientes de um mesmo padrão de vigor fisiológico (propágulos vegetativos herbáceos e apicais), ou seja, estacas com o mesmo padrão de tamanho, consistência e grau de dife-

renciação celular (Santos, 2003).

De maneira geral, pode-se concluir que o crescimento em altura indicou certa tendência de respostas similares entre as técnicas de propagação avaliadas com o avanço da idade do teste clonal, exceto para o clone C4, onde a estaquia apresentou um comportamento inferior.

Crescimento em diâmetro (DAP)

No que tange ao crescimento em diâmetro (DAP) das plantas avaliadas aos 16 e 24 meses de idade, verifica-se, de modo geral, uma resposta variável da técnica de propagação de acordo com o clone e a idade do teste clonal (Figura 2), de forma similar a variável altura.

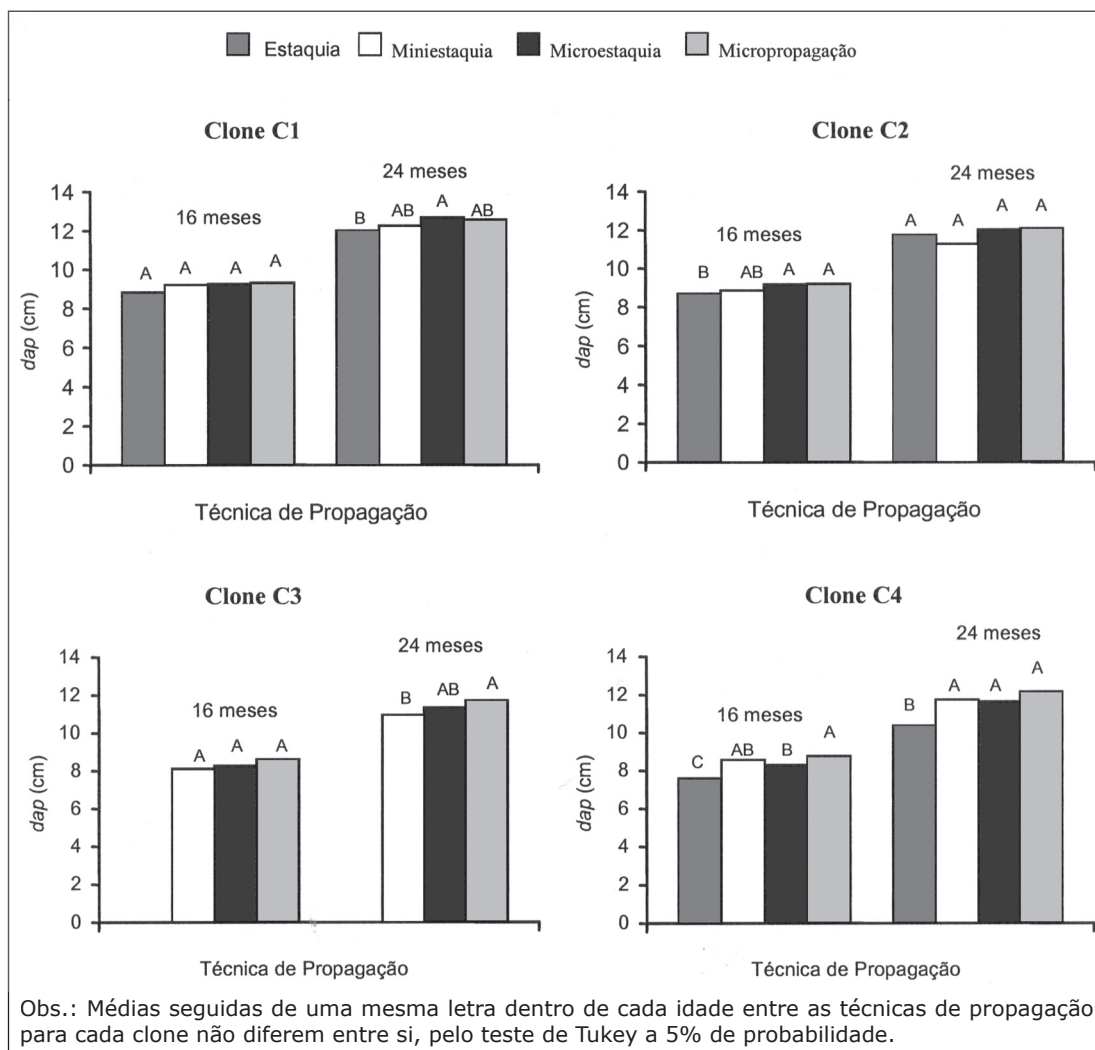


Figura 2. Médias de crescimento em diâmetro (dap) aos 16 e 24 meses, em função da técnica de propagação dos quatro clones de *Eucalyptus* spp.

(Growth diameter average at 16 and 24 months old, in relation to propagation techniques of the four *Eucalyptus* spp. clones.)

Um melhor desempenho da micropropagação e microestaquia em relação à estaquia para o clone C2 aos 16 meses, não foi observado em idade mais avançada. Para o clone C4, os menores valores observados para a estaquia convencional permaneceram com o aumento da idade do teste clonal.

Para o clone C3, também conforme a altura, ainda não se observa um comportamento definido das técnicas de propagação. Melhores resultados com o uso da micropropagação em comparação com a miniestaquia observados aos 24 meses

não foram evidenciados aos 16 meses de idade, entretanto, para o clone C1, observou-se comportamento contrário à variável altura, verificando-se diferença entre as técnicas de propagação com o avanço da idade do teste clonal.

As diferenças observadas em determinada idade evidenciaram, de modo geral, valores superiores com a utilização da técnica de micropropagação e microestaquia, seguidos posteriormente pela miniestaquia e por último, pela técnica de estaquia, indicando diferentes níveis de juvenidade dos propágulos vegetativos.

Resultados similares foram obtidos por Rockwood e Warrag (1994), Watt et al. (1995) e Xavier et al. (1997), cujos valores de altura e diâmetro à altura do peito (DAP), de modo geral, apresentaram uma melhor performance no campo de mudas formadas pela técnica de micropropagação, em comparação com a técnica de macropropagação, em diferentes espécies de *Eucalyptus*. No entanto, estas diferenças foram observadas em idades mais avançadas, tendência essa não observada para os materiais genéticos avaliados neste trabalho.

Biomassa da parte aérea

A interferência das técnicas de propagação clonal na partição da biomassa para a parte aérea das plantas é muito importante para a tomada de decisões quanto à seleção de materiais genéticos e técnicas de manejo a serem adotados na condução do povoamento, principalmente a biomassa alocada para o tronco.

De acordo com a Tabela 1, o peso da matéria seca das folhas, galhos e lenho apresentaram, para alguns clones, respostas variadas em relação às técnicas de propagação e à idade de avaliação. Cabe ressaltar que os coeficientes de variação experimental para as características avaliadas ficaram entre 16% e 27%, justificando, de certa forma, as respostas variadas apresentadas pelos clones, entre as técnicas de propagação.

Observa-se uma uniformização para peso da matéria seca das folhas com o avanço da idade da parcela experimental, para todos os clones avaliados. Desta forma, respostas, a princípio inconsistentes, com resultados inferiores à utilização da técnica de miniestaquia em relação à estaquia para o clone C1, aos 8 meses, e piores resultados da microestaquia para o clone C3, aos 4 meses e C4, aos 16 meses, em relação à micropropagação, não foram observados com o aumento da idade da planta.

Em relação ao peso da matéria seca dos galhos, não se verificaram diferenças entre as técnicas de propagação, exceto para o clone C2 aos 4 meses, que apresentou melhores resultados com o uso da micropropagação e microestaquia do que com a estaquia. No entanto, conforme a biomassa das folhas, esta diferença não foi observada com o avanço da idade das plantas.

Estas variações em idades iniciais na parcela experimental, para o peso da matéria seca das folhas e galhos, podem ser em parte explicadas pelo comportamento diferenciado das características avaliadas no que tange ao rejuvenescimento, pois de acordo com Greenwood (1992), Hackett e Murray (1993), algumas características relacionadas com a maturação podem ser mais facilmente rejuvenescidas que outras, além da facilidade de rejuvenescimento ser variável conforme a característica.

De maneira geral, as técnicas de propagação clonal, a princípio com maior grau de juvenilidade, como a micropropagação e microestaquia, proporcionaram em fase inicial uma maior alocação de matéria seca para o lenho, ficando também evidente, para todos os clones avaliados, a uniformização após aos 16 meses de idade.

Este ganho inicial proveniente das técnicas de propagação, que utilizam propágulos mais juvenis fisiológica e ontogeneticamente, concorda com a literatura que aborda aspectos relacionados com a juvenilidade e maturação (BONGA, 1982; HACKETT, 1987; GOMES, 1987; GEORGE, 1993; GREENWOOD e HUTCHISON, 1993; HARTMANN et al., 1997), indicando que plantas em estado mais juvenil apresentam maior potencial de crescimento vegetativo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foram realizados os estudos, concluiu-se que na fase inicial do teste clonal, as técnicas de micropropagação e microestaquia se mostraram superiores à miniestaquia e estaquia para alguns clones, no que tange ao crescimento em altura e DAP e em relação à biomassa da parte aérea, nas avaliações aos 4 e 8 meses de idade. Entretanto, para alguns clones, a miniestaquia mostra resultados similares à micropropagação e microestaquia, com ligeira superioridade para a estaquia. Por outro lado, as avaliações realizadas aos 24 meses de idade indicaram tendência de uniformidade dos resultados entre as técnicas de propagação, com o avanço da idade do teste clonal.

Um maior número de subcultivos in vitro pela micropropagação seriada, assim como a utilização de clones com maior dificuldade de propagação clonal e selecionados a partir de árvores em idades mais avançadas, podem resultar em efeitos mais pronunciados do rejuvenescimento.

Tabela 1. Médias do peso de matéria seca da parte aérea aos 4, 8, 16 e 24 meses, em função da técnica de propagação dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. (The stem dry weight's average at 4, 8, 16 and 24 months old, in relation to propagation techniques of the four *Eucalyptus* spp. clones.)

Clone	Técnica de Propagação	Peso de Matéria Seca da Parte Aérea (kg)															
		Folha				Galho				Lenho				Total			
		4	8	16	24	4	8	16	24	4	8	16	24	4	8	16	24
C1	T1	0,13 a	1,31 a	4,27 a	3,56 a	0,06 a	0,80 a	4,32 a	4,34 a	0,05 b	0,53 a	10,84 a	29,50 a	0,24 a	2,63 a	19,40 a	37,40 a
	T2	0,16 a	1,07 b	4,57 a	3,34 a	0,08 a	0,79 a	4,81 a	4,60 a	0,05 b	0,50 a	12,71 a	33,20 a	0,29 a	2,36 a	22,10 a	41,10 a
	T3	0,18 a	1,16 ab	5,47 a	4,27 a	0,09 a	0,88 a	5,45 a	6,32 a	0,08 a	0,57 a	14,71 a	38,90 a	0,34 a	2,61 a	25,60 a	49,50 a
	T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	T1	0,09 a	0,82 a	3,90 a	2,57 a	0,03 b	0,53 a	4,07 a	3,61 a	0,02 b	0,50 b	10,57 b	24,27 a	0,16 b	1,84 a	17,60 a	30,40 a
	T2	0,15 a	1,03 a	4,03 a	2,91 a	0,07 a	0,83 a	4,53 a	4,21 a	0,06 a	0,65 ab	12,25 ab	30,15 a	0,27 ab	2,50 a	19,50 a	37,30 a
	T3	0,17 a	1,26 a	4,44 a	3,44 a	0,08 a	0,71 a	4,82 a	5,00 a	0,07 a	0,80 a	13,35 a	29,22 a	0,31 a	2,77 a	19,60 a	37,70 a
	T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T2	0,45 ab	1,32 a	3,93 a	3,52 a	0,06 a	0,99 a	5,06 a	7,65 a	0,03 a	0,45 b	8,52 a	29,17 a	0,23 ab	2,76 a	17,60 a	40,40 a
	T3	0,12 b	1,53 a	4,34 a	4,09 a	0,05 a	1,03 a	6,02 a	8,61 a	0,03 a	0,53 ab	9,60 a	31,93 a	0,20 b	0,31 a	19,90 a	44,60 a
	T4	0,21 a	1,53 a	4,42 a	2,69 a	0,08 a	1,14 a	7,89 a	5,57 a	0,04 a	0,65 a	10,94 a	27,51 a	0,32 a	0,33 a	23,30 a	35,77 a
C4	T1	0,24 a	1,63 a	5,53 ab	3,28 a	0,07 a	1,08 a	6,33 a	5,14 a	0,04 a	0,53 c	10,50 a	24,73 a	0,35 a	3,24 b	22,40 a	33,20 a
	T2	0,33 a	1,97 a	5,34 ab	5,00 a	0,12 a	1,43 a	5,77 a	6,57 a	0,05 a	0,83 b	12,10 a	32,37 a	0,50 a	4,23 ab	23,20 a	43,90 a
	T3	0,28 a	2,34 a	4,89 b	3,78 a	0,10 a	1,68 a	5,87 a	5,57 a	0,05 a	1,01 a	12,17 a	32,27 a	0,44 a	5,03 a	22,90 a	41,60 a
	T4	0,24 a	1,73 a	6,57 a	3,49 a	0,09 a	1,34 a	7,61 a	4,44 a	0,05 a	0,76 b	13,03 a	33,82 a	0,57 a	3,82 ab	27,20 a	41,80 a

Obs. 1: T1 = estaquia; T2 = miniestaquia; T3 = microestaquia; T4 = micropropagação.

Obs. 2: Médias seguidas de uma mesma letra dentro da variável entre técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

Alex Passos dos Santos é Engenheiro Florestal, Mestre pela Universidade Federal de Viçosa e Pesquisador da DURATEX S.A. - Rod. Marechal Rondon - Km 323 – Agudos, SP - 17120-000 – E-mail: alex.santos@duratex.com.br

Aloisio Xavier é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário – Viçosa, MG - 36571-000 – E-mail: xavier@ufv.br

Marcelo Leles de Oliveira é Engenheiro Florestal, Mestre pela Universidade Federal de Viçosa e Pesquisador da Klabin S.A., Fazenda Monte Alegre - Telêmaco Borba/Pr - 84279-000 - E-mail: moliveira@klabin.com.br

Geraldo Gonçalves dos Reis é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário – Viçosa, MG - 36571-000 – E-mail: greis@ufv.br

Os autores agradecem à Empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. - CENIBRA, pela disponibilização do material experimental (clones) e pelo apoio orçamentário e estrutural na condução da pesquisa e, à CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

BONGA, J.M. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In: BONGA, J.M.; DURZAN, D.J. (Eds.). **Tissue culture in forestry**. Boston: Martinus Hijhooff/Dr W. Junk Publishers, 1982. p.387-412.

CHAPERON, H. Vegetative propagation of *Eucalyptus*. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPÉCIES FORESTALES, 1987, Buenos Aires. **Anales...** Nangis: AFOCEL, 1987. p.215-232.

GEORGE, E.F. **Plant propagation by tissue culture: the technology**. 6.ed. London: Exegetics, 1993. v.1, 574 p.

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. Theoretical aspects of juvenility and maturation. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. (Eds.). **Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species**. Bordeaux: [s.n.], 1992. (Colloque AFOCEL IUFRO, Paris, 1992).

GREENWOOD, M.S.; HUTCHISON, K.W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W.J. (Eds.). **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. (Eds.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1987. p.11-28 (Advances in Plant Sciences Series, 2).

HACKETT, W.P.; MURRAY, J.R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M.R. (Eds.). **Micropropagation of woody plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.93-105.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 1969. v.27, 459 p.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.437-497, 1962.

ROCKWOOD, D.L.; WARRAG, E.I. Field performance of micropropagated, macropropagated, and seed-derived propagules of three *Eucalyptus grandis* ortets. **Plant Cell Reports**, v.13, p.628-631, 1994.

SANTOS, A.P. **Avaliação silvicultural de clones de Eucalyptus spp. propagados por macro e micropropagação**. 2003. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

TITON, M. **Propagação clonal de Eucalyptus grandis por miniestaquia e microestaquia**. 2001. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

WATT, M.P.; DUNCAN, M.; BLAKEWAY, F.C.; HERMAN, B. Field performance of micropropagated *Eucalyptus* hybrids. **South African Forestry Journal**, n.173, p.17-21, 1995.

WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de Eucalyptus spp. por miniestaquia**. 1999. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de Eucalyptus grandis por miniestaquia seriada e micropropagação**. 2002. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

WHITE, P.R. Further evidence on the significance of glycine, pyridoxine and nicotinic acid in the nutrition of excised tomato roots. **American Journal of Botany**, v.30, p.33-36, 1943.

XAVIER, A.; ANDRADE, H.B.; OLIVEIRA, M.L.; WENDLING, I. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de híbrido de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.25, n.4, p.403-411, 2001.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J.; IANNELLI, C.M. Eficiência da estaquia, da microestaquia e da micropropagação na clonagem de *Eucalyptus* spp. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF *Eucalyptus*, 1997, Salvador. **Proceedings ...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v.2, p.40-45.