

LUCAS AMARAL DE MELO

**ARMAZENAMENTO, APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES E OTIMIZAÇÃO DO
TEMPO EM CASA DE VEGETAÇÃO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS
DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis***

Dissertação 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
2009

LUCAS AMARAL DE MELO

ARMAZENAMENTO, APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES E OTIMIZAÇÃO DO TEMPO EM CASA DE VEGETAÇÃO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis*

Dissertação 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: 16 de fevereiro de 2009.

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Co-orientador)

Prof. José Maria Moreira Dias
(Co-orientador)

Prof. Ismael Eleotério Pires

Dr^a. Elizabete Keiko Takahashi

Prof. Aloisio Xavier
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Admir e Fátima, pelo carinho, apoio, amor, por tudo que me proporcionaram durante toda esta minha caminhada, pois eles são os principais responsáveis por mais esta conquista.

À minha irmã (Mana) e também ao André, pelo apoio incondicional, por estarem sempre prestativos e, principalmente por acreditarem em mim.

Aos meus avós, Beralda e Joviano (Nego), pelo amor, paciência e dedicação com todos.

A meu grande amor, inúmeras definições, dentre as quais, Isabel Cristina Nogueira Alves, cuja presença e afeto são incontestáveis; ela que foi e é muito importante na minha vida e a também a sua família por tudo, mas principalmente por confiarem em mim.

Aos meus familiares, os quais estão sempre presentes nas horas certas e incertas. Cada um com a própria parcela de contribuição, seja no incentivo, parcerias, dúvidas, costura, amizade etc.

Ao professor Aloisio Xavier, pela amizade, paciência, confiança, incentivo e orientação. E aos professores, José Maria Moreira Dias e Haroldo Nogueira de Paiva, pela co-orientação.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores da UFV, com os quais pude aprender muito durante a breve estadia na cidade de Viçosa e aos professores da UFLA, “culpados” pela minha formação.

Aos amigos de Carmo da Mata, fizeram e fazem parte da minha vida. Em especial ao Edmar (in memoriam) e os sempre parceiros Mulão, João Carlos e Cleitinho. E ao Joãozinho por fazer parte da construção de um antigo desejo.

Aos amigos, colegas de sala, companheiros de futebol e laboratórios, pelos momentos felizes que passamos juntos.

Aos companheiros de República em Viçosa, José Ângelo, Marcelo e Caio, em especial ao Caio, pela compreensão e grande amizade, um verdadeiro irmão.

Aos colegas de pós-graduação em Ciência Florestal da UFV, Rogerinho, Silvano, Mila, Bruna, Juliana, Mirian, Flaviana, Adham, Primo, Roldão, Iolanda, Izaias, Marco, Flávia, Andressa e Catarina.

Aos funcionários do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Viçosa, pela amizade e colaboração na condução dos experimentos.

À CENIBRA e em especial ao GGF-P da CENIBRA, Antônio Marcos, Gualter, Bete, Everton, Fernando, Dílson, João Edésio, Maria, Felipe, Alex, Gilson, Roberta, Gi, Luiz, Rinaldo, Anne, Ana Paula, Juju e todo o pessoal do Laboratório, por serem tão prestativos, amigos e acima de tudo, ótimos profissionais.

A todos os funcionários do Viveiro Florestal da Empresa CENIBRA, os quais colaboraram para a realização de todo o trabalho e ensinaram-me muitas coisas, em especial João Batista, Salim, Vanessa e Senhor Dico.

Aos amigos que fiz em Viçosa, principalmente ao Silvano que me ajudou bastante durante todo o mestrado e praticamente deu-me a conhecer a cidade.

À Ritinha e ao Alfredo pela paciência, amizade e pela eficiência no trabalho.

À Giu pela colaboração nas correções dos resumos em inglês.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional, mas principalmente pessoal, o meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

LUCAS AMARAL DE MELO, filho de Admir de Melo e Fátima Amaral de Melo, nasceu em 07 de dezembro de 1983, em Carmo da Mata, Estado de Minas Gerais.

Em 1998, concluiu o primeiro grau, realizado na Escola Estadual Padre Galdino Ferreira Diniz e parte na Escola Estadual Joaquim Afonso Rodrigues e nesta, terminou o segundo grau no ano de 2001, em Carmo da Mata.

Ingressou no curso de Engenharia Florestal em abril de 2002 pela Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG. Diplomou-se Engenheiro Florestal em fevereiro de 2007, recebendo o Prêmio Tubo Verde, Vallourec & Mannesmann Tubes V & M Florestal e o Certificado de Mérito Acadêmico.

Em março de 2007, ingressou no Curso de Mestrado em Ciência Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, defendendo a dissertação em fevereiro de 2009.

Em dezembro de 2008 foi aprovado no curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal, nível Doutorado, pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESUMO

MELO, Lucas Amaral de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Armazenamento, aplicação de antioxidantes e otimização do tempo em casa de vegetação no enraizamento de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis*.** Orientador: Aloisio Xavier. Co-Orientadores: Haroldo Nogueira de Paiva e José Maria Moreira Dias.

O presente trabalho teve como objetivos determinar o tempo de enraizamento de miniestacas em casa de vegetação climatizada; verificar a influência do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento, e; avaliar a utilização de antioxidantes no enraizamento das miniestacas de clones de *Eucalyptus*. Foram utilizadas miniestacas de cinco clones de *Eucalyptus* spp. (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), as quais foram coletadas em minicepas localizadas em minijardim clonal, obtidas pelo enraizamento de miniestacas, implantadas em canaletas de alvenaria, preenchidas com areia lavada. A partir do acompanhamento do processo rizogênico dos cinco clones (C₁, C₂, C₃, C₄ e C₅), verificou-se peculiaridades em relação ao comportamento de cada material genético durante o enraizamento e foi possível constatar que o tempo necessário para o processo rizogênico difere entre os clones, permitindo a identificação do ponto ótimo de enraizamento para cada material genético. Quanto à influência do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento de miniestacas, observou-se que, de maneira geral, intervalos de tempo superiores ao período de duas horas causam diminuição no percentual de enraizamento e no posterior crescimento das mudas, porém os clones estudados responderam de forma diferente à imposição do fator, indicando efeito genotípico. Com relação ao uso de antioxidantes nas miniestacas, foram observadas respostas variadas dos clones com a aplicação do ácido ascórbico e polivinilpirrolidona (PVP), sendo que a utilização do primeiro foi favorável para as miniestacas do clone com menor percentual de enraizamento (C₃), porém, a utilização do PVP mostrou-se desfavorável para os clones trabalhados.

ABSTRACT

MELO, Lucas Amaral de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february 2009. **Storage, application of antioxidants and time optimization in a greenhouse for the rooting of *Eucalyptus grandis* hybrid minicuttings.** Adviser: Aloisio Xavier Co-Advisers: Haroldo Nogueira de Paiva and José Maria Moreira Dias.

The present study aimed to determine the time for the rooting of minicuttings in a climatized greenhouse; to assess the influence of the time interval between collection/preparation and plantation, and; to evaluate the use of antioxidants in minicutting rooting of *Eucalyptus* clones. Minicuttings of five *Eucalyptus* spp. clones (C₁, C₂, C₃ and C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* and C₅ = natural hybrid *Eucalyptus grandis*), collected in ministumps located at a clonal minigarden, were used. The ministumps were obtained by minicutting rooting in channels of masonry filled with washed sand. By the monitoring of the rooting process of five clones (C₁, C₂, C₃, C₄ and C₅), peculiarities related to the behavior of each genetic material during the rooting process were verified. It was possible to observe that the necessary time for this process differs among the clones, allowing the identification of the best rooting point for each genetic material. As regards the influence of time interval between collection/preparation and plantation of minicuttings, it was noticed that, in general, time intervals longer than two hours cause a decrease in the rooting and growth of plants. However, the studied clones responded differently to the imposition of the factor, indicating genotypic effect. With regards to the use of antioxidants in the minicuttings, varied responses were observed in the clones, due to the application of ascorbic acid and polyvinylpyrrolidone (PVP). The first one was favorable to the minicuttings from the clone with the lowest rooting percentage (C₃); the second one, however, was unfavorable to the studied clones.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS	3
OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE HÍBRIDOS DE <i>Eucalyptus grandis</i>	5
RESUMO	5
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS	8
2.1. Material experimental	8
2.2. Manejo do minijardim clonal	8
2.3. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas	9
2.4. Avaliações experimentais.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES.....	18
5. REFERÊNCIAS	18
EFEITO DO INTERVALO DE TEMPO ENTRE COLETA/PREPARO E ESTAQUEAMENTO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE CLONES DE <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	19
RESUMO	20
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAIS E MÉTODOS	23
2.1. Material experimental	23
2.2. Manejo do minijardim clonal	23
2.3. Obtenção, preparo, estaqueamento e enraizamento das miniestacas... ..	24
2.4. Avaliações experimentais.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4. CONCLUSÕES.....	30
5. REFERÊNCIAS	31
EFICIÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO E PVP NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE CLONES DE <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	33

RESUMO	33
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAIS E MÉTODOS	36
2.1. Material experimental	36
2.2. Manejo do minijardim clonal	36
2.3. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas	37
2.4. Avaliações experimentais.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1. Eficiência do ácido ascórbico	39
3.2. Eficiência do PVP.....	42
4. CONCLUSÕES.....	46
5. REFERÊNCIAS	46
3. CONCLUSÕES GERAIS	49

1. INTRODUÇÃO GERAL

A propagação clonal é amplamente utilizada para o gênero *Eucalyptus* por diversas empresas florestais, por possibilitar a obtenção de maior produtividade e uniformidade de plantios, além da adaptação de genótipos específicos para determinados sítios, quando comparada com plantios originários de sementes. A clonagem é de grande importância, quando se deseja multiplicar um genótipo heterozigoto e que apresenta características superiores, sendo, portanto, importante transferir, ao longo dos anos, seus componentes genéticos aditivos e não aditivos (ASSIS, 1996).

O uso econômico da clonagem é justificado quando há disponibilidade de genótipos de alta produtividade e, ou, a disponibilidade de sementes e insumos é limitada. Nestas condições, um programa que utiliza a propagação vegetativa pode multiplicar com maior rapidez e eficiência os resultados de programas de melhoramento genético, reduzindo, assim, seus custos finais (ASSIS, 1996). Alguns dos maiores exemplos de estratégia de propagação clonal no gênero *Eucalyptus* estão na América do Sul e África do Sul, sendo o Brasil um país de referência mundial em silvicultura clonal.

Diante de limitações quanto à produção e enraizamento de alguns clones pelos processos convencionais de estaquia, foram desenvolvidas metodologias de propagação vegetativa que aperfeiçoaram o processo, denominadas de miniestaquia e microestaquia. De acordo com Xavier (2002), estas técnicas minimizaram algumas dificuldades no processo de produção de mudas de certos clones e espécies, principalmente no que se refere ao material adulto, variação entre clones, fatores relacionados ao enraizamento e desenvolvimento da futura árvore.

A técnica de miniestaquia consiste na utilização de brotações de plantas propagadas pelo método da estaquia convencional ou pela própria miniestaquia como fonte de propágulos. Geralmente, faz-se a poda do ápice da brotação da estaca enraizada, estando esta muda com aproximadamente 50 a 60 dias de idade. Em intervalos de 10 a 25 dias, dependendo da época do ano, clone/espécie, condições nutricionais, entre outras variáveis, a cepa

remanescente emite novas brotações, que são coletadas para enraizamento, como descrito por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Wendling et al. (2000), Alfenas et al. (2004) e Assis et al. (2004). Quanto à microestaquia, esta se diferencia da miniestaquia basicamente pela origem do material que compõe o jardim clonal, ou seja, na microestaquia as origens das microcepas são mudas micropropagadas (XAVIER, 2002).

Com a busca incessante do setor florestal por maiores produtividades e melhor qualidade da madeira, a cada ano são inseridos no processo produtivo, novos clones que de modo geral, apresentam alguma peculiaridade, quanto aos aspectos de enraizamento. A partir dos resultados obtidos na busca pelo aperfeiçoamento e adequação da tecnologia para novos clones, avanços têm ocorrido no processo de miniestaquia. No entanto, ainda persistem algumas dificuldades no entendimento e adequação de alguns fatores envolvidos no enraizamento das miniestacas de algumas espécies/clones de *Eucalyptus*, levando as empresas florestais a restringirem a utilização de determinados materiais genéticos que não apresentam índice de enraizamento satisfatório.

Dentre os fatores envolvidos no enraizamento de miniestacas, destacam-se a ocorrência de injúrias, o balanço hormonal, a constituição genética da planta matriz, o nível endógeno de inibidores, as condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (ALFENAS et al., 2004), o tempo despendido desde a coleta até o estaqueamento (GOULART e XAVIER, 2008), as reações de oxidação (WENDLING, 2002), a maturação/juvenildade dos propágulos, luminosidade, temperatura e umidade (XAVIER, 2002; PAIVA e GOMES, 2005).

Quanto ao armazenamento do material vegetativo, o tempo transcorrido entre a coleta/preparo e o plantio da miniestaca no substrato merece atenção especial. Ferrari et al. (2004), por exemplo, recomendam intervalos inferiores a 15 minutos; no entanto, em situações de grandes distâncias de coleta das brotações, grande número de mudas a serem produzidas (ALFENAS et al., 2004) e certos horários de intervalos do expediente, há a necessidade de armazenamento dos propágulos vegetativos por períodos maiores.

A oxidação na base das miniestacas é outro fator que afeta consideravelmente todo o processo rizogênico e, de acordo com Wendling

(2002), alguns procedimentos para a redução da oxidação podem ser adotados, como a utilização de substâncias antioxidantes, a redução dos danos mecânicos causados, a lavagem dos propágulos vegetativos em água corrente, e a remoção de substâncias fenólicas.

Apesar de detentoras das principais técnicas de propagação clonal para o *Eucalyptus*, as empresas de base florestal têm insistentemente desenvolvido pesquisas a fim de melhorar o enraizamento de materiais elite, buscando conhecer sobre os fundamentos bioquímicos da formação de raízes adventícias, o papel de determinadas substâncias e respectivas concentrações na promoção do processo de enraizamento adventício.

A busca por melhores resultados no enraizamento de determinados materiais genéticos e maior eficiência durante as fases de produção de mudas em viveiros florestais, tem justificado o desenvolvimento de trabalhos que possibilitem avaliar o efeito de determinados fatores inerentes ao processo de clonagem e a utilização de substâncias no enraizamento de clones com potencial produtivo.

Dessa forma, a partir de híbridos de *Eucalyptus grandis*, o presente estudo teve como objetivos: 1) determinar o tempo de enraizamento de miniestacas em casa de vegetação climatizada; 2) verificar a influência do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento no enraizamento de miniestacas, e; 3) avaliar o efeito da utilização de antioxidantes no enraizamento das miniestacas.

2. REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 422p.

ASSIS, T.F.; FETT NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. In: Walters, C.; Carson, M. (Eds.) **Plantation forest biotechnology for the 21st century**, India: Research Signpost, p.303-333, 2004.

ASSIS, T.F. Melhoramento genético de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.18, n.185, p.32-51, 1996.

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p. (Embrapa Florestas. Documentos, 94).

GOULART, P.B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de minestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.671-677, 2008.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A.; GONÇALVES, A.N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192).

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 46p. (Caderno Didático, 83).

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação**. 2002. 98f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.187-192, 2000.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 64p. (Caderno Didático, 92).

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus***. Viçosa, MG: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis*

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do tempo de enraizamento de miniestacas de cinco híbridos de *Eucalyptus grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*) e, a partir dos dados obtidos, ajustar modelos matemáticos que melhor expressem o comportamento dos materiais genéticos durante o processo rizogênico. O processo de enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada, e em intervalos de tempo regulares de três dias, foram realizadas avaliações do enraizamento adventício, até o 24º dia. Pelas análises, foi possível constatar peculiaridades em relação ao comportamento de cada clone durante o enraizamento e concluir que o tempo necessário para o processo difere entre os materiais genéticos, permitindo a identificação do ponto ótimo de enraizamento das miniestacas.

Palavras-chave: Miniestaquia, clonagem e silvicultura clonal.

OPTIMIZATION OF THE TIME FOR MINICUTTINGS ROOTING OF *Eucalyptus grandis* HYBRIDS

ABSTRACT - The aim of this research was to assess the influence of the rooting time in minicuttings of five *Eucalyptus grandis* hybrids (C₁, C₂, C₃ and C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = natural hybrid *Eucalyptus grandis*), and, based on the collected data, to adjust mathematical models that best express the behavior of the genetic materials during the rooting process. The minicuttings were planted in a greenhouse and removed at regular time intervals of three days, for the evaluation of the adventitious rooting, until the 24th day. By the analyses, it was possible to verify peculiarities in relation to the behavior of each clone during the rooting period and to conclude that the necessary time for the process differs among the genetic materials, allowing the identification of the best rooting point of minicuttings.

Keywords: Minicutting, cloning and clonal silviculture.

1. INTRODUÇÃO

A importância do gênero *Eucalyptus* no atual cenário da silvicultura clonal brasileira tem estimulado consideráveis investimentos em pesquisa, o que tem proporcionado melhorias na propagação vegetativa. Diante de algumas limitações quanto à produção e enraizamento de alguns clones pelos processos convencionais de estaquia, foram desenvolvidas novas metodologias de propagação vegetativa que aperfeiçoaram o processo, denominadas de miniestaquia e microestaquia. De acordo com Xavier (2002), estas técnicas proporcionaram a minimização de algumas dificuldades no processo de produção de mudas de certos clones e espécies, principalmente no que se refere ao material adulto, variação entre clones, fatores relacionados ao enraizamento e desenvolvimento da futura árvore.

Mesmo com o advento de novas técnicas, ainda são observadas diferenças entre as várias espécies no gênero *Eucalyptus*, bem como entre os clones de uma mesma espécie, quanto ao percentual de enraizamento. É possível constatar a grande discrepância entre resultados para a porcentagem de enraizamento de espécies/clones de *Eucalyptus* spp., Por exemplo, dados de Wendling et al. (2000b) mostram uma variação de enraizamento num único experimento com cinco clones híbridos de *Eucalyptus* spp., entre 17,2 a 67,2 %. Higashi e Gonçalves (2000), comentam que resultados encontrados na literatura, quanto ao percentual de enraizamento para clones de *Eucalyptus* spp., variam de 0 a 100 %, indicando a ampla variabilidade de resposta dentro deste gênero.

Didaticamente, a miniestaquia pode ser dividida nas fases de produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento adventício em casa de vegetação climatizada, aclimatização à sombra, crescimento e rustificação, como descrito por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Alfenas et al. (2004) e Assis et al. (2004), sendo que a otimização das operações em cada uma destas fases contribui para o sucesso da produção de mudas (FERREIRA et al., 2004).

Ferreira et al. (2004), trabalhando com determinação do tempo ótimo de enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp., constataram

diferença na velocidade de enraizamento dos dois clones estudados, indicando que o tempo de permanência das miniestacas, em casa de vegetação, influencia diretamente no porcentual de enraizamento e posterior sobrevivência na casa de sombra.

Durante o processo rizogênico, a formação de raízes adventícias sob o ponto de vista anatômico, envolve a formação de grupos de células meristemáticas (as iniciais da raiz), a diferenciação desses grupos de células em primórdios radiculares e o desenvolvimento e a emergência das novas raízes, incluindo a ruptura de outros tecidos do caule e a formação de conexões vasculares com os tecidos condutores da estaca (HARTMANN et al., 2002). Somente a partir da formação de primórdios radiculares é possível observar o surgimento de raízes.

Considerando que a maioria das empresas do setor florestal brasileiro utiliza a constatação da saída de raízes na base do tubete, como critério de decisão para a retirada das mudas de dentro da casa de vegetação num processo de enraizamento de estacas de clones de *Eucalyptus*, é possível demonstrar que normalmente há uma tendência em superestimar o tempo de permanência na casa de enraizamento para indução da rizogênese (FERREIRA et al., 2004).

A produção de mudas através da miniestaquia, em condições climáticas que exigem estruturas para manutenção do controle ambiental, necessita de um domínio da técnica, para alcançar os resultados desejados. (ZANI FILHO e BALLONI, 1988). O ajuste de modelos matemáticos que expressem o enraizamento dos diferentes materiais genéticos a serem propagados em um viveiro pode minimizar os custos, em virtude da otimização do uso das instalações e redução de perdas por doenças ou morte de miniestacas em função da retirada destas do interior da casa de vegetação antes do processo rizogênico se completar.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o tempo de enraizamento em miniestacas de quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄) e um híbrido natural de *Eucalyptus grandis* (C₅) e, a partir dos dados obtidos, ajustar modelos matemáticos que melhor expressem o

comportamento de cada material genético em todo o processo de enraizamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material experimental

O trabalho foi realizado no período de agosto a setembro de 2008, no viveiro florestal da empresa Celulose Nipo-Brasileira S. A. - CENIBRA, localizada no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O município de Belo Oriente localiza-se na região do Vale do Rio Doce, com clima do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, latitude de 19°18'23"S e longitude 42°22'46"W e altitude de 363 m. Apresenta precipitação média anual de 1233 mm, temperatura média anual de 21°C, com máxima de 27°C e mínima de 14°C (TITON, 2001).

Foram utilizadas miniestacas de cinco híbridos de *Eucalyptus grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*) para o presente estudo, as quais foram coletadas em minicepas estabelecidas em minijardim clonal, com manejo e nutrição de acordo com os procedimentos adotados pela empresa CENIBRA. O critério de seleção destes clones foi baseado, principalmente, nos percentuais de enraizamento e disponibilidade de material vegetativo para o processo de produção de mudas clonais. Foi selecionado um clone com percentual médio de enraizamento acima de 90 %, dois entre 80 e 90 % e dois com índices de enraizamento abaixo de 80 %.

2.2. Manejo do minijardim clonal

Conforme a técnica de miniestaquia descrita por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Wendling et al. (2000a), Alfenas et al. (2004) e Assis et al. (2004) e, de acordo com os procedimentos de manejo adotados pela CENIBRA, o minijardim clonal foi constituído de minicepas, obtidas pelo

enraizamento de miniestacas, implantadas em canaletas de alvenaria, preenchidas com brita no fundo e areia lavada no restante do espaço.

A irrigação e a nutrição mineral foram efetuadas através de sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, conforme procedimentos operacionais adotados pela empresa CENIBRA. A cada três horas o sistema era acionado, irrigando por um período de seis minutos. O excesso da solução nutritiva drenava pelo fundo da canaleta e retornava, através de tubulações, à caixa de armazenamento da solução, sendo esta monitorada regularmente e trocada a cada sete dias; diariamente, eram mensurados a E_c (condutividade elétrica) e o pH da solução.

2.3. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas

As miniestacas foram coletadas em minicepas estabelecidas no minijardim clonal, preparadas com dimensões de 6 a 8 cm de comprimento e mantendo-se dois pares de folhas reduzidas à metade de sua dimensão original. Para manter as condições de turgescência do material vegetativo, as miniestacas foram acondicionadas em caixas de isopor, efetuando pulverizações com água por meio de pulverizador manual, em intervalos de tempo inferiores a cinco minutos até a etapa de estaqueamento. O período compreendido entre a coleta das miniestacas, seu preparo e posterior estaqueamento, foi sempre inferior a 20 minutos.

As miniestacas foram estaqueadas em substrato composto por uma mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita (1:1), enriquecida com 8 Kg/m^3 de superfosfato simples, 694 g/m^3 de sulfato de amônio, 208 g/m^3 de cloreto de potássio, $13,9 \text{ g/m}^3$ de sulfato de zinco, $13,9 \text{ g/m}^3$ de sulfato de cobre, $13,9 \text{ g/m}^3$ de sulfato de manganês e $27,8 \text{ g/m}^3$ de ácido bórico. Foram utilizados como recipientes tubetes cônicos de 12 cm de comprimento e 55 cm^3 de capacidade, previamente esterilizados em água quente a $80^\circ\text{C}/30 \text{ seg.}$, conforme método descrito por Alfenas et al. (2004).

2.4. Avaliações experimentais

O processo de enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada e na área de sombreamento do viveiro florestal da CENIBRA. Foram monitoradas as condições do ambiente da casa de vegetação climatizada, visando garantir temperatura em torno de 27°C e umidade relativa do ar acima de 80 %.

As miniestacas permaneceram no interior da casa de vegetação por 18 dias, e em seguida elas foram transferidas para aclimatização em casa de sombra, local em que permaneceram até a data final do estudo (24 dias após terem sido estaqueadas). Foram feitas avaliações a cada três dias, a contar da data do estaqueamento, até o 24º dia. Neste período, em cada data de avaliação foram quantificadas: a porcentagem de miniestacas com algum grau de modificação, a porcentagem de miniestacas enraizadas e a porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm de comprimento, ou seja, miniestacas cujas raízes saíam pela base do tubete. Considerou-se miniestacas modificadas aquelas que apresentaram modificações aparentes que representassem uma predisposição ao enraizamento propriamente dito, tais como, presença de pontos translúcidos, intumescimento da base da estaca, formação de calo e pontos de iniciação de raízes.

Para cada data, foram avaliadas, por clone, seis repetições compostas por 11 miniestacas por parcela, utilizando o delineamento estatístico inteiramente casualizado. Nestas avaliações, as miniestacas a serem analisadas, eram retiradas do substrato e, em seguida, descartadas.

Além da quantificação das características acima descritas, foi feita avaliação qualitativa do comportamento das miniestacas de cada clone durante o período de estudo. Nesta avaliação, características como a presença de reações de oxidação na base das miniestacas, formação de calos e tombamento de miniestacas durante o processo de enraizamento foram examinadas.

Os resultados obtidos para porcentagem de estacas com algum grau de modificação foram utilizados para o ajuste da melhor função que representasse a distribuição dos dados. Já, aqueles obtidos para porcentagem de estacas

enraizadas e porcentagem de estacas com raízes maiores que 10 cm foram utilizados para o ajuste da função logística $Y = \alpha (1 + \beta e^{-\gamma T})^{-1}$, em que: Y = porcentagem de enraizamento ou porcentagem de estacas com raízes maiores que 10 cm e T = número de dias após o estaqueamento.

Com base em Ferreira et al. (2004) e de posse da equação matemática obtida com dados de porcentual de enraizamento para cada clone, foi determinado o potencial máximo de enraizamento (α). Foram determinadas também as taxas médias de enraizamento, Y/T e as taxas diárias de enraizamento, empregando a função $dY/dT = y \times Y (\alpha - Y)/\alpha$. As equações foram obtidas através dos programas CurveExpert 1.3 e STATGRAPHICS Plus.

A partir das taxas de enraizamento (Y/T e $dY/dT = y \times Y (\alpha - Y)/\alpha$), foram geradas as curvas de Incremento Médio Diário (IMD) e Incremento Corrente Diário (ICD), respectivamente. As curvas de IMD e ICD tiveram como base as aplicações destas na área de manejo florestal a fim de definir o momento ótimo de corte de um povoamento florestal, como mostrado por Campos e Leite (2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a característica porcentagem de miniestacas com algum grau de modificação, o modelo que mais se ajustou à distribuição dos dados foi do tipo $Y = (a+bT)/(1+cT+dT^2)$ (Figura 1), em que Y = porcentual de miniestacas modificadas e T = número de dias após o estaqueamento. Segundo a tendência de distribuição dos dados de enraizamento (Figura 2) e porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (Figura 3), o modelo logístico $Y = \alpha (1 + \beta e^{-\gamma T})^{-1}$ foi o que apresentou o melhor ajuste para os cinco clones de eucalipto estudados.

De acordo com o procedimento estatístico proposto por Leite e Oliveira (2002) e com base nas curvas obtidas (Figuras 1, 2 e 3), é possível distinguir diferenças quanto ao comportamento dos clones avaliados durante o processo rizogênico, indicando diferenças quanto à velocidade de resposta das miniestacas, quando submetidas ao estímulo de enraizamento.

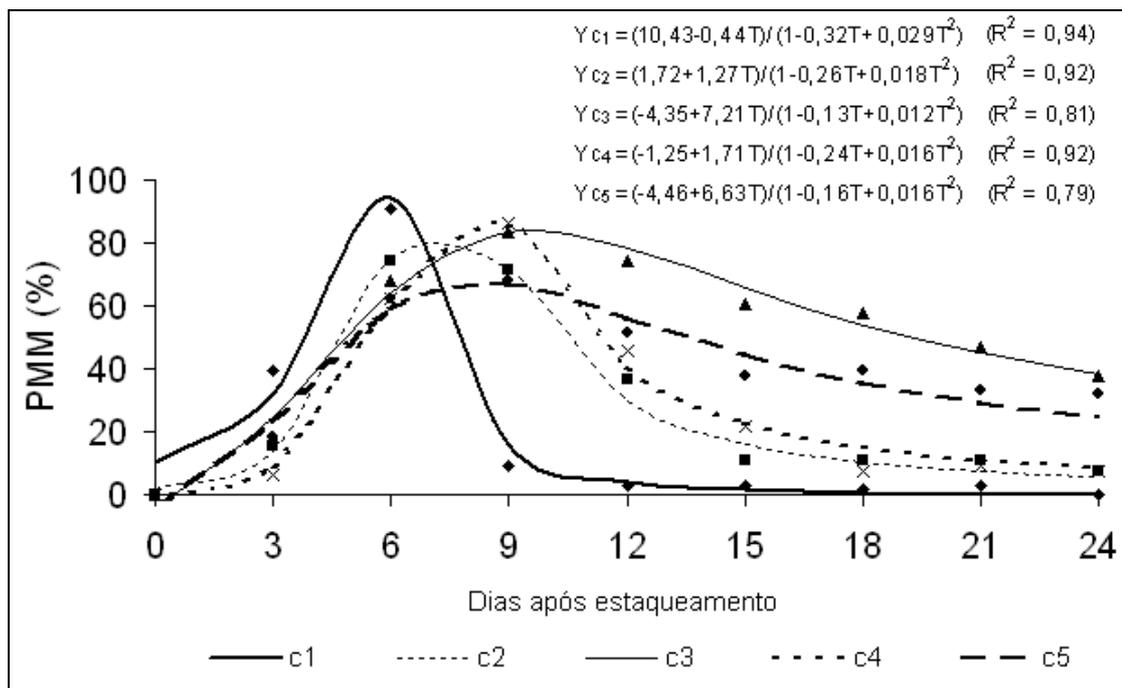


Figura 1 - Porcentagem de miniestacas modificadas (PMM), em cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* (C_1 , C_2 , C_3 e $C_4 = Eucalyptus urophylla \times E. grandis$ e $C_5 =$ híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), em função do tempo após o estaqueamento.

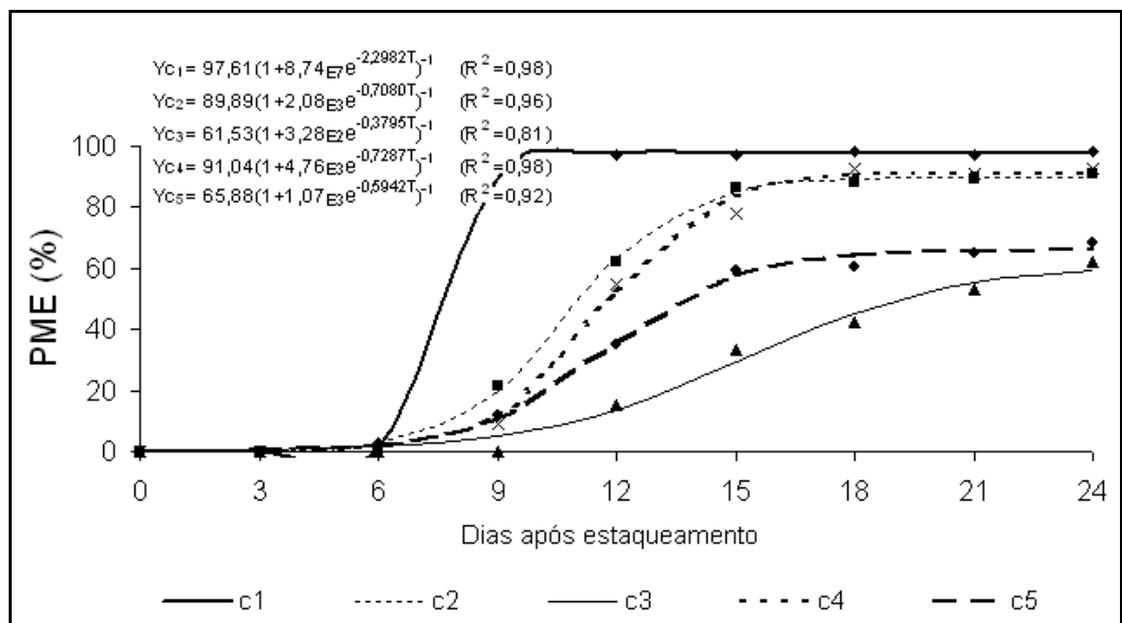


Figura 2 - Porcentagem de miniestacas enraizadas (PME), em cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* (C_1 , C_2 , C_3 e $C_4 = Eucalyptus urophylla \times E. grandis$ e $C_5 =$ híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), em função do tempo após o estaqueamento.

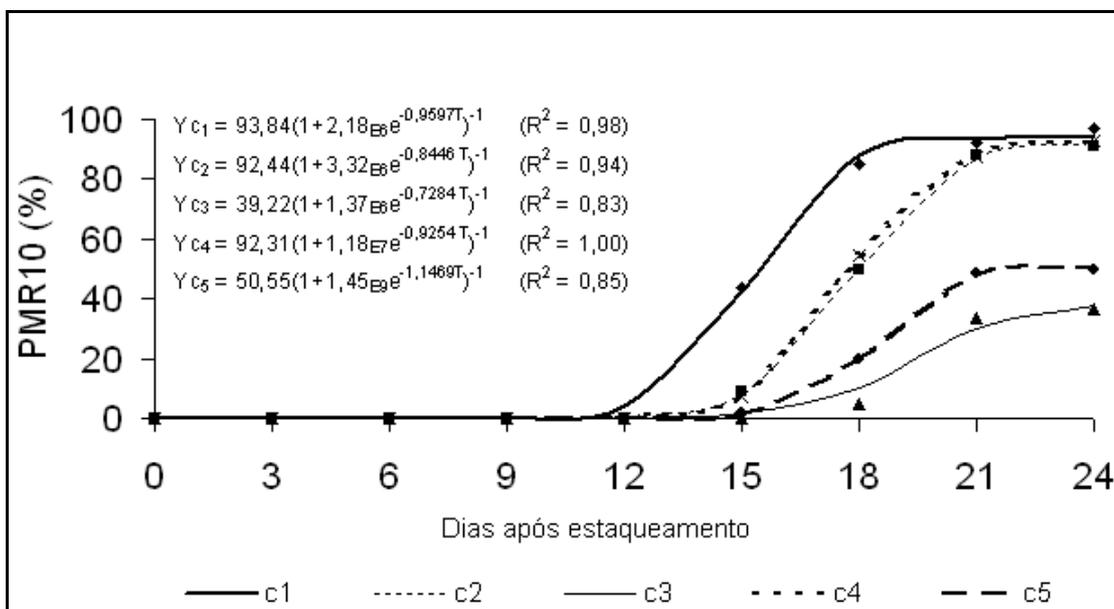


Figura 3 - Porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (PMR10), em cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), em função do tempo após o estaqueamento.

Partindo do momento do estaqueamento (Figura 4A) e de posse das avaliações realizadas ao longo do período experimental, foi possível constatar peculiaridades em relação ao comportamento de cada clone durante o processo rizogênico. A taxa de enraizamento mais rápida foi do clone C₁ (Figuras 2 e 3), o qual apresentou também a maior porcentagem de enraizamento aos 18 dias após o estaqueamento. Logo aos três dias, após o estaqueamento, aproximadamente 30 % das miniestacas deste clone já apresentavam alguma modificação que indicasse o enraizamento posterior. Aos nove dias, quase 90 % das miniestacas já estavam enraizadas e aos 18 dias, este percentual foi observado para a característica miniestacas com raízes maiores que 10 cm (Figura 4B).

As miniestacas do clone C₅, nove dias após terem sido estaqueadas, ou seja, logo após o aparecimento das modificações, se encontravam mais inclinadas comparativamente às miniestacas dos demais clones (Figura 4C e 4D), levando ao contato da parte aérea dessas com o substrato. Também, durante o processo rizogênico do clone C₃, foi possível notar a tendência de

oxidação na base de suas miniestacas. Desta forma, muitas miniestacas morriam antes do completo processo de enraizamento (Figura 4E) e aquelas que sobreviveram, tiveram a formação de raízes acima da região oxidada (Figura 4F). Assim, pela observação das curvas de enraizamento (Figuras 2 e 3), é possível notar que as peculiaridades observadas para os clones C₃ e C₅ têm sido alguns dos fatores que levaram a um menor desempenho durante o processo.



Figura 4 - Detalhes do processo rizogênico em cinco clones de *Eucalyptus* spp. A: Miniestaca do clone C₄; B: Detalhe do sistema radicular em miniestaca do clone C₁, aos 18 dias; C: Miniestacas do clone C₂ na posição ereta; D: Miniestacas do clone C₅ tombadas; E: Morte de miniestaca do clone C₃ devido ao processo de oxidação; F: Formação de raízes adventícias acima da porção oxidada da miniestaca no clone C₃ e G: Miniestaca do clone C₂ com calo.

Os clones C₂ e C₄ também apresentaram menor velocidade de enraizamento quando comparados ao clone C₁, porém esta diferença foi compensada pelo alto porcentual final de enraizamento (24 dias) de ambos os clones, aproximadamente 90 %. Estes, juntamente com o clone C₅, possuem curvas de enraizamento muito parecidas, no entanto, miniestacas do clone C₂ apresentaram uma maior tendência em formar calos (Figura 4G).

Pela observação das curvas e pelas estimativas do parâmetro " γ " é possível constatar que existem diferenças na velocidade de enraizamento entre os clones estudados. Desta maneira, o esperado é que o tempo mínimo de permanência das miniestacas na casa de vegetação também seja diferente. Para o clone C₁, além de existir maior potencial de enraizamento adventício, observado pelo parâmetro " α " (97,6 %), que expressa o máximo possível que se

pode atingir nas condições estudadas, a curva é mais inclinada, o que leva, neste tipo de modelo, à ocorrência precoce do ponto de inflexão, quando comparado com os demais clones. Em contrapartida, o clone C₃ apresenta o menor potencial de enraizamento adventício (61,5%), possuindo uma curva menos inclinada que, conseqüentemente, leva à ocorrência do ponto de inflexão mais tardiamente (Figura 5).

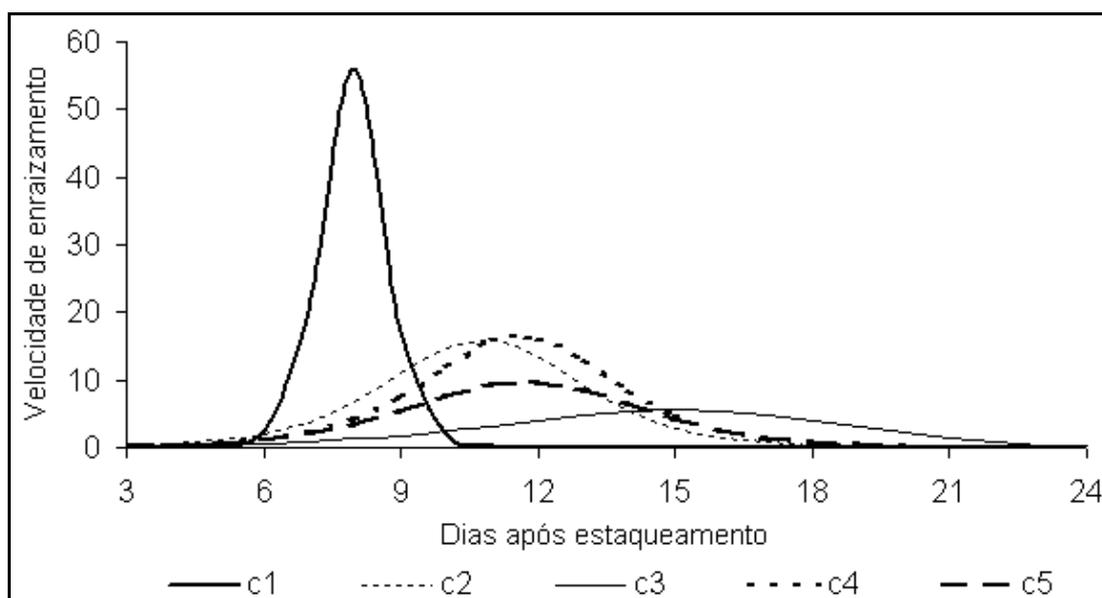


Figura 5 - Velocidade de enraizamento em cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), em função do tempo após o estaqueamento.

De acordo com o critério de velocidade de enraizamento, é possível encontrar as respectivas datas em que esta característica foi máxima para cada clone. Como já citado anteriormente, os clones C₂, C₄ e C₅ apresentaram comportamentos rizogênicos muito parecidos, com seus pontos de máxima velocidade de enraizamento próximos (11-12 dias após o estaqueamento). Nos extremos, observa-se o clone C₁ com uma taxa inicial de enraizamento superior aos demais, apresentando seu ápice já aos 8 dias e o clone C₃ que chega à velocidade máxima de enraizamento após 15 dias do estaqueamento.

A observação do ponto em que ocorre a máxima velocidade de enraizamento pode servir como critério para retirada das miniestacas da casa de vegetação. No entanto, o aspecto biológico deve ser considerado, pois uma

miniestaca recém enraizada pode não possuir condições plenas para se desenvolver em ambientes adversos com relação à umidade e temperatura, as quais são mais controláveis dentro das casas de vegetação climatizadas.

Outro critério útil para a decisão da retirada das miniestacas enraizadas do interior da casa de vegetação considera o intercepto entre as curvas de incremento médio diário (IMD) e incremento corrente diário (ICD) do enraizamento (Figura 6), em analogia ao realizado nos trabalhos de biometria florestal. Por ser um critério menos rigoroso (FERREIRA et al., 2004), acaba aumentando o tempo de permanência das miniestacas no interior da casa de vegetação em relação ao critério anterior, o que permite um maior crescimento do sistema radicular das miniestacas.

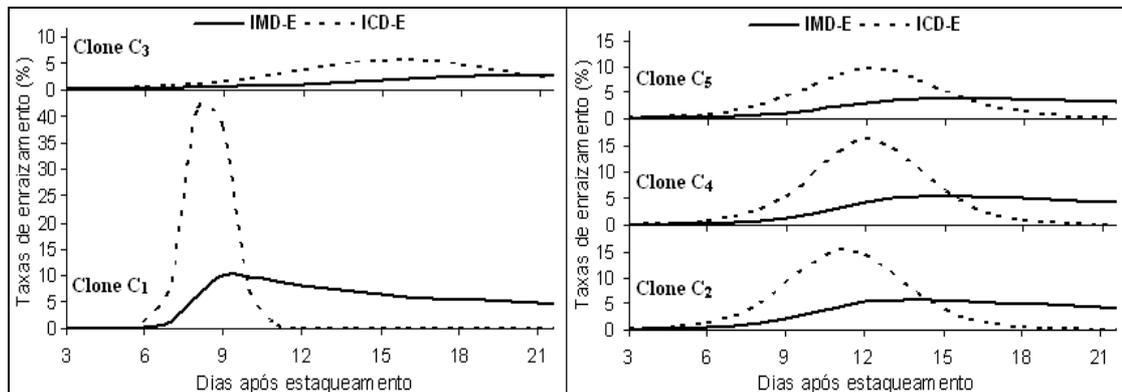


Figura 6 - Incremento médio diário (IMD-E) e incremento corrente diário (ICD-E) do enraizamento em cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄ = *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e C₅ = híbrido natural de *Eucalyptus grandis*), em função do tempo após o estaqueamento.

Observando as Figuras 2 e 3, é possível perceber que há um intervalo de tempo entre o enraizamento propriamente dito e a saída das raízes pela base do tubete, ou seja, raízes maiores que 10 cm. O critério mais utilizado, atualmente, para a retirada das miniestacas da casa de vegetação é a observação da saída de raízes na parte inferior do tubete, o que não deixa de superestimar o tempo ótimo necessário. Por outro lado, curvas do tipo velocidade de enraizamento não levam em consideração o tamanho mínimo das raízes para permitir o desenvolvimento e formação da futura muda. Desta forma, é necessária a identificação de um ponto ótimo neste intervalo, que

permita utilizar as estruturas de propagação de forma mais eficiente num processo de propagação clonal de *Eucalyptus*.

A utilização, em si, do intercepto entre curvas de IMD e ICD do enraizamento também não considera o tamanho das raízes. No entanto, por ser menos rigoroso quanto ao tempo mínimo de permanência em casa de vegetação, colabora para um melhor enraizamento das miniestacas e posterior sobrevivência destas na área de sombra. Desta forma, é recomendável a utilização do intercepto entre as curvas de IMD e ICD à curva de velocidade do enraizamento, visando a otimização do enraizamento adventício das miniestacas dos clones avaliados, concordando assim com as considerações apontadas por Ferreira et al. (2004), quanto a otimização do enraizamento de miniestacas de dois clones de *Eucalyptus* spp.

A utilização do ponto de intercepto mantém praticamente a mesma ordem de retirada dos clones, porém com alguns dias de atraso em relação ao critério anterior. O primeiro clone a ser retirado da casa de vegetação é o C₁, aos dez dias após o estaqueamento. Em seguida, os clones C₂, C₄ e C₅ (14, 15 e 16 dias, respectivamente) e, finalmente, o clone C₃ aos 20 dias.

Com base no atual critério de decisão sobre a retirada das miniestacas enraizadas de dentro da casa de vegetação climatizada, utilizado por muitas empresas do setor florestal, ao mesmo tempo em que um material genético pode ser retirado antes do momento ótimo, outros genótipos podem permanecer por tempo além do necessário, indisponibilizando as estruturas de propagação para novos ciclos. Uma casa de vegetação, por exemplo, com ciclo médio de 20 dias (18 dias de enraizamento e 2 dias de manutenções), possibilita a realização de 18,3 ciclos por ano. Com a diminuição de dois dias em cada ciclo (clone C₅), esta mesma casa de vegetação possibilitará a realização de 20,3 ciclos, um aumento de 11 %. No entanto, com os resultados obtidos a partir dos dados de enraizamento do clone C₁ (10 dias de enraizamento mais 2 dias de manutenções), seria possível a realização de 30,4 ciclos em um ano, aumentando a capacidade produtiva em 66 %.

Desta forma, com base na metodologia utilizada e resultados obtidos, o estaqueamento, em uma mesma casa de vegetação, de materiais genéticos que possuem curvas de enraizamento semelhantes otimiza as estruturas de

propagação, visto estes serem retirados no momento mais adequado. No entanto, estudos como este, também devem ser realizados em outras épocas do ano, pois como mencionado por Higashi et al. (2000), Wendling et al. (2000b), Hartmann et al. (2002), Xavier (2002) e Ferreira et al. (2004) há interferência de fatores climáticos sobre o processo rizogênico, podendo elevar ou diminuir o tempo de permanência na casa de vegetação.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, quanto ao enraizamento das miniestacas dos cinco clones de *Eucalyptus* spp. avaliados, é possível concluir que existem diferenças no desempenho quanto ao processo rizogênico entre estes materiais genéticos.

A identificação do ponto ótimo de enraizamento das miniestacas de clones de *Eucalyptus* permite estabelecer a velocidade do processo rizogênico e, assim, programar de forma mais eficiente a utilização da casa de vegetação.

Para otimizar o tempo de enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. sugere-se a adoção do intercepto entre curvas de IMD e ICD, como critério para retirada destas da casa de vegetação.

5. REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 422p.

ASSIS, T.F.; FETT NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. In: Walters, C.; Carson, M. (Eds.) **Plantation forest biotechnology for the 21st century**, India: Research Signpost, p.303-333, 2004.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 470p.

FERREIRA, E.M.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; LEITE, H.G.; SARTÓRIO, R.C.; PENCHEL FILHO, R.M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.183-187, 2004.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880 p.

HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N. Uso de ácido indolbutírico no enraizamento de eucaliptos. **IPEF Notícias**. v.24, n.148, p.04-05. 2000.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A.; GONÇALVES, A.N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192).

LEITE, H.G.; OLIVEIRA, F.H.T. Statistical method to test the identity of analytical methods. Com. In Soil and Plant Analysis, 6 e 7. 22p. 2002.

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

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.187-192, 2000a.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.181-186, 2000b.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 64p. (Caderno Didático, 92).

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus***. Viçosa, MG: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E.D. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: efeitos do substrato e do horário de coleta do material vegetativo. **IPEF**, n.40, p.39-42, 1988.

**EFEITO DO INTERVALO DE TEMPO ENTRE COLETA/PREPARO E
ESTAQUEAMENTO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE CLONES
DE *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis***

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento no enraizamento de miniestacas em quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, tendo os intervalos de tempo nas parcelas (0, 2 e 4 horas) e clones nas subparcelas (C₁, C₂, C₃ e C₄), em três repetições de 192 plantas cada. Avaliou-se a sobrevivência e enraizamento de miniestacas na saída da casa de vegetação e casa de sombra e a sobrevivência e crescimento de mudas aos 50 dias de idade. Pelos resultados, foi possível verificar influência significativa do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento no enraizamento dos materiais avaliados, indicando que intervalos superiores a duas horas causam redução no porcentual de enraizamento e no crescimento das mudas.

Palavras-chave: Miniestaquia, clonagem e silvicultura clonal.

**EFFECT OF THE TIME INTERVAL BETWEEN COLLECTION/PREPARATION
AND PLANTATION ON THE ROOTING OF MINICUTTINGS OF *Eucalyptus*
urophylla x *E. grandis* CLONES**

ABSTRACT - The objective of this work was to assess the effect of the time interval between collection/preparation and plantation on the rooting of minicuttings in four clones of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. An entirely randomized experimental design was used, with subdivided plots, so that the time intervals were in plots (0, 2 and 4 hours) and the clones, in subplots (C₁, C₂, C₃ and C₄), with three replications of 192 plants each. The survival and rooting of minicuttings were assessed in the output of a greenhouse and a shade house, and the survival and growth of 50-day-old seedlings. By the results, it was possible to verify a significant influence of the time interval between collection/preparation and plantation on the rooting of the materials evaluated, indicating that intervals longer than two hours cause a decrease in the rooting percentage and in the growth of seedlings.

Keywords: Minicutting, cloning and clonal silviculture.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a miniestaquia é a técnica de propagação vegetativa mais utilizada pelas empresas do setor florestal brasileiro visando à produção de mudas clonais de *Eucalyptus*. Avanços destacados têm ocorrido no processo, buscando o aperfeiçoamento e adequação da tecnologia para novos clones. No entanto, ainda persistem algumas dificuldades no entendimento e adequação de alguns fatores envolvidos no enraizamento das miniestacas de algumas espécies/clones de *Eucalyptus*.

Dentre os fatores envolvidos no enraizamento de miniestacas, destacam-se a ocorrência de injúrias, o balanço hormonal, a constituição genética da planta matriz, o nível endógeno de inibidores, as condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (ALFENAS et al., 2004), o tempo despendido desde a coleta até o estaqueamento (GOULART e XAVIER, 2008), reações de oxidação (WENDLING, 2002), a maturação/juvenildade dos propágulos, luminosidade, temperatura e umidade (XAVIER, 2002; PAIVA e GOMES, 2005).

Quanto ao armazenamento do material vegetativo, o tempo transcorrido entre a coleta/preparo e o estaqueamento da miniestaca no substrato para enraizamento merece atenção especial. Ferrari et al. (2004), por exemplo, recomendam intervalos inferiores a 15 minutos; no entanto, em algumas situações de grandes distâncias de coleta das brotações e grande número de mudas a serem produzidas, há a necessidade de armazenamento das estacas por períodos maiores (ALFENAS et al., 2004).

Segundo Xavier (2002) e Goulart e Xavier (2008), o tempo de armazenamento das miniestacas e o sucesso do enraizamento destas dependem da umidade relativa, temperatura, espécie, patógenos, condições de crescimento da planta doadora de propágulos e da época de coleta das brotações destinadas ao processo de estaquia. A época do ano em que o material é coletado pode exercer grande influência no enraizamento das estacas, já que as condições fisiológicas da planta doadora podem ser influenciadas pelas variações sazonais (PAIVA e GOMES, 2005).

Dentre algumas práticas que visam possibilitar maior tempo de armazenamento das miniestacas, de forma geral, destacam-se a redução da temperatura, o aumento da umidade relativa do ar, a diminuição da luz e a aplicação de antitranspirantes. Essas condições buscam manter o vigor, a turgescência e minimizar as atividades metabólicas das brotações, visando garantir o máximo potencial de enraizamento da estaca (XAVIER, 2002).

Goulart e Xavier (2008) salientam que, durante o armazenamento, deve-se buscar a minimização do estresse hídrico, prevenção de doenças fúngicas e manutenção das reservas de carboidratos e outras substâncias importantes no processo de enraizamento adventício. Os mesmos autores, estudando o efeito do tempo de armazenamento (dias) no enraizamento de miniestacas de quatro clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, observaram que em todos os genótipos ocorreu decréscimo nos índices de enraizamento na saída da casa de sombra, conforme aumentou o tempo de armazenamento das miniestacas.

Quanto à manutenção das condições ambientais e status fisiológico da planta doadora de propágulos, as estacas devem ser coletadas no seu máximo vigor vegetativo e de turgidez, em razão da vulnerabilidade das estacas recém-preparadas para suportar o estresse hídrico, diante da dificuldade de reidratação dos tecidos sem a presença de um sistema radicular (XAVIER, 2002).

A importância de se conhecer os fatores que afetam a formação de raízes e suas implicações está relacionada diretamente com o sucesso ou fracasso na produção de mudas por estaquia, assim como subsídio para o planejamento logístico do processo de produção em viveiros clonais. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do intervalo de tempo entre a coleta/preparo e estaqueamento de miniestacas, no enraizamento de quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material experimental

O presente trabalho foi realizado no período de setembro a novembro de 2008, no viveiro florestal da empresa Celulose Nipo-Brasileira S. A. - CENIBRA, localizada no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O município de Belo Oriente localiza-se na região do Vale do Rio Doce, com clima do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köeppen, latitude de 19°18'23"S e longitude 42°22'46"W e altitude de 363 m. Apresenta precipitação média anual de 1233 mm, temperatura média anual de 21°C, com máxima de 27°C e mínima de 14°C (TITON, 2001).

Foram utilizadas miniestacas de quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂, C₃ e C₄) para o presente estudo, as quais foram coletadas em minicepas estabelecidas em minijardim clonal, com manejo e nutrição de acordo com os procedimentos adotados pela empresa CENIBRA. O critério de seleção desses clones foi baseado, principalmente, nos percentuais de enraizamento e disponibilidade de material vegetativo para o processo de produção de mudas clonais. Foi selecionado um clone com percentual médio de enraizamento acima de 90 %, dois entre 80 e 90 % e um com índice de enraizamento abaixo de 80 %.

2.2. Manejo do minijardim clonal

Conforme a técnica de miniestaquia, descrita por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Wendling et al. (2000a), Alfenas et al. (2004) e Assis et al. (2004) e, de acordo com os procedimentos de manejo adotados pela CENIBRA, o minijardim clonal foi constituído de minicepas, obtidas pelo enraizamento de miniestacas, implantado em canaletas de alvenaria, preenchidas com brita no fundo e areia lavada no restante do espaço.

A irrigação e a nutrição mineral foram efetuadas através de sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, conforme procedimentos operacionais adotados pela CENIBRA. A cada três horas, o sistema era

acionado, irrigando por um período de seis minutos. O excesso da solução nutritiva drenava pelo fundo da canaleta e retornava, por meio de tubulações, à caixa de armazenamento da solução, sendo esta monitorada regularmente e trocada a cada sete dias; diariamente, eram mensurados a E_c (condutividade elétrica) e o pH da solução.

2.3. Obtenção, preparo, estaqueamento e enraizamento das miniestacas

As miniestacas foram coletadas em minicepas estabelecidas no minijardim clonal, preparadas com dimensões de 6 a 8 cm de comprimento e mantendo-se dois pares de folhas reduzidas à metade de sua dimensão original. Para manter as condições de turgescência do material vegetativo, as miniestacas foram acondicionadas em caixas de isopor, efetuando pulverizações com água por meio de pulverizador manual, em intervalos de tempo inferiores a cinco minutos até a submissão aos tratamentos. O período compreendido entre a coleta das miniestacas e seu preparo foi sempre inferior a 20 minutos.

Após a coleta e preparo das miniestacas, estas receberam os seguintes tratamentos: T1 – estaqueamento imediatamente após o preparo (0 hora); T2 e T3, referentes ao estaqueamento das miniestacas após o armazenamento em casa de vegetação climatizada por 2 e 4 horas, respectivamente. Miniestacas dos tratamentos T2 e T3 foram mantidas armazenadas em caixas de isopor providas de orifício no fundo e sem tampa, no interior da casa de vegetação climatizada, em condições de temperatura em torno de 27°C e umidade relativa do ar acima de 80 %.

As miniestacas foram estaqueadas em substrato composto por uma mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita (1:1), enriquecida com 8 Kg/m³ de superfosfato simples, 694 g/m³ de sulfato de amônio, 208 g/m³ de cloreto de potássio, 13,9 g/m³ de sulfato de zinco, 13,9 g/m³ de sulfato de cobre, 13,9 g/m³ de sulfato de manganês e 27,8 g/m³ de ácido bórico. Foram utilizados como recipientes tubetes cônicos com 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade, previamente esterilizados em água quente a 80°C/30 seg., conforme método descrito por Alfenas et al. (2004).

O enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada do viveiro florestal da CENIBRA, visando à obtenção das condições de temperatura em torno de 27°C e de umidade relativa do ar acima de 80 %, com permanência de 18 dias. Posteriormente, as miniestacas foram transferidas para a área de sombreamento (permanência de dez dias para aclimatização) e, finalmente, para a área de crescimento a pleno sol até completarem 50 dias de idade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas pelos intervalos de tempo (0, 2 e 4 horas) e as subparcelas, pelos clones (C₁, C₂, C₃ e C₄), em três repetições compostas por 192 plantas cada.

2.4. Avaliações experimentais

Foram avaliados os percentuais de sobrevivência das miniestacas e de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (miniestacas com raízes saindo pela base do tubete) na saída da casa de vegetação (aos 18 dias após o estaqueamento), percentuais de sobrevivência das miniestacas e de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra (aos 28 dias após o estaqueamento). E aos 50 dias de idade, avaliaram-se o percentual de sobrevivência, a altura (cm) e o diâmetro de colo (mm) das mudas obtidas.

Para a medição da altura e diâmetro do colo de mudas aos 50 dias de idade, foram analisadas aleatoriamente oito plantas por clone/repetição. A altura foi obtida com auxílio de régua graduada em mm e o diâmetro de colo, com a utilização de paquímetro digital. Estas mudas foram utilizadas também para avaliação qualitativa do sistema radicular. Nesta análise, foi avaliada a qualidade do conjunto substrato/sistema radicular, observando o grau de desagregação do substrato, quando as mudas eram retiradas dos tubetes.

A partir dos dados encontrados para as características quantitativas avaliadas, foram realizadas as análises de variância e teste de médias ou análises de regressão. A ANOVA e testes de médias foram feitas com auxílio do Programa Estatístico SisVar (FERREIRA, 2000), sendo que os dados

obtidos foram analisados segundo metodologia proposta por Banzatto e Kronka (2006). As equações de regressão foram obtidas através do programa CurveExpert 1.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo, pelo teste F ($P < 0,05$), da interação “clone x tempo” para as características porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de vegetação (PSCV10), e na saída da casa de sombra (PSCS10), porcentagem de sobrevivência (PS50) e altura (ALT) de mudas aos 50 dias de idade (Tabela 1). A porcentagem de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (PSCS) e o diâmetro de colo de mudas aos 50 dias (DC) não apresentaram efeito significativo na interação “clone x tempo”, no entanto, os clones mostraram-se significativamente diferentes para estas características.

Tabela 1 - Resultados da análise de variância das características de porcentagem de sobrevivência (PSCV) e de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de vegetação (PSCV10), porcentagem de sobrevivência (PSCS) e de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra (PSCS10), porcentagem de sobrevivência (PS50), altura (ALT) e diâmetro de colo (DC) de mudas aos 50 dias de idade, em função do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento das miniestacas, dos quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		PSCV (%)	PSCV10 (%)	PSCS (%)	PSCS10 (%)	PS50 (%)	ALT (cm)	DC (mm)
Tempo (T)	2	0,00510 ^{ns}	0,02675 ^{ns}	0,00956 ^{ns}	0,061419 ^{ns}	0,04188 ^{ns}	16,47703 ^{ns}	0,04251 ^{ns}
Resíduo 1	2	0,00510	0,02675	0,00956	0,061419	0,04188	16,47703	0,04251
Clone (C)	3	0,03094 ^{ns}	0,43321*	0,10556*	0,143855*	0,07145*	41,69328*	0,56833*
T x C	6	0,01462 ^{ns}	0,01350*	0,00482 ^{ns}	0,011915*	0,01180*	11,06005*	0,02960 ^{ns}
Resíduo 2	22	0,01222	0,00147	0,00484	0,000170	0,00131	0,06302	0,02320
Média Geral	-	98,7	53,2	88,7	69,5	78,9	23,8	2,6
CV 1 (%)	-	4,9	20,0	8,0	25,2	18,7	17,1	7,9
CV 2 (%)	-	8,5	4,7	5,7	1,3	3,3	1,1	5,8

^{ns} e ^{*} = não-significativo e significativo, respectivamente, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Os coeficientes de variação experimental encontrados variaram de 1,1 a 25,2 %, evidenciando níveis aceitáveis de precisão experimental em relação às características estudadas, de acordo com os valores encontrados na literatura consultada (WENDLING et al., 2000a; WENDLING et al., 2000b; TITON et al., 2003; GOULART e XAVIER, 2008).

Os clones C_2 e C_4 apresentaram as maiores porcentagens de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de sombra em relação aos clones C_1 e C_3 (Figura 1). Este último (C_3), por sua vez, atingiu a menor porcentagem de sobrevivência quando comparado com os demais. Aos 50 dias, foi possível observar diferenças significativas entre clones em relação à característica diâmetro de colo. Mudas do clone C_1 apresentaram diâmetro de colo (mm) maior, quando comparadas com mudas dos demais clones. Todavia, o diâmetro médio de colo de mudas em todos os materiais genéticos estudados está acima do limite mínimo (2 mm) normalmente exigido pelo critério de qualidade utilizado pelo setor florestal.

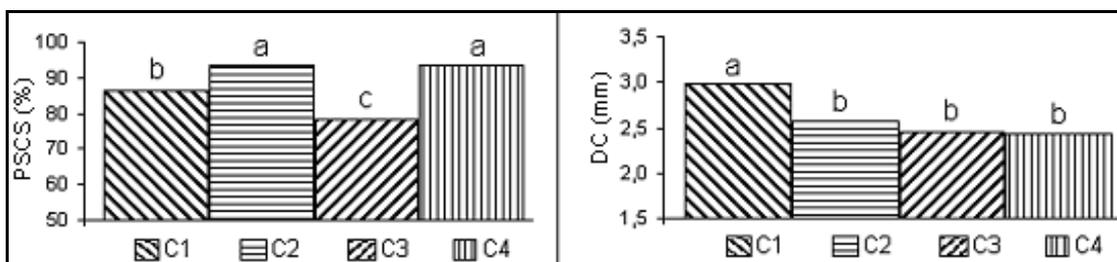


Figura 1 - Porcentual de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de sombra (PSCS) e diâmetro de colo de mudas aos 50 dias de idade (DC), em quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Ao analisar o enraizamento na saída da casa de vegetação (PSCV10) e na saída da casa de sombra (PSCS10), observa-se que a tendência foi de decréscimo mais pronunciado a partir de duas horas de armazenamento para todos os clones analisados (Figura 2). Os clones C_1 e C_4 apresentaram comportamentos muito parecidos e o clone C_3 com percentuais bem abaixo dos demais. No entanto, o clone C_2 , apresentou o maior percentual de enraizamento quando armazenado por duas horas. Neste caso, o

armazenamento das miniestacas por um período de tempo não muito longo influenciou positivamente no processo de enraizamento do referido clone.

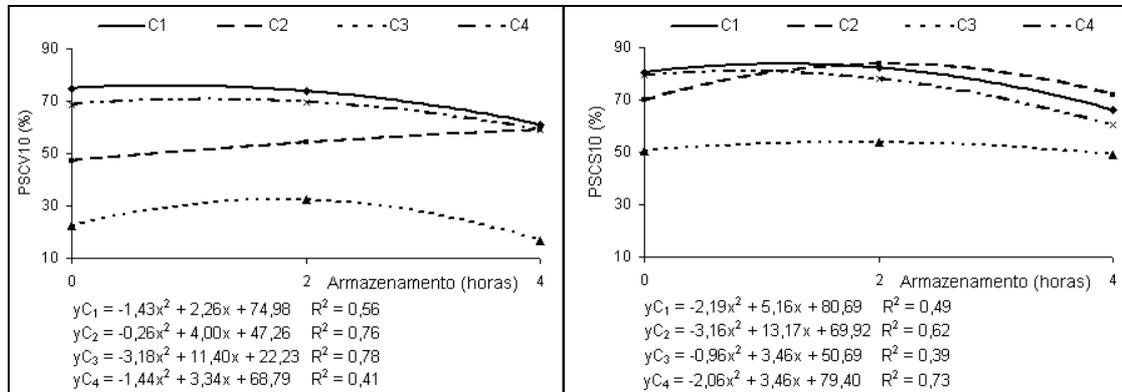


Figura 2 - Porcentual de miniestacas com raízes maiores que 10 centímetros, na saída da casa de vegetação (PSCV10) e na saída da casa de sombra (PSCS10), em função do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento das miniestacas, dos quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Em determinados casos, como grande quantidade de miniestacas, grandes distâncias entre os locais de coleta e estaqueamento e certos horários de intervalos do expediente, o armazenamento das miniestacas é necessário e, portanto, o conhecimento do comportamento dos materiais a serem propagados torna-se de fundamental importância para evitar perdas e aumentar possíveis ganhos.

De acordo com Floriano (2004), várias substâncias podem induzir ou inibir o enraizamento, sejam elas naturais ou sintéticas. Algumas substâncias alelopáticas estão presentes na matéria orgânica dos solos e podem ser inibidoras do enraizamento, assim como outros inibidores estão presentes na própria planta que se quer multiplicar. Algumas substâncias podem ser lixiviadas ou diluídas por lavagens sucessivas da estaca ou por banho em água pura (HARTMANN et al., 2002; FLORIANO, 2004). Pode-se deduzir que miniestacas do clone C₂ possuam alguma substância que afete negativamente o enraizamento, a qual foi lixiviada com a água pulverizada durante o período de armazenamento.

A sobrevivência das mudas aos 50 dias foi influenciada negativamente pelo período de armazenamento, mostrando a mesma tendência de decréscimo, principalmente a partir de duas horas. Novamente, o clone C₂

apresentou aumento porcentual da sobrevivência, quando suas miniestacas foram estaqueadas duas horas após terem sido coletadas e preparadas, apresentando valor máximo às duas horas e meia (Figura 3).

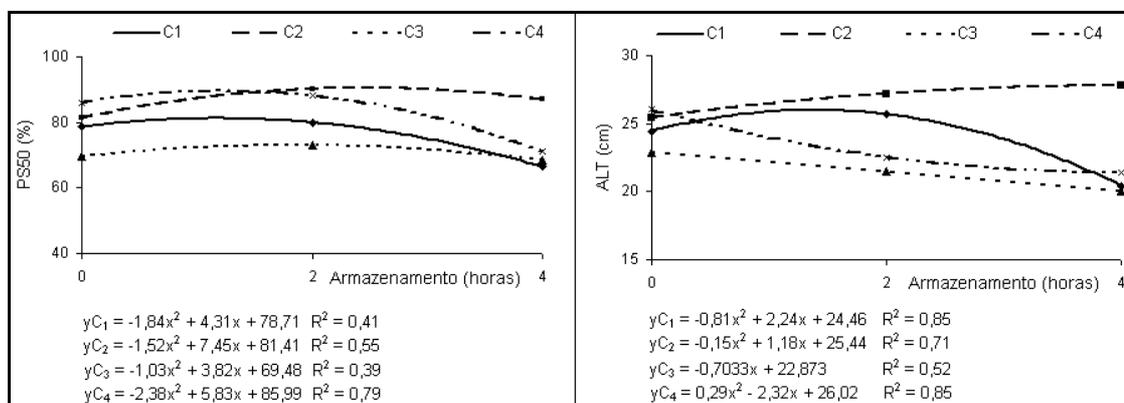


Figura 3 - Porcentual de sobrevivência (PS50) e altura de mudas (ALT) aos 50 dias de idade, em função do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento das miniestacas, dos quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Com relação à altura das mudas (Figura 3), observa-se que os clones C₃ e C₄ apresentaram redução da característica com o armazenamento das miniestacas, sendo que mudas do clone C₁ tiveram redução da altura, a partir de duas horas de armazenamento. Já para o clone C₂, houve aumento da altura das mudas, quando miniestacas foram armazenadas, confirmando a tendência apresentada anteriormente por este clone.

Em geral, a recomendação é que o armazenamento de miniestacas para posterior estaqueamento deve ser evitado, ao máximo, para a maioria dos casos. No entanto, é possível notar que este fator pode interferir positivamente no processo de enraizamento para certos materiais genéticos, indicando efeito genotípico.

Pela avaliação qualitativa do sistema radicular de mudas aos 50 dias de idade, foi possível constatar os mesmos resultados obtidos com as características quantitativas (Figura 4). Mudanças oriundas de miniestacas submetidas a quatro horas de armazenamento apresentaram maior desagregação do substrato quando comparadas com mudas obtidas de miniestacas estaqueadas após 0 e 2 horas de armazenamento. Dentro de cada intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento, mudas do clone C₁

apresentaram melhor agregação do sistema radicular em relação às mudas dos demais clones. No entanto, esta característica foi influenciada, possivelmente, pela maior quantidade de raízes adventícias que este clone possui (dados não apresentados).

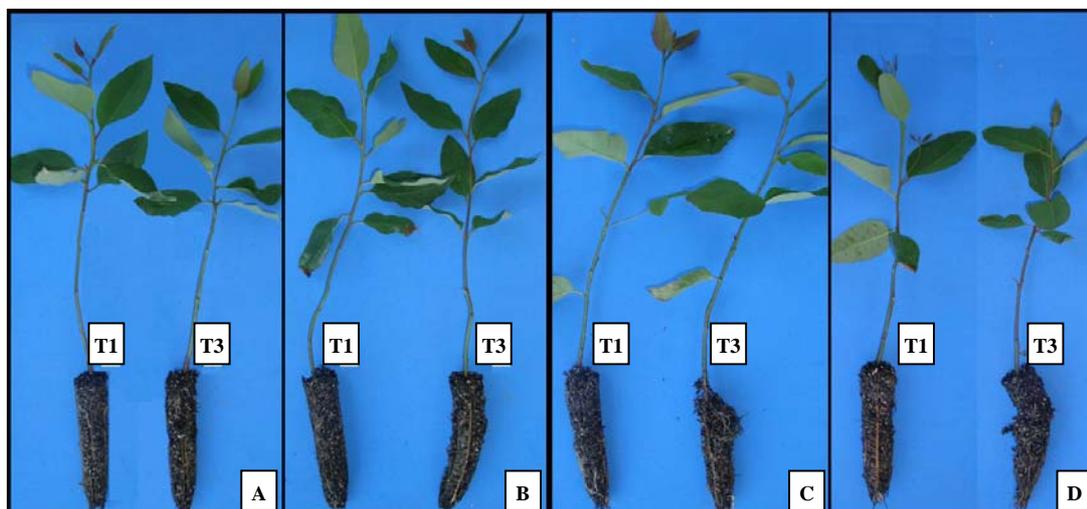


Figura 4 - Mudas, aos 50 dias de idade, oriundas de miniestacas submetidas ao armazenamento em casa de vegetação. A: Clone C₁; B: Clone C₂; C: Clone C₃; D: Clone C₄; T1: 0 hora de armazenamento; T3: 4 horas de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam que há influência significativa do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento de miniestacas no enraizamento dos quatro clones avaliados.

Os quatro clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* respondem de forma diferente à imposição do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento das miniestacas, indicando efeito genotípico.

De maneira geral, intervalos de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento de miniestacas superiores a duas horas causam redução no porcentual de enraizamento e no crescimento posterior das mudas.

5. REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 422p.
- ASSIS, T.F.; FETT NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. In: Walters, C.; Carson, M. (Eds.) **Plantation forest biotechnology for the 21st century**, India: Research Signpost, p.303-333, 2004.
- BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p. (Embrapa Florestas. Documentos, 94).
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SisVar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258.
- FLORIANO, E.P. **Produção de mudas florestais por via assexuada**. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 37p. (Caderno Didático, 3)
- GOULART, P.B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de minestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.671-677, 2008.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002, 880p.
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A.; GONÇALVES, A.N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192).
- PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 46p. (Caderno Didático, 83).
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.
- TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G.G.; OTONI, W.C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.619-625, 2003.

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** 2002. 98f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.187-192, 2000a.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.181-186, 2000b.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 64p. (Caderno Didático, 92).

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*.** Viçosa, MG: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

EFICIÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO E PVP NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

RESUMO – Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência dos antioxidantes ácido ascórbico e polivinilpirrolidona (PVP) no enraizamento de miniestacas de três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. As miniestacas foram coletadas em minijardim clonal conduzido em canaletas de alvenaria preenchidas com areia lavada. Experimentalmente foram testadas cinco concentrações de cada antioxidante nos três clones estudados (C₁, C₂ e C₃). Foram realizadas avaliações de sobrevivência e enraizamento de miniestacas na saída das casas de vegetação e de sombra e da sobrevivência e crescimento das mudas aos 50 dias de idade. A utilização do ácido ascórbico foi favorável para as miniestacas do clone com menor porcentual de enraizamento (C₃), porém, a utilização do PVP mostrou-se desfavorável para os clones estudados.

Palavras-chave: Miniestaquia, antioxidantes e silvicultura clonal.

EFFICIENCY OF ASCORBIC ACID AND PVP ON THE ROOTING OF MINICUTTINGS OF *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* CLONES

ABSTRACT – The present study aimed to assess the efficiency of the antioxidants ascorbic acid and polyvinylpyrrolidone (PVP) on the rooting of minicuttings of three clones of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. The minicuttings were collected in a clonal minigarden placed in masonry channels filled with washed sand. Experimentally, five concentrations of each antioxidant were tested in the three studied clones (C₁, C₂ and C₃). Assessments of survival and rooting of minicuttings were performed in the output of a greenhouse and a shade house, as well as the survival and growth of 50-day-old seedlings. The use of ascorbic acid was favorable to the minicuttings from the clone with the lowest rooting percentage (C₃); however, the use of PVP was unfavorable to the studied clones.

Keywords: Minicutting, antioxidants and clonal silviculture.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela maior eficiência na produção de mudas clonais pelos viveiros das empresas florestais tem estimulado a utilização de técnicas alternativas e o aprimoramento de outras já consagradas. De acordo com Xavier (2002), o conhecimento das melhores técnicas de propagação vegetativa, aliadas à utilização de substâncias que promovem aumento no enraizamento, contribui para a melhor utilização do material vegetativo, com ganhos de produtividade.

Atualmente, no setor florestal brasileiro para eucalipto, a técnica de propagação vegetativa mais utilizada tem sido a miniestaquia. Didaticamente, esta técnica pode ser dividida nas fases de produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento adventício em casa de vegetação climatizada, aclimatização à sombra, crescimento e rustificação, como descrito por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Alfenas et al. (2004) e Assis et al. (2004), onde a otimização das operações em cada uma destas fases contribui para o sucesso da produção de mudas (FERREIRA et al., 2004).

Porém, inúmeros fatores podem afetar o processo rizogênico, como a influência da espécie/clone, tipo de estaca, juvenilidade do propágulo, balanço hormonal, presença de indutores e inibidores de enraizamento, efeito do período de coleta das estacas, efeito do intervalo de tempo entre coleta e estaqueamento, ambiente de enraizamento e influência do estado nutricional (XAVIER, 2002; PAIVA e GOMES, 2005), além da umidade, temperatura, fotoperíodo, composição física do substrato, injúrias no material vegetativo e estresses ambientais (HIGASHI et al., 2000; HARTMANN et al., 2002).

Dentre estes fatores, certas substâncias e respectivas concentrações, aliadas, por exemplo, ao tempo transcorrido entre a coleta e o estaqueamento das miniestacas, podem prejudicar o enraizamento dos propágulos devido a reações que ocorrem no material vegetativo, como a oxidação, mencionada por Wendling et al. (2000b).

A oxidação na base das miniestacas afeta consideravelmente todo o processo rizogênico e de acordo com Wendling (2002), alguns procedimentos para a redução da oxidação podem ser adotados, como: a utilização de

substâncias antioxidantes, redução dos danos mecânicos causados, lavagem dos propágulos vegetativos em água corrente, utilização de meios básicos mais diluídos e remoção de substâncias fenólicas, entre outros.

Quanto ao efeito do antioxidante, este consiste na inativação dos radicais livres, na complexação de íons metabólicos ou na redução dos peróxidos para produtos incapazes de formar radicais livres com potencial de se oxidar (ARAÚJO, 2008). Dentre as substâncias com efeito antioxidante, podem-se citar ácido ascórbico, polivinilpirrolidona-PVP (HANDA et al., 2005), ácido cítrico (HARTMANN et al., 2000), carvão ativado (MELO et al., 2001), cisteína (GORECKI e HARMAN, 1987) e tiureia (GEORGE, 1993).

O ácido ascórbico reage com os metais presentes no meio de cultura, evitando que estes fiquem disponíveis para se oxidarem (ARAÚJO, 2008) e de acordo com resultados de Ziv e Halevy (1983), o seu uso em solução aquosa reduziu a oxidação em explantes de *Strelitzia reginae*. Segundo Teixeira (2001), o PVP é considerado um composto adsorvente, sendo uma poliamida utilizada em cromatografia de separação de ácidos aromáticos, aldeídos e fenóis. De acordo com o mesmo autor, os fenóis são adsorvidos pelo PVP, por meio de ligações de hidrogênio, o que previne a oxidação, além de adsorver os produtos da oxidação fenólica.

Goulart (2007), estudando o efeito de diferentes dosagens dos antioxidantes ácido ascórbico e PVP no enraizamento de miniestacas de quatro clones de *Eucalyptus* spp., observou respostas variadas. A autora concluiu que o ácido ascórbico foi mais eficiente em apenas um clone, enquanto o PVP foi eficiente na maximização do enraizamento das miniestacas em todos os clones estudados.

Para que a substância tenha ação positiva, é necessário que a concentração seja determinada em função da espécie/clone, pois uma concentração baixa, para um determinado genótipo pode surtir resultados insatisfatórios e, quando aplicado em concentração elevada, pode causar efeito tóxico para os tecidos, levando conseqüentemente o propágulo vegetativo à morte (PAIVA e GOMES, 2005). As concentrações do produto ativo variam com a espécie (WILSON, 1994; XAVIER, 2002), o clone (XAVIER, 2002) e o estado de maturação do propágulo (GOMES, 1987; XAVIER, 2002).

Assim, este estudo objetivou avaliar a eficiência dos antioxidantes ácido ascórbico e polivinilpirrolidona (PVP) no enraizamento de miniestacas de três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material experimental

O presente trabalho foi realizado no período de setembro a novembro de 2008, no viveiro florestal da empresa Celulose Nipo-Brasileira S. A. - CENIBRA, localizada no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O município de Belo Oriente localiza-se na região do Vale do Rio Doce, com clima do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, latitude de 19°18'23"S e longitude 42°22'46"W e altitude de 363 m. Apresenta precipitação média anual de 1233 mm, temperatura média anual de 21°C, com máxima de 27°C e mínima de 14°C (TITON, 2001).

Foram utilizadas miniestacas de três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃.) para o presente estudo, as quais foram coletadas em minicepas estabelecidas em minijardim clonal, com manejo e nutrição de acordo com os procedimentos adotados pela empresa CENIBRA. O critério de seleção destes clones foi baseado, principalmente, nos percentuais de enraizamento e disponibilidade de material vegetativo para o processo de produção de mudas clonais. Foi selecionado um clone com percentual médio de enraizamento acima de 90 %, um entre 80 e 90 % e um com índice de enraizamento abaixo de 80 %.

2.2. Manejo do minijardim clonal

Conforme a técnica de miniestaquia descrita por Xavier e Wendling (1998), Higashi et al. (2000), Wendling et al. (2000a), Alfnas et al. (2004) e Assis et al. (2004) e, de acordo com os procedimentos de manejo adotados pela empresa, o minijardim clonal foi constituído de minicepas, obtidas pelo

enraizamento de miniestacas, implantadas em canaletas de alvenaria, preenchidas com brita no fundo e areia lavada no restante do espaço.

A irrigação e a nutrição mineral foram efetuadas através de sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, conforme procedimentos operacionais adotados pela empresa CENIBRA. A cada três horas, o sistema era acionado, irrigando por um período de seis minutos. O excesso da solução nutritiva drenava pelo fundo da canaleta e retornava, através de tubulações, à caixa de armazenamento da solução, sendo esta monitorada regularmente e trocada a cada sete dias; diariamente, eram mensurados a E_c (condutividade elétrica) e o pH da solução.

2.3. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas

As miniestacas foram coletadas em minicepas estabelecidas no minijardim clonal, preparadas com dimensões de 6 a 8 cm de comprimento e mantendo-se dois pares de folhas reduzidas à metade de sua dimensão original. Para manter as condições de turgescência do material vegetativo, as miniestacas foram acondicionadas em caixas de isopor, efetuando pulverizações com água por meio de pulverizador manual, em intervalos de tempo inferiores a cinco minutos, até a etapa de estaqueamento.

Após o preparo das miniestacas, estas foram tratadas com os antioxidantes ácido ascórbico e PVP para, posteriormente, serem estaqueadas e colocadas para enraizamento na casa de vegetação climatizada. Foram utilizadas as seguintes concentrações de ácido ascórbico (0, 10, 20, 40 e 80 mg L⁻¹) e de PVP (0, 2000, 4000, 8000 e 16000 mg L⁻¹), via líquido, diluídos em água destilada. As miniestacas tiveram suas bases (2 cm) mergulhadas na solução de antioxidante por um período de 15 segundos, antes de serem estaqueadas no substrato. O período compreendido entre a coleta das miniestacas, seu preparo, tratamento com os antioxidantes e o posterior estaqueamento, foi sempre inferior a 30 minutos.

As miniestacas foram estaqueadas em substrato composto por uma mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita (1:1), enriquecida com 8 Kg/m³ de superfosfato simples, 694 g/m³ de sulfato de amônio, 208 g/m³ de

cloreto de potássio, 13,9 g/m³ de sulfato de zinco, 13,9 g/m³ de sulfato de cobre, 13,9 g/m³ de sulfato de manganês e 27,8 g/m³ de ácido bórico. Foram utilizados como recipientes tubetes cônicos de 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade, previamente esterilizados em água quente a 80°C/30 seg., conforme método descrito por Alfenas et al. (2004).

O processo de enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada do viveiro florestal da CENIBRA, visando à obtenção das condições de temperatura em torno de 27°C e de umidade relativa do ar acima de 80 %, com permanência de 18 dias. Posteriormente, as miniestacas foram transferidas para a área de sombreamento (permanência de 10 dias para aclimatização) e, finalmente, para a área de crescimento a pleno sol até completarem 50 dias de idade.

Foram instalados experimentos independentes para avaliação dos efeitos de cada antioxidante no enraizamento de miniestacas dos clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. Ambos os experimentos seguiram o delineamento estatístico inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (3 x 5), considerando os três clones em estudo (C₁, C₂ e C₃) e as cinco dosagens de cada antioxidante, em cinco repetições compostas por 32 plantas cada.

2.4. Avaliações experimentais

As avaliações das plantas foram realizadas quanto aos percentuais de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (aos 18 dias após o estaqueamento), percentuais de sobrevivência das miniestacas e de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (miniestacas com raízes saindo pela base do tubete) na saída da casa de sombra (aos 28 dias após o estaqueamento). E aos 50 dias de idade, avaliaram-se o percentual de sobrevivência, a altura (cm) e o diâmetro de colo (mm) das mudas obtidas.

Para a medição da altura e diâmetro do colo de mudas aos 50 dias de idade, foram analisadas oito plantas por repetição, retiradas aleatoriamente. A altura foi obtida com auxílio de régua graduada em mm e o diâmetro de colo, com a utilização de paquímetro digital. Estas mudas foram utilizadas também para a avaliação qualitativa do sistema radicular. Nesta análise, foi avaliada a

qualidade do conjunto substrato/sistema radicular, observando o grau de desagregação do substrato quando as mudas eram retiradas dos tubetes.

A partir dos dados encontrados para as características quantitativas avaliadas, foram realizadas as análises de variância e quando pertinente, as análises de regressão. A ANOVA foi feita com auxílio do Programa Estatístico SisVar (FERREIRA, 2000), sendo que os dados obtidos foram analisados segundo metodologia proposta por Banzatto e Kronka (2006). As equações de regressão foram obtidas através do programa CurveExpert 1.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Eficiência do ácido ascórbico

A análise de variância revelou efeito significativo, pelo teste F ($P < 0,05$), da interação “clone x tratamento” para todas as características avaliadas, indicando respostas diferenciadas dos clones em relação às concentrações de ácido ascórbico utilizadas (Tabela 1).

Os coeficientes de variação experimental encontrados variaram de 2,3 a 4,9 %, evidenciando bons níveis de precisão experimental em relação às características estudadas, de acordo com os valores encontrados na literatura consultada (WENDLING et al., 2000a; WENDLING et al., 2000b; TITON et al., 2003; GOULART e XAVIER, 2008).

Os clones C_1 e C_2 apresentaram elevados índices de sobrevivência (acima de 90 %) na saída da casa de vegetação e casa de sombra, mostrando o alto percentual de aproveitamento das miniestacas de ambos. O clone C_3 apresentou percentuais de sobrevivência abaixo dos encontrados para os demais clones, porém mostrou-se influenciado positivamente por doses de até 40 mg L^{-1} do antioxidante ácido ascórbico (Figura 1).

Tabela 1 - Resultados da análise de variância das características de porcentagem de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de vegetação (PSCV), e na saída da casa de sombra (PSCS), porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra (PSCS10), porcentagem de sobrevivência (PS50), altura (ALT) e diâmetro de colo (DC) de mudas na saída do crescimento, em função das concentrações do antioxidante ácido ascórbico em três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		PSCV (%)	PSCS (%)	PSCS10 (%)	PS50 (%)	ALT (cm)	DC (mm)
Clone (C)	2	1,383472*	1,738852*	2,774245*	1,520809*	291,8152*	0,474064*
Trat. (T)	4	0,017029*	0,012552*	0,026555*	0,018405*	10,46945*	0,046538*
C x T	8	0,049504*	0,034297*	0,022449*	0,019044*	2,901452*	0,021397*
Resíduo	60	0,004020	0,003141	0,002930	0,003464	0,629358	0,003825
Média Geral	-	95,2	92,5	86,9	86,9	22,5	2,7
CV (%)	-	4,7	4,3	4,5	4,9	3,5	2,3

* = significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

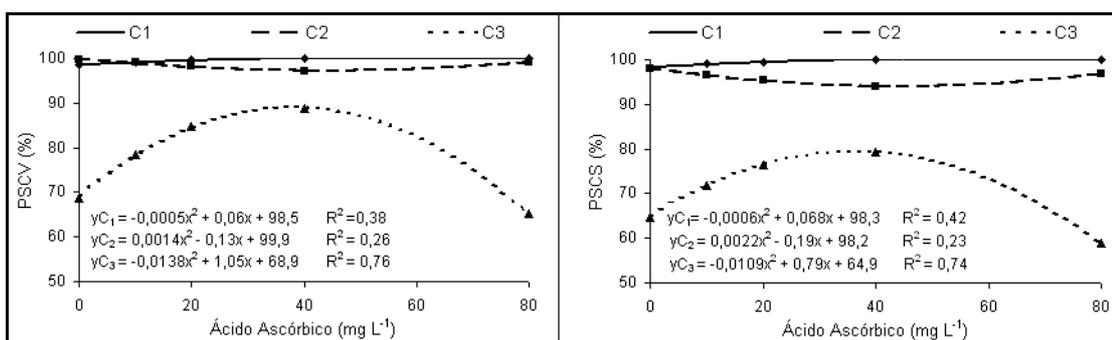


Figura 1 - Porcentual de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de vegetação (PSCV) e na saída da casa de sombra (PSCS), em função da aplicação de ácido ascórbico, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

Apesar das diferenças dos percentuais de enraizamento apresentadas entre os clones, o comportamento para as características de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (PSCS10) e a sobrevivência de mudas aos 50 dias de idade (PS50), foi semelhante, mostrando efeito benéfico da utilização do antioxidante ácido ascórbico até dosagens de 40 mg L⁻¹ para os clones C₁ e C₃, e de 70 mg L⁻¹ para o clone C₂, ocorrendo decréscimo nos valores das características em dosagens superiores às mencionadas (Figura 2).

Miniestacas do clone C₃ apresentaram, sob a influência do ácido ascórbico, maior acréscimo nos percentuais de enraizamento e sobrevivência,

quando comparadas às miniestacas dos demais materiais genéticos estudados, mostrando a maior eficiência de utilização do antioxidante em miniestacas deste clone.

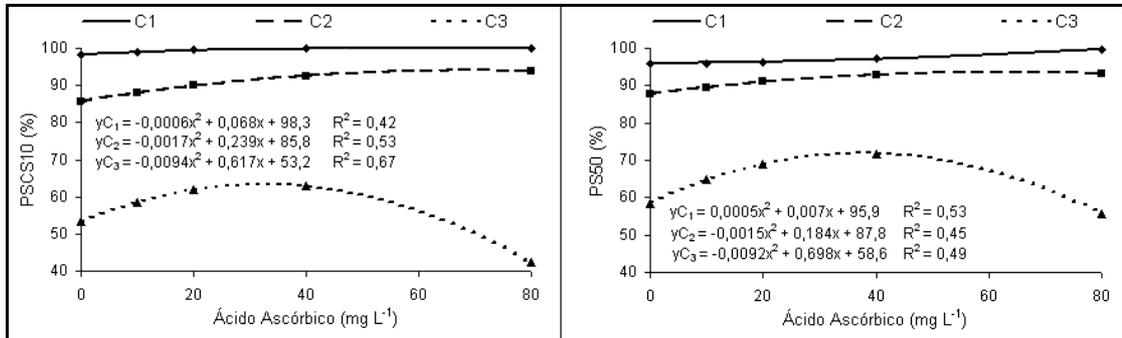


Figura 2 - Porcentual de miniestacas com raízes maiores que dez centímetros na saída da casa de sombra (PSCS10) e porcentual de sobrevivência de mudas aos 50 dias de idade (PS50), em função da aplicação de ácido ascórbico, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

Pela análise das características de crescimento, foi possível perceber que os clones C₁ e C₂, novamente apresentaram semelhanças, principalmente por possuírem valores de altura e diâmetro de colo de mudas, superiores ao clone C₃. Quanto à altura de mudas aos 50 dias, de forma geral, todos os clones foram negativamente influenciados pela aplicação de ácido ascórbico. Já, com relação ao diâmetro de colo, C₁ foi o único clone que apresentou acréscimo nos valores desta característica com doses superiores a 20 mg L⁻¹. Os demais clones mostraram-se influenciados negativamente com dosagens acima deste valor (Figura 3).

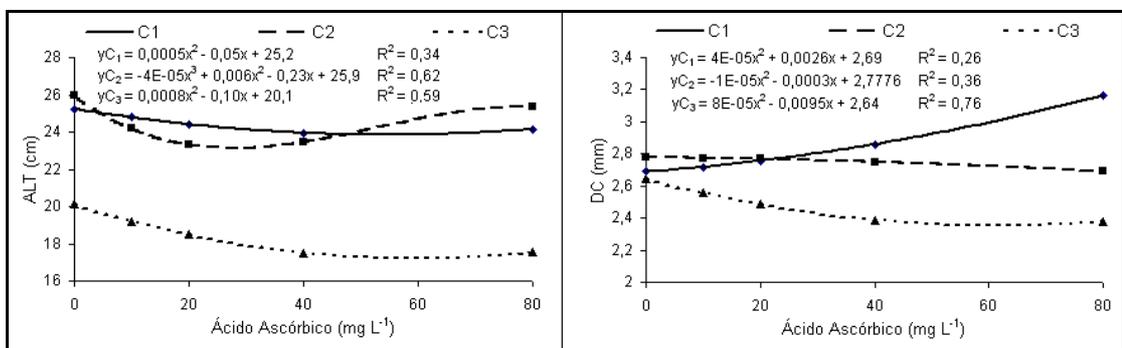


Figura 3 - Altura (ALT) e diâmetro de colo (DC) de mudas aos 50 dias de idade, em função da aplicação de ácido ascórbico, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

Aos 50 dias de idade, as mudas apresentaram altura e diâmetro de colo dentro dos padrões mínimos de qualidade comumente utilizados pelo setor florestal (entre 20 e 30 cm de altura e diâmetros superiores a 2 mm). Somente para o clone C₃ foram obtidas alturas de mudas inferiores a 20 cm, porém suas mudas ainda seriam levadas para a área de rustificação do viveiro, local que permaneceriam por, pelo menos, 15 dias.

De acordo com Carneiro (1995), altura e diâmetro de colo de mudas são características facilmente modificadas, em função do manejo empregado no viveiro durante as fases de produção de mudas.

Pela avaliação qualitativa do sistema radicular de mudas aos 50 dias de idade, foi possível verificar resultados semelhantes aos obtidos com as características quantitativas de crescimento. Apenas mudas do clone C₁ apresentaram o mesmo padrão de qualidade, quando as miniestacas foram tratadas com as diferentes dosagens do antioxidante. No entanto, esta característica foi influenciada, possivelmente, pela maior quantidade de raízes adventícias que este clone possui (dados não apresentados). Os demais clones apresentaram conjunto substrato/sistema radicular com níveis de qualidade inferiores, quando em dosagens acima de 20 mg L⁻¹.

A hipótese era de que a aplicação de ácido ascórbico pudesse promover aumento nos índices de enraizamento e de sobrevivência das miniestacas, assim como encontrado por Goulart (2007). De maneira geral, a aplicação deste antioxidante foi favorável para todos os clones estudados em dosagens até 40 mg L⁻¹, porém para o clone C₃, o qual apresentou menor porcentual de enraizamento e sobrevivência, os ganhos com a utilização do antioxidante são expressivos, quando comparados com os dos demais clones.

3.2. Eficiência do PVP

A análise de variância mostrou efeito significativo, pelo teste F ($P < 0,05$), da interação “clone x tratamento” para todas as características avaliadas, indicando respostas diferenciadas dos clones em relação às concentrações de PVP utilizadas (Tabela 2).

Os coeficientes de variação experimental encontrados variaram de 3,3 a 6,1 %, evidenciando bons níveis de precisão experimental em relação às características estudadas, de acordo com os valores encontrados na literatura consultada (WENDLING et al., 2000a; WENDLING et al., 2000b; TITON et al., 2003; GOULART e XAVIER, 2008).

Tabela 2 - Resultados da análise de variância das características de porcentagem de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de vegetação (PSCV), e na saída da casa de sombra (PSCS), porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra (PSCS10), porcentagem de sobrevivência (PS50), altura (ALT) e diâmetro de colo (DC) de mudas aos 50 dias de idade, em função das concentrações do antioxidante PVP em três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Fontes		Quadrados Médios					
De	GL	PSCV	PSCS	PSCS10	PS50	ALT	DC
Varição		(%)	(%)	(%)	(%)	(cm)	(mm)
Clone (C)	2	2,332465*	2,293056*	3,142252*	2,740009*	0,733489*	218,3248*
Trat. (T)	4	0,103573*	0,108532*	0,129920*	0,131725*	0,099790*	22,26649*
C x T	8	0,051540*	0,052026*	0,081747*	0,049349*	0,062421*	7,232712*
Resíduo	60	0,003365	0,002807	0,003821	0,003041	0,007759	0,787909
Média Geral	-	88,2	82,9	72,6	70,5	2,7	22,0
CV (%)	-	4,8	4,6	6,1	5,5	3,3	4,0

* = significativa a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Os clones C₁ e C₂ apresentaram índices de sobrevivência na saída da casa de vegetação e casa de sombra, acima de 90 %, na ausência do PVP, mostrando o alto percentual de aproveitamento das miniestacas de ambos. No entanto, quando este antioxidante foi utilizado, foi observado, de modo geral, decréscimo no valor das características, principalmente em concentrações acima de 8000 mg L⁻¹. O clone C₃ apresentou percentuais de sobrevivência abaixo dos percentuais encontrados para os demais clones, porém apesar de mostrar-se positivamente influenciado por doses superiores a 8000 mg L⁻¹ do antioxidante polivinilpirrolidona (Figura 4), os percentuais obtidos até a dosagem máxima utilizada neste estudo foram menores que os encontrados na ausência do antioxidante.

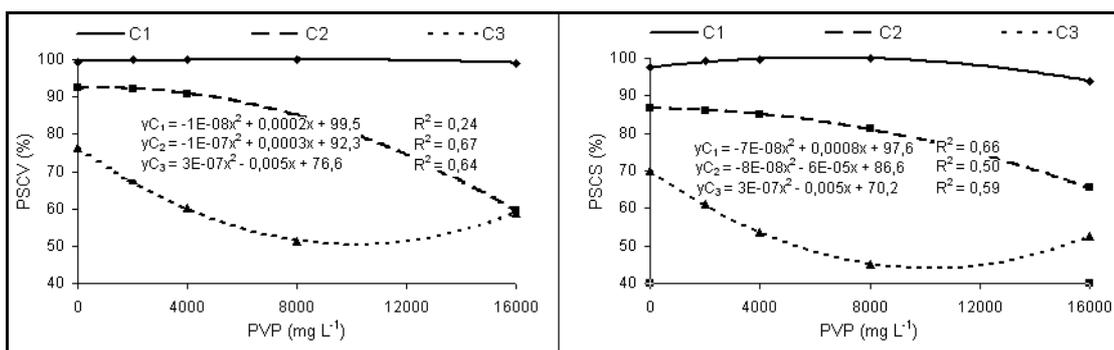


Figura 4 - Porcentual de sobrevivência de miniestacas na saída da casa de vegetação (PSCV) e na saída da casa de sombra (PSCS), em função da aplicação de PVP, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

Analisando os dados de porcentual de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra e porcentual de sobrevivência de mudas aos 50 dias de idade (Figura 5), foi possível perceber que o clone C₂ foi influenciado negativamente pela utilização do PVP, apresentando queda mais acentuada em dosagens acima de 4000 mg L⁻¹. Já o clone C₁, apresentou acréscimo nas características acima descritas, até dosagens de 5000 mg L⁻¹ do antioxidante. Pelo comportamento dos clones individualmente, observa-se que o porcentual de sobrevivência de mudas aos 50 dias de idade, foi semelhante ao de miniestacas com raízes maiores que 10 cm na saída da casa de sombra.

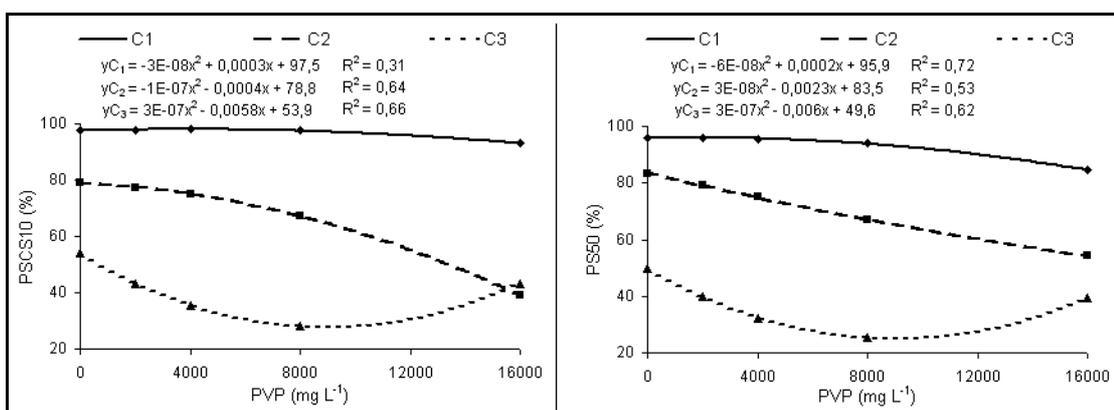


Figura 5 - Porcentual de miniestacas com raízes maiores que dez centímetros na saída da casa de sombra (PSCS10) e porcentual de sobrevivência de mudas aos 50 dias de idade (PS50), em função da aplicação de PVP, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

A tendência das curvas de enraizamento de miniestacas e da sobrevivência aos 50 dias de mudas do clone C₃ (Figura 5), foi semelhante à

tendência apresentada pelas curvas de sobrevivência de miniestacas do clone na saída das casas de vegetação e sombra (Figura 4).

Na Figura 6, observa-se uma tendência de decréscimo das características de crescimento, em função de doses crescentes de PVP. Apesar da altura no clone C₁ ter sido influenciada positivamente por doses de PVP acima de 8000 mg L⁻¹, o coeficiente de determinação na análise de regressão para este clone apresentou valor baixo, não denotando confiabilidade na equação de regressão encontrada.

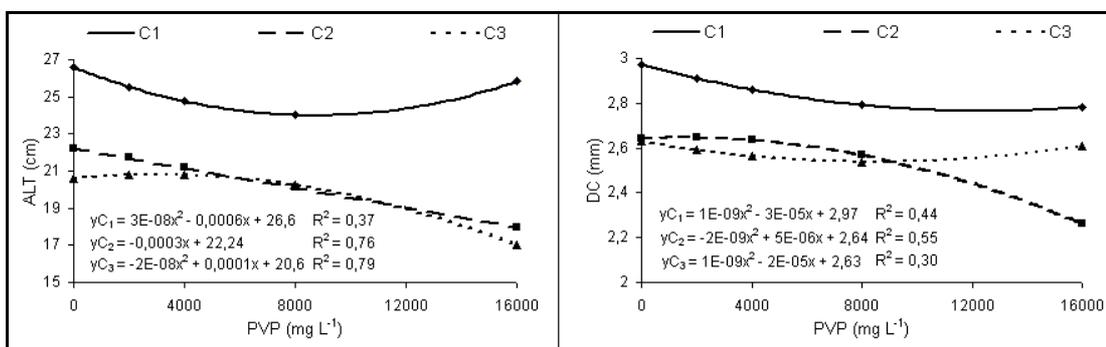


Figura 6 - Altura (ALT) e diâmetro de colo (DC) de mudas aos 50 dias de idade, em função da aplicação de PVP, dos três clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (C₁, C₂ e C₃).

Aos 50 dias de idade, já foram encontradas mudas com altura e diâmetro de colo dentro dos padrões mínimos de qualidade comumente utilizados pelo setor florestal (entre 20 e 30 cm de altura e diâmetros superiores a 2 mm). Todavia, para as mudas dos clones C₂ e C₃ foram obtidas alturas inferiores aos 20 cm com doses de PVP superiores a 4000 mg L⁻¹.

Analisando o grau de desagregação do substrato quando as mudas foram retiradas dos tubetes, foi possível verificar que os melhores resultados (menor desagregação) foram observados em mudas na ausência do antioxidante, acentuando-se o problema em dosagens acima de 4000 mg L⁻¹.

A hipótese era de que a aplicação de polivinilpirrolidona (PVP) aumentasse os índices de enraizamento e a sobrevivência das miniestacas, assim como encontrado por Goulart (2007), no entanto, de maneira geral, a aplicação deste antioxidante mostrou-se desfavorável para os clones avaliados.

4. CONCLUSÕES

A aplicação dos antioxidantes ácido ascórbico e PVP influenciam de forma variada no enraizamento das miniestacas dos clones estudados.

A utilização do ácido ascórbico mostrou-se favorável na propagação vegetativa, principalmente para as miniestacas do clone com menor porcentual de enraizamento (C₃), no entanto, a aplicação do PVP mostrou-se desfavorável para todos os clones estudados.

5. REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 422p.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596p.

ASSIS, T.F.; FETT NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. In: Walters, C.; Carson, M. (Eds.) **Plantation forest biotechnology for the 21st century**, India: Research Signpost, p.303-333, 2004.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SisVar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258.

FERREIRA, E.M.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; LEITE, H.G.; SARTÓRIO, R.C.; PENCHEL FILHO, R.M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.183-187, 2004.

GEORGE, E.F. **Plant propagation by tissue culture: part. 1 – The technology**. 2. ed. Edington: Exegetics, 1993. 574 p.

GOMES, A.L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1987. 69p. (Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1).

GOECKI, R.J.; HARMAN, G.E. Effects of antioxidantes on viability and vigour of ageing peã seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.15, n.1, p.109-117, 1987.

GOULART, P.B. **Influência do acondicionamento, antioxidantes, auxinas e seus cofatores no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***. 2007, 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

GOULART, P.B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de minestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.671-677, 2008.

HANDA, L.; SAMPAIO, P.T.B.; QUISEN, R.C. Cultura *in vitro* de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v.35, n.1, p. 29-33, 2005.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A.; GONÇALVES, A.N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192).

MELO, B.; PINTO, J.E.B.P.; LUZ, J.M.Q.; PEIXOTO, J.R.; JULIATTI, F.C. Diferentes antioxidantes no controle da oxidação, germinação e desenvolvimento das plântulas na cultura *in vitro* de embriões da guarirrobeira [*Syagrus oleracea* (MART.) BECC.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.6, p.1301-1306, 2001.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 46p. (Caderno Didático, 83).

TEIXEIRA, J.B. **Limitações ao processo de cultivo *in vitro* de espécies lenhosas**. Embrapa – Recursos Genéticos e Biotecnologia, simpósios, 2001.

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

TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G.G.; OTONI, W.C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.619-625, 2003.

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** 2002. 98f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.187-192, 2000a.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.181-186, 2000b.

WILSON, P.J. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. **Journal of Horticultural Science**, v.9, n.4, p.391-400, 1994.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 64p. (Caderno Didático, 92).

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*.** Viçosa, MG: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

ZIV, M.; HALEVY, A.H. Control of oxidative browning and *in vitro* propagation of *Strelitzia reginae*. **HortScience**, v. 18, n. 4, p. 434-436, 1983.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos objetivos propostos neste trabalho e a partir dos dados obtidos em relação à otimização do tempo de enraizamento de miniestacas em casa de vegetação climatizada, verificação da influência do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento e da utilização de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp., conclui-se que:

1) O tempo ótimo de permanência de miniestacas no interior da casa de vegetação climatizada difere entre clones de *Eucalyptus*, motivo pelo qual, a identificação do ponto ótimo de enraizamento das miniestacas permite estabelecer a velocidade do processo rizogênico e, assim, programar, de forma mais eficiente, a utilização da casa de vegetação.

2) De modo geral, é recomendável o estaqueamento imediato das miniestacas, assim que forem coletadas e preparadas e que intervalos de tempo superiores a duas horas causam redução no porcentual de enraizamento e no crescimento posterior das mudas. No entanto, o intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento pode interferir positivamente no processo de enraizamento de miniestacas para certos materiais genéticos, indicando efeito genotípico.

3) Quanto à utilização de antioxidantes, a aplicação do ácido ascórbico e do PVP influencia de forma variada o enraizamento das miniestacas nos clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. A utilização do ácido ascórbico mostrou-se favorável para as miniestacas do clone com menor porcentual de enraizamento, no entanto, a aplicação do PVP mostrou-se desfavorável para os clones estudados.