

ALEX PASSOS DOS SANTOS

AVALIAÇÃO SILVICULTURAL DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. PROPAGADOS
POR MACRO E MICROPROPAGAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

ALEX PASSOS DOS SANTOS

AValiação SILVICULTURAL DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. PROPAGADOS
POR MACRO E MICROPROPAGAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA EM: 12 de fevereiro de 2003

Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Conselheiro)

Prof. Ismael Eleotério Pires
(Conselheiro)

Prof. Haroldo Nogueira Paiva

Engº. Flávio Pereira Silva

Prof. Aloisio Xavier
(Orientador)

AGRADECIMENTO

Aos meus pais Ulisses e Doris Dey, pela educação que me proporcionaram, pelo apoio e incentivo durante todas as etapas de minha vida, ao carinho de minha irmã Andreia e aos meus avós, pelo amor e alegria.

À minha esposa, e grande amiga Patrícia, não só pelo carinho e compreensão durante todos esses anos, mas também pelo apoio e incentivo; e à minha segunda família.

Ao meu orientador, professor Aloisio Xavier, pelos ensinamentos, críticas e sugestões, sempre acreditando e confiando em minha capacidade profissional.

Aos professores Geraldo Gonçalves dos Reis e Ismael Eleotério Pires pela orientação e correção dessa dissertação e aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do Programa.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo.

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

À V&M Florestal, na pessoa do engenheiro Helder Bolognani Andrade, pela disponibilização do material experimental e pelo apoio orçamentário e estrutural na condução das pesquisas.

Aos amigos do Laboratório de Cultura de Tecidos II do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), especialmente ao professor Wagner Campos Otoni pelo apoio e ensinamento nos meus primeiros passos na cultura de tecidos.

Ao professor Hélio Garcia Leite, pelo auxílio referente às análises estatísticas.

Ao meu grande amigo Marcelo Dias Müller, hoje cunhado, um dos responsáveis pela carreira profissional que segui.

Aos funcionários da CENIBRA, em especial ao técnico Márcio Reis, pelo importante auxílio na condução das pesquisas e pela alegre convivência.

Aos funcionários da V&M Florestal, em especial aos técnicos Nivaldo, Ranivon e Josefredo, pelo importante auxílio na condução das pesquisas e pela alegre convivência.

Aos incansáveis amigos do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Silvicultura Clonal (GSC) Ivar, Elisa, Fabiana, Glêison, Marcelo, Miranda, Rogério e Rodrigo, pela oportunidade de convivência e trabalho em equipe.

Aos companheiros Sukita, Gustavo, Waldir e Ciro pela grande amizade formada no decorrer desses anos.

Aos meus colegas do DEF, em especial a Adriano, Gilberth, Wendel, Cassinha, Elzimar, Solange, Luciano, Juliana, Moacir, Crodoaldo e Pedro, pela colaboração e amizade formada no decorrer do curso.

Ao amigo Edson Dionízio, sempre disposto a resolver os “pepinos” de informática.

À Empresa DURATEX, pelo apoio e pela minha liberação para o término do Programa de Mestrado.

Agradeço a todos aqueles, que de uma forma ou de outra, me apoiaram nessa caminhada.

Por fim, a Deus que me deu o dom da vida e sempre guiou meus passos.

BIOGRAFIA

ALEX PASSOS DOS SANTOS, filho de Ulisses Brunizo dos Santos e Doris Dey Passos dos Santos, nasceu no dia 20 de abril de 1977, na cidade de Campos dos Goytacases, Estado do Rio de Janeiro.

Em 1990, concluiu o primeiro grau no Colégio Militar de Brasília, em Brasília, DF.

Em 1993, concluiu o segundo grau no Colégio Theorema – Anglo, em Juiz de Fora, MG.

Em janeiro de 2000, diplomou-se Engenheiro Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Em fevereiro de 2000, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Ciência Florestal, na área de Concentração em Silvicultura, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em 12 de fevereiro de 2003.

Em novembro de 2001, ingressou no quadro de funcionários da DURATEX S.A., em Agudos, SP.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I: PROPAGAÇÃO CLONAL EM ESPÉCIES FLORESTAIS	4
1. Clonagem em espécies florestais	4
1.1. Gradiente de juvenilidade	6
1.2. Seleção de árvores superiores	7
2. Propagação vegetativa de <i>Eucalyptus</i>	8
2.1. Estaquia	9
2.2. Micropropagação	10
2.3. Microestaquia	11
2.4. Miniestaquia	12
3. Desempenho silvicultural de clones de <i>Eucalyptus</i>	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
CAPÍTULO II: DESEMPENHO SILVICULTURAL DE CLONES DE <i>Eucalyptus</i> spp. PROPAGADOS PELA ESTAQUIA, MINIESTAQUIA, MICROESTAQUIA E MICROPROPAGAÇÃO	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1. Propagação clonal: obtenção das mudas	21
2.2. Instalação dos experimentos	23
2.2.1. Teste clonal	24
2.2.2. Parcela experimental	24
2.2.3. Avaliação dos resultados	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.1. Crescimento em altura	25
3.2. Crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo	27

3.3. Biomassa da parte aérea e do sistema radicular	29
4. CONCLUSÕES	32
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CAPÍTULO III: CRESCIMENTO DE CLONES DE <i>Eucalyptus</i> spp. NO NORTE DE MINAS GERAIS PROPAGADOS POR MACRO E MICROPROPAGAÇÃO	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1. Propagação clonal: obtenção das mudas	38
2.2. Instalação dos experimentos	40
2.2.1. Teste clonal	40
2.2.2. Parcela experimental	41
2.2.3. Avaliação dos resultados	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1. Crescimento em altura	42
3.2. Crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo	44
3.3. Biomassa da parte aérea e do sistema radicular	46
4. CONCLUSÕES	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CONCLUSÕES GERAIS	51

RESUMO

SANTOS, Alex Passos dos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003.
Avaliação silvicultural de clones de *Eucalyptus* spp. propagados por macro e micropropagação. Orientador: Aloisio Xavier. Conselheiros: Geraldo Gonçalves dos Reis e Ismael Eleotério Pires.

O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de clones de *Eucalyptus* spp., propagados pela estaquia, miniestquia, microestquia e micropropagação, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, bem como a biomassa da parte aérea e do sistema radicular, em condições de campo, em locais distintos, avaliados aos 4 e 8 meses de idade. Nos estudos conduzidos na região do Vale do Rio Doce, em que se avaliou o desempenho silvicultural de quatro clones de *Eucalyptus* spp., os resultados obtidos permitiram concluir que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa apresentaram efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos, e os clones com menor aptidão apresentaram, além do efeito fisiológico, resposta ao rejuvenescimento, proporcionando diferença no crescimento. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicaram certas tendências de que as técnicas de micropropagação e microestquia apresentaram respostas superiores, entretanto, em algumas idades de avaliação e para alguns clones, esta resposta não é consistente. Com

relação aos estudos realizados no Norte de Minas Gerais, em que se objetivou avaliar o desempenho silvicultural de quatro clones de *Eucalyptus* spp., propagados por macro e micropropagação, em dois solos distintos, onde um apresentava textura predominantemente arenosa e o segundo textura predominantemente argilosa, os resultados obtidos permitiram concluir que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, e os clones de menor aptidão apresentaram uma resposta ao nível de juvenilidade das mudas utilizadas, no crescimento inicial destas no campo, e uma resposta à qualidade do sítio, onde o Local 1 (solo arenoso), por apresentar piores condições de desenvolvimento para as plantas, quando comparado ao Local 2 (solo argiloso), não permitiu que a diferença entre as técnicas de propagação fosse observada. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicam respostas variadas nas avaliações efetuadas em relação às técnicas de propagação, observadas em alguns clones, devido à dificuldade de avaliação destas características e a não observação clara dos efeitos dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenilidade.

ABSTRACT

SANTOS, Alex Passos dos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2003.
Silvicultural performance of macro and micropropagated *Eucalyptus* spp. clones. Adviser: Aloisio Xavier. Committee members: Geraldo Gonçalves dos Reis and Ismael Eleotério Pires.

This work aimed to evaluate the field performance of *Eucalyptus* spp. clones, propagated by cuttings, minicuttings, microcuttings and micropropagation techniques, considering height and diameter growth and the above ground and root system biomass in different sites and ages (4 and 8 months). In studies done in Vale do Rio Doce region, where the field performance of four *Eucalyptus* spp. clones were evaluated, the results obtained permitted to conclude that for the height and the diameter growth of the easy-to-propagate clones showed positive effect on vigour of the propagules and the hard-to-propagate clones showed responses to the vigour rejuvenation resulting in greater height and diameter growth. The above and below ground biomass indicated some tendency that the micropropagation and the microcuttings techniques had much better performance than cuttings but in some evaluation ages and for some clones this response didn't show up. In studies done in the North of Minas Gerais State, where the silvicultural performance of macro and micropropagated *Eucalyptus* spp. clones in two different sites (sand and claysoil) were

evaluated, the results obtained permitted to conclude that for the height and the diameter growth of easy-to-propagate clones didn't show significant differences among the propagation techniques and the hard-to-propagate clones showed response to juvenility showed by the seedlings in the field and to the site quality, where Site 1 (sand soil) presented worse condition to plants when compared to Site 2 (claysoil) didn't permitted to observe difference among the propagation technique. The results of the below and the above ground plant biomass varied in some clones among the propagation techniques. This could be explained due to the difficulty in evaluating mainly the root biomass and the non evident effects caused by the rejuvenation methods in very juvenile clones.

INTRODUÇÃO GERAL

Devido aos ajustes ocorridos nas indústrias florestais, em busca de competitividade, as pesquisas básicas em melhoramento genético voltaram-se, prioritariamente, para a árvore como uma unidade de propagação clonal, procurando-se obter ganhos em produtividade.

De maneira geral, a silvicultura intensiva clonal busca atender as necessidades básicas do setor florestal, onde os investimentos são altos, procurando a madeira que tenha as qualidades desejáveis para o setor. O objetivo é a obtenção de clones com características desejáveis ao processo produtivo, visto que a competitividade da indústria depende fortemente da habilidade para escolher corretamente as árvores superiores/clones para a formação das florestas comerciais (FERREIRA e SANTOS, 1997).

A clonagem é extremamente útil na realização operacional dos ganhos obtidos com o melhoramento genético, promovendo a homogeneização das propriedades tecnológicas da madeira. Desse modo, a clonagem possibilita a produção em massa de madeira com características previamente definidas e assegura maior rendimento no processo de produção, em todas as suas etapas, por permitir que se avalie o comportamento industrial dos clones e lhes sejam aplicados procedimentos técnicos específicos. Adicionalmente, pode-se ter ganhos expressivos na qualidade final dos produtos, em virtude da maior homogeneidade e direcionamento das propriedades da matéria-prima, fator altamente desejável na atividade industrial.

Neste enfoque, a silvicultura clonal tem como ponto de partida a seleção de genótipos superiores para posterior propagação clonal. Visto que o processo de seleção desses genótipos ocorre basicamente na fase adulta, o enraizamento de propágulos vegetativos e a formação de mudas com alto vigor de plantas constituem um grande desafio (WENDLING, 2002). Assim, toda tecnologia que facilita ou até mesmo possa viabilizar comercialmente a produção de determinados clones é atrativa.

Desta forma, as técnicas que apresentam potencial no rejuvenescimento de clones têm mostrado oportunidades na clonagem massal de genótipos superiores, principalmente nos casos de clones de difícil enraizamento pela técnica de estaquia convencional, tornando-os aptos economicamente ao processo de produção de mudas.

Diversos trabalhos, como os de TITON (2001), XAVIER et al. (2001) e WENDLING (2002), têm discutido amplamente os ganhos propiciados pela utilização da micropropagação no viveiro, entretanto, é imprescindível determinar qual o efeito do rejuvenescimento *in vitro* nas plantas, comparando-o com outras técnicas de propagação em relação ao comportamento silvicultural quanto a produtividade, a uniformidade e as características e propriedades da madeira. Assim, trabalhos que visam avaliar a viabilidade das várias técnicas de propagação vegetativa usadas na clonagem comercial de *Eucalyptus*, devem contemplar, além das etapas de viveiro, um acompanhamento no campo, para se avaliar o desempenho silvicultural de clones.

WATT et al. (1995), em estudos realizados com híbridos de *Eucalyptus*, concluíram que, para a maioria dos clones testados, o crescimento em altura, *dap* e volume das plantas provenientes de micropropagação, aos 36 meses de idade, eram significativamente maiores que as alturas das plantas provenientes da estaquia. Neste estudo, foi também constatado que as plantas micropropagadas ainda apresentaram uma uniformidade do plantio superior às plantas estaqueadas, considerando-se os mesmos genótipos.

Resultados semelhantes foram obtidos por XAVIER et al. (1997) que, em dez clones 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 de materiais genéticos de *Eucalyptus*.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil – breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF *Eucalyptus*. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 1, p. 14-34.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**. Viçosa, MG: UFV, 2001, 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WATT, M. P.; DUNCAN, M. Ing.; BLAKEWAY, F. C.; HERMAN, B. Field performance of micropropagated *Eucalyptus* hybrids. **South African Forestry Journal**, n. 173, p. 17-21, 1995.
- WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2002, 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 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*. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 2, p. 40-45.

CAPÍTULO I

PROPAGAÇÃO CLONAL EM ESPÉCIES FLORESTAIS

O presente capítulo apresenta uma breve revisão referente aos temas relacionados com a propagação clonal na área florestal, destacando-se os aspectos de seleção de árvores, técnicas de propagação por macro e micropropagação e desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus*.

1. Clonagem em espécies florestais

Segundo HARTMANN et al. (1997), a propagação clonal ou vegetativa consiste na produção de indivíduos a partir de uma única planta doadora, utilizando-se, para isso, partes da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, células, raízes e outros), onde cada planta individualmente produzida é, em princípio, geneticamente idêntica à planta-mãe.

Historicamente, a propagação clonal de espécies florestais é usada há bastante tempo. Segundo a literatura, os japoneses praticaram-na em *Cryptomeria japonica* mesmo antes que a genética florestal fosse reconhecida como tal (Ono, 1972 citado por MALAVASI, 1994). Segundo ELDRIDGE et al. (1994), antes de 1960, na área

florestal os únicos gêneros propagados vegetativamente de forma massal, para produção de madeira, foram o *Populus* e *Salix*, em climas temperados, e *Criptomeria* e *Cunninghamia*, em climas subtropicais.

De acordo com XAVIER (2002), nas regiões tropicais e subtropicais, atualmente o *Eucalyptus* constitui-se um dos gêneros mais explorados e tem merecido atenção especial na silvicultura clonal, provavelmente devido aos atuais avanços obtidos na pesquisa e, de certa forma, pela facilidade na propagação vegetativa, aliado à característica de serem plantas consideradas de rápido crescimento.

Entre as técnicas de propagação vegetativa julgadas mais comuns e de maior aplicação na clonagem de espécies florestais, atualmente, relacionam-se à enxertia, a estaquia e a micropropagação. Particularmente para o *Eucalyptus*, a estaquia constituiu-se na principal técnica utilizada na silvicultura clonal, enquanto a enxertia é a forma mais adotada na clonagem da seringueira (XAVIER, 2002).

As principais razões do uso da clonagem em espécies florestais para a produção de madeira referem-se à formação de plantios de alta produtividade e uniformidade (CHAPERON, 1987; COMÉRIO et al., 1996), à adaptação de clones específicos para determinados sítios (XAVIER e COMÉRIO, 1996), à multiplicação de indivíduos resistentes à pragas e doenças (ASSIS, 1996), à melhoria da qualidade da madeira e de seus produtos (ELDRIDGE et al., 1994), à fixação de genótipos superiores (HARTMANN et al. 1997), dentre outras.

Apesar das vantagens e ganhos obtidos através da propagação vegetativa, alguns fatores são limitantes, como o risco do estreitamento da base genética dos plantios clonais (LANDIS et al., 1992), a não ocorrência de ganhos genéticos adicionais a partir da primeira geração de seleção (ASSIS, 1986) e, principalmente a dificuldade de enraizamento em plantas não juvenis (GOMES, 1987). ASSIS (1997) constatou que a perda ou a redução da competência ao enraizamento, provocada pelo envelhecimento ontogenético das plantas, em espécies lenhosas, pode ser muito mais rápida do que os registros na literatura existentes sobre o assunto.

1.1. Gradiente de juvenilidade

De acordo com FONTANIER e JONKERS (1976), no ciclo de desenvolvimento das plantas, a idade cronológica refere-se ao tempo decorrido desde a germinação da semente; a idade fisiológica refere-se aos aspectos negativos da idade, tais como a perda de vigor, aumento da susceptibilidade às condições adversas ou a deterioração em geral e; a idade ontogenética refere-se à passagem da planta por sucessivas fases de desenvolvimento, isto é, embriogênese, germinação e as fases de crescimento vegetativo e reprodutivo. Quanto ao uso do termo “maturação”, este é mais adequado no caso de idade ontogenética.

De acordo com GOMES (1987), o avanço da idade ontogenética (maturação) não é um fenômeno que ocorre isoladamente, pois envolve uma série de processos e assume aspectos diversos nas diferentes partes da árvore, por isso não está claramente definida, na maioria das espécies, a transição do estágio juvenil para o de maturação.

GONÇALVES (1982) cita que, durante o desenvolvimento ontogenético, os meristemas das plantas lenhosas podem sofrer mudança gradual ou abrupta no potencial genético do estágio juvenil para o de maturação. Tais mudanças são freqüentemente caracterizadas por diferenças fenotípicas, como hábito de crescimento (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993), filotaxia, forma e estrutura da folha, arquitetura da copa, dentre outras.

As mudanças ocorridas em razão da troca de fase com o desenvolvimento da planta variam de espécie para espécie, e as maiores alterações precedem à maturação, resultando em formas transicionais (HACKETT e MURRAY, 1993). Segundo esses autores, as características relacionadas à maturação são estáveis e reversíveis, porém não apresentam o mesmo grau de facilidade na reversão, e essa facilidade de reversão para determinada característica varia em decorrência do nível de juvenilidade.

BONGA (1982) considerou que, dentro de uma mesma árvore, existem zonas que mantêm por mais tempo a juvenilidade e são suscetíveis de ser estimuladas à produção de material vegetativo fisiologicamente mais juvenil. Em algumas espécies, especialmente as lenhosas, essas zonas apresentam-se em forma de gradiente de juvenilidade em direção à base da árvore (ZOBEL e TALBERT, 1984; ELDRIDGE et

al., 1994), promovendo aumento da maturação em função da maior proximidade com o meristema apical (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993).

Essa maior juvenilidade da região basal das plantas se deve ao fato de que os meristemas mais próximos da base formaram-se em épocas mais próximas à germinação do que os de regiões terminais (HARTMANN et al., 1997). Por essa razão, sustenta-se a hipótese de que a maturação tem base celular (HARTMANN et al., 1997) e o estágio de maturação é função de divisões celulares cumulativas (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993).

1.2. Seleção de árvores superiores

Tem-se verificado constante aumento do interesse pela silvicultura clonal, visando principalmente à uniformização dos plantios, maior produtividade e tecnologia da madeira, e adaptação dos clones à área a ser implantada, aliado a um custo competitivo. Além disso, esta técnica tem possibilitado a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas, dada à limitação de material genético via seminal para atender tal propósito (XAVIER, 2002).

Devido à atual importância da silvicultura clonal, modelos de desenvolvimento vêm sendo ajustados e propostos, constituindo o melhoramento genético um recurso indispensável em um moderno programa clonal. As estratégias clonais estão diretamente ligadas a um programa de melhoramento, uma vez que seleção sem recombinação futura conduz a um programa em que o progresso posterior não é mais possível (XAVIER, 2002).

Neste sentido, o programa tradicional de melhoramento, para ter continuidade, teve que se adequar às novas necessidades das indústrias florestais, onde o que se procura é a obtenção de clones com características desejáveis ao processo produtivo, para formação das florestas comerciais. Dessa forma, combinações genéticas com características que atendam à demanda devem ser selecionadas na população e, ou, obtidas por programas estratégicos de melhoramento genético.

Dentro dessa realidade, quando se utilizam árvores superiores, cujo histórico inclui a seleção convencional das populações reconhecidamente adaptadas às áreas

ecológicas de plantio, multiplicação vegetativa e avaliação dessas árvores selecionadas em teste clonal, a continuidade da silvicultura clonal será assegurada e os ganhos nas gerações avançadas também serão. Segundo XAVIER (2002), um apropriado programa de melhoramento genético florestal significa suporte ao fornecimento de novos clones que atendam à necessidade da silvicultura clonal em novas gerações.

Vários estudos e questionamentos relacionados à seleção do clone (objetivos da clonagem e critérios de seleção), avaliação clonal (seqüência de testes, repetibilidade da performance clonal e delineamento experimental), o número e a distribuição dos clones a ser utilizados têm sido realizados para se direcionar a formação das florestas clonais comerciais, visando atingir sempre a competitividade da indústria florestal.

2. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*

Segundo ELDRIDGE et al. (1994) o êxito na propagação vegetativa para gêneros como *Picea*, *Pinus*, *Sequoiadendron* e *Eucalyptus*, foi obtido nas últimas décadas, incentivando a silvicultura clonal.

No Brasil, as plantações clonais de *Eucalyptus* começaram a se destacar na década de 70, a partir do desenvolvimento da técnica da estaquia em escala operacional, justificada pela necessidade de formação de florestas em áreas onde essas apresentavam restrições quando originadas a partir de sementes. A silvicultura clonal com *Eucalyptus*, apesar de recente, constitui uma das mais evoluídas e bem estabelecidas. Resultados em campo comprovam que o setor florestal tem crescido de forma intensiva nas diferentes regiões do mundo e nas diversas empresas do setor.

Dada a importância do gênero *Eucalyptus* no atual cenário da silvicultura clonal, nos últimos anos foram desenvolvidas metodologias de propagação vegetativa que aperfeiçoaram a técnica de estaquia, denominada miniestaquia e microestaquia, as quais proporcionaram a minimização de algumas dificuldades no processo de produção de mudas de certos clones e espécies, principalmente no que concerne ao

enraizamento, à formação das mudas e ao desenvolvimento da futura árvore (XAVIER, 2002).

Como os métodos de clonagem em escala comercial são constituídos por etapas, ora mais simples, ora mais complexas, mas que geralmente implicam em consideráveis gastos com infra-estrutura, energia, mão-de-obra qualificada ou especializada, equipamentos e materiais, é de vital importância a otimização dessas etapas e a sua adequada compatibilização com o cronograma operacional de estabelecimento de florestas clonais (SANTOS, 1994).

2.1. Estaquia

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é, ainda, a técnica da qual se tem o maior domínio e conhecimento científico. Contudo, sua aplicação restringe-se à espécies e clones que apresentam facilidade de enraizamento, trazendo consigo problemas de qualidade do sistema radicular, principalmente no que diz respeito a sua natureza adventícia, formando raízes predominantemente superficiais. Esses problemas são agravados na medida em que se utilizam materiais vegetativos ou fisiologicamente maduros, ou não completamente rejuvenescidos (ASSIS et al., 1992).

De forma generalizada, a propagação clonal de *Eucalyptus* por estacas caulinares consiste na confecção destas a partir de brotações, provenientes de cepas, oriundas do jardim clonal. No enraizamento, as estacas permanecem na casa de vegetação por um período de 20 a 40 dias, dependendo da região, da época do ano e da espécie envolvida, sendo aclimatadas em casa de sombra e, em seguida, transferidas para um local de pleno sol, onde completam seu desenvolvimento e recebem tratamentos finais, antes de serem levadas ao campo. Normalmente, as mudas produzidas por enraizamento de estacas caulinares estão aptas a serem plantadas quando atingem de 90 a 120 dias de idade.

A propagação vegetativa por enraizamento de estacas constituiu a base da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil, que se desenvolveu a partir da década de 70, dadas às restrições de ordem produtiva apresentadas por florestas originadas por meio de sementes, em determinadas áreas, sendo a primeira plantação clonal instalada

em 1979. A estaquia representa um dos maiores avanços tecnológicos na área florestal, a qual permitiu reproduzir materiais genéticos (clones) com ganhos expressivos em crescimento e qualidade da madeira.

2.2. Micropropagação

Com o desenvolvimento de estudos relacionados aos aspectos de rejuvenescimento vegetativo, abriu-se a perspectiva da utilização da biotecnologia como técnica na propagação vegetativa de *Eucalyptus* em escala comercial, conforme citado por GONÇALVES (1982); ELDRIGE et al. (1994); WATT et al. (1995); XAVIER e COMÉRIO (1996). A partir de então, a micropropagação surgiu como alternativa à propagação pela estaquia convencional, tendo em vista sua eficiência no processo de reversão à juvenilidade, possibilitando a propagação vegetativa de clones que, pela estaquia convencional, eram inviáveis.

A micropropagação consiste no cultivo de órgãos, tecidos ou células vegetais em meio nutritivo apropriado e em ambiente asséptico. Baseia-se no fato de qualquer célula do organismo ser totipotente, isto é, encerrar no seu núcleo toda a informação genética necessária à regeneração de uma planta completa, estando, portanto, apta a dar origem, por si só, a uma nova planta, quando submetida a condições apropriadas (KERBAUY, 1999).

É uma técnica que oferece excelentes possibilidades para a propagação comercial de plantas, possibilitando a obtenção de grande número de indivíduos a partir de poucas matrizes, em curto espaço de tempo e reduzida área de laboratório (BONGA e VON ADERKAS, 1992). Entretanto, o uso da micropropagação na produção comercial de mudas de *Eucalyptus* ainda não se justificou técnica e economicamente, sendo mais recomendada para o rejuvenescimento de material adulto, visando à microestaquia (XAVIER e COMÉRIO, 1996).

CHAPERON (1987) cita três situações em que a micropropagação de *Eucalyptus* tem sido usada: quando outras técnicas de propagação vegetativa não apresentam resultados satisfatórios para determinadas espécies, quando a árvore selecionada não pode ser rejuvenescida por meio da promoção de brotações basais

(árvore protegida em parques ou em propriedades particulares) e quando se deseja aumentar a taxa de propagação e abreviar o tempo para seu uso comercial.

2.3. Microestaquia

A microestaquia é uma técnica de propagação vegetativa que se caracteriza primordialmente pela utilização de plantas rejuvenescidas *in vitro* como fontes de propágulos. A idéia da utilização da microestaquia como método de propagação vegetativa de *Eucalyptus* surgiu da constatação de que a perda ou a redução da competência ao enraizamento, provocada pelo envelhecimento ontogenético das plantas, em espécies lenhosas, pode ser muito mais rápida do que os registros na literatura existente sobre o assunto (ASSIS, 1996).

De acordo com XAVIER e COMÉRIO (1996), os procedimentos adotados na produção de mudas pelo sistema de microestaquia, para *Eucalyptus* spp., podem assim ser descritos: a) as partes aéreas alongadas “*in vitro*” (laboratório de micropropagação) são enraizadas em casa de vegetação (permanência de 15 dias), aclimatadas em casa de sombra (permanência de 10 dias) e aos 20 dias em pleno sol faz-se a primeira coleta de microestacas (ápices das mudas de 3 a 5 centímetros de tamanho); b) essas microestacas coletadas são enraizadas em casa de vegetação seguindo o processo normal de formação de mudas micropropagadas (casa de vegetação = 15 dias, casa de sombra = 10 dias, pleno sol = 50 a 60 dias) e c) a parte basal da muda podada (microcepa), após 15 – 20 dias emite novas brotações que serão novamente coletadas, constituindo-se num jardim microclonal para fornecimento de microestacas, em intervalos regulares de coleta.

Essa metodologia foi originalmente descrita por ASSIS et al. (1992), devendo ser ressaltado que, técnica e economicamente, a microestaquia apresenta vantagens sobre o método de estaquia tradicional (macropropagação). Dentre essas vantagens destacam-se o melhor desempenho do enraizamento, a melhor qualidade do sistema radicular, a maior velocidade de emissão das raízes e a redução das atividades operacionais. De modo geral, os ganhos são tanto maiores quanto menores forem os índices de enraizamento do clone pelo método da estaquia (ASSIS, 1997).

ASSIS (1996) cita que a implementação desta técnica é dependente da existência de laboratórios de cultura de tecidos que, além de limitar sua utilização, pode aumentar os custos de produção de mudas em função dos gastos com o rejuvenescimento dos clones “*in vitro*”, já que o ponto de partida para o desenvolvimento de um programa de microestaquia é a utilização de mudas rejuvenescidas pela micropropagação, que fornecem seus ápices para a primeira etapa do processo.

2.4. Miniestaquia

A miniestaquia é uma técnica recente de clonagem que surgiu das limitações da microestaquia, quanto à obtenção de material rejuvenescido em laboratório de micropropagação, no que tange tanto aos aspectos técnicos, estruturais e operacionais, quanto ao custo (XAVIER e WENDLING, 1998).

Segundo estes mesmos autores, em síntese, essa técnica caracteriza-se pela utilização de brotações de plantas propagadas pelo método de estaquia convencional, como fontes de propágulos vegetativos, não promovendo previamente o seu rejuvenescimento “*in vitro*”, sendo as demais etapas semelhantes à técnica de microestaquia. Assim, basicamente a microestaquia diferencia-se da miniestaquia pela origem do material que compõe o jardim microclonal: na microestaquia as microcepas originam-se de mudas micropropagadas e na miniestaquia as minicepas iniciais são formadas de mudas propagadas pela estaquia convencional.

Após a realização do primeiro ciclo de miniestaquia, pode-se optar por iniciar o processo a partir de mudas originadas de miniestacas, ao invés daquelas da brotação de mudas de estacas enraizadas, o que pode resultar em ganhos no que diz respeito aos parâmetros de sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo. ASSIS (1996) considera que o rejuvenescimento pode ser conseguido mediante a utilização de métodos baseados na multiplicação sucessiva dos propágulos vegetativos.

Por ser uma técnica recente de propagação vegetativa, a miniestaquia encontra-se em fase de aperfeiçoamento quanto aos aspectos técnicos e operacionais. Essa técnica, porém, é, atualmente, a mais difundida e utilizada pelos viveiros de

produção de mudas de *Eucalyptus* das médias e grandes empresas florestais brasileiras, que têm como base o plantio clonal.

3. Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus*: micro x macropropagação

Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas tem sido a transição da alta para baixa capacidade de enraizamento de estacas caulinares e foliares (HACKETT, 1987; ELDRIDGE et al., 1994). Para algumas espécies lenhosas, estacas de mudas juvenis, provenientes de sementes, enraízam facilmente, enquanto outras, provenientes de plantas mais velhas enraízam esporadicamente, ou não enraízam (ZOBEL e TALBERT, 1984).

A redução na capacidade de crescimento em diâmetro e altura com o aumento da maturação pode ser demonstrada pelo enraizamento de estacas ou pela enxertia de propágulos oriundos de árvores de diferentes idades. Uma vez que a capacidade de enraizamento decresce com o aumento da maturação, menores crescimentos em altura e diâmetro podem ser função de um menor vigor do sistema radicular em propágulos mais maduros (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993).

Nos processos de propagação clonal em *Eucalyptus*, as técnicas de miniestaquia e microestaquia, implementadas recentemente, são exemplos da aplicação dos fundamentos do gradiente de maturação e do rejuvenescimento, onde pelo uso de material com maior grau de juvenildade e, ou rejuvenescido, obtêm-se maior percentual, velocidade e qualidade de enraizamento, bem como melhor qualidade da muda produzida (WENDLING e XAVIER, 2001).

XAVIER et al. (2001), avaliando o percentual e a velocidade de enraizamento de dois clones híbridos de *Eucalyptus grandis*, concluíram que a técnica de microestaquia apresentou resultados superiores aos obtidos pela miniestaquia.

TITON (2001), avaliando a sobrevivência na saída da casa de vegetação, o enraizamento na saída da casa de sombra e a sobrevivência das mudas aos 50 dias de idade, de clones de *Eucalyptus* spp., 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.

É imprescindível determinar o efeito do rejuvenescimento *in vitro* nas plantas, comparando-o com outras técnicas de propagação vegetativa. Porém poucos são os trabalhos que contemplam um acompanhamento no campo, para se avaliar o desempenho silvicultural de clones.

WATT et al. (1995), em estudos realizados com híbridos de *Eucalyptus*, concluíram que para a maioria dos clones testados aos 36 meses de idade, a altura, o *dap* e o volume das plantas provenientes de micropropagação, foram significativamente maiores que as alturas das plantas provenientes da estaquia. Neste estudo, foi também constatado que as plantas micropropagadas ainda apresentaram uma uniformidade do plantio superior às plantas estaqueadas, considerando-se os mesmos genótipos.

Resultado semelhante foi encontrado por XAVIER et al. (1997) onde, dos dez clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* avaliados aos 72 meses de idade, sete apresentaram desempenho melhor quando provenientes do processo de micropropagação, ou seja, o material clonal proveniente do processo de micropropagação apresentou valores de altura, *dap* e volume, superiores em relação ao material clonal proveniente do processo de estaquia.

Desta forma, as técnicas que apresentam potencial no rejuvenescimento de clones têm apresentado oportunidades na clonagem massal de genótipos superiores, principalmente nos casos de clones de difícil enraizamento pela técnica de estaquia convencional, tornando-os aptos economicamente ao processo de produção de mudas, sendo necessária a continuidade de estudos visando obter conhecimento científico sobre a performance silvicultural de clones, propagados por macro e micropropagação.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 141, p. 36-46, 1986.

- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 185, p. 32-51, 1996.
- ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por microestaquia. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v. 1, p. 300-304.
- ASSIS, T. F.; ROSA, O. P.; GONÇALVES, S. I. Propagação por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, 1992. p. 824-836.
- 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 Hijhoff/Dr W.; Junk Publishers, 1982. p. 387-412.
- BONGA, J. M.; VON ADERKAS, P. **In vitro culture of trees**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1992. 236 p.
- CHAPERON, H. Vegetative propagation of *Eucalyptus*. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPÉCIES FORESTALES, 1987, Buenos Aires, Argentina. **Anales...** [S.l.]: AFOCEL, [1987]. p. 215-232, 1987.
- COMÉRIO, J.; XAVIER, A.; IANELLI, C. M. Microestaquia: um novo sistema de produção de mudas de *Eucalyptus* na Champion. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL, 7, 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Piracicaba, SP: ABRACAVE, 1996. 6 p.
- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; Van WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1994. p. 228-246.
- FONTANIER, E. J.; JONKERS, H. Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological aging. **Acta horticulturae**, v.56, p. 37-44, 1976.
- 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).
- GONÇALVES, A. N. **Reversão à juvenilidade e clonagem de *Eucalyptus urophylla*. S. T. in vitro**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1982. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- 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, 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. **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.
- KERBAUY, G. B. Competência e determinação celular em cultura de células e tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA, 1999. v.2. p. 519 – 531.
- LANDIS, E.; JONES, N.; SMYLE, J. **Commercial applications of cloning for forest plantations**. (s.l.:s.n.), 1992. 15p. (Land Resources Series Ásia Technical Department, 5) (CD-ROM. Abstract).
- MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas – perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, v.1, n.1, p. 131-35, 1994.
- SANTOS, P. E. T. O uso da clonagem na silvicultura intensiva. **SILVICULTURA**, v.15, n.57, P. 28-30, 1994.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**. Viçosa, MG: UFV, 2001, 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WATT, M. P.; DUNCAN, M. Ing.; BLAKEWAY, F. C.; HERMAN, B. Field performance of micropropagated *Eucalyptus* hybrids. **South African Forestry Journal**, n. 173, p. 17-21, 1995.
- WENDLING, I; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.187-194, 2001.
- XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 64 p. (Caderno Didático, 92).
- 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. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.9-16, 1996.
- 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*. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 2, p. 40-45.
- XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus***. Viçosa, MG: SIF, 1998. 10 p. (Informativo Técnico SIF, 11).
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: North Carolina State University, 1984. 505 p.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO SILVICULTURAL DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. PROPAGADOS PELA ESTAQUIA, MINIESTAQUIA, MICROESTAQUIA E MICROPROPAGAÇÃO

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar o desempenho de quatro clones de *Eucalyptus* spp., propagados pela estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, bem como a produção de biomassa da parte aérea e do sistema radicular, em condições de campo. Os resultados obtidos permitiram concluir que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa apresentaram efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos, e os clones com menor aptidão apresentaram, além do efeito fisiológico, resposta ao rejuvenescimento, proporcionando diferença no crescimento. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicaram certas tendências de que as técnicas de micropropagação e microestaquia apresentaram respostas superiores, entretanto, em algumas idades de avaliação e para alguns clones, esta resposta não é consistente.

Palavras-chave: Silvicultura clonal, propagação vegetativa, teste clonal e clonagem.

***SILVICULTURE PERFORMANCE OF *Eucalyptus* spp. CLONES PROPAGATED
BY CUTTINGS, MINICUTTINGS, MICROCUTTINGS AND
MICROPROPAGATION TECHNIQUES***

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the field performance of four *Eucalyptus* spp. clones, propagated by cuttings, minicuttings, microcuttings and micropropagation techniques. The evaluation consists in measuring height and diameter growth, as well as the above ground and the root system biomass. The results obtained permitted to conclude that for the height and the diameter growth of the easy-to-propagate clones showed positive effect on vigour of the propagules and the hard-to-propagate clones showed responses to the vigour rejuvenation resulting in greater height and diameter growth. The above and below ground biomass indicated some tendency that the micropropagation and the microcuttings techniques had much better performance than cuttings but in some evaluation ages and for some clones this response didn't show up.

Keywords: Clonal forestry, vegetative propagation, clonal test and cloning.

1. 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 a 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 (ASSIS, 1992; XAVIER e COMERIO, 1996).

TITON (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, miniestquia, microestquia e micropropagação, quanto às características de crescimento em altura e diâmetro, bem como a produção de biomassa da parte aérea e do sistema radicular, em condições de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

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 (INSTITUTO ...- 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, miniestquia, microestquia e micropropagação, de acordo com os procedimentos descritos nos itens subsequentes.

2.1. Propagação clonal: obtenção das mudas

A produção das mudas pela estaquia foi realizada por meio de estacas (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 rustificadas 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, com dimensões variando de 4 a 6cm de tamanho, coletadas nos jardins miniclonal e microclonal, 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 aclimatação) 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 (8kgm⁻³) em mistura no substrato, e pela nutrição complementar composta pela solução de sulfato de amônio (18g L⁻¹), cloreto de potássio (3,33g L⁻¹), sulfato de zinco (0,22g L⁻¹), sulfato de cobre (0,22g L⁻¹) e ácido bórico (0,39g 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, obteve-se as gemas alongadas *in vitro*, as quais foram transplantadas em casa de vegetação, para o enraizamento *ex vitro*, em tubetes plásticos de 55cm³ 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 (3,33g L⁻¹), sulfato de zinco (0,22g L⁻¹), sulfato de cobre (0,22g L⁻¹), sulfato de manganês (0,22g L⁻¹) e ácido bórico (0,39g 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.

2.2. Instalação dos experimentos

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, conforme descrito nos itens a seguir.

Para ambos os experimentos o solo foi preparado por meio de subsolagem, a uma profundidade de 50cm em linha, sendo aplicados neste momento 400kg/ha de fosfato reativo de Araxá. 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 + 7% S aplicada em coveta lateral.

2.2.1. Teste clonal

Este teste objetivou proporcionar avaliações periódicas quanto ao comportamento silvicultural das plantas propagadas vegetativamente pela estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, sendo mensuradas as características de crescimento em altura e diâmetro do caule ao nível do solo, aos 4 e 8 meses de idade.

O teste 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.

Devido a restrições na produção das mudas, o tratamento referente à técnica de estaquia para o clone C3, não foi incluído neste teste.

2.2.2. Parcela experimental

Este teste objetivou avaliar o comportamento das mudas em relação ao desenvolvimento do sistema radicular, subdividido em raiz principal, raiz com diâmetro superior a 2mm e raiz com diâmetro igual ou inferior a 2mm, folhas, galhos e caule, obtendo-se destes materiais o peso de matéria seca (biomassa).

Foi instalado 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.

Em cada amostragem destrutiva realizada na parcela experimental, aos 4 e 8 meses de idade, foram utilizadas 3 plantas representativas de cada tratamento e clone.

Para as estimativas do peso de matéria seca dos diferentes componentes das árvores abatidas (sistema radicular, folhas, galhos e caule), foi realizada a secagem à 65°C por 72 horas até peso constante.

Devido a restrições na produção das mudas, os tratamentos referentes às técnicas de micropropagação para o clone C1 e C2 e estaquia para o clone C3, não foram incluídos nesta experimentação.

2.2.3. Avaliação dos resultados

Os dados obtidos por meio das avaliações realizadas no teste clonal e na parcela experimental foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento em altura

De acordo com os resultados apresentados na Figura 1, observam-se efeitos significativos com relação às técnicas de propagação no que tange ao crescimento em altura das plantas. De forma geral, nota-se a superioridade significativa das técnicas de microestaquia e micropropagação em relação à estaquia, para os clones C1, C2 e C4 avaliados aos 4 e 8 meses de idade. Com relação às técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação, avaliadas para os três clones aos 4 meses, não se observou diferença estatística significativa, porém, deve-se ressaltar que as técnicas de microestaquia, para o clone C1, e miniestaquia, para o clone C2, não apresentaram diferença significativa quando comparadas à estaquia.

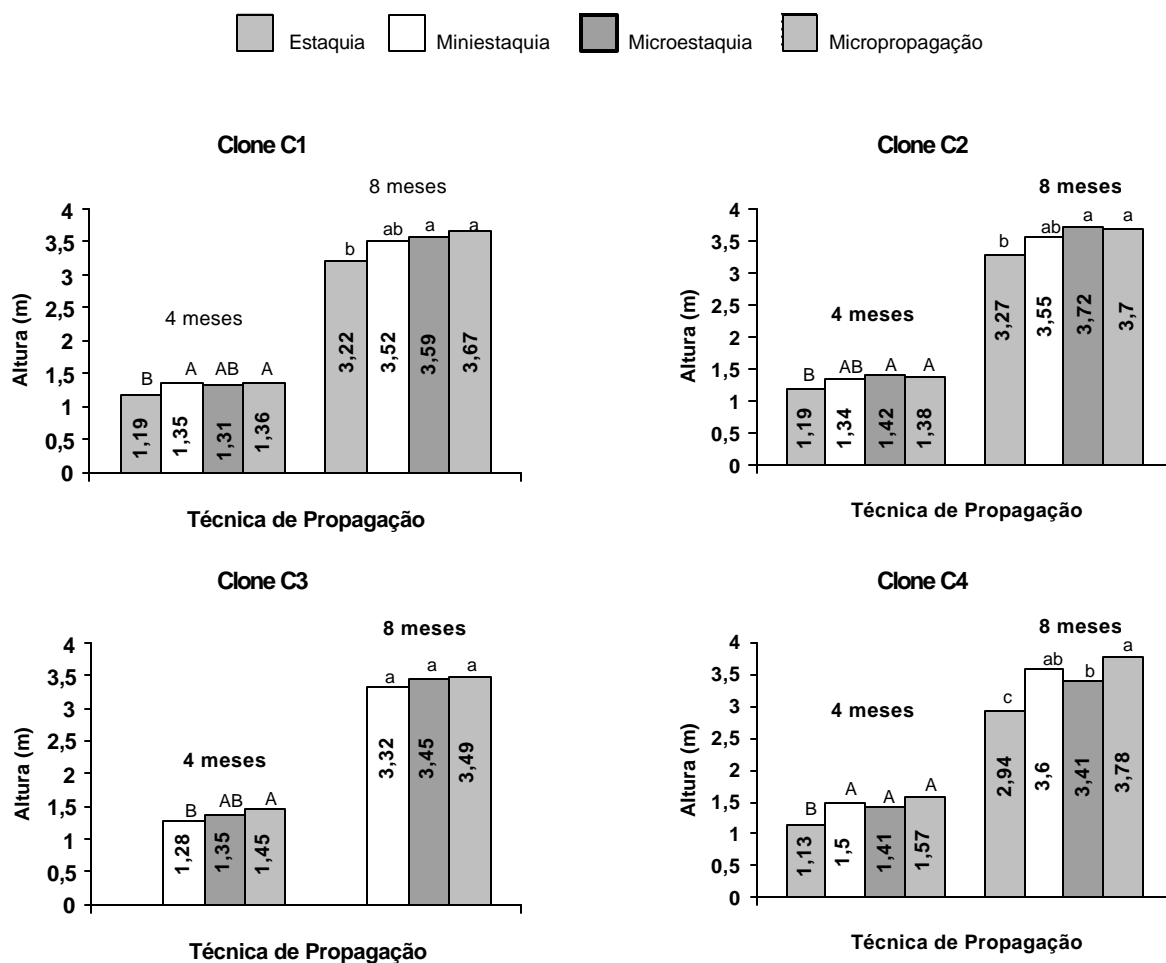


Figura 1 – Médias do crescimento em altura aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula (4 meses) e mesma letra minúscula (8 meses) dentro de cada clone entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda em relação aos clones C1, C2 e C4, pode-se inferir que os resultados obtidos apontam para uma melhor resposta do vigor apresentada pelas mudas propagadas pelas técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação, as quais são provenientes de propágulos vegetativos herbáceos e apicais, em relação às mudas propagadas pela estaquia, que são confeccionadas a partir de estacas semi-lenhosas e intermediárias. Assim, essa diferença do tipo de propágulo vegetativo justifica, em parte, a inferioridade da estaquia, por apresentar condições fisiológicas menos

favoráveis à propagação vegetativa, em virtude dos tecidos estarem com maior grau de diferenciação celular.

Em relação ao clone C3, a micropropagação apresentou superioridade significativa com relação à miniestaquia aos 4 meses de idade, porém aos 8 meses pode-se observar a não ocorrência de variações significativas dentre as técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação. TITON (2001), avaliando o mesmo material genético (clone C3), observou o maior enraizamento das microestacas em relação às miniestacas, associando este desempenho a um possível rejuvenescimento das mudas produzidas pela micropropagação. Nota-se claramente para esse clone que houve uma resposta ao rejuvenescimento das mudas micropropagadas, uma vez que para as 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 diferenciação celular.

Resultados obtidos por TITON (2001), XAVIER et al. (2001) e WENDLING (2002), que avaliaram o enraizamento na saída da casa de sombra de clones propagados pela miniestaquia e microestaquia, mostraram que clones com maior dificuldade de enraizamento apresentaram maior resposta em relação ao uso da microestaquia. No caso de clones de fácil enraizamento, não se observou efeito acentuado do uso da microestaquia em relação à miniestaquia. Assim, de forma geral, com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se inferir que as plantas provenientes das técnicas de propagação que utilizam propágulos mais juvenis fisiologicamente e ontogeneticamente proporcionaram tendências de respostas mais efetivas também no campo.

3.2. Crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo

No que se relaciona ao crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo, avaliado aos 4 e 8 meses de idade, verificou-se que, de forma similar a variável altura, as mudas provenientes das técnicas de propagação que utilizam propágulos mais juvenis, fisiologicamente e ontogeneticamente, proporcionaram maiores valores para esta característica. Este resultado foi constatado principalmente para os clones C1, C2

e C4 (Figura 2), onde a microestaquia e a micropropagação apresentaram superioridade significativa com relação à estaquia, superioridade esta que pode ser atribuída ao estado fisiológico dos propágulos vegetativos.

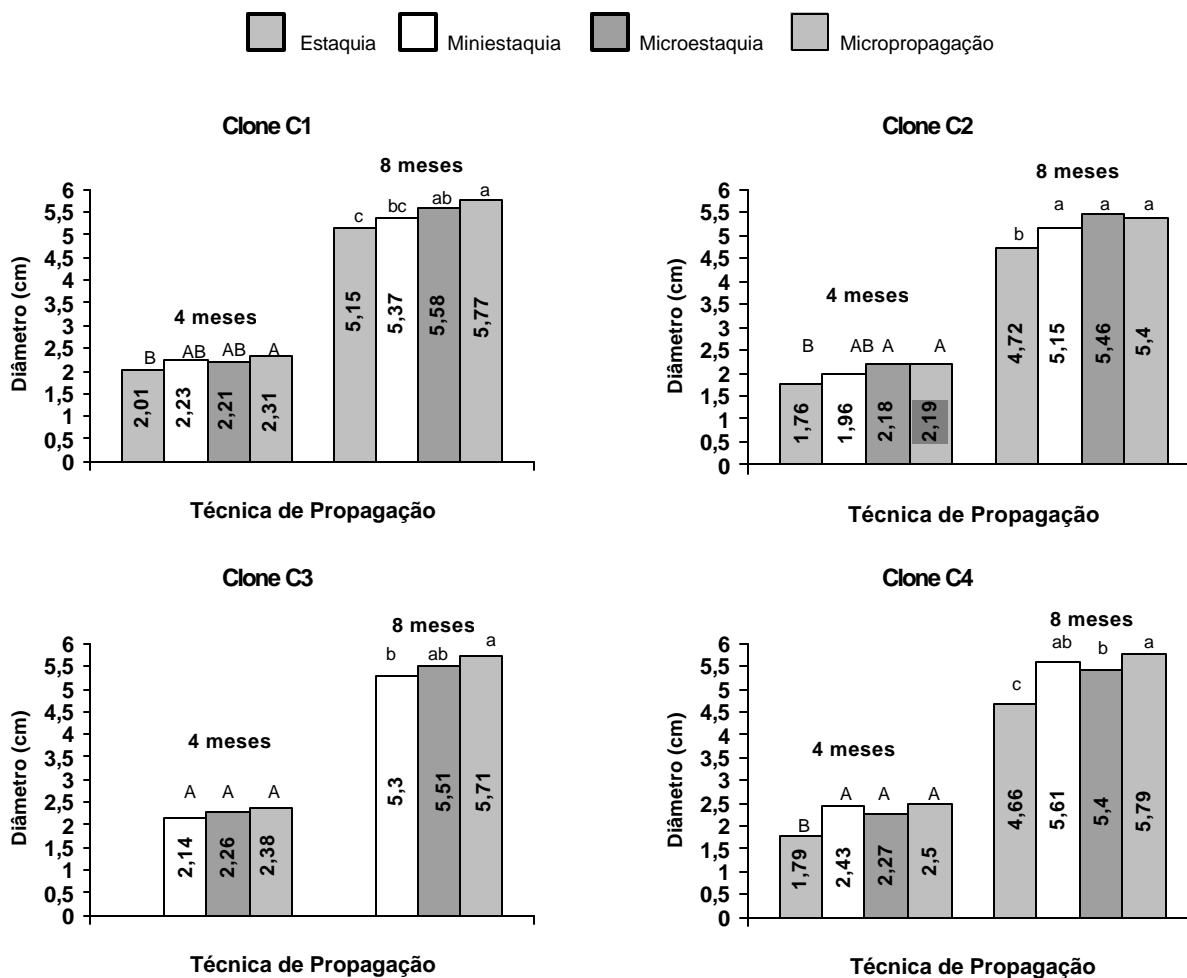


Figura 2 – Médias do crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula (4 meses) e mesma letra minúscula (8 meses) dentro de cada clone entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se também para os clones C1, C2, C3 e C4 aos 4 meses, a não ocorrência de variações significativas entre as técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação, porém, deve-se ressaltar que as técnicas de miniestaquia e

microestaquia, para o clone C1, e miniestaquia, para o clone C2, não apresentaram diferença significativa quando comparadas à estaquia.

Resultados de pesquisas obtidos por BOLIANI (1986) e GREENWOOD e HUTCHISON (1993) indicam que plantas em estado mais juvenil apresentam maiores potenciais de crescimento vegetativo. Resultados similares foram obtidos por WENDLING (2002), cujos valores de altura e diâmetro do colo das mudas aos 50 dias variaram, dependendo dos clones, no que tange a respostas ao rejuvenescimento. Entretanto, para os clones de menor aptidão à propagação vegetativa, o referido autor citou um possível rejuvenescimento com relação a essas características. Da mesma forma, observou-se que o clone C3 foi influenciado pela técnica de rejuvenescimento, resultando em maior diâmetro das plantas propagadas pela técnica de micropropagação quando comparada à miniestaquia, aos 8 meses de idade.

De maneira geral, os resultados apresentados neste estudo quanto ao crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo indicaram semelhança aos obtidos para o crescimento em altura, em que os clones de boa aptidão à propagação vegetativa apresentaram efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos, e os clones com menor aptidão apresentaram, além do efeito fisiológico, resposta ao rejuvenescimento, proporcionando diferença no crescimento em diâmetro.

3.3. Biomassa da parte aérea e do sistema radicular

Conforme apresentado nos Quadros 1 e 2, os resultados indicam respostas variadas em relação aos componentes da parte aérea e do sistema radicular das plantas. Assim, para o clone C1, observa-se a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação, para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, nas duas idades, o que pode indicar um bom grau de juvenildade do clone com relação às variáveis avaliadas. Exceção se faz aos valores de peso médio de matéria seca para as variáveis lenho e raiz $\leq 2\text{mm}$ (4 meses) e folha (8 meses), que apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação vegetativa, porém sem interferir nos valores totais de peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Quadro 1 – Médias do peso de matéria seca da parte aérea aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro da variável entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Clone	Compo- nentes	Peso de Matéria Seca da Parte Aérea (g)							
		4 meses				8 meses			
		ES	MN	MC	MP	ES	MN	MC	MP
C1	Folha	133,9 A	161,1 A	177,2 A	---	1305,2 A	1072,6 B	1156,1 AB	---
	Galho	66,0 A	81,2 A	86,2 A	---	803,9 A	785,9 A	880,8 A	---
	Caule	44,7 B	52,4 B	79,2 A	---	529,4 A	503,5 A	570,5 A	---
	Total	244,6 A	294,7 A	342,6 A	---	2638,5 A	2362,0 A	2607,4 A	---
C2	Folha	95,5 A	151,2 A	170,2 A	---	815,5 A	1025,5 A	1261,3 A	---
	Galho	38,8 B	70,3 A	79,0 A	---	526,0 A	827,8 A	713,4 A	---
	Caule	27,6 B	55,6 A	65,6 A	---	500,0 B	646,3 AB	798,1 A	---
	Total	161,9 B	277,1 AB	314,8 A	---	1841,5 A	2499,6 A	2772,8 A	---
C3	Folha	---	145,2 AB	122,1 B	207,8 A	---	1318,8 A	1532,0 A	1538,7 A
	Galho	---	61,9 A	54,0 A	76,0 A	---	990,3 A	1028,2 A	1136,2 A
	Caule	---	25,3 A	26,6 A	39,5 A	---	450,9 B	531,4 AB	645,8 A
	Total	---	232,4 AB	202,7 B	323,3 A	---	2760,0 A	3091,6 A	3320,7 A
C4	Folha	236,6 A	331,8 A	281,1 A	239,8 A	1628,1 A	1968,5 A	2343,1 A	1726,4 A
	Galho	71,8 A	114,8 A	101,5 A	84,9 A	1079,7 A	1430,0 A	1679,7 A	1335,3 A
	Caule	37,0 A	54,4 A	54,0 A	48,6 A	530,4 C	832,4 B	1011,0 A	763,1 B
	Total	345,4 A	501,0 A	436,6 A	373,3 A	3238,2 B	4230,9 AB	5033,8 A	3824,8 AB

ES = estaquia; MN = miniestaquia; MC = microestaquia; MP = micropropagação

Em relação aos clones C2, C3 e C4, os resultados indicam certas tendências de que as técnicas de micropropagação e microestaquia apresentam respostas superiores. Entretanto, em algumas idades de avaliação e para alguns clones, esta resposta não é consistente.

A possibilidade de algumas características relacionadas à maturação serem mais facilmente rejuvenescidas que outras, além da facilidade de rejuvenescimento ser variável conforme a característica (HACKETT e MURRAY, 1993), pode explicar as variações encontradas entre as diferentes características.

A possibilidade de ocorrer rejuvenescimento em algumas características e não em outras, aliada aos diferentes graus de rejuvenescimento obtidos (GREENWOOD, 1992; HACKETT e MURRAY, 1993), em parte, explica a não constatação de resposta com relação ao peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, das técnicas de rejuvenescimento aqui adotadas. Além disso, os clones utilizados no presente estudo, de forma geral, apresentam de razoável a boa capacidade de propagação vegetativa, indicando um bom grau de juvenildade em relação às características

avaliadas, não permitindo respostas expressivas quanto às técnicas de rejuvenescimento adotadas.

Quadro 2 – Médias do peso da matéria seca do sistema radicular aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro da variável entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Clone	Compo- nentes	Peso de Matéria Seca do Sistema Radicular (g)							
		4 meses				8 meses			
		ES	MN	MC	MP	ES	MN	MC	MP
C1	RP	28,3 A	46,0 A	59,5 A	---	290,3 A	298,3 A	382,5 A	---
	R>2mm	17,1 A	24,7 A	26,2 A	---	88,7 A	118,9 A	137,2 A	---
	R≤2mm	11,2 A	8,9 AB	4,5 B	---	32,0 A	27,9 A	34,1 A	---
	Total	56,6 A	79,6 A	90,2 A	---	411,0 A	445,1 A	553,8 A	---
C2	RP	20,2 A	40,0 A	44,2 A	---	174,3 B	184,8 B	280,3 A	---
	R>2mm	7,4 A	20,1 A	17,0 A	---	121,4 AB	82,7 B	230,8 A	---
	R≤2mm	4,3 A	5,8 A	6,0 A	---	45,9 A	46,9 A	51,0 A	---
	Total	31,9 B	65,9 A	67,2 A	---	341,6 B	314,4 B	562,1 A	---
C3	RP	---	27,6 AB	26,3 B	42,2 A	---	192,0 A	257,7 A	333,9 A
	R>2mm	---	17,3 A	18,3 A	32,9 A	---	121,2 A	150,4 A	212,9 A
	R≤2mm	---	7,4 A	5,8 A	9,5 A	---	34,8 A	33,8 A	44,4 A
	Total	---	52,3 A	50,4 A	84,6 A	---	348,0 B	441,9 AB	591,2 A
C4	RP	35,5 A	45,3 A	37,4 A	36,0 A	302,5 A	314,3 A	329,3 A	270,4 A
	R>2mm	17,5 AB	27,5 A	25,7 AB	16,6 B	160,5 AB	197,4 AB	276,4 A	134,5 B
	R≤2mm	6,6 A	4,5 A	6,9 A	9,8 A	42,8 A	41,7 A	42,7 A	37,3 A
	Total	57,6 A	77,3 A	70,0 A	62,4 A	505,8 A	553,4 A	648,4 A	442,2 A

ES = estaquia; MN = miniestaquia; MC = microestaquia; MP = micropropagação

RP = raiz principal; R>2mm = raiz com diâmetro maior que 2mm; R≤2mm = raiz com diâmetro menor ou igual a 2mm

Vale ressaltar que nos programas atuais de seleção e propagação vegetativa na silvicultura clonal, um dos critérios adotados para seleção de clones de *Eucalyptus* tem sido o bom índice de enraizamento. Assim, muitos clones são descartados dos programas comerciais baseando-se apenas em seus baixos índices de enraizamento, levando à certa homogeneização dos materiais empregados na clonagem comercial, quanto a essa característica.

Outro ponto importante a ser destacado é a dificuldade de avaliação das características peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, que normalmente apresentam um alto coeficiente de variação, o que justifica, de certa

forma, as diferentes respostas apresentadas em função das diferentes técnicas de propagação empregadas.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foram realizados os estudos, concluiu-se que:

- Para as características crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa apresentaram efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos, e os clones com menor aptidão apresentaram, além do efeito fisiológico, resposta ao rejuvenescimento, proporcionando diferença no crescimento nas idades avaliadas;
- Para as características peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicam certas tendências de que as técnicas de micropropagação e microestaquia apresentam respostas superiores, entretanto, em algumas idades de avaliação e para alguns clones, esta resposta não é consistente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T. F. Clonal propagation of *Eucalyptus* by microcutting. In: **SYMPOSIUM BORDEUX FRANCE**, 1992. Nangis/França, AFOCEL, 1992, T2. p.471.

BOLIANI, A. C. **Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1986. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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. **Clonal forestry: genetics and biotechnology.** Budapest: Springer-Verlag, 1993. p. 14 - 33.
- HACKETT, W. P.; MURRAY, J. R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M. R. **Micropropagation of woody plants.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 93 - 105.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros.** Rio de Janeiro, RJ, 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.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia.** Viçosa, MG: UFV, 2001, 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WATT, M. P.; DUNCAN, M. I.; 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.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1999, 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2002, 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 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. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.9-16, 1996.

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*. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 2, p. 40-45.

CAPÍTULO III

CRESCIMENTO DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. NO NORTE DE MINAS GERAIS PROPAGADOS POR MACRO E MICROPROPAGAÇÃO

RESUMO – O presente estudo objetivou avaliar o desempenho de quatro clones de *Eucalyptus* spp., propagados pelas técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, e a produção de biomassa da parte aérea e do sistema radicular, em condições de campo, para dois sítios na região Norte de Minas Gerais. Os resultados obtidos permitiram concluir que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, e os clones com menor aptidão apresentaram, além de uma resposta à qualidade do sítio, resposta ao nível de juvenilidade apresentado pelas mudas utilizadas no crescimento inicial destas no campo. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicam respostas variadas nas avaliações efetuadas em relação às técnicas de propagação observadas em alguns clones, devido à dificuldade de avaliação destas características e a não observação clara dos efeitos dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenilidade.

Palavras-chave: Silvicultura clonal, propagação vegetativa, teste clonal e clonagem.

**SILVICULTURAL PERFORMANCE OF MACRO AND MICROPROPAGATED
Eucalyptus spp. CLONES IN THE NORTH OF MINAS GERAIS STATE**

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the field performance of four *Eucalyptus* spp. clones, propagated by cuttings, minicuttings, microcuttings and micropropagation. The evaluation consisted in measuring height and diameter growth and below and above ground biomass in two sites (sand and claysoils). The height and the diameter growth of easy-to-propagate clones didn't show significant differences among the propagation techniques and the hard-to-propagate clones showed response to the site quality and juvenility showed by the seedlings in the field. The results of the below and the above ground plant biomass varied in some clones among the propagation techniques. This could be explained due to the difficulty in evaluating mainly the root biomass and the non evident effects caused by the rejuvenation methods in very juvenile clones.

Keywords: Clonal forestry, vegetative propagation, clonal test and cloning.

1. INTRODUÇÃO

Num setor florestal em busca de competitividade, onde os investimentos são altos na procura da madeira que apresente as qualidades desejáveis, a propagação clonal do *Eucalyptus* é de extrema importância na formação de florestas que possibilitam elevada produção de madeira com características previamente selecionadas e com maiores rendimentos no processo de produção.

Dentre as técnicas de propagação vegetativa utilizadas na silvicultura clonal de *Eucalyptus*, prevalecem, mais recentemente, a miniestaquia e a microestaquia em razão dos avanços obtidos com a micropropagação.

Diversos trabalhos têm registrado os ganhos propiciados pela utilização da micropropagação no viveiro (WENDLING, 1999; TITON, 2001; XAVIER et al., 2001; WENDLING, 2002), entretanto, é imprescindível determinar qual o efeito do

rejuvenescimento *in vitro* nas plantas, comparando-o com outras técnicas de propagação a respeito da produtividade, da uniformidade e das características e propriedades da madeira. Assim, trabalhos que visam avaliar a viabilidade das várias técnicas de propagação vegetativa usadas na clonagem comercial de *Eucalyptus*, devem contemplar, além das etapas de viveiro, um acompanhamento no campo, para se avaliar o desempenho silvicultural de clones.

WATT et al. (1995), em estudos realizados com híbridos de *Eucalyptus*, concluíram que, para a maioria dos clones testados, o crescimento em altura, DAP e volume das plantas provenientes de micropropagação, aos 36 meses de idade, eram significativamente maiores que as alturas das plantas provenientes da estaquia. Neste estudo, foi também constatado que as plantas micropropagadas ainda apresentaram uma uniformidade do plantio superior às plantas estaqueadas, considerando-se os mesmos genótipos.

Resultado semelhante foi encontrado por XAVIER et al. (1997) onde, dos dez clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* avaliados aos 72 meses de idade, sete apresentaram melhor desempenho quando provenientes do processo de micropropagação, ou seja, o material clonal proveniente do processo de micropropagação apresentou valores de altura, DAP e volume, superiores em relação ao material clonal proveniente do processo de estaquia.

A carência de informações científicas que abordem o desempenho silvicultural de clones propagados por macro e micropropagação torna justificável o desenvolvimento de pesquisas que considerem essas técnicas.

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 e do sistema radicular, em condições de campo, para dois sítios na região Norte de Minas Gerais, sendo um de textura arenosa e o outro de textura argilosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em dois locais da empresa V & M Florestal, sendo um localizado no Município de João Pinheiro - MG, na Fazenda Campo Alegre (Local 1), apresentando precipitação média anual de 1189mm e solo predominantemente de textura arenosa; o segundo localizado em Bocaiúva - MG, na Fazenda Corredor (Local 2), com precipitação média anual de 931mm e solo predominantemente de textura argilosa.

Foram utilizados quatro clones de *Eucalyptus* spp., sendo um clone de *Eucalyptus tereticornis* x *E. pellita* (VM1), dois clones híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* (VM2 e VM3) e um clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (VM4). As mudas utilizadas no presente estudo foram obtidas por meio da propagação vegetativa, conforme as técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, de acordo com os procedimentos descritos nos itens subseqüentes.

2.1. Propagação clonal: obtenção das mudas

A produção das mudas pela estaquia foi realizada por meio de estacas (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 rustificadas 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, com dimensões variando de 4 a 6cm de tamanho, coletadas nos jardins miniclona e microclonal, respectivamente dos clones em estudo. O enraizamento procedeu-se 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, miniestquia e microestquia foi composta por superfosfato simples (8kgm^{-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, obteve-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.

2.2. Instalação dos experimentos

Uma vez obtidas as mudas nos diferentes procedimentos de propagação vegetativa, foram instalados em campo, para os dois locais, um teste clonal e uma parcela experimental, visando avaliar o desempenho silvicultural dos clones propagados pelas diferentes técnicas, conforme descrito nos itens a seguir.

Para ambos os locais e experimentos o solo foi preparado por meio de subsolagem, a uma profundidade de 50cm em linha. No momento do plantio o sistema radicular das mudas foi imerso em uma solução de 1,0% de fosfato monoamônio (MAP), recebendo posteriormente (entre 10 a 25 dias após o plantio) uma adubação suplementar de 100g/planta de NPK 06-30-06 + 7% S aplicada em coveta lateral.

2.2.1. Teste clonal

Este teste objetivou proporcionar avaliações periódicas quanto ao comportamento silvicultural das plantas propagadas vegetativamente pela estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, sendo mensuradas as características de crescimento em altura e diâmetro do caule ao nível do solo, aos 4 e 8 meses de idade.

O teste 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.

Devido a restrições na produção das mudas, o tratamento referente à técnica de estaquia para o clone VM1 (Local 2), não foi incluído neste teste.

2.2.2. Parcela experimental

Este teste objetivou avaliar o comportamento das mudas em relação ao desenvolvimento do sistema radicular, folhas, galhos e caule, obtendo-se destes materiais o peso de matéria seca (biomassa).

Foi instalado 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.

Em cada amostragem destrutiva realizada na parcela experimental, aos 4 e 8 meses de idade, foram utilizadas 3 plantas representativas de cada tratamento e clone.

Para as estimativas do peso de matéria seca dos diferentes componentes das árvores abatidas (sistema radicular, folhas, galhos e caule), foi realizada a secagem à 65°C por 72 horas até peso constante.

Devido a restrições na produção das mudas, o tratamento referente à técnica de estaquia para o clone VM1 (Local 2), não foi incluído nesta experimentação.

2.2.3. Avaliação dos resultados

Os dados obtidos por meio das avaliações realizadas no teste clonal e na parcela experimental foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento em altura

Conforme apresentado na Figura 1 os resultados indicam, de forma geral, a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação, o que pode indicar um mesmo grau de juvenilidade dos clones com relação ao crescimento em altura das plantas, avaliado aos 4 e 8 meses de idade. Exceção se faz para os clones VM2 e VM4, que apresentaram diferenças significativas entre as técnicas de propagação e, no caso do clone VM4 uma variação de resposta entre os locais.

Em relação ao clone VM2, avaliado aos 4 meses nos dois locais, a micropropagação apresentou superioridade significativa em relação à estaquia, superioridade esta que pode ser atribuída ao estado fisiológico dos propágulos vegetativos, onde as mudas propagadas pelas técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação são provenientes de propágulos vegetativos herbáceos e apicais, e as mudas propagadas pela estaquia são confeccionadas a partir de estacas semi-lenhosas e intermediárias.

Nota-se também para o clone VM4, aos 4 meses, respostas variadas em relação ao local de plantio das mudas. Para o Local 1, observa-se a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação e, para o Local 2 observa-se a superioridade significativa da micropropagação em relação à miniestaquia e estaquia. Esta diferença de resposta entre os locais pode ser atribuída ao fato do Local 2 (solo de textura argilosa) apresentar melhores condições de desenvolvimento para as plantas, quando comparado ao Local 1 (solo de textura arenosa), permitindo que o efeito positivo do rejuvenescimento, apresentado pelas plantas produzidas pela micropropagação, fosse mantido.

XAVIER et al. (2001), avaliando o mesmo material genético (clone VM4), observou o maior enraizamento das microestacas em relação às miniestacas, associando este desempenho a um possível rejuvenescimento das mudas produzidas pela micropropagação. Nota-se para este clone a existência de resposta ao rejuvenescimento das mudas produzidas pela micropropagação, uma vez que para as

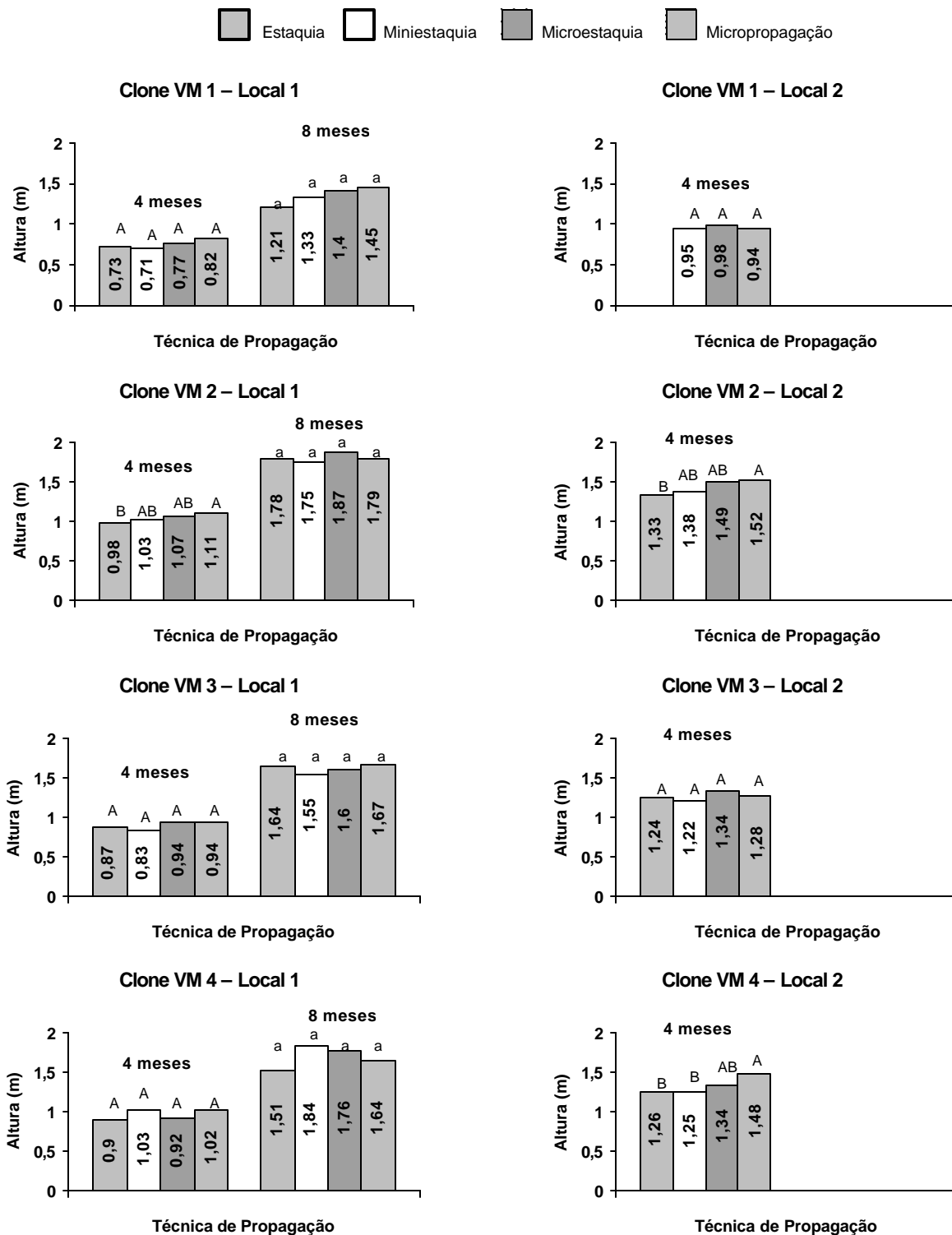


Figura 1 – Médias do crescimento em altura aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula (4 meses) e mesma letra minúscula (8 meses) dentro de cada clone e local entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

técnicas de miniestaquia, microestaquia e micropropagação 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 diferenciação celular.

Em termos gerais, para os dois sítios de solos arenoso e argiloso, verificou-se que, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, avaliados aos 4 e 8 meses de idade. Para os clones com menor aptidão à propagação, foram observadas, além de uma resposta à qualidade do sítio, resposta ao nível de juvenilidade apresentado pelas mudas utilizadas.

3.2. Crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo

À semelhança dos resultados obtidos com relação ao crescimento em altura das plantas, observou-se a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação (Figura 2), indicando um mesmo grau de juvenilidade dos clones no que tange ao crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo, avaliado aos 4 e 8 meses, nos dois locais.

Assim como observado no item anterior, o clone VM4 apresentou diferença de resposta entre os locais 1 e 2. Para o Local 1 (solo arenoso), nota-se a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação. Para o Local 2 (solo argiloso), observa-se a superioridade significativa da micropropagação em relação às técnicas de miniestaquia e estaquia. Essa superioridade pode ser atribuída a uma resposta ao maior grau de juvenilidade dos propágulos obtidos, advinda do rejuvenescimento pelos subcultivos *in vitro*, conforme citado por CHAPERON (1987) e HACKETT (1987).

Novamente, pode-se atribuir essa diferença de resposta entre os locais à qualidade de sítio, onde o Local 1, por apresentar piores condições de desenvolvimento para as plantas, quando comparado ao Local 2, não permitiu que a diferença entre as técnicas de propagação fosse observada.

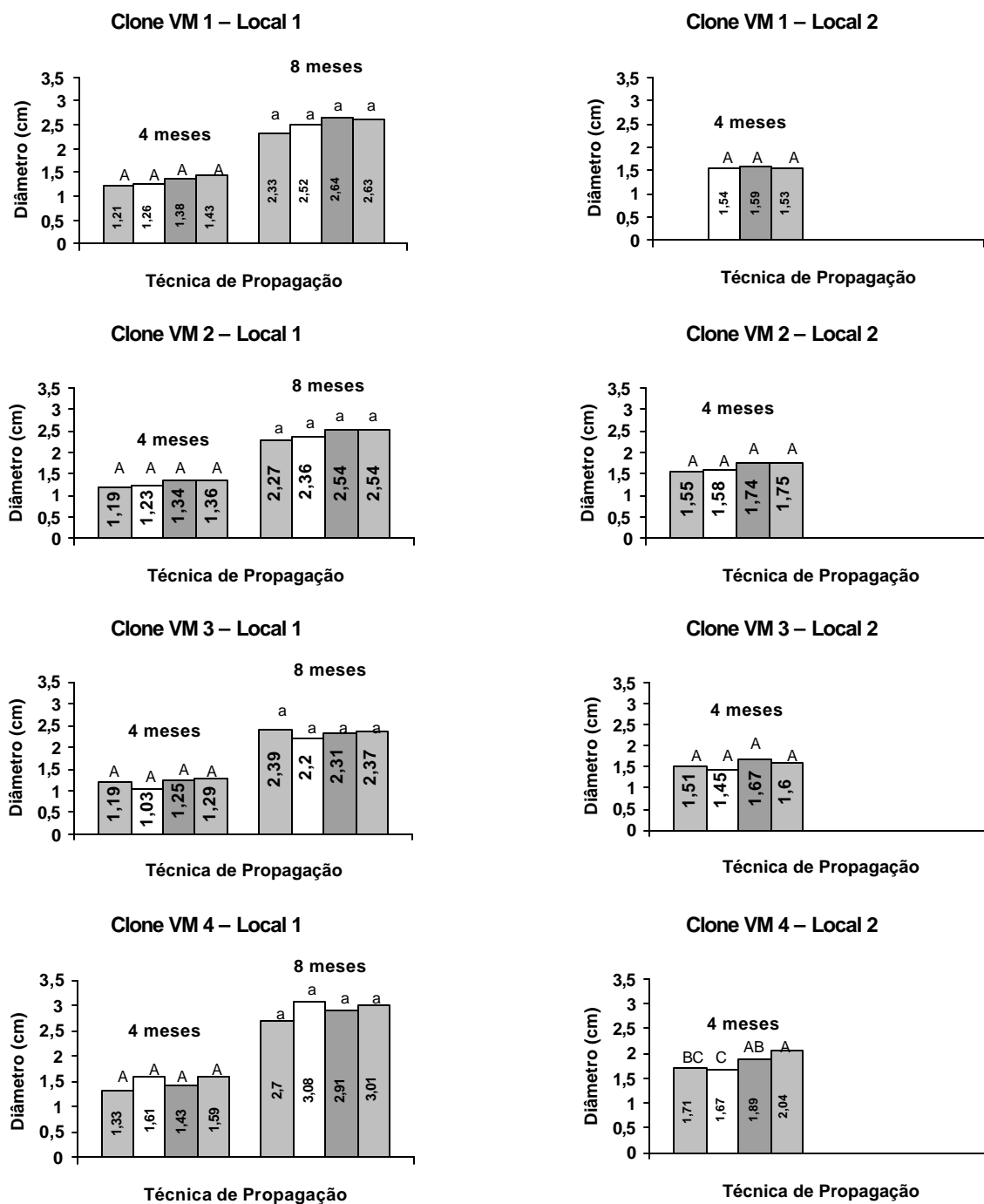


Figura 2 – Médias do crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo aos 4 e 8 meses, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula (4 meses) e mesma letra minúscula (8 meses) dentro de cada clone e local entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De maneira geral, os resultados apresentados neste estudo quanto ao crescimento em diâmetro do caule ao nível do solo indicaram semelhança aos obtidos para o crescimento em altura, em que os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, indicando um mesmo grau de juvenilidade dos clones quanto a estas características avaliadas.

3.3. Biomassa da parte aérea e do sistema radicular

De acordo com os dados apresentados nos Quadros 1 e 2, pode-se notar respostas variadas em relação às técnicas de propagação avaliadas aos 4 e 8 meses de idade nos dois locais. Desta forma, para o clone VM4, observa-se a não ocorrência de diferenças significativas entre as técnicas de propagação para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, nas duas idades e para os dois locais, o que pode indicar um mesmo grau de juvenilidade do clone em relação a estas características. Exceção se faz para o valor de peso médio de matéria seca do sistema radicular avaliado aos 4 meses, que apresentou diferença significativa entre as técnicas de propagação para o Local 1.

Em relação ao clone VM3, também é observada a não ocorrência de diferença significativa entre as técnicas de propagação, para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, nas duas idades no Local 1. Para o Local 2, nota-se uma variação nas respostas obtidas, sem apresentar uma tendência clara de superioridade para uma das técnicas avaliadas.

A possibilidade de ocorrer influências negativas dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenilidade, associando este fato a uma linha de máxima juvenilidade, em que, a partir desta, qualquer método ou técnica de rejuvenescimento não resultaria mais em respostas positivas, ocasionando, em algumas situações, redução no vigor geral dos propágulos em razão dos tratamentos e manejo envolvidos (WENDLING, 2002), pode explicar as variações encontradas entre as diferentes características.

Quadro 1 – Médias do peso de matéria seca da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) aos 4 meses, para os locais 1 e 2, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro da variável entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Clone	Compo- nentes	Peso de Matéria Seca da Parte Aérea e do Sistema Radicular (g) aos 4 meses							
		Local 1				Local 2			
		ES	MN	MC	MP	ES	MN	MC	MP
VM 1	Folha	30,6 AB	58,8 A	13,5 B	46,4 A	---	62,5 A	108,0 A	76,3 A
	Galho	7,2 BC	18,7 A	2,1 C	12,3 AB	---	20,1 A	38,3 A	23,4 A
	Caulé	7,0 AB	14,1 A	4,4 B	12,0 AB	---	14,9 A	24,3 A	18,2 A
	Total PA	44,8 AB	91,5 A	20,0 B	70,7 A	---	97,4 A	170,7 A	117,9 A
	SR	8,8 AB	13,4 A	4,4 B	13,8 A	---	19,6 A	28,1 A	21,3 A
VM 2	Folha	15,7 B	44,2 A	16,5 AB	25,6 AB	73,7 B	77,2 B	167,2 A	112,5 AB
	Galho	3,8 A	14,3 A	3,5 A	8,0 A	30,3 B	28,6 B	58,7 A	49,5 AB
	Caulé	5,2 B	16,1 A	6,1 B	10,8 AB	25,3 B	23,4 B	52,2 A	52,4 A
	Total PA	24,7 B	74,7 A	26,1 B	44,5 AB	129,3 B	129,3 B	278,1 A	214,3 AB
	SR	6,4 A	15,7 A	5,9 A	9,8 A	25,1 C	25,8 BC	44,7 A	43,9 AB
VM 3	Folha	55,0 A	60,9 A	39,8 A	50,2 A	59,6 AB	33,3 B	80,8 A	71,6 AB
	Galho	18,7 A	18,9 A	11,6 A	15,9 A	20,9 A	10,6 A	26,1 A	25,5 A
	Caulé	30,2 A	31,9 A	21,7 A	31,1 A	24,8 B	14,7 B	53,6 A	37,0 AB
	Total PA	103,9 A	111,8 A	73,1 A	97,2 A	105,3 AB	58,6 B	160,5 A	134,1 AB
	SR	24,8 A	23,7 A	12,9 A	19,2 A	24,6 AB	19,7 B	50,2 A	31,8 AB
VM 4	Folha	76,8 A	49,9 A	59,2 A	43,1 A	78,4 A	55,7 A	86,6 A	88,6 A
	Galho	28,4 A	14,2 A	19,4 A	13,8 A	30,9 A	18,7 A	37,1 A	35,8 A
	Caulé	28,9 A	21,6 A	31,2 A	21,8 A	30,3 BC	27,3 C	46,3 AB	48,4 A
	Total PA	134,1 A	85,7 A	109,3 A	78,8 A	139,6 A	101,7 A	170,0 A	172,8 A
	SR	21,5 A	18,4 A	16,6 A	14,4 A	32,1 A	29,4 A	44,3 A	38,1 A

ES = estaquia; MN = miniestaquia; MC = microestaquia; MP = micropropagação

Nota-se para os clones VM1 e VM2, que os resultados indicam certas tendências de que a técnica de micropropagação apresenta respostas superiores às demais técnicas de propagação. Entretanto, independente do local e em algumas idades de avaliação, esta resposta não é consistente.

Assim, de forma geral, nota-se que a dificuldade de avaliação das características de peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, bem como a não observação clara dos efeitos dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenildade para algumas características, pode justificar, de certa forma, as respostas variadas encontradas nas avaliações efetuadas em relação às técnicas de propagação, observadas em alguns clones.

Quadro 2 – Médias do peso da matéria seca da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) aos 8 meses, para os locais 1 e 2, em função da técnica de propagação e dos quatro clones de *Eucalyptus* spp. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula dentro da variável entre as técnicas de propagação não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Clone	Compo- nentes	Peso de Matéria Seca da Parte Aérea e do Sistema Radicular (g) aos 8 meses							
		Local 1				Local 2			
		ES	MN	MC	MP	ES	MN	MC	MP
VM 1	Folha	174,5 AB	182,0 AB	92,8 B	324,7 A	---	142,0 AB	209,8 A	123,8 B
	Galho	52,9 B	56,6 B	24,6 B	134,5 A	---	57,8 B	98,7 A	55,5 B
	Caule	58,1 AB	54,9 AB	24,1 B	116,5 A	---	61,8 A	102,1 A	72,1 A
	Total	285,5 AB	293,5 AB	285,5 B	141,5 A	---	410,6 A	261,6 A	251,4 A
	SR	59,3 B	80,7 AB	38,2 B	130,0 A	---	83,3 AB	102,7 A	73,2 B
VM 2	Folha	107,0 AB	150,6 A	74,5 B	79,3 B	122,4 B	145,2 AB	170,1 A	124,3 B
	Galho	38,0 B	67,2 A	26,0 B	26,7 B	68,4 A	81,0 A	89,5 A	60,4 A
	Caule	46,6 AB	65,6 A	39,9 B	39,9 B	67,8 A	80,3 A	105,7 A	80,5 A
	Total	191,5 B	283,4 A	140,5 B	145,8 B	258,6 A	306,5 A	364,6 A	265,2 A
	SR	29,5 B	78,9 A	27,6 B	31,0 B	76,6 A	100,8 A	108,9 A	97,0 A
VM 3	Folha	228,3 A	181,0 AB	141,1 B	145,6 B	91,7 A	45,5 B	94,1 A	100,6 A
	Galho	73,2 A	67,9 A	50,7 A	60,5 A	49,4 A	27,4 B	48,7 A	55,2 A
	Caule	178,9 A	145,4 A	124,7 A	154,0 A	94,4 AB	60,6 B	117,9 A	99,4 AB
	Total	480,4 A	394,4 A	316,5 A	360,1 A	235,5 A	133,5 B	260,7 A	255,2 A
	SR	131,8 A	129,3 A	98,9 A	132,4 A	121,1 AB	66,3 C	171,0 A	108,5 BC
VM 4	Folha	283,0 A	208,4 A	176,9 A	199,7 A	148,9 A	124,8 A	158,9 A	136,6 A
	Galho	158,5 A	88,0 AB	72,7 B	100,7 AB	85,2 A	75,3 A	86,6 A	65,1 A
	Caule	175,3 A	132,1 A	100,8 A	129,1 A	127,9 AB	96,1 B	154,6 A	118,9 AB
	Total	616,8 A	428,5 A	350,4 A	429,6 A	362,0 A	296,2 A	400,1 A	320,5 A
	SR	225,5 A	153,2 AB	111,8 B	141,8 AB	156,6 A	117,4 A	145,9 A	131,7 A

ES = estaquia; MN = miniestaquia; MC = microestaquia; MP = micropropagação

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foram realizados os estudos, concluiu-se que:

- Para as características crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, e os clones de menor aptidão apresentaram uma resposta ao nível de juvenildade das mudas utilizadas, no crescimento inicial destas no campo, e uma resposta à qualidade do sítio, onde o Local 1 (solo arenoso), por apresentar condições menos favoráveis ao desenvolvimento das plantas,

quando comparado ao Local 2 (solo argiloso), não permitiu que a diferença entre as técnicas de propagação fosse observada;

- Para as características peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicam respostas variadas nas avaliações efetuadas em relação às técnicas de propagação, observadas em alguns clones, devido à dificuldade de avaliação destas características e a não observação clara dos efeitos dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPERON, H. Vegetative propagation of *Eucalyptus*. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GNÉTICO DE ESPÉCIES FLORESTALES, 1987. Buenos Aires, Argentina. **Anales...** (s.1): AFOCEL, 1987. p. 2115 – 2232.
- 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, 1987. p. 11 – 28 (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- 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.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**. Viçosa, MG: UFV, 2001, 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WATT, M. P.; DUNCAN, M. Ing.; 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**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1999, 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2002, 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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*. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 2, p. 40-45.

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos objetivos definidos neste estudo, onde se buscou avaliar o desempenho de clones de *Eucalyptus* spp., propagados pelas técnicas de estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, bem como a biomassa da parte aérea e do sistema radicular, em condições de campo, para locais distintos, os resultados obtidos na região do Vale do Rio Doce, indicaram que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa apresentaram efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos, e os clones com menor aptidão apresentaram, além do efeito fisiológico, resposta ao rejuvenescimento, proporcionando diferença no crescimento. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicaram certas tendências de que as técnicas de micropropagação e microestaquia apresentaram respostas superiores, entretanto, em algumas idades de avaliação e para alguns clones, esta resposta não é consistente.

Com relação aos estudos realizados no Norte de Minas Gerais, os resultados indicaram que para o crescimento em altura e em diâmetro do caule ao nível do solo, os clones de boa aptidão à propagação vegetativa não apresentaram diferença significativa entre as técnicas de propagação, e os clones de menor aptidão apresentaram uma resposta ao nível de juvenildade das mudas utilizadas, no crescimento inicial destas no campo, e uma resposta à qualidade do sítio, onde o Local 1 (solo arenoso), por apresentar piores condições de desenvolvimento para as plantas,

quando comparado ao Local 2 (solo argiloso), não permitiu que a diferença entre as técnicas de propagação fosse observada. Para o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, os resultados indicam respostas variadas nas avaliações efetuadas em relação às técnicas de propagação, observadas em alguns clones, devido à dificuldade de avaliação destas características e a não observação clara dos efeitos dos métodos de rejuvenescimento em clones com maior grau de juvenilidade.

De maneira geral, independente do material genético avaliado e da região onde foram conduzidos os estudos, os resultados obtidos permitiram concluir que para os clones que apresentavam boa aptidão à propagação vegetativa, notou-se um efeito positivo do vigor fisiológico dos propágulos (propágulos vegetativos herbáceos e apicais x estacas semi-lenhosas e intermediárias), e para os clones com menor aptidão, notou-se além do efeito fisiológico, uma resposta ao rejuvenescimento obtido pela micropropagação, proporcionando diferença no crescimento das plantas, avaliadas aos 4 e 8 meses de idade.

Neste contexto, a micropropagação mostrou-se como uma técnica de rejuvenescimento potencial, minimizando algumas dificuldades na propagação clonal de determinados clones (idade ontogenética avançada), principalmente no que concerne ao enraizamento, à formação das mudas e ao desenvolvimento da futura árvore.