

CIBELE CHAVES SOUZA

**PADRÕES DE MINIESTACAS E DENSIDADE DE MINICEPAS NA
PROPAGAÇÃO CLONAL DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***

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
2012**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S729p
2012

Souza, Cibele Chaves, 1985-
Padrões de miniestacas e densidade de minicepas na
propagação clonal de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* /
Cibele Chaves Souza. – Viçosa, MG, 2012.
ix, 47f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Aloisio Xavier.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Propagação vegetativa. 2. Florestas. 3. Eucalipto -
Propagação por estaquia. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDO adapt. CDD 634.92325

CIBELE CHAVES SOUZA

**PADRÕES DE MINIESTACAS E DENSIDADE DE MINICEPAS NA
PROPAGAÇÃO CLONAL DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***

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 2012.

Pesq. Fernando Palha Leite
(Coorientador)

Prof. Reynaldo Campos Santana
(Coorientador)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof. José Mauro Gomes

Prof. Aloisio Xavier
(Orientador)

À minha família, meus pais Adair Gomes de Souza e Iracilda de Souza Chaves
pela força e incentivo.

A minha irmã
Mayara Chaves de Souza

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me acompanhar em todos os passos.

À minha família, Iracilda (mãe), Adair (pai) e Mayara (irmã), pelo amor, paciência, incentivo e força.

Aos meus avós Cacilda e José e aos tios Cláudia (Cacá), Humberto (Beto), Maria Vanderleia (Leia), Pedro (Pedrinho), Silvânia (Vaninha), Cristina (Tininha) e Ana Paula e meus primos e primas, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela oportunidade de realização deste treinamento.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudo.

À Empresa Celulose Nipo-Brasileira S/A (Cenibra), pelo apoio de infraestrutura e financeiro para realização de todo o trabalho.

Ao professor Aloísio, pela orientação e paciência.

Aos coorientadores e membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões.

À Cenibra, em especial, ao pessoal do GGF-P e do viveiro Maria, Beth, Geraldo, Matheus, Ariane, Daniele, Antônio Marcos, Jaqueline, João Batista, Niris, Simone, Júnior, Fernando, Zé Antônio, Dilson, Everton, Felipe, Alex, Dilson, Wilquer, Juju, Antônio Ivan e todo pessoal do viveiro e da pesquisa que direta e indiretamente me auxiliaram nos trabalhos.

Aos integrantes do grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Silvicultura Clonal Leandro, William, Anne, Poliana, Tiago e Gleidson, em especial à Julyana, pela ajuda diretamente na Cenibra.

Às minhas amigas Pétala e Rô, que me apoiaram muito enquanto estava em Ipatinga e durante toda minha vida.

Ao Renato de Castro, pelo apoio na estatística e pela paciência.

Aos meus amigos floresteiros de Diamantina, em especial Glauciana, Ana Flávia, Júlia, Vinicius, Cristiany e Gracielle.

Aos amigos Wanessa, Camila, Julyana, Dario e Eduardo (Carinha), que me deram muita força em Viçosa.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Cibele Chaves Souza, filha de Adair Gomes de Souza e Iracilda de Souza Chaves, nasceu em 14 de maio de 1985, no município de Ipatinga, Minas Gerais.

Em 2003, concluiu o 2º grau na Escola Estadual do Bairro Ideal, em Ipatinga, Minas Gerais.

Em 2005, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, diplomando em Julho de 2009.

Em março de 2010 ingressou no programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, submetendo-se a defesa de dissertação em fevereiro de 2012.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5
Patterns of mini-cuttings and seasonality in the production of seedlings of <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5
1. Introdução	6
2. Material e Métodos	8
2.1. Minijardim clonal	8
2.2. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas	9
3. Resultados	11
4. Discussão	16
5. Conclusão.....	18
6. Agradecimentos.....	19
7. Referências bibliográficas	19
Substratos e padrões de miniestacas na produção de mudas clonais de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	22
1. Introdução	23
2. Material e Métodos	24
3. Resultados	26
4. Discussão	29
5. Conclusão.....	32
6. Agradecimentos.....	32
7. Referências bibliográficas	33
Influência da densidade de minicepas em minijardim clonal na produção de mudas de híbridos de <i>Eucalyptus grandis</i>	35
1. Introdução	36
2. Material e métodos.....	37
2.1 Material experimental.....	37
2.2. Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas	39
3. Resultados	40
4. Discussão	44
5. Conclusão.....	45
6. Agradecimentos	45
7. Referências bibliográficas.....	45
3. CONCLUSÕES GERAIS	47

RESUMO

SOUZA, Cibele Chaves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Padrões de miniestacas e densidade de minicepas na propagação clonal de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.** Orientador: Aloisio Xavier. Coorientadores: Reynaldo Campos Santana e Fernando Palha Leite.

O presente trabalho teve por objetivos avaliar: 1) a influência de diferentes padrões de miniestacas no enraizamento e produção de mudas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no verão e no inverno; 2) o efeito de dois padrões de miniestacas e quatro tipos de substratos na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*; e 3) diferentes densidades de minicepas em canaletas de areia quanto à produção de miniestacas e sobrevivência das minicepas e das miniestacas produzidas. Foram utilizados cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* para o estudo de 12 tipos de miniestacas no verão e no inverno e para o estudo de dois tipos de miniestacas em conjunto com quatro substratos na produção de mudas. Já para a densidade de minicepas em minijardim clonal foram utilizados dois clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. Os resultados mostraram respostas diferenciadas dos clones quanto aos tipos de miniestacas, substratos e época do ano. A não redução das folhas das miniestacas se mostrou procedimento adequado para produção de mudas nas duas épocas do ano, sendo que as mudas produzidas no verão utilizando miniestacas de 10 cm de tamanho tiveram maior crescimento. Os substratos formados por vermiculita e casca de arroz carbonizada resultaram em melhores resultados e aqueles formados por composto orgânico não se mostraram adequados para produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, principalmente pela baixa qualidade das mudas produzidas. Já para os minijardins clonais, as menores densidades de minicepas/m² (com 57 e 78 minicepas/m²) levaram a uma maior produção de miniestacas e menor mortalidade das minicepas.

ABSTRACT

SOUZA, Cibele Chaves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, in February 2012. **Patterns mini-cuttings and density of mini-stumps in clonal propagation of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.** Advisor: Aloisio Xavier. Co-advisors: Reynaldo Campos Santana and Fernando Palha Leite.

This work aimed to evaluate: 1) the influence of different types of mini-cuttings in the rooting and production of seedlings of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* in summer and winter; 2) the effect of two types of mini-cuttings and four patterns of substrates on production of clonal material genetic of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, and 3) different densities of mini-stumps in channels in sand to production of mini-cuttings and survival of mini-stumps and mini-cuttings produced. We used five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* for the study of 12 types of mini-cuttings in summer and winter and for the study of two types of mini-cuttings together with four substrates in the production of seedlings. As for the density in mini-stumps clonal we used two clones of *Eucalyptus grandis* hybrids. The results showed differential responses of clones in the types of mini-cuttings, substrates and time of year. The non-reduction of the leaves of mini-cuttings proved an appropriate procedure for the production of seedling in two seasons, and the seedlings produced using mini-cuttings in summer and 10 cm in size had a higher growth. The substrates consist of vermiculite and carbonized rice husk resulted in better results and with organic compost was not a suitable substrate for the production of seedlings of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, mainly due to low quality seedlings produced. As for the mini-clonal hedge, the lowest densities mini-stumps/m² (with 57 and 78 mini-stumps/m²) achieved higher production and lower mortality mini-cuttings of mini-stumps.

1. INTRODUÇÃO GERAL

É crescente a demanda por madeira no Brasil para atender os mais diversos mercados nacionais e internacionais. Com isso, tem sido aumentado o interesse por florestas plantadas, com destaque para o gênero *Eucalyptus spp.* que em 2010 abrangia 4.754.334 ha (ABRAF, 2011). O Brasil é destaque mundial no setor florestal por possuir condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de *Eucalyptus* bem como apresentar estudos avançados em melhoramento genético, técnicas silviculturais e manejo que garantem uma alta produtividade em relação a outros países.

Nos programas de silvicultura clonal de *Eucalyptus*, a capacidade de enraizamento das miniestacas tem sido considerada um fator importante, uma vez que a produção comercial dos clones se dá por meio da técnica de miniestaquia. A rizogênese é um processo anatômico e fisiológico complexo, associada à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias (ALFENAS et al., 2009). Estas raízes são denominadas adventícias em razão de serem induzidas em um local diferente daquele onde se formam normalmente as raízes (XAVIER et al., 2009). Alguns fatores podem interferir no processo de enraizamento de estacas, entre os quais podem ser citados a espécie, o tipo de estaca, a juvenilidade dos brotos, época de coleta, a presença de gemas e/ou folhas, injúrias, balanço hormonal, presença de inibidores, condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos, os constituintes do substrato e estresses ambientais (HIGASHI et al., 2000; TORRES, 2003; ASSIS et al., 2004; ALFENAS et al., 2009; XAVIER et al., 2009; HARTMAN et al., 2011; BORGES et al., 2011).

A evolução da produção de mudas clonais de *Eucalyptus* iniciou-se com a obtenção de brotações em bancos clonais ou plantios clonais, passando posteriormente pelo jardim clonal. Com o passar dos anos, a técnica foi sendo aprimorada, passando pelo jardim clonal adensado (HIGASHI et al., 2000) e, por fim, pelo minijardim clonal, mais utilizado atualmente. O espaçamento das mudas de *Eucalyptus* no minijardim clonal tem sido de 0,1 x 0,1 m, com produtividade média de 11.000 miniestacas/m²/ano (ALFENAS et al., 2009).

No entanto, algumas técnicas utilizadas na miniestaquia foram herdadas da estaquia, como, por exemplo, o corte parcial das folhas com o objetivo de reduzir a transpiração excessiva das folhas e, principalmente, o efeito guarda-chuva que pode comprometer a irrigação, impedindo a água de chegar ao substrato (ALFENAS et al., 2009).

A manutenção das folhas nas miniestacas de *Eucalyptus* é importante para a rizogênese, e, de acordo com Alfenas et al. (2009), espécies desse gênero dificilmente enraízam sem folhas. Esses mesmos autores salientam a importância de não cometer qualquer tipo de injúria nas folhas das estacas, visando a não constituir porta de entrada para fungos durante a fase de enraizamento.

Alguns trabalhos evidenciam que a não redução de folhas no processo de confecção das miniestacas pode tornar-se uma alternativa viável, conforme constatado em trabalhos com clones de *Eucalyptus urophylla*, demonstrando que a manutenção das folhas inteiras nas miniestacas produz resultados superiores de altura, peso de massa seca da parte aérea e peso da massa seca de raiz para maioria dos clones estudados (SANTANA et al., 2010). Outro ponto importante levantado por Santana et al. (2007) é quanto ao fato de a manutenção de maior área foliar sobre as bandejas não influenciar a uniformidade da irrigação, não causando efeito guarda-chuva. Diante do interesse das empresas em aumentar a produtividade e redução de custos, esses resultados se traduzem em benefícios no processo de produção de mudas clonais, tanto econômica como ergonomicamente por meio da redução de esforços repetitivos por parte das pessoas que confeccionam as miniestacas.

A produção de mudas pelas empresas de base florestal acontece durante todo o ano de maneira ininterrupta, sendo o enraizamento influenciado por condições fisiológicas das minicepas e pelas condições climáticas durante a coleta do material a ser utilizado. As minicepas podem sofrer alterações nos níveis hormonais endógenos e nutricionais e no balanço entre promotores e inibidores de enraizamento, influenciando assim a resposta das miniestacas ao enraizamento (ANDREJOW, 2006).

Para Hartmann et al. (2011), a época do ano em que são coletadas as estacas exerce, em alguns casos, grande influência sobre o enraizamento e pode ser o principal ponto de sucesso desta atividade. Para cada planta específica, há necessidade de observação da melhor época e técnicas para o sucesso da estaquia,

pois as condições fisiológicas dos tecidos vegetais são influenciadas pela época do ano.

Outro fator que tem influenciado no sucesso do enraizamento das miniestacas é o substrato utilizado. Para a produção de mudas de *Eucalyptus*, têm sido utilizados, atualmente, substratos à base de casca de arroz carbonizada, composto de casca de *Eucalyptus* e de *Pinus*, misturados com vermiculita (ALFENAS et al., 2009). Vem crescendo o interesse das empresas pelo uso de fibra de coco, por ser um produto de fácil aquisição e de preço competitivo, além dos substratos orgânicos que são encontrados no mercado.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo: 1) avaliar a influência de diferentes padrões de miniestacas no enraizamento e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no verão e no inverno; 2) estudar o efeito de dois padrões de miniestacas e quatro tipos de substratos no enraizamento e crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*; e 3) avaliar a influência de diferentes densidades de minicepas em minijardim clonal de areia quanto à sua sobrevivência e das miniestacas produzidas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF**. Ano base: 2010. Brasília: 2011. 130p.

ALFENAS, A.C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 500p.

ANDREJOW, G. M. P. **Minijardim clonal de *Pinus taeda* L.** 2006. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006.

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: WALTER, C.; CARSON, M. **Plantation forest biotechnology for the 21th century**. Kerala, India: Research Signposts, 2004. p. 303-333.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.425-434, 2011.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. New York: Englewood Clippis, 8. ed., 2011. 900 p.

HIGASHI, E. N., SILVEIRA, R. L. A. GONÇALVES, A. N. Evolução do jardim clonal de eucalipto para produção de mudas. **IPEF**, v.24, n.148, 2000.

SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.C.; NOGUEIRA, G. S.; BARROS FILHO, N. F.; OLIVEIRA, M. N. S.; SOUZA, C. M. P.; SILVA, M. P.; GRAZZIOTTI, P. H. Influência da área foliar na produção de matéria seca de mudas de miniestacas de eucalipto. **XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Gramado, RS, 2007.

SANTANA, R.C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of *Eucalyptus seedlings*. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 251-257, jul./set. 2010.

TORRES, A. G. M. **Relação entre sazonalidade desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaquia**. 2003. 79p.. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272 p.

**Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de
Eucalyptus grandis x *E. urophylla***

Resumo: O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência de diferentes padrões de miniestacas no enraizamento e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no verão e no inverno. Foram conduzidos experimentos com cinco clones e 12 diferentes padrões de miniestacas, instalados em duas épocas do ano (verão e inverno). Foram avaliados a sobrevivência e o enraizamento das miniestacas na saída da casa de vegetação e na saída da casa de sombra e em pleno sol, a sobrevivência, a altura, o diâmetro do colo, peso de massa seca da parte aérea e da raiz. Os resultados indicaram que a manutenção das folhas é importante para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, sendo que as folhas basais influenciam mais positivamente. A não redução das folhas se mostrou procedimento adequado para produção de mudas nas duas épocas do ano, sendo que as mudas produzidas no verão, utilizando miniestacas de 10 cm de tamanho, tiveram maior crescimento.

Palavras-chave: Miniestaquia, enraizamento e silvicultura clonal.

**Patterns of mini-cuttings and seasonality in the production of seedlings
of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***

Abstract: This study aimed to evaluate the influence of different patterns of mini-cuttings on rooting and production of seedlings of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* in summer and winter. These experiments were carried with five clones and 12 different patterns of mini-cuttings, installed in summer and winter. We evaluated the survival and rooting of mini-cuttings in the output of the greenhouse and out of the shade, survival in full sun, height, stem diameter, dry weight of shoot and root. The results indicated that the maintenance of leaves is important for rooting mini-cuttings of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, and the basal leaves influence more positively. The non-reduction of the leaves proved to be appropriate for the production of seedlings in two seasons, and the seedlings produced using mini-cuttings in summer and 10 cm in size had a greater development.

Keywords: *mini-cutting technique, rooting and clonal forestry.*

1. Introdução

A produção de mudas clonais de *Eucalyptus* no Brasil iniciou-se no final da década de 70, com a técnica de propagação vegetativa pela estaquia, sendo esta a base para o desenvolvimento das atuais microestaquia e miniestaquia (XAVIER et al., 2009). A técnica de miniestaquia tem sido a mais utilizada para produção comercial de mudas do gênero *Eucalyptus* pelas empresas, devido ao ganho em percentuais e qualidade do enraizamento, ligados principalmente, ao fato de utilizar estacas apicais mais juvenis e conseguir melhor controle das condições hídricas, nutricionais e fitossanitárias das plantas fornecedoras de propágulos (TITON et al., 2003; ASSIS et al., 2004).

Convencionou-se na miniestaquia de *Eucalyptus* spp. a utilização de propágulos vegetativos medindo entre 4 a 8 cm, com dois pares de folhas reduzidas à metade ou proporcionalmente ao tamanho da estaca (XAVIER et al., 2009), ou ainda, pelo menos a um terço de seu tamanho (ALFENAS et al., 2009). A redução das folhas está condicionada à cultura herdada da técnica de macroestaquia, cujos objetivos são reduzir a área de transpiração e evitar o efeito guarda-chuva, definido por Alfenas et al. (2009) como uma barreira física proporcionada pelas folhas das estacas ou miniestacas, impedindo o molhamento do substrato. De acordo com esses mesmos autores, o corte das folhas pode ser porta para a entrada de fungos durante a fase de enraizamento devido a injúrias causadas nas folhas das (mini) estacas.

Trabalhos realizados por Santana et al. (2010) com clones de *Eucalyptus urophylla* demonstraram que a manutenção das folhas inteiras nas miniestacas produz resultados superiores de altura, peso de massa seca da parte aérea e peso de massa seca de raiz para a maioria dos clones estudados e não causa o efeito guarda-chuva.

A manutenção das folhas ou de pelo menos parte delas é importante para o processo de enraizamento, devido à produção de carboidratos resultantes da fotossíntese e de auxinas produzidas pelas folhas e gemas apicais essenciais ao enraizamento (TAIZ e ZEIGER, 2006; XAVIER et al., 2009; HARTMMAN et al.,

2011). A biossíntese da auxina está relacionada a regiões meristemáticas e órgãos jovens, tais como folhas de rápido crescimento, gemas apicais, pontas de raízes e inflorescências em desenvolvimento, possuindo uma predominância de transporte ápice-base, observando uma redução da sua concentração do topo para a base das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2006). Para Pacheco e Franco (2008), a retenção das folhas de *Litehea divaricata* favorece a sobrevivência e o enraizamento, não só por serem locais de síntese de carboidratos e auxinas, mas pela produção de alguns compostos fenólicos, que também são sintetizados na parte aérea das plantas. Esses mesmos autores citam que compostos fenólicos, caso do ácido cafeico, catecol e clorogênico, interagem com as auxinas, induzindo a iniciação das raízes

Para híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. resinifera*, o melhor resultado de enraizamento foi obtido para miniestacas com quatro pares de folhas (VENDEMIATTI et al., 2009). Em sua grande maioria, a presença de folhas é fundamental para o enraizamento, fato evidenciado por pesquisas com diferentes estacas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) (XAVIER et al., 2003), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (PACHECO e FRANCO, 2008) e oliveira (*Olea europaea* L.) (PIO et al., 2005). Para algumas espécies, a ausência de folhas em estacas pode ajudar a brotação, como encontrado para figueira (*Ficus carica* L.) (NOGUEIRA et al., 2007). O fato de estacas sem folhas conseguirem melhores resultados de enraizamento pode ser devido, de acordo com Nogueira et al. (2007), provavelmente, a um alto conteúdo endógeno de auxina nas estacas.

As técnicas de propagação vegetativa evoluíram com o intuito de aumentar a rizogênese, que é influenciada por vários fatores, entre os quais, a espécie, tipo de estaca (BORGES et al., 2011), juvenilidade dos brotos, época de coleta (ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001; HARTMANN et al., 2011; FERREIRA et al., 2004), presença de gemas e/ou folhas, injúrias, balanço hormonal, presença de inibidores, condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos, constituintes do substrato e estresses ambientais (HIGASHI et al., 2000; ASSIS et al., 2004; XAVIER et al., 2009; ALFENAS et al., 2009).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes padrões de miniestacas no enraizamento e produção de mudas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no verão e no inverno.

2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no viveiro florestal da empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. – Cenibra, localizada no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O clima dessa região é do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köppen. As coordenadas são 19°18'23''S de latitude e 42°22'46''O de longitude com altitude média de 240 m.

A região onde o viveiro está instalado é caracterizada por ter uma estação quente e úmida e uma fria e seca. Por esse motivo, o trabalho foi realizado no período de 03 de dezembro de 2010 a 02 de fevereiro de 2011 (Verão) e 18 de maio a 18 de julho de 2011 (Inverno). O período chamado de verão apresentou precipitação total de 546 mm, temperatura média de 25 °C, com máxima média de 35°C e mínima média de 19°C e umidade relativa do ar média de 76%. Já no período de inverno, a precipitação total foi de 85 mm, a temperatura média foi 20°C com máxima média de 31°C e mínima média de 11°C e umidade relativa do ar média de 80%.

Foram utilizados neste estudo cinco clones comerciais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1, C2, C3, C4 e C5), definidos em função da capacidade de enraizamento. O clone C1 foi considerado de fácil enraizamento, com percentual médio de enraizamento acima de 90%, o clone C5, de maior dificuldade de enraizamento, com percentual médio de enraizamento abaixo de 80%, e os outros três clones, C2, C3 e C4, foram considerados intermediários, com percentual médio de enraizamento entre 80 e 90%.

2.1. Minijardim clonal

O minijardim clonal foi constituído por canaletas suspensas de alvenaria, preenchidas com brita número 2 no fundo e areia lavada até a borda, instalado sob um sistema de cobertura retrátil. As minicepas foram produzidas por meio do enraizamento de miniestacas. Após plantio das minicepas nas canaletas, elas tiveram seus ápices podados a uma altura de 10 cm, fornecendo, a partir daí, as miniestacas para a condução do experimento.

A irrigação e a fertilização mineral do minijardim clonal foram efetuadas utilizando um sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, acionado 3 a 4 vezes por dia, de acordo com a temperatura do dia, variando de 0 em dias frios a 7 mm m⁻² dia⁻¹ em dias muito quentes, por um período de 6 minutos. A solução

nutritiva foi composta por nitrato de cálcio ($0,92 \text{ g L}^{-1}$), cloreto de potássio ($0,24 \text{ g L}^{-1}$), nitrato de potássio ($0,14 \text{ g L}^{-1}$), fosfato monoamônio ($0,10 \text{ g L}^{-1}$), sulfato de magnésio ($0,36 \text{ g L}^{-1}$), hidróferro ($0,04 \text{ g L}^{-1}$), ácido bórico ($2,80 \text{ mg L}^{-1}$), sulfato de zinco ($0,48 \text{ mg L}^{-1}$), sulfato de manganês ($1,12 \text{ mg L}^{-1}$), sulfato de cobre ($0,10 \text{ mg L}^{-1}$) e molibdato de sódio ($0,04 \text{ mg L}^{-1}$). O excesso da solução nutritiva era drenada para o fundo da canaleta e retornava, por meio de um sistema de tubulações, para a caixa de armazenamento de solução, monitorada regularmente e trocada a cada sete dias. Diariamente eram monitorados a Ec (condutividade elétrica) e o pH da solução, visando a manter a Ec entre $1,0$ e $1,5 \text{ mS cm}^{-1}$ e o pH da solução entre $5,5$ e $6,5$.

2.2. Obtenção, preparo e estaqueamento das miniestacas

As miniestacas utilizadas neste trabalho foram colhidas e preparadas como informado na Tabela 1 e mostrado na Figura 1.

Para manter as condições de turgescência do material vegetal, as miniestacas foram acondicionadas em caixas de isopor, feitas pulverizações com água utilizando um pulverizador manual, em intervalos de tempos inferiores a cinco minutos até o estaqueamento.

As miniestacas foram plantadas em tubetes com 12 cm de comprimento e 55 cm^3 de capacidade, previamente desinfestados em água quente a $70^\circ\text{C}/1 \text{ min}$. (ALFENAS et al., 2009), contendo substrato composto por 50% de vermiculita e 50% de casca de arroz carbonizada. A adubação foi a seguinte: $7,0 \text{ kg/m}^3$ de superfosfato simples, $0,695 \text{ kg/m}^3$ de sulfato de amônio, $0,208 \text{ kg/m}^3$ de cloreto de potássio, $0,014 \text{ kg/m}^3$ de sulfato de zinco, $0,014 \text{ kg/m}^3$ de sulfato de cobre, $0,014 \text{ kg/m}^3$ de sulfato de manganês e $0,021 \text{ kg/m}^3$ de ácido bórico.

O processo de enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada (umidade relativa do ar $\geq 80\%$ e temperatura em torno de 27°) com permanência de 20 dias. Após esse período, as mudas foram transferidas para casa de sombra, com sombrite de 50% de redução da luminosidade, onde permaneceram por mais 11 dias, finalmente, foram transferidas para área a pleno sol até completarem 61 dias de idade.

Tabela 1: Padrões de miniestacas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*
Table 1: Patterns of mini-cuttings *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*

Código	Especificações
6 ASR	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho com as folhas inteiras (sem redução);
10 ASR	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho com as folhas inteiras (sem redução);
6 AR _{1/3}	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho com suas folhas reduzidas para 1/3 do tamanho da miniestaca;
10 AR _{1/3}	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas para 1/3 do tamanho da miniestaca;
6 AR _{1/2}	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho com suas folhas reduzidas pela metade;
10 AR _{1/2}	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas pela metade;
6 Afi	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho com somente o par de folhas inferior reduzida pela metade;
10 Afi	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho com somente o par de folhas inferior reduzida pela metade;
6 Afs	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho com somente as folhas superiores;
10 Afs	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho com somente as folhas superiores;
6 Asf	Miniestaca apical com 6 cm de tamanho sem as folhas;
10 Asf	Miniestaca apical com 10 cm de tamanho sem as folhas.

As avaliações, tanto no verão quanto no inverno, compreenderam a sobrevivência e enraizamento na saída da casa de vegetação (SCV e ECV) (20 dias após o estaqueamento) e na saída da casa de sombra (SCS e ECS) (30 dias após o estaqueamento), sobrevivência (SPS), altura (Alt), diâmetro do colo (DC) na área a pleno sol (50 dias após o estaqueamento), peso de massa seca da parte aérea (PSPA) e do sistema radicular (PSRA) (amostragem de 4 miniestacas/repetição, considerando valores médios do crescimento em altura) em área a pleno sol para expedição (61 dias de idade após o estaqueamento). A avaliação do enraizamento foi determinada pela observação da emissão das raízes na extremidade inferior do tubete e pela obtenção do peso de massa seca da raiz. Para obtenção do peso da massa seca de raiz, procedeu-se à retirada do substrato com água, tomando o devido cuidado de preservar a massa radicular. Na sequência, as amostras foram levadas à estufa de circulação forçada para secar a 60°C até peso constante.

Procedeu-se ainda ao monitoramento de pragas e doenças durante o período do experimento.

Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico R.

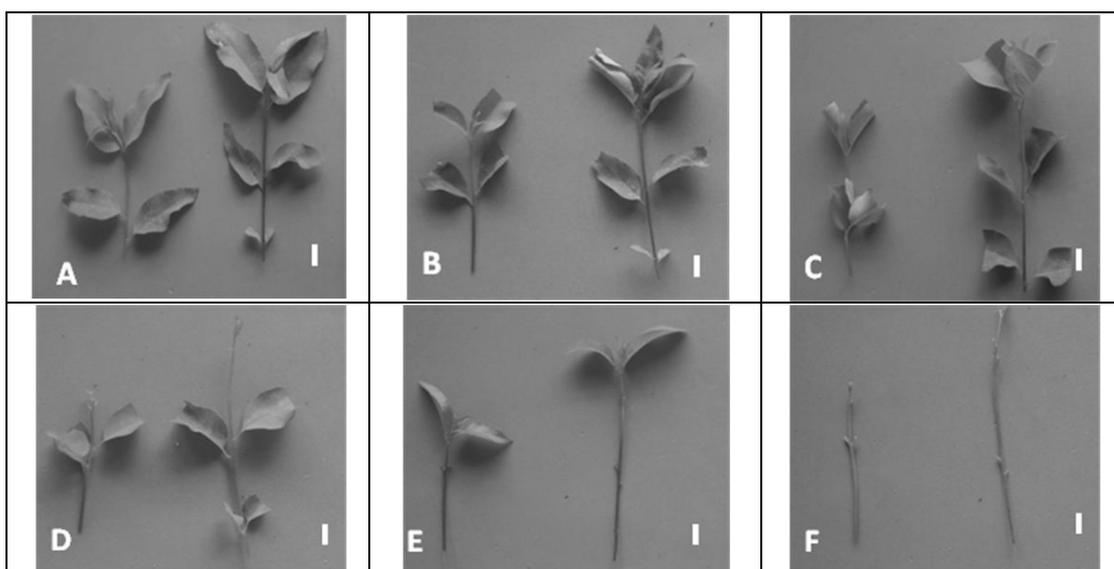


Figura 1 – Detalhes dos padrões de miniestacas utilizadas. A: ASR - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com as folhas inteiras (sem redução); B: $AR_{1/3}$ - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas para 1/3 do tamanho da miniestaca; C: $AR_{1/2}$ - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas pela metade; D: Afi - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente o par de folhas inferior reduzida pela metade; E: Afs - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente superiores; F: Asf - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho sem as folhas. (Barra = 1 cm).

Figure 1 - Details of patterns used mini-cuttings. A: ASR - Mini-cuttings apical with 6 and 10 cm in size with whole leaves (without reduction); B: $AR_{1/3}$ - Mini-cuttings apical with 6 and 10 cm in size as its leaves reduced to one third the size of mini-cuttings; C: $AR_{1/2}$ - Mini-cuttings apical with 6 and 10 cm in size with their leaves cut in half; D: Afi - Mini-cuttings apical with 6 and 10 cm in size with only the lower pair of leaves halved; E: Afs - Mini-cuttings apical with 6 and 10 cm in size with upper and F: Asf - Mini-cuttings apical 6 and 10 cm in size without the sheets. (Bar = 1 cm).

3. Resultados

De forma geral, os clones avaliados responderam de maneira diferente aos padrões de miniestacas e à época do ano (Tabela 2). Para o verão, observou-se interação significativa apenas para o enraizamento na saída da casa de vegetação (ECS), já no inverno, observou-se interação significativa ($P < 0,05$) para quase todas as características avaliadas exceto para sobrevivência na saída da casa de sombra (SCS), altura (ALT) e peso de massa seca da raiz (PSRA).

As miniestacas sem folhas foram as que apresentaram as menores taxas de sobrevivência e de enraizamento na saída da casa de vegetação e da casa de sombra, tanto para o verão quanto para o inverno (Tabela 3). Para os demais tipos de

miniéstacas, a sobrevivência na saída da casa de vegetação e da casa de sombra foi mais elevada para as duas épocas avaliadas, sendo que as miniéstacas apicais com manutenção somente das folhas novas (apicais) foram as que apresentaram valores mais baixos em relação a algumas características avaliadas.

Para o enraizamento na saída da casa de vegetação e da casa de sombra, foram observados em média valores inferiores para as miniéstacas sem folhas (Asf) e com somente as folhas superiores (Asf) superiores. As miniéstacas Afi tiveram maior taxa de enraizamento em relação àquelas com somente as folhas superiores (Afs), principalmente no verão, não sendo necessariamente verdadeiro para o inverno. Os valores observados para o enraizamento no verão foram maiores do que no inverno para todos os clones, para a maioria dos tipos de miniéstacas, com exceção das miniéstacas Afs e para o clone C4, que obteve melhores resultados de enraizamento na saída da casa de vegetação no inverno, em comparação com o verão.

Observou-se queda da sobrevivência das miniéstacas do clone C2 da casa de sombra para área a pleno sol nas duas épocas de estudo e para o clone C3 principalmente para as mudas produzidas no inverno. As mudas que tiveram as melhores taxas de sobrevivência foram aquelas produzidas por miniéstacas ASR, $AR_{1/3}$, $AR_{1/2}$ e Afi (Tabela 4).

As mudas produzidas no verão apresentaram altura média superior em relação às mudas produzidas no inverno (Tabela 4). As mudas provenientes das miniéstacas ASR, $AR_{1/2}$ e $AR_{1/3}$ apresentaram, em geral, resultados superiores em altura, mostrando, também, superioridade para as miniéstacas confeccionadas com 10 cm de comprimento. Para a característica diâmetro do colo, foi seguida a mesma tendência observada para a altura.

Os tipos de miniéstacas que proporcionaram maior produção de massa seca seguiram a tendência observada para altura e diâmetro avaliadas a pleno sol, destacando-se a não redução das folhas, a redução da metade da folha e a redução de um terço do tamanho da miniéstaca.

Tabela 2 – Resultados da análise de variância das características de sobrevivência e enraizamento das miniestacas na saída da casa de vegetação (SCV e ECV) (20 dias após o estaqueamento) e na saída da casa de sombra (SCS e ECS) (30 dias após o estaqueamento), sobrevivência (SPS), altura (Alt), diâmetro do colo (DC) na área a pleno sol (50 dias após o estaqueamento), peso de massa seca da parte aérea (PSPA) e do sistema radicular (PSRA) (61 dias após o estaqueamento), em função de doze padrões de miniestacas, dos cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no período de verão e inverno.

Table 2 - Results of analysis of variance of survival and rooting of the mini-cuttings in the greenhouse (SCV and ECV) (20 days after the staking) and the output of the shade (SCS and ECS) (30 days after the staking), survival (SPS), time (Alt), diameter (DC) in the full sun (50 days after staking), dry weight of shoots (PSPA) and root (PSRA) (61 days after the staking), on the basis of twelve patterns of mini-cuttings of the five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* in summer and winter.

Fontes de variação	Quadrados médios - Verão									
	GL	SCV (%)	ECV (%)	SCS (%)	ECS (%)	SPS (%)	ALT (cm)	DC (mm)	PSPA (g)	PSRA (g)
Bloco	3	786,90	922,80	162,30	205,20	245,40	81,06	0,34	0,02	0,21
Clone (C)	4	334,50 ^{ns}	3616,60*	581,90*	1309,40*	3066,10*	97,66*	0,82*	0,12 ^{ns}	0,06*
Tipos de miniestacas (T)	11	16220,60*	17740,30*	22694,90*	21244,50*	22840,20*	1423,00*	13,81*	2,76*	0,50*
C*T	44	128,70 ^{ns}	359,00 ^{ns}	202,70 ^{ns}	396,40*	236,90 ^{ns}	18,99 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	177	216,90	323,10	152,10	267,80	165,60	17,41	0,13	0,06	0,01
Média Geral	-	84,04	52,94	76,95	65,29	69,50	15,27	1,68	0,86	0,37
CV _{exp} (%)	-	17,52	33,94	16,02	25,07	18,51	20,33	16,54	28,67	28,69

Fontes de variação	Quadrados médios - Inverno									
	GL	SCV (%)	ECV (%)	SCS (%)	ECS (%)	SPS (%)	ALT (cm)	DC (mm)	PSPA (g)	PSRA (g)
Bloco	3	320,80	1516,60	83,80	1290,70	2113,10	21,310	0,03	0,13	0,02
Clone C	4	274,30*	9653,50*	108,60 ^{ns}	7885,00*	3559,60*	11,08 ^{ns}	0,48*	0,10*	0,03*
Tipos de miniestacas (T)	11	13392,10*	13401,10*	17641,80*	15749,50*	158790,00*	418,65*	5,58*	0,94*	0,18*
C x (T)	44	124,30*	701,30*	109,70 ^{ns}	564,30*	478,80*	6,61 ^{ns}	0,12*	0,02*	0,00 ^{ns}
Resíduo	177	69,20	189,40	85,50	156,00	197,30	5,79	0,08	0,01	0,00
Média Geral	-	88,23	54,46	81,46	61,25	67,71	13,74	1,75	0,50	0,23
CV _{exp} (%)	-	9,43	25,27	11,35	20,38	20,74	17,51	16,13	24,48	25,48

“ns” e “*” = não-significativo e significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3 – Enraizamento na saída da casa de vegetação (ECV) (20 dias após o estaqueamento) e da casa de sombra (ECS) (30 dias após o estaqueamento), sobrevivência na saída da casa de vegetação (SCV) e casa de sombra (SCS) de 12 diferentes padrões de miniestacas no verão e inverno de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Table 3 - Rooting out in the greenhouse (ECV) (20 days after the staking) and a shade house (ECS) (30 days after the staking), survival in the output of greenhouse (SCV) and the shade (SCS) of 12 different patterns in summer and winter of five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Clone	Tipos de miniestacas	Verão				Inverno			
		SCV (%)	ECV (%)	SCS (%)	ECS (%)	SCV (%)	ECV (%)	SCS (%)	ECS (%)
C1	6 ASR	100,0 A	82,8 A	98,4 A	92,2 A	98,4 A	92,2 A	93,8 A	92,2 A
	10 ASR	100,0 A	93,8 A	98,4 A	96,9 A	100,0 A	86,0 A	96,9 A	87,5 A
	6 AR _{1/3}	100,0 A	81,3 A	98,4 A	95,3 A	100,0 A	84,4 A	95,3 A	89,1 A
	10 AR _{1/3}	100,0 A	93,8 A	100,0 A	98,4 A	100,0 A	87,5 A	95,3 A	90,6 A
	6 AR _{1/2}	100,0 A	85,9 A	100,0 A	95,3 A	100,0 A	79,7 A	93,8 A	82,8 A
	10 AR _{1/2}	100,0 A	95,3 A	98,4 A	95,3 A	100,0 A	70,4 A	89,1 A	76,6 A
	6 Afi	100,0 A	89,1 A	100,0 A	92,2 A	100,0 A	82,8 A	98,4 A	89,1 A
	10 Afi	100,0 A	81,3 A	100,0 A	89,1 A	100,0 A	82,9 A	92,2 A	84,4 A
	6 Afs	95,3 A	57,8 A	85,9 A	70,3 B	98,4 A	81,3 A	93,8 A	84,4 A
	10 Afs	95,3 A	42,2 B	84,4 A	54,7 B	100,0 A	92,2 A	100,0 A	93,8 A
	6 Asf	21,9 B	0,0 C	7,8 B	1,6 C	25,0 B	3,1 B	12,5 B	6,3 B
	10 Asf	40,6 B	0,0 C	12,5 B	3,1 C	25,0 B	0,0 B	15,6 B	0,0 B
C2	6 ASR	100,0 A	59,4 A	93,8 A	82,8 A	100,0 A	57,8 A	98,4 A	64,1 B
	10 ASR	100,0 A	76,6 A	96,9 A	89,1 A	100,0 A	78,1 A	93,8 A	81,3 A
	6 AR _{1/3}	100,0 A	51,6 A	98,4 A	89,1 A	98,4 A	25,0 B	85,9 A	35,9 C
	10 AR _{1/3}	100,0 A	78,1 A	95,3 A	85,9 A	100,0 A	64,1 A	93,8 A	67,2 A
	6 AR _{1/2}	92,2 A	70,3 A	90,6 A	76,6 A	100,0 A	23,4 B	98,4 A	29,7 C
	10 AR _{1/2}	100,0 A	87,5 A	100,0 A	90,6 A	100,0 A	53,1 A	93,8 A	60,9 B
	6 Afi	95,3 A	62,5 A	93,8 A	75,0 A	100,0 A	37,5 B	98,4 A	48,4 B
	10 Afi	89,1 A	64,1 A	87,5 A	67,2 A	100,0 A	67,2 A	96,9 A	73,4 A
	6 Afs	85,9 A	10,9 B	43,8 C	21,9 B	98,4 A	17,2 B	82,8 A	29,7 C
	10 Afs	93,8 A	20,3 B	62,5 B	25,0 B	98,4 A	50,0 A	89,1 A	57,8 B
	6 Asf	15,6 B	12,5 B	0,0 D	14,1 B	28,1 C	1,6 C	17,2 B	0,0 D
	10 Asf	23,4 B	0,0 B	4,7 D	0,0 B	45,3 B	1,6 C	25,0 B	3,1 D
C3	6 ASR	96,9 A	64,1 A	90,6 A	75,0 B	100,0 A	42,2 B	95,3 A	51,6 B
	10 ASR	100,0 A	70,3 A	100,0 A	89,1 A	98,4 A	53,1 A	92,2 A	64,1 A
	6 AR _{1/3}	100,0 A	82,8 A	95,3 A	87,5 A	100,0 A	35,9 B	93,8 A	45,3 B
	10 AR _{1/3}	100,0 A	76,6 A	98,4 A	100,0 A	100,0 A	51,6 A	95,3 A	56,3 B
	6 AR _{1/2}	100,0 A	68,8 A	98,4 A	89,1 A	100,0 A	57,8 A	100,0 A	67,2 A
	10 AR _{1/2}	100,0 A	71,9 A	93,8 A	92,2 A	100,0 A	68,8 A	100,0 A	75,0 A
	6 Afi	98,4 A	39,1 B	95,3 A	62,5 B	100,0 A	34,4 B	95,3 A	46,9 B
	10 Afi	100,0 A	46,9 B	95,3 A	78,1 B	100,0 A	56,3 A	93,8 A	68,8 A
	6 Afs	92,2 A	20,3 C	78,1 B	48,4 C	95,3 A	39,1 B	85,9 A	50,0 B
	10 Afs	89,1 A	10,9 C	62,5 B	29,7 C	98,4 A	54,7 A	87,5 A	64,1 A
	6 Asf	25,0 B	0,0 C	3,1 C	0,0 D	45,3 B	0,0 C	28,1 B	1,6 C
	10 Asf	18,8 B	0,0 C	4,7 C	0,0 D	53,1 B	3,1 C	28,1 B	6,3 C
C4	6 ASR	100,0 A	78,1 A	98,4 A	85,9 A	100,0 A	75,0 A	98,4 A	82,8 A
	10 ASR	100,0 A	79,7 A	100,0 A	87,5 A	98,4 A	85,9 A	92,2 A	87,5 A
	6 AR _{1/3}	96,9 A	64,1 A	96,9 A	87,5 A	100,0 A	84,4 A	96,9 A	92,2 A
	10 AR _{1/3}	100,0 A	68,8 A	93,8 A	89,1 A	95,3 A	62,5 A	75,0 B	68,8 A
	6 AR _{1/2}	100,0 A	81,3 A	100,0 A	95,3 A	100,0 A	84,4 A	98,4 A	89,1 A
	10 AR _{1/2}	95,3 A	81,3 A	89,1 A	79,7 A	100,0 A	90,6 A	96,9 A	92,2 A
	6 Afi	96,9 A	73,4 A	93,8 A	82,8 A	100,0 A	81,3 A	96,9 A	90,6 A
	10 Afi	87,5 A	71,9 A	84,4 A	79,7 A	100,0 A	82,8 A	98,4 A	95,3 A
	6 Afs	90,6 A	32,8 B	84,4 A	56,3 B	95,3 A	82,8 A	92,2 A	84,4 A
	10 Afs	67,2 B	34,4 B	62,5 B	43,8 C	96,9 A	73,4 A	87,5 A	87,5 A
	6 Asf	12,5 C	0,0 C	4,7 C	1,6 D	9,4 B	0,0 B	7,8 C	1,6 B
	10 Asf	20,3 C	1,6 C	12,5 C	0,0 D	20,3 B	6,3 B	9,4 C	6,3 B
C5	6 ASR	100,0 A	64,1 A	96,9 A	90,6 A	100,0 A	81,3 A	96,9 A	92,2 A
	10 ASR	100,0 A	76,6 A	96,9 A	85,9 A	100,0 A	84,4 A	96,9 A	90,6 A
	6 AR _{1/3}	100,0 A	39,1 B	98,4 A	79,7 A	100,0 A	46,9 B	100,0 A	71,9 B
	10 AR _{1/3}	100,0 A	64,1 A	93,8 A	68,8 A	100,0 A	64,1 B	92,2 A	76,6 B
	6 AR _{1/2}	100,0 A	70,3 A	90,6 A	90,6 A	100,0 A	65,6 B	100,0 A	84,4 A
	10 AR _{1/2}	92,2 A	73,4 A	98,4 A	92,2 A	100,0 A	76,6 A	98,4 A	87,5 A
	6 Afi	100,0 A	53,1 A	100,0 A	70,3 A	100,0 A	71,9 A	100,0 A	78,1 B
	10 Afi	100,0 A	68,8 A	100,0 A	84,4 A	100,0 A	76,6 A	100,0 A	87,5 A
	6 Afs	70,3 B	14,1 C	50,0 C	20,3 C	96,9 A	20,3 C	79,7 B	37,5 C
	10 Afs	81,3 B	31,3 B	68,8 B	51,6 B	95,3 A	53,1 B	89,1 B	60,9 B
	6 Asf	26,6 C	1,6 C	18,8 D	7,8 C	28,1 C	0,0 D	18,8 C	0,0 D
	10 Asf	35,9 C	4,7 C	17,2 D	31,3 C	51,6 B	1,6 D	20,3 C	4,7 D

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna dentro de cada clone, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ASR - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com as folhas inteiras (sem redução); AR_{1/3} - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas para 1/3 do tamanho da miniestaca; AR_{1/2} - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas pela metade; Afi - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente o par de folhas inferior reduzida pela metade; Afs - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente superiores; Asf - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho sem as folhas.

Tabela 4 – Sobrevivência a pleno sol (SPS), altura (Alt), diâmetro do colo (DC) (50 dias após o estaqueamento), peso de massa seca da parte aérea (PSPA) e peso de massa seca da raiz (PSRA) (61 dias após o estaqueamento) de 12 tipos de miniestacas no verão e inverno de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Table 4 - Survival full sun (SPS), height (Alt), stem diameter (DC) (50 days after staking), dry weight of shoots (PSPA) and dry weight of root (PSRA) (61 days after staking) of 12 patterns of mini-cuttings in summer and winter of five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Clone	Tipos de miniestacas	Verão					Inverno				
		SPS (%)	Alt (cm)	DC (mm)	PSPA (g)	PSRA (g)	SPS (%)	Alt (cm)	DC (mm)	PSPA (g)	PSRA (g)
C1	6 ASR	95,3 A	24,9 A	2,8 A	0,9 A	0,5 A	92,2 A	18,1 A	2,3 A	0,6 A	0,4 A
	10 ASR	93,8 A	29,1 A	3,0 A	1,0 A	0,5 A	89,1 A	19,9 A	2,4 A	0,7 A	0,4 A
	6 AR _{1/3}	92,2 A	23,1 A	2,7 A	1,1 A	0,4 A	81,3 A	16,1 A	2,3 A	0,6 A	0,3 A
	10 AR _{1/3}	96,9 A	25,2 A	2,9 A	1,0 A	0,5 A	92,2 A	17,2 A	2,2 A	0,6 A	0,3 A
	6 AR _{1/2}	98,4 A	26,1 A	2,7 A	1,0 A	0,4 A	84,4 A	13,4 B	2,1 A	0,5 A	0,3 A
	10 AR _{1/2}	93,8 A	27,0 A	3,0 A	1,2 A	0,6 A	73,4 A	15,4 B	2,2 A	0,6 A	0,3 A
	6 Afi	98,4 A	22,9 A	2,5 A	0,9 A	0,4 A	90,6 A	12,3 B	1,9 A	0,4 A	0,2 B
	10 Afi	100,0 A	22,5 A	2,4 A	1,0 A	0,4 A	84,4 A	14,6 B	2,1 A	0,6 A	0,3 B
	6 Afs	78,1 B	22,6 A	2,6 A	1,0 A	0,5 A	89,1 A	14,5 B	2,1 A	0,7 A	0,4 A
	10 Afs	65,6 B	20,7 A	2,6 A	0,9 A	0,4 A	87,5 A	16,6 A	2,3 A	0,7 A	0,3 A
	6 Asf	1,6 C	3,0 B	0,5 C	0,1 B	0,1 B	3,1 B	2,5 C	0,4 B	0,0 B	0,0 D
	10 Asf	9,4 C	8,8 B	1,2 B	0,1 B	0,1 B	7,8 B	4,3 C	0,4 B	0,0 B	0,1 C
C2	6 ASR	73,4 A	22,4 A	2,7 A	1,1 A	0,4 A	76,6 A	15,9 B	2,2 A	0,9 A	0,3 A
	10 ASR	73,4 A	25,2 A	2,8 A	1,1 A	0,5 A	87,5 A	19,9 A	2,4 A	0,9 A	0,3 A
	6 AR _{1/3}	87,5 A	20,1 B	2,5 A	0,8 A	0,3 A	45,3 B	11,4 C	1,8 B	0,6 B	0,3 A
	10 AR _{1/3}	81,3 A	23,8 A	2,8 A	1,0 A	0,4 A	59,4 B	18,7 A	2,4 A	0,8 A	0,4 A
	6 AR _{1/2}	71,9 A	24,6 A	2,6 A	1,1 A	0,4 A	59,4 B	11,4 C	1,8 B	0,5 B	0,2 B
	10 AR _{1/2}	89,1 A	26,7 A	2,8 A	1,1 A	0,4 A	78,1 A	15,9 B	2,1 A	0,8 A	0,3 A
	6 Afi	70,3 A	18,7 B	2,1 B	0,8 A	0,3 A	81,3 A	10,8 C	1,8 B	0,4 B	0,2 B
	10 Afi	76,6 A	22,4 A	2,7 A	1,0 A	0,4 A	85,9 A	15,9 B	2,0 A	0,7 A	0,3 A
	6 Afs	25,0 B	14,0 B	2,0 B	0,5 B	0,2 B	50,0 B	10,8 C	1,9 B	0,5 B	0,2 B
	10 Afs	29,7 B	22,4 A	2,5 A	0,9 A	0,4 A	73,4 A	16,2 B	2,1 A	0,7 A	0,3 A
	6 Asf	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C	9,4 C	4,1 D	0,4 C	0,1 C	0,0 C
	10 Asf	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C	12,5 C	5,2 D	0,5 C	0,0 C	0,0 C
C3	6 ASR	84,4 A	24,9 A	2,5 A	1,2 A	0,4 A	59,4 B	16,8 A	2,0 A	0,7 A	0,3 A
	10 ASR	95,3 A	29,9 A	2,7 A	1,2 A	0,5 A	65,6 A	19,0 A	2,0 A	0,8 A	0,3 A
	6 AR _{1/3}	90,6 A	26,5 A	2,6 A	1,2 A	0,5 A	45,3 B	11,8 B	1,7 A	0,5 B	0,2 A
	10 AR _{1/3}	89,1 A	28,5 A	2,7 A	1,1 A	0,5 A	46,9 B	16,5 A	1,9 A	0,5 B	0,3 A
	6 AR _{1/2}	95,3 A	27,1 A	2,5 A	1,1 A	0,5 A	79,7 A	14,3 B	1,8 A	0,7 A	0,2 A
	10 AR _{1/2}	87,5 A	29,6 A	2,6 A	1,4 A	0,5 A	78,1 A	19,1 A	2,0 A	0,7 A	0,3 A
	6 Afi	87,5 A	23,3 B	2,2 A	1,0 B	0,4 B	68,8 A	12,5 B	1,6 A	0,5 B	0,2 A
	10 Afi	81,3 A	25,2 A	2,5 A	0,8 B	0,3 B	76,6 A	15,7 A	1,6 A	0,6 B	0,2 A
	6 Afs	54,7 B	20,0 B	2,2 A	0,9 B	0,4 B	62,5 A	13,7 B	1,7 A	0,4 B	0,2 A
	10 Afs	43,8 C	18,7 B	2,0 A	0,8 B	0,4 B	73,4 A	16,3 A	1,9 A	0,5 B	0,3 A
	6 Asf	1,6 D	3,1 C	0,4 B	0,1 C	0,0 C	6,3 C	3,8 D	0,7 B	0,0 C	0,0 B
	10 Asf	1,6 D	3,2 C	0,4 B	0,1 C	0,1 C	20,3 C	8,9 C	1,0 B	0,1 C	0,1 B
C4	6 ASR	95,3 A	26,4 A	2,6 A	1,1 A	0,5 A	92,2 A	15,6 B	2,1 A	0,6 A	0,3 A
	10 ASR	95,3 A	28,3 A	2,6 A	1,3 A	0,6 A	89,1 A	20,4 A	2,1 A	0,6 A	0,3 A
	6 AR _{1/3}	96,9 A	24,8 A	2,4 A	1,1 A	0,4 A	96,9 A	14,9 B	1,9 A	0,5 B	0,3 A
	10 AR _{1/3}	92,2 A	26,4 A	2,7 A	1,1 A	0,4 A	68,8 B	17,7 A	1,9 A	0,5 A	0,3 A
	6 AR _{1/2}	98,4 A	26,2 A	2,5 A	1,0 A	0,5 A	95,3 A	13,2 B	1,7 A	0,4 B	0,2 A
	10 AR _{1/2}	85,9 A	27,8 A	2,5 A	1,1 A	0,5 A	90,6 A	19,0 A	2,0 A	0,7 A	0,3 A
	6 Afi	90,6 A	21,8 A	2,2 A	1,0 A	0,4 A	95,3 A	12,8 B	1,7 A	0,4 B	0,2 A
	10 Afi	82,8 A	23,7 A	2,4 A	0,9 A	0,4 A	98,4 A	16,0 B	1,7 A	0,5 B	0,3 A
	6 Afs	75,0 A	21,0 A	2,4 A	1,0 A	0,4 A	90,6 A	15,1 B	1,8 A	0,5 A	0,3 A
	10 Afs	51,6 B	22,9 A	2,3 A	1,0 A	0,4 A	71,9 B	16,0 B	1,9 A	0,5 B	0,3 A
	6 Asf	4,7 C	8,5 B	1,1 B	0,3 B	0,1 B	6,3 C	2,9 D	0,4 C	0,1 C	0,0 B
	10 Asf	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 B	0,0 B	9,4 C	7,8 C	1,0 B	0,1 C	0,1 B
C5	6 ASR	95,3 A	27,1 A	2,6 A	1,2 A	0,5 A	95,3 A	16,6 B	2,1 A	0,7 A	0,3 A
	10 ASR	95,3 A	28,4 A	2,8 A	1,3 A	0,6 A	92,2 A	20,1 A	2,2 A	0,8 A	0,3 A
	6 AR _{1/3}	98,4 A	21,6 B	2,3 A	0,9 A	0,4 A	87,5 A	12,3 C	1,8 A	0,4 B	0,2 B
	10 AR _{1/3}	87,5 A	26,3 A	2,7 A	1,3 A	0,5 A	79,7 A	15,3 B	2,0 A	0,6 B	0,3 A
	6 AR _{1/2}	85,9 A	22,7 B	2,5 A	1,0 A	0,4 A	93,8 A	13,2 C	1,8 A	0,5 B	0,2 B
	10 AR _{1/2}	98,4 A	27,2 A	2,7 A	1,2 A	0,5 A	92,2 A	18,1 A	2,0 A	0,7 A	0,3 B
	6 Afi	98,4 A	21,6 B	2,4 A	1,0 A	0,5 A	95,3 A	11,9 C	1,8 A	0,5 B	0,2 B
	10 Afi	100,0 A	23,6 B	2,4 A	1,1 A	0,4 A	95,3 A	15,4 B	2,0 A	0,7 A	0,3 B
	6 Afs	43,8 C	11,6 C	2,0 B	0,6 B	0,3 B	51,6 B	12,4 C	1,7 A	0,4 B	0,2 B
	10 Afs	65,6 B	17,6 B	2,1 B	0,6 B	0,3 B	82,8 A	15,3 B	1,9 A	0,6 B	0,3 A
	6 Asf	12,5 D	3,4 D	0,3 C	0,1 C	0,1 C	7,8 C	5,7 D	0,8 B	0,1 C	0,1 C
	10 Asf	6,3 D	6,0 D	0,5 C	0,2 C	0,1 C	7,8 C	7,8 D	0,9 B	0,1 C	0,1 C

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna dentro de cada clone, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ASR - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com as folhas inteiras (sem redução); AR_{1/3} - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas para 1/3 do tamanho da miniestaca; AR_{1/2} - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com suas folhas reduzidas pela metade; Afi - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente o par de folhas inferior reduzida pela metade; Afs - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho com somente superiores; Asf - Miniestaca apical com 6 e 10 cm de tamanho sem as folhas.

Durante todo o experimento, tanto no verão quanto no inverno, não houve incidência de doenças que comprometessem a produção de mudas. A produção comercial de mudas da empresa consistia na redução da metade da área foliar, mas, com os resultados positivos obtidos pela não redução foliar, a empresa conseguiu aumentar a produção diária por pessoa em cerca de 23%, passando de um rendimento operacional de 2.992 miniestacas/pessoa/dia para 3.696 miniestacas/pessoa/dia, respeitando os intervalos de descansos de 10 minutos a cada hora trabalhada.

4. Discussão

A resposta diferenciada dos clones aos diferentes padrões de miniestacas e à época do ano para a maioria das características avaliadas se deve, principalmente, à variação entre genótipos (FERREIRA et al., 2004; GOULART e XAVIER, 2008; SANTANA et al., 2010; BORGES et al., 2011).

O alto índice de sobrevivência obtido na saída da casa de vegetação para a maioria dos tipos de miniestacas confirmou os estudos realizados por Wendling e Xavier (2005) e Titon et al. (2003) para *Eucalyptus grandis* e por Goulart e Xavier (2008) para *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, o que evidencia um adequado controle das condições ambientais (temperatura e umidade) da casa de vegetação (ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001; BORGES et al., 2011).

As raízes observadas na extremidade inferior do tubete são um critério prático utilizado pelos viveiros florestais como indicativo do momento da retirada das mudas da casa de vegetação para levá-las para casa de sombra e posteriormente para o crescimento a pleno sol. Foi possível observar que a manutenção das folhas foi importante para o enraizamento, provavelmente, devido à produção de carboidratos resultantes da fotossíntese e de auxinas produzidas pelas folhas e gemas apicais, essenciais ao enraizamento (HARTMMAN et al., 2011; TAIZ e ZEIGER, 2006; XAVIER et al., 2009). Evidenciou-se com esse trabalho que a manutenção das folhas inferiores na miniestaca favoreceu o enraizamento em relação às folhas superiores, provavelmente devido à maior taxa fotossintética proporcionada pela maior área foliar, mesmo mantendo a gema apical, região relacionada à biossíntese de auxina (TAIZ e ZEIGER, 2006).

O maior enraizamento das estacas de 10 cm pode estar relacionado ao maior número de folhas presentes e maior resistência ao estresse ambiental, conforme foi

verificado para *Eucalyptus grandis* x *E. resinifera*, em que os melhores resultados de enraizamento foram obtidos para miniestacas com quatro pares de folhas (VENDEMIATTI et al., 2009). Em espécies lenhosas, a presença de folhas é fundamental para o enraizamento, o que pode ser observado por pesquisas com diferentes estacas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) (XAVIER et al., 2003), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (PACHECO e FRANCO, 2008) e oliveira (*Olea europaea* L.) (PIO et al., 2005).

A mortalidade observada durante a permanência na casa de sombra deu-se, principalmente, para aquelas miniestacas que não enraizaram ou que apresentaram sistema radicular pouco desenvolvido na saída da casa de vegetação, resultados semelhantes aos encontrados por Goulart e Xavier (2008). Esse fato mostra a importância de conhecer o tempo ótimo de permanência das miniestacas na casa de vegetação para que ocorra um adequado enraizamento (FERREIRA et al., 2004).

Os valores encontrados para sobrevivência das mudas produzidas pelas miniestacas ASR, AR_{1/2}, AR_{1/3} e Afi são considerados dentro da média, de acordo com a produção de mudas dessa espécie/clone nas empresas florestais (80 a 100% de sobrevivência), bem como estão de acordo também com os resultados encontrados por Santana et al. (2010) e Titon et al. (2003) para miniestacas de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, respectivamente.

A altura e o diâmetro do colo são características de fácil mensuração e suas avaliações não são destrutivas, tendo sido utilizados para estimar o padrão de qualidade das mudas nos viveiros florestais. As empresas florestais têm utilizado como critério de qualidade, altura média entre 15 e 30 cm e diâmetro do coleto superior a 2 mm para as principais espécies de *Eucalyptus* plantadas no país (XAVIER et al., 2009). Os padrões de miniestacas diferenciaram a resposta do crescimento em altura, sendo que as mudas produzidas no verão se enquadram nesses valores de padrão de qualidade de mudas com exceção das produzidas com as miniestacas Asf e Afi. Para o inverno, nota-se que as mudas que se enquadram nesse padrão de qualidade são as provenientes de miniestacas confeccionados com 10 cm de tamanho. Para o diâmetro do colo, no verão, todas as miniestacas com folhas estão dentro do padrão de qualidade estabelecidos por esses autores, somente a miniestaca 6Afs teve dimensão menor de 2,0 mm para o clone C2 e C5.

As mudas produzidas no inverno tiveram menor crescimento também em diâmetro do colo, provavelmente devido às menores temperatura e precipitação,

fatores que influenciam seu crescimento. A manutenção desses parâmetros de qualidade nas mudas tem sido considerada importante para aumentar a taxa de sobrevivência e do crescimento das plantas no campo (GOMES e PAIVA, 2004).

Neste trabalho, a não redução de folhas, a redução da metade das folhas e a redução de um terço do tamanho da miniestaca proporcionaram maior acúmulo de matéria seca na parte aérea. Trabalhos realizados por Santana et al. (2007) e Santana et al. (2010) com clones de *Eucalyptus urophylla* obtiveram resultados superiores em altura, peso de massa seca da parte aérea e peso de massa seca de raiz para a maioria dos clones estudados, quando mantiveram as folhas inteiras nas miniestacas.

O maior receio de utilizar miniestacas com folhas inteiras seria devido ao maior contato existente entre as folhas, conciliado com altas temperaturas e umidade no período de verão, que poderiam favorecer a presença de doenças, principalmente, na casa de vegetação (ALFENAS et al., 2009). No entanto, não foram observadas doenças nesse trabalho. O alto índice de sobrevivência na casa de vegetação e de sombra mostrou que não houve redução da eficiência da irrigação sobre as miniestacas com folhas inteiras, ou seja, efeito guarda-chuva, e nem transpiração excessiva, confirmando o trabalho realizado por Santana et al. (2010).

A manutenção das folhas inteiras para todos os clones aqui estudados mostrou-se um procedimento adequado para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*, concordando com Santana et al. (2010). As miniestacas ASR, AR_{1/3} e AR_{1/2} apresentaram resultados semelhantes para maioria dos clones e épocas do ano. No entanto, pensando na praticidade operacional e na produtividade, a confecção de miniestacas sem redução (ASF) torna-se um procedimento adequando, pois há redução dos movimentos repetitivos para o corte das folhas, conseguindo reduzir os custos com sua produção, uma vez que a confecção de miniestacas é considerada uma das etapas mais onerosas na produção de mudas clonais (LEITE et al., 2005). Apesar de a miniestaca com redução de 1/3 do tamanho da miniestaca ter apresentado resultados positivos para algumas variáveis, ela não é uma técnica adequada pela dificuldade e demora em sua confecção.

5. Conclusão

Diferentes padrões de miniestacas influenciam a produção de mudas quanto ao enraizamento e sobrevivência das mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. A

manutenção das folhas é importante para o enraizamento e sobrevivência de miniestacas, destacando-se a não redução foliar das miniestacas, devido, principalmente, à praticidade operacional. As mudas produzidas no verão e aquelas confeccionadas com 10 cm de tamanho apresentaram melhor crescimento.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudo, e à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), pelo apoio financeiro e de infra-estrutura.

7. Referências bibliográficas

ALFENAS, A.C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 500p.

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: WALTER, C.; CARSON, M. **Plantation forest biotechnology for the 21th century**. Kerala, India: Research Signposts, 2004. p. 303-333.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.425-434, 2011.

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.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais – propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116 p.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de miniestacas 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.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New York: Englewood Clippis, 2011. 900 p.

HIGASHI, E. N., SILVEIRA, R. L. A. GONÇALVES, A. N. Evolução do jardim clonal de eucalipto para produção de mudas. **IPEF**, v.24, n.148, 2000.

LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, C. A. B.; PAULA, R. A.; PIRES, I. E.; SILVA, M. L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

NOGUEIRA, A. M.; CHALFUN, N. J.; DUTRA, L. F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. Comunicação, **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 914-920, 2007.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1900-1906, 2008.

PIO, R.; BASTOS, D. C.; BERTI, A. J.; SCARPE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ENTELMANN, F. A.; ALVES, A. S. R.; BETTIOL NETO, J. E. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

SANTANA, R.C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of *Eucalyptus* seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010.

SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.C.; NOGUEIRA, G. S.; BARROS FILHO, N. F.; OLIVEIRA, M. N. S.; SOUZA, C. M. P.; SILVA, M. P.; GRAZZIOTTI, P. H. Influência da área foliar na produção de matéria seca de mudas de miniestacas de eucalipto. **XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Gramado, RS, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista, Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.1-7, 2003.

VENDEMIATTI, A.; GONÇALVES, A. N.; FREITA, A. S.; GONÇALVES, E. L.; MIRANDA, F. T. S. Efeitos da área foliar no enraizamento de miniestacas em híbridos de eucalipto. **XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, Fortaleza, 2009, 2p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272 p.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. S.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na Propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.351-356, 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e de miniestaca seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 921-930, 2005.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. Relações entre épocas do ano e diferentes concentrações de ácido indol-butírico no enraizamento de estacas de *Eucalyptus grandis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 42, p. 71-80, 2001.

**Substratos e padrões de miniestacas na produção de mudas clonais de
Eucalyptus grandis x *E. urophylla***

Resumo: Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de dois padrões de miniestacas e quatro tipos de substratos na produção de mudas de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 5 x 2 (quatro substratos: VC = 50% vermiculita de granulometria média e 50% casca de arroz carbonizada; CVF = 40% vermiculita de granulometria média, 40% de casca de arroz carbonizada e 20% de fibra de coco; VC1V = 50% de vermiculita de granulometria média, 50% casca de arroz carbonizada com uma camada de 1 cm de vermiculita de granulometria média na superfície; e CO = substrato à base de composto orgânico com origem de casca de pinus; cinco clones: C1 a C5 e dois padrões de miniestacas: SR = sem redução e CR = com redução foliar. Na casa de vegetação e de sombra, foram feitas avaliações de sobrevivência e enraizamento, enquanto na área a pleno sol, foram avaliados a sobrevivência, altura, diâmetro do colo e a relação Alt/DC. Foi possível concluir que as miniestacas sem redução foliar e os substratos formados por vermiculita e casca de arroz carbonizada foram apropriados para a produção de mudas para os clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* testados.

Palavras-chave: Propagação clonal, miniestaquia e enraizamento.

**Substrates and patterns of mini-cuttings in the production of seedlings of
Eucalyptus grandis x *E. urophylla***

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of two patterns of mini-cuttings and four types of substrates on production of seedlings of five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. The experimental design blocks randomized in a factorial 4 x 5 x 2, (four substrates: VC = 50 % of vermiculite average particle size and 50 % bark rice hulls; CVF = 40 % of vermiculite average particle size, 40% bark carbonized rice and 20% coconut fiber; VC1V = 50 % of vermiculite average particle size and 50 % bark rice hulls with a 1 cm layer of vermiculite on the surface of an average particle

size; and CO = substrate-based organic compound originating from pine bark); five clones: C1 to C5 and two patterns of cuttings: SR = without reduction and CR = with reduced leaf. In greenhouse and shade were evaluated for survival and rooting, while in a in full sun, survival, height, stem diameter and the relationship Alt/DC were evaluated. It was concluded that mini-cuttings without reducing leaf and substrates formed by vermiculite and carbonized rice hulls were suitable for the production of seedlings to clones of *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla*.

Keywords: Clonal propagation, mini-cutting technique and rooting.

1. Introdução

A técnica de miniestaquia tem sido a mais utilizada para produção comercial de mudas clonais do gênero *Eucalyptus*, no Brasil. A miniestaquia é uma evolução da técnica de estaquia (XAVIER et al., 2009; ALFENAS et al., 2009) diferenciada pela origem da coleta dos propágulos, tamanho reduzido dos propágulos vegetativos, a não necessidade de aplicação de reguladores de crescimento, além de apresentar maior produtividade e maior taxa de enraizamento.

Entre os fatores que influenciam a rizogênese e o sucesso da produção de mudas pela técnica de miniestaquia, podem-se destacar o genótipo, o tipo de estaca, a presença de gemas e/ou folhas, injúrias, substrato, entre outros. Quanto à produção de mudas por miniestaquia, ela tem sido feita com propágulos vegetativos variando entre 4 a 8 cm de comprimento, com dois pares de folhas reduzidas à metade ou proporcionalmente ao tamanho da estaca (XAVIER et al., 2009).

A presença das folhas, ou proporções delas, é essencial para o processo de enraizamento das miniestacas devido à produção de carboidratos resultantes da fotossíntese que fornece energia a esse processo (HARTMANN et al., 2011). A redução das folhas das miniestacas tem sido utilizada com o intuito de reduzir a transpiração excessiva das folhas e o efeito guarda-chuva (ALFENAS et al., 2009). No entanto, Santana et al. (2010) demonstraram que a não redução das folhas é um procedimento adequado à produção de mudas de *Eucalyptus* por miniestaquia por conseguir resultados superiores em altura, peso de massa seca da parte aérea e peso de massa seca da raiz e não causar o efeito guarda-chuva.

Para Leite et al. (2005), a confecção das miniestacas é a fase mais onerosa para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*, baseando nos resultados encontrados por Santana et al. (2010), eles mostram ser possível reduzir significativamente os custos na produção de mudas pelo aumento da produção de miniestacas, além de reduzir os movimentos repetitivos executados quando se faz a redução das folhas.

Quanto ao substrato, sua escolha depende de vários fatores como a disponibilidade, custo de aquisição (DUTRA et al., 2012) e características químicas e físicas que favoreçam o crescimento das mudas. Para a utilização de tubetes como recipientes de produção de mudas, o substrato deve ser formado por material de fácil manuseio durante a operação de preenchimento dos recipientes, não ser excessivamente poroso para que não haja perda por drenagem através do furo antes da formação do sistema radicular e deve conservar a umidade para compensar o reduzido volume (YAMAZOE e BÔAS, 2003).

Segundo Alfenas et al. (2009), os substratos utilizados com maior frequência para produção de mudas de *Eucalyptus* são à base de casca de arroz carbonizada, composto de casca de *Eucalyptus* ou de *Pinus*, misturados com vermiculita, em diferentes proporções. Como alternativa, são feitas a combinação da vermiculita com outros componentes como a casca de arroz e a fibra de coco e a complementação com adubação adequada do substrato.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de dois padrões de miniestacas e quatro substratos na produção de mudas de cinco clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro da empresa Celulose Nipo-brasileiro S.A. – Cenibra (19°18'23''S e 42°22'46''O), localizado no município de Belo Oriente – MG, no período de março a maio de 2011. A precipitação no período de condução do experimento foi de 229,8 mm, com temperatura média do ar de 22,8 °C, sendo a mínima de 11,9 °C e a máxima de 32,7 °C, e a umidade relativa média do ar foi de 82,1 % em condições naturais.

Foram utilizados cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1, C2, C3, C4 e C5). Foi utilizado um fatorial 4 x 5 x 2, constituído de quatro tipos de

substratos, cinco clones (C1 a C5) e dois padrões de miniestacas, dispostos em um delineamento em blocos casualizados, em 4 repetições com 16 miniestacas por repetição. Os substratos testados foram: 50% vermiculita de granulometria média e 50% casca de arroz carbonizada (VC); 40% vermiculita de granulometria média, 40% de casca de arroz carbonizada e 20% de fibra de coco (CVF); 50% de vermiculita de granulometria média, 50% casca de arroz carbonizada com uma camada de 1 cm de vermiculita de granulometria média na superfície (VC1V); e o substrato comercial à base de composto orgânico com origem de casca de Pinus (CO). Foram utilizadas miniestacas com redução da metade da área foliar (CR) e sem redução foliar (SR).

As miniestacas foram coletadas em minijardim clonal constituído por canaletas suspensas de alvenaria, preenchidas com brita número 2 no fundo e areia lavada até a borda, instalado sob um sistema de cobertura retrátil. As minicepas foram produzidas por meio do enraizamento de miniestacas. Após o plantio das minicepas nas canaletas, elas tiveram seus ápices podados a uma altura de 10 cm, fornecendo, a partir daí, as miniestacas para a condução do experimento.

A irrigação e a fertilização mineral do minijardim clonal foram feitas utilizando um sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, acionado 3 a 4 vezes por dia, de acordo com a temperatura do dia, variando de 0 em dias frios a 7 mm m⁻² dia⁻¹ em dias muito quentes, por um período de 6 minutos. A solução nutritiva foi composta por nitrato de cálcio (0,92 g L⁻¹), cloreto de potássio (0,24 g L⁻¹), nitrato de potássio (0,14 g L⁻¹), fosfato monoamônio (0,10 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,36 g L⁻¹), hidróferro (0,04 g L⁻¹), ácido bórico (2,80 mg L⁻¹), sulfato de zinco (0,48 mg L⁻¹), sulfato de manganês (1,12 mg L⁻¹), sulfato de cobre (0,10 mg L⁻¹) e molibdato de sódio (0,04 mg L⁻¹). O excesso da solução nutritiva era drenada para o fundo da canaleta e retornava, por meio de um sistema de tubulações, para a caixa de armazenamento da solução, monitorada regularmente e trocada a cada sete dias. Diariamente, eram monitorados a Ec (condutividade elétrica) e o pH da solução, visando a manter a Ec entre 1,0 e 1,5 mS cm⁻¹ e o pH da solução entre 5,5 e 6,5.

As miniestacas foram confeccionadas de acordo com os tratamentos testados (SR e CR) com tamanho de 8 a 10 cm e estaqueadas em tubetes com 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade, previamente desinfestados em água quente a 70°C/1 minuto, contendo os substratos testados (VC, VCF, VC1V e CO). A

adubação foi constituída por 7,0 kg/m³ de superfosfato simples, 0,695 kg/m³ de sulfato de amônio, 0,208 kg/m³ de cloreto de potássio, 0,014 kg/m³ de sulfato de zinco, 0,014 kg/m³ de sulfato de cobre, 0,014 kg/m³ de sulfato de manganês e 0,021 kg/m³ de ácido bórico.

O tempo de permanência das miniestacas em casa de vegetação climatizada (umidade relativa do ar \geq 80% e temperatura entre 20 e 30 °C) foi de 20 dias, posteriormente aclimatadas em casa de sombra com 50% de sombreamento durante 10 dias e transferidas para área de pleno sol até completar 50 dias de idade.

As características avaliadas foram sobrevivência (SOB%) e enraizamento (ENR%) na saída da casa de vegetação (20 dias de idade) e na saída da casa de sombra (30 dias) pela observação da emissão das raízes na extremidade inferior do tubete, e sobrevivência (SPS), altura (Alt) e diâmetro do colo (DC) na área a pleno sol (50 dias de idade).

Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software STATISTICA 7.

3. Resultados

Com base nos resultados da análise de variância das características avaliadas, não foi observado efeito significativo, pelo teste F ($P < 0,05$), da interação "Clone x Substrato x Padrão de Miniestacas" para nenhuma característica avaliada (Tabela 1). No entanto, a interação "Clone x Padrão de Miniestacas" apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para as características SCV, ECS, SPS, ALT e Alt/DC, assim como a interação "Clone x Substrato" também apresentou efeito significativo para ECV e SCS.

A sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação foi superior a 92,2% para os clones C1, C3 e C4, não apresentando diferença estatística entre os tratamentos. Para os clones C2 e C5, os menores valores da taxa de sobrevivência foram de 73,4% e 74,2% para miniestacas confeccionadas com redução da área foliar e estaqueadas nos substrato VC1V e VC, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1 – Resultados da análise de variância das características de sobrevivência e enraizamento das miniestacas na saída da casa de vegetação (SCV e ECV) (20 dias após o estaqueamento) e na saída da casa de sombra (SCS e ECS) (30 dias após o estaqueamento), sobrevivência (SPS), altura (Alt), diâmetro do colo (DC) na área a pleno sol (50 dias após o estaqueamento) e relação altura/diâmetro do colo (Alt/DC), em função de quatro substratos, e dois padrões de miniestacas em cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Table 1 - Results of the analysis of variance of survival and rooting of the shoots off the greenhouse (SCV e ECV) (20 days after the staking) and the output of the shade (SCS and ECS) (30 days after the staking), survival (SPS), height (Alt), stem diameter (DC) in the full sun (50 days after staking) and height/stem diameter (Alt/DC), in four different substrates and two patterns of cuttings of five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios							
		SCV (%)	ECV (%)	SCS (%)	ECS (%)	SPS (%)	ALT (cm)	DC (mm)	Alt/DC
Bloco	3	24,80	401,53	539,47	659,40	284,18	138,02	0,32	3,02
Clone (C)	4	387,51*	7621,83*	2714,94*	3756,65*	5826,26*	163,03*	1,18*	34,98*
Substrato (S)	3	189,19 ^{ns}	9691,57*	308,84*	954,16*	178,06 ^{ns}	843,64*	4,81*	14,61*
Padrão de miniestacas (PM)	1	779,36*	1641,60*	430,66*	893,62*	97,66 ^{ns}	208,02*	3,12*	0,28 ^{ns}
C*S	12	115,4 ^{ns}	433,55*	190,48*	190,00 ^{ns}	167,73 ^{ns}	9,29 ^{ns}	0,32 ^{ns}	2,21 ^{ns}
C*PM	4	282,84*	262,51 ^{ns}	740,88 ^{ns}	578,06*	1058,50*	40,86*	0,05 ^{ns}	4,51*
S*PM	3	63,86 ^{ns}	121,58 ^{ns}	137,37 ^{ns}	125,55 ^{ns}	67,06 ^{ns}	32,33 ^{ns}	0,15 ^{ns}	3,34 ^{ns}
C*S*PM	12	77,80 ^{ns}	85,88 ^{ns}	46,99 ^{ns}	38,68 ^{ns}	68,84 ^{ns}	7,58 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,51 ^{ns}
Resíduo	177	84,94	166,15	101,56	143,45	165,11	10,11	0,24	1,81
Média Geral	-	95,76	59,69	87,07	76,31	74,61	26,70	2,71	9,95
CV _{exp} (%)	-	10,65	39,75	16,28	21,55	24,09	21,92	22,45	17,42

Obs.: “ns” e “*” = não-significativo e significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Observou-se redução da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra em relação à casa de vegetação, porém mantendo a mesma tendência (Tabela 2). O clone C2 foi o que apresentou menor taxa de sobrevivência na saída da casa de sombra, com menor valor para o substrato VC1V. De forma geral, as miniestacas sem redução foliar apresentaram maior taxa de sobrevivência.

Em uma visão geral, os substratos responderam de maneira similar para o enraizamento na casa de vegetação. Já para o enraizamento em casa de sombra, o substrato CO apresentou resultados inferiores para os clones C2 e C3.

Não foi observada diferença entre os tipos de miniestacas e os substratos para sobrevivência em pleno sol, exceto para o clone C2, que teve desempenho inferior para aquelas produzidas com substrato VC1V. Para esse mesmo clone, os melhores resultados foram para mudas produzidas com miniestacas sem redução das folhas (Tabela 3).

Tabela 2 - Sobrevivência (SOB%) e enraizamento (ENR%) de miniestacas apicais sem redução (SR) e com redução foliar (CR) na saída da casa de vegetação (20 dias após o estaqueamento) e da casa de sombra (30 dias após o estaqueamento) dos cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1 a C5) em função de quatro substratos utilizado.

Table 2 - Survival (SOB%) and rooting (ENR%) of apical mini-cuttings without reduction (SR) and reduced leaf (CR) in the output of the greenhouse (20 days after the staking) and a shade house (30 after the staking) of the five clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1 to C5) due to the substrat used.

Clone	Tipo de Miniestaca	Substrato	Casa de vegetação				Casa de sombra			
			SOB%		ENR%		SOB%		ENR%	
C1	SR	VC	96,9	Aa	87,5	Aa	92,2	Aa	91,4	Aa
		VCF	96,1	Aa	75,8	Aa	92,2	Aa	85,2	Aa
		VC1V	100,0	Aa	96,1	Aa	96,1	Aa	97,7	Aa
		CO	99,2	Aa	85,2	Aa	97,7	Aa	89,1	Aa
	CR	VC	93,8	Aa	85,9	Aa	86,7	Aa	90,6	Aa
		VCF	98,4	Aa	75,8	ABa	93,0	Aa	85,9	Aa
		VC1V	100,0	Aa	89,1	Aa	94,5	Aa	91,4	Aa
		CO	100,0	Aa	60,2	Ba	98,4	Aa	85,9	Aa
C2	SR	VC	98,4	Aa	69,5	Aa	76,6	ABa	73,4	ABa
		VCF	97,7	Aa	56,3	Aa	91,4	Aa	78,9	Aa
		VC1V	91,4	Aa	50,8	Aa	72,7	Ba	70,3	ABa
		CO	99,2	Aa	27,3	Ba	84,4	ABa	57,0	Ba
	CR	VC	82,0	ABb	52,3	Aa	60,9	ABa	56,3	ABa
		VCF	93,0	Aa	39,8	Aa	74,2	Ab	61,7	Ab
		VC1V	73,4	Bb	44,5	Aa	46,1	Ba	47,7	ABa
		CO	83,6	ABb	8,6	Bb	62,5	ABb	37,5	Bb
C3	SR	VC	97,7	Aa	64,1	Aa	87,5	Aa	79,7	ABa
		VCF	100,0	Aa	60,9	Aa	92,2	Aa	85,2	ABa
		VC1V	98,4	Aa	74,2	Aa	90,6	Aa	89,1	Aa
		CO	100,0	Aa	21,9	Ba	93,0	Aa	64,8	Ba
	CR	VC	96,1	Aa	71,1	Aa	94,5	Aa	83,6	Aa
		VCF	96,9	Aa	54,7	Aa	89,8	Aa	74,2	Aa
		VC1V	100,0	Aa	68,0	Aa	92,2	Aa	78,9	Aa
		CO	96,9	Aa	18,8	Ba	94,5	Aa	68,8	Aa
C4	SR	VC	93,8	Aa	73,4	Aa	78,9	Ab	78,1	Aa
		VCF	97,7	Aa	75,8	Aa	84,4	Aa	82,8	Aa
		VC1V	96,9	Aa	75,8	Aa	87,5	Aa	80,5	Aa
		CO	100,0	Aa	49,2	Ba	95,3	Aa	75,0	Aa
	CR	VC	100,0	Aa	77,3	Aa	93,8	Aa	83,6	Aa
		VCF	96,9	Aa	76,6	Aa	87,5	Aa	86,7	Aa
		VC1V	92,2	Aa	72,7	Aa	79,7	Aa	77,3	Aa
		CO	100,0	Aa	47,7	Ba	93,8	Aa	82,8	Aa
C5	SR	VC	97,7	Aa	68,0	Aa	88,3	Aa	77,3	Aa
		VCF	98,4	Aa	50,0	ABa	89,8	Aa	70,3	Aa
		VC1V	100,0	Aa	64,8	Aa	94,5	Aa	82,0	Aa
		CO	100,0	Aa	31,3	Ba	89,1	Aa	65,6	Aa
	CR	VC	74,2	Bb	56,3	Aa	73,0	Bb	72,7	Aa
		VCF	96,9	Aa	47,7	Aa	90,6	Aa	75,8	Aa
		VC1V	97,7	Aa	60,9	Aa	89,1	Aa	74,2	Aa
		CO	99,2	Aa	21,9	Ba	93,8	Aa	63,3	Aa

Obs.1: Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula entre substratos dentro de um mesmo tipo de miniestacas e as seguidas de uma mesma letra minúscula, entre tipos de miniestacas dentro de um mesmo substrato, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Obs. 2: VC = 50% vermiculita + 50% casca de arroz carbonizada; VCF = 40% de casca de arroz carbonizada + 40% vermiculita + 20% de fibra de coco; VC1V = 50% de vermiculita + 50% casca de arroz + 1 cm de vermiculita e CO = Composto orgânico.

A altura das mudas diferenciou-se estatisticamente ($P < 0,05$) em relação ao substrato, destacando-se os substratos VC e VC1V, com valores máximos de 33,7 cm. Independentemente do substrato e do material genético, em termos gerais, as mudas advindas de miniestacas sem redução das folhas apresentaram altura média superior àquelas que receberam redução foliar, com média de 27,8 cm e 25,6 cm, respectivamente.

Tanto para altura como para diâmetro do colo, o substrato CO foi o que proporcionou menor desenvolvimento das mudas, chegando a valores extremos de 13,8 cm de altura e 1,9 mm de diâmetro do colo para o clone C2, seguindo a mesma tendência dos demais clones. Quanto à relação Alt/DC, foram encontrados valores médios entre 7,2 e 12,7.

4. Discussão

Pelas respostas diferenciadas dos clones em relação aos tratamentos estudados para todas as características avaliadas, confirma-se a premissa da variação entre genótipos (FERREIRA et al., 2004; GOULART e XAVIER, 2008; SANTANA et al., 2010; BORGES et al., 2011; MELO et al., 2011), mostrando a importância da realização de trabalhos que estudam grupos de materiais genéticos. A elevada taxa de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação é um indicativo de que as condições ambientais de temperatura e umidade foram adequadas para o período de enraizamento das miniestacas. A possível causa de mortalidade das miniestacas na casa de sombra está ligada à transferência de miniestacas não enraizadas da casa de vegetação (FERREIRA et al., 2004; MELO et al., 2011) para um ambiente com menor controle das condições ambientais de temperatura e umidade, o que pode causar estresse excessivo das miniestacas por não apresentarem o sistema radicular desenvolvido (FREITAS et al., 2006). O principal objetivo de colocar uma camada de vermiculita por cima do substrato foi tentar evitar perdas excessivas de substrato pela irrigação, porém esse substrato proporcionou menor taxa de sobrevivência para o clone C2, não se mostrando adequado para a produção de mudas para esse clone.

Tabela 3 - Sobrevivência (SPS%), altura da parte aérea (Alt), diâmetro do colo (DC) e relação entre a altura e o diâmetro do colo (Alt/DC) (50 dias após o estaqueamento) de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1 a C5), produzidas com diferentes padrões de miniestacas apicais [sem redução foliar (SR) e com redução foliar (CR)] e quatro substratos.

Table 3 - Survival (SPS%), height of aerial part (Alt), stem diameter (DC) and relationship between height and diameter (Alt/DC) (50 days after staking) of seedlings of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (C1 to C5), produced with different patterns of apical mini-cuttings [no leaf reduction (SR) and reduced leaf (CR)] and four substrates.

Clone	Tipo de Miniestaca	Substrato	Crescimento a pleno sol							
			SPS%		Alt (cm)		DC (mm)		Alt/DC	
C1	SR	VC	90,6	Aa	32,6	Aa	4,2	Aa	8,7	Aa
		VCF	88,3	Aa	28,0	Ba	2,9	Aa	9,5	Aa
		VC1V	93,8	Aa	30,8	ABa	3,2	Aa	9,7	Aa
		CO	93,0	Aa	22,5	Ca	2,6	Aa	8,9	Aa
	CR	VC	81,3	Aa	28,6	Aa	3,2	Aa	9,0	Aa
		VCF	89,1	Aa	26,5	Aa	2,8	Aa	9,4	Aa
		VC1V	90,6	Aa	28,2	Aa	3,2	Aa	8,9	Aa
		CO	91,4	Aa	18,6	Ba	2,3	Aa	8,1	Aa
C2	SR	VC	58,6	ABa	30,2	Aa	3,0	Aa	9,9	Aa
		VCF	75,8	Aa	27,6	ABa	2,8	Aa	9,9	Aa
		VC1V	50,8	Ba	24,9	ABa	2,8	Aa	9,0	Aa
		CO	67,2	ABa	22,3	Ba	2,5	Aa	8,9	Aa
	CR	VC	41,4	Aa	22,7	Ab	2,7	Aa	8,4	Aa
		VCF	50,0	Ab	22,9	Ab	2,8	Aa	8,3	Aa
		VC1V	32,0	Aa	23,1	Aa	2,6	Aa	9,1	Aa
		CO	45,3	Ab	13,8	Ba	1,9	Aa	7,2	Aa
C3	SR	VC	68,0	Aa	31,3	Aa	3,0	Aa	10,6	Aa
		VCF	78,1	Aa	29,2	Aa	2,7	Aa	11,1	Aa
		VC1V	75,8	Aa	33,1	Aa	2,8	Aa	11,9	Aa
		CO	78,9	Aa	22,1	Ba	2,3	Aa	9,7	Aa
	CR	VC	80,5	Aa	31,6	Aa	2,8	Aa	11,2	ABa
		VCF	78,1	Aa	31,0	Aa	2,5	Aa	12,2	ABa
		VC1V	82,8	Aa	33,7	Aa	2,7	Aa	12,7	Aa
		CO	76,6	Aa	20,1	Ba	2,0	Aa	10,1	Ba
C4	SR	VC	71,1	Aa	31,0	Aa	2,9	ABa	10,6	Aa
		VCF	75,8	Aa	29,8	Aa	3,7	Aa	9,2	Aa
		VC1V	76,6	Aa	30,9	Aa	2,8	Ba	11,2	Aa
		CO	71,1	Aa	23,5	Ba	2,1	Ba	11,1	Aa
	CR	VC	85,2	Aa	33,7	Aa	2,7	Aa	12,5	Aa
		VCF	83,6	Aa	29,0	Aa	2,7	Aa	10,9	ABa
		VC1V	73,4	Aa	30,6	Aa	2,7	Aa	11,3	ABa
		CO	80,5	Aa	19,2	Ba	2,0	Aa	9,6	Ba
C5	SR	VC	73,4	Aa	30,8	Aa	3,0	Aa	9,5	Aa
		VCF	72,7	Aa	26,0	ABa	2,4	Aa	11,0	Aa
		VC1V	77,3	Aa	28,6	Aa	3,0	Aa	10,3	Aa
		CO	71,1	Aa	21,6	Ba	2,4	Aa	9,0	Aa
	CR	VC	82,8	Aa	28,5	Aa	2,6	Aa	10,9	Aa
		VCF	82,0	Aa	27,0	Aa	2,6	Aa	10,2	ABa
		VC1V	73,4	Aa	26,8	Aa	2,6	Aa	10,2	ABa
		CO	76,6	Aa	15,9	Ba	2,0	Aa	8,1	Ba

Obs.1: Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula entre substratos dentro de um mesmo tipo de miniestacas e as seguidas de uma mesma letra minúscula, entre tipos de miniestacas dentro de um mesmo substrato, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Obs. 2: VC = 50% vermiculita + 50% casca de arroz carbonizada; VCF = 40% de casca de arroz carbonizada + 40% vermiculita + 20% de fibra de coco; VC1V = 50% de vermiculita + 50% casca de arroz + 1 cm de vermiculita e CO = Composto orgânico.

A observação das raízes emitidas na extremidade inferior dos tubetes tem sido utilizada como critério prático para decisão da retirada das miniestacas da casa de vegetação (MELO et al., 2011). Para conseguir uma otimização da produção das mudas e da utilização da estrutura da casa de vegetação, recomenda-se estudar as peculiaridades de cada material genético e substrato para conseguir estimar o tempo de permanência na casa de vegetação (FERREIRA et al., 2004; MELO et al., 2011). O fato dos clones C3 e C5 apresentarem maior número de raízes emitidas na extremidade inferior do tubete na casa de sombra em relação à casa de vegetação pode ser indício da necessidade de maior tempo de permanência na casa de vegetação para crescimento das raízes adventícias.

O substrato CO assegurou altos índices de sobrevivência das miniestacas, mas não favoreceu o enraizamento, provavelmente devido ao excesso de umidade para tal substrato, uma vez que a irrigação deve ser ajustada para peculiaridades de cada substrato (LOPES et al., 2007). Como na casa de vegetação são feitas nebulizações constantes e o substrato com a fibra de coco tem boa capacidade de armazenamento de água (LOPES et al., 2008), esse substrato pode ter sido encharcado e o excesso de água pode ter impedido o desenvolvimento das raízes. Quando levadas à casa de sombra a redução da irrigação pode ter dado condições favoráveis ao enraizamento para esse substrato.

As miniestacas que não sofreram redução foliar apresentaram maior índice de enraizamento para alguns clones, provavelmente pela maior área foliar que proporciona maior produção de carboidratos resultantes da fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2006; XAVIER et al., 2009; HARTMMAN et al., 2011).

Os resultados superiores de sobrevivência a pleno sol das mudas produzidas por miniestacas sem redução foliar confirmam o estudo realizado por Santana et al. (2010), que estudaram a produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* por meio de miniestacas com diferentes proporções de redução de área foliar. Eles também encontraram valores superiores para as mudas produzidas com miniestacas sem redução das folhas. Os valores de altura e de diâmetro foram superiores aos encontrados por Santana et al. (2010), mas seguindo a tendência de melhores resultados para mudas produzidas com miniestacas sem redução da área foliar.

O interesse em utilizar substratos orgânicos prontamente disponíveis no mercado seria a redução de custos no preparo do substrato, no entanto, nesse caso, as mudas produzidas com o substrato CO apresentaram os menores valores de diâmetro

do colo, chegando a não atingir os valores mínimos de 2,0 mm, indicados como ideal para a qualidade de mudas (GOMES et al., 1996). Alfenas et al. (2009) consideram como critério de seleção para o diâmetro de coleto valores superiores ou iguais a 4 mm. Sob este ponto de vista, somente as mudas produzidas sem redução foliar e com o substrato VC para o clone C1 se enquadrariam como mudas de qualidade. No entanto, esses valores são estimados para mudas com 70 a 80 dias de idade, e as mudas aqui analisadas estavam com 50 dias.

Para Carneiro (1995), a relação ideal entre altura e diâmetro do colo (Alt/DC) deve ficar entre 5,8 e 8,1. No entanto, nesse trabalho, foram observados valores relativamente superiores, o que pode estar relacionado, de acordo com Ataíde et al. (2010), à restrição causada pelos tubetes ao crescimento em diâmetro do colo, fazendo com que a relação fique com valores superiores. Esses mesmos autores sugerem controlar o crescimento em altura das mudas pela redução da adubação nitrogenada.

O fato de os substratos constituídos por vermiculita e casca de arroz terem se mostrado superiores para maioria dos materiais genéticos está ligado ao manejo dado pela empresa, ajustado para as peculiaridades desse substrato, principalmente no que diz respeito à irrigação. É importante adequar as lâminas de irrigação para cada substrato, uma vez que a produção das mudas é influenciada pelos substratos e pelas lâminas de irrigação aplicadas (LOPES et al., 2007).

5. Conclusão

As miniestacas sem redução foliar e o substrato formado por vermiculita e casca de arroz carbonizada foi o que apresentou melhor resposta produção de mudas para os clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* testados.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudo e à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), pelo apoio financeiro e de infraestrutura.

7. Referências bibliográficas

ALFENAS, A.C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 500p.

ATAÍDE, GL. M.; CASTRO, R. V.; SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; CORREIA, A. C. G.; MENDES, A. F. N. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 4, n. 2, p. 21, 2010.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.425-434, 2011.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba,PR: Universidade Federal do Paraná/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 p.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSA, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

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.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; FIGUEIREDO, F. M. M. A. Mudanças de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.519-528, 2006.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte-MG, v.18, n.185, p15-22, 1996.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de miniestacas 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.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New York: Englewood Clippings, 2011. 900 p.

LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, C. A. B.; PAULA, R. A.; PIRES, I. E.; SILVA, M. L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 358-367, 2008.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.835-843, 2007.

MELO, L. A.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; BORGES, S. R. Otimização do tempo necessário para o enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.759-767, 2011.

SANTANA, R.C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of *Eucalyptus* seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272 p.

YAMAZOE, G.; BÔAS, O. V. **Manual de pequenos viveiros florestais**. São Paulo, SP: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2003. 120p.

Influência da densidade de minicepas em minijardim clonal na produção de mudas de híbridos de *Eucalyptus grandis*

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes densidades de minicepas em minijardim clonal em relação à sobrevivência e à produção de miniestacas bem como a sobrevivência das mudas produzidas. Foram avaliadas três densidades para o clone C1 (88, 75 e 57 minicepas/m²) e duas para o clone C2 (104 e 78 minicepas/m²), em três meses de coleta (janeiro, fevereiro e março). A produção de miniestacas mensal para o clone C1 foi maior para a menor densidade em todos os meses de coleta. Já para o clone C2, somente em fevereiro, a densidade de 104 minicepas/m² superou a produção da densidade de 78 minicepas/m². Para os dois clones, a densidade com menor número de minicepas/m² resultou em menor taxa de mortalidade das minicepas e maior produção de miniestacas por minicepa em relação aos outros utilizados nesse experimento. A sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (após saída da casa de sombra) e das mudas na segunda seleção (50 dias após o plantio) não foi afetada pelo espaçamento utilizado para as minicepas.

Palavras-chave: Miniestaquia, propagação vegetativa e silvicultura clonal.

Influence of density mini-stumps on mini-clonal hedge in the production of clonal seedlings of hybrids of *Eucalyptus grandis*

Abstract: The objective of this work was to evaluate different densities of mini-stumps in mini-clonal hedge on survival and production mini-cuttings, as well as the survival of seedlings. We evaluated three densities for clone C1 (88, 75 e 57 mini-stumps/m²) and two for clone C2 (104 and 78 mini-stumps/m²), in three collection months (january, february and march). The monthly production of mini-cuttings to clone C1 was greater for the lowest density in all the months of collection. For clone C2, only in February, the density of 104 mini-stumps/m² production exceeded the density of 78 mini-stumps/m². For both clones, the density with smaller number of mini-stumps/m² resulted in lower mortality rate of mini-stumps and higher production of mini-cuttings towards others used in this experiment. The survival of mini-cuttings in the first selection (when exiting from the shade) and the second

selection of seedlings (50 days after planting) was not affected by the spacing given the mini-stumps.

Keywords: Mini-cutting technique, vegetative propagation and clonal forestry.

1. Introdução

Com a evolução do jardim clonal em campo para o minijardim clonal em viveiro, conseguiu-se uma redução significativa de área para coleta de estacas, partindo de um espaçamento de 3 x 3 m em campo para 0,1 x 0,1 m em sistema semi-hidropônico em viveiro. Com o minijardim clonal é possível obter maior frequência de coleta, redução do tamanho da estaca e aumento da produtividade (HIGASHI e SILVEIRA, 2000). Produtividade essa que pode ser influenciada pelas variáveis climáticas, pelo material genético (CUNHA et al., 2009), pelo sistema de produção (semi-hidropônico em canaletas de areia ou tubete) (CUNHA et al., 2005), pela nutrição mineral (HIGASHI et al., 2002), pelo manejo das mudas que compõem o minijardim (MAFIA et al., 2005), entre outros.

Os minijardins clonais podem ser formados pela condução das minicepas diretamente em tubetes, em tubos de PVC, em vasos diversos ou, em sua grande maioria, por canaletas de alvenaria, preenchidas com brita no fundo e areia lavada até a borda, formando um sistema semi-hidropônico. A formação do minijardim clonal se dá por meio do enraizamento de miniestacas provenientes das brotações de plantas propagadas pelo método da estaquia convencional ou até mesmo pelo método de miniestquia. As miniestacas enraizadas têm seus ápices podados na altura de 10 cm, constituindo, assim, as minicepas que forneceram as brotações (miniestacas) (HIGASHI et al., 2000; HIGASHI e SILVEIRA, 2002; SOUZA JUNIOR e WENDLING, 2003; ALFENAS et al., 2009; XAVIER et al., 2009).

Encontram-se na literatura inúmeros trabalhos relacionados a minijardins clonais de *Eucalyptus* spp. (HIGASHI et al., 2002; SOUZA JUNIOR e WENDLING, 2003; CUNHA et al., 2005; MAFIA et al., 2005; CUNHA et al., 2009), no entanto, trabalhos relacionando a densidade de minicepas em canaletas e a produção de miniestacas são bastante superficiais cientificamente.

Higashi et al. (2000) mostraram que minijardim clonal, com espaçamento reduzido, tem maior produção do que os jardim clonais com espaçamento normal, no

entanto, não se sabe até que ponto a redução do espaçamento afeta a produção e a sobrevivência das minicepas. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar diferentes densidades de minicepas bem como os efeitos na produção e sobrevivência das miniestacas produzidas.

2. Material e métodos

2.1 Material experimental

O trabalho foi realizado no período de janeiro a março de 2011, no viveiro florestal da empresa Celulose Nipo-brasileiro S.A. – Cenibra, localizada no município de Belo Oriente (19°18'23''S e 42°22'46''O), Minas Gerais. O clima dessa região é do tipo Cwa (subtropical, chuvoso e mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, e a altitude média é de 240 m. A precipitação do período de realização do trabalho foi de 106,0 mm, temperatura média de 25,2 °C, com máxima média do período de 34,5°C e mínima média do período de 19,0°C, e umidade relativa do ar média do período de 76,6%.

Foram utilizados dois materiais genéticos: C1 - *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e C2 - *Eucalyptus grandis*. Na data de implantação das canaletas de areia Tabela 1, para o clone C1, foram utilizadas as densidades iniciais de plantio de 125, 100 e 84 minicepas/m², correspondendo aos espaçamentos iniciais de "0,08 x 0,10 m"; "0,10 x 0,10 m" e "0,10 x 0,12 m". Para o clone C2, foram testadas densidades iniciais de plantio de 125 minicepas/m² e 94 minicepas/m², sendo a primeira canaleta implantada com oito fileiras de minicepas, espaçadas de 0,10 m, perfazendo 8 fileiras no sentido longitudinal com espaçamento de 0,10 x 0,08 m, e a segunda canaleta foi implantada eliminando duas fileiras, ficando com seis fileiras de minicepas no sentido longitudinal.

Em virtude da mortalidade de minicepas em relação à data de implantação dos canaletões e à data inicial da pesquisa, foram consideradas as densidades para tratamentos iniciais, Tabela 1, de 88, 75 e 57 minicepas/m² para o clone C1; e de 104 e 78 miniestacas/m² para o clone C1.

Tabela 1 - Data de plantio das minicepas nos canaletões, densidade inicial e densidade utilizada para os experimentos com os clones C1 e C2.

Table 1 - Data of planting of mini-stumps channels, initial density and density used for the experiments with clones C1 and C2.

Clone	Densidade inicial na implantação (minicepas/m ²) (março de 2010)	Densidade existente no início da experimentação (minicepas/m ²) (janeiro de 2011)
C1	125	88
	100	75
	84	57
C2	125	104
	84	78

As miniestacas foram coletadas em minijardim clonal instalado nos espaçamentos testados por meio do enraizamento de miniestacas provenientes das brotações de plantas propagadas pelo método de miniestaquia. As miniestacas enraizadas tiveram seus ápices podados na altura de 10 cm, constituindo, assim, as minicepas, que forneceram as brotações (miniestacas). O minijardim clonal foi constituído por canaletas de alvenaria, preenchidas com brita no fundo e areia lavada até a borda.

A irrigação e fertilização mineral do minijardim clonal foram feitas utilizando um sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento, acionado 3 a 4 vezes por dia, de acordo com a temperatura do dia, variando de 0 em dias frios a 7 mm m⁻² dia⁻¹ em dias muito quentes, por um período de 6 minutos. A solução nutritiva foi composta por nitrato de cálcio (0,92 g L⁻¹), cloreto de potássio (0,24 g L⁻¹), nitrato de potássio (0,14 g L⁻¹), fosfato monoamônio (0,10 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,36 g L⁻¹), hidróferro (0,04 g L⁻¹), ácido bórico (2,80 mg L⁻¹), sulfato de zinco (0,48 mg L⁻¹), sulfato de manganês (1,12 mg L⁻¹), sulfato de cobre (0,10 mg L⁻¹) e molibdato de sódio (0,04 mg L⁻¹). O excesso da solução nutritiva era drenada para o fundo da canaleta e retornava, por meio de um sistema de tubulações, para a caixa de armazenamento de solução, monitorada regularmente e trocada a cada sete dias. Diariamente eram monitorados a Ec (condutividade elétrica) e o pH da solução, visando a manter a Ec entre 1,0 e 1,5 mS cm⁻¹ e o pH da solução entre 5,5 e 6,5.

Em períodos variáveis, de acordo com o vigor das minicepas, foram coletadas brotações, que eram transformadas em miniestacas com 6 e 10 cm de comprimento. As coletas foram iniciadas em janeiro de 2011, tendo sido realizadas 9 coletas para o clone C1 e 10 coletas para o clone C2, encerrando-se em março de 2011.

Após a coleta das minicepas, elas foram estaqueadas em tubetes com 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade, previamente desinfestados em água quente a 70°C/1 minuto, contendo substrato composto por 50% de vermiculita e 50% de casca de arroz carbonizada. A adubação foi a seguinte: 7,0 kg/m³ de superfosfato simples, 0,695 kg/m³ de sulfato de amônio, 0,208 kg/m³ de cloreto de potássio, 0,014 kg/m³ de sulfato de zinco, 0,014 kg/m³ de sulfato de cobre, 0,014 kg/m³ de sulfato de manganês e 0,021 kg/m³ de ácido bórico.

As miniestacas foram levadas para a casa de vegetação climatizada (umidade relativa do ar \geq 80% e temperatura entre 20 e 30 °C) para enraizamento, onde permaneceram por 20 dias, posteriormente aclimatadas em casa de sombra com 50% de sombreamento durante 10 dias. Na saída da casa de sombra, as mudas passaram por uma seleção de tamanho, enraizamento e sobrevivência das mudas. Nessa etapa, as mudas foram agrupadas em duas classes de tamanho e posteriormente transferidas para bandejas, de modo a preencher 40% da capacidade destas bandejas, processo esse chamado de primeira seleção. As bandejas com as mudas foram transferidas para a área a pleno sol, onde permaneceram por cerca de 20 dias até completar 50 dias de idade, posteriormente levadas para segunda seleção, processo semelhante à primeira seleção, acrescentando a retirada das brotações laterais.

2.2. Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas

Foram realizados experimentos distintos para cada clone (C1 e C2). Para ambos, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto de cinco repetições de um metro quadrado por tratamento. Para o clone C1, foram utilizados 3 espaçamentos, detalhados anteriormente, e para o clone C2, dois espaçamentos. A coleta mensal correspondeu à soma de três coletas, com exceção do mês de janeiro para o Clone C2, que teve quatro coletas. Para efeito de análise estatística, foram avaliados a produção média mensal e os valores médios do total das coletas dos tratamentos.

Foram avaliadas a produção de miniestacas por metro quadrado (PMEM2), a produção de miniestacas por minicepas (PMEMC), sobrevivência das minicepas por metro quadrado (SMM2), sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (SOBME1) (após a saída da casa de sombra – 30 dias após o estaqueamento) e das mudas na segunda seleção (SOBMU2) (50 dias após o estaqueamento).

Para o cálculo de produção de miniestacas por minicepas (PMEMC), foi considerado o número de minicepas vivas a cada mês (Tabela 2). Para o cálculo da sobrevivência das minicepas por metro quadrado (SMM2), foi considerada a densidade de plantio inicial nos canaletões (125, 100 e 84 minicepas/m² para o clone C1 e 125 e 94 minicepas/m² para o clone C2).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando pertinente, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software STATISTICA 7.

Tabela 2 - Minicepas vivas em cada tratamento e em cada mês avaliado.
Table 2 - *Mini-stumps alive in each treatment and every month evaluation.*

Clone	Tratamentos (minicepas/m ²)	Mês de coleta		
		Janeiro	Fevereiro	Março
C1	88	88	72	67
	75	75	69	66
	57	57	54	51
C2	104	104	101	99
	78	78	75	77

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando pertinente foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software STATISTICA 7.

3. Resultados

De acordo com os resultados obtidos para o clone C1, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) entre as médias dos tratamentos das densidades das minicepas para quase todas as características avaliadas, exceto para a sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (SOBME1) e das mudas na segunda seleção (SOBMU2) (Tabela 3 e Figura 1).

A produção média mensal de miniestacas/m² foi maior para a menor densidade e, para o menor espaçamento (densidade de 88 minicepas/m²), a produção foi decrescendo ao passar dos meses, o que não ocorreu para os demais espaçamentos avaliados. Observou-se que a produção por minicepa no espaçamento com 57 minicepas/m² foi superior aos demais, alcançando 12,6 miniestacas/minicepa no mês de março (Figura 1).

Quanto à sobrevivência das minicepas, ocorreu uma queda mais acentuada para a densidade de 88 minicepas/m², tendo uma redução de cerca de 24% de janeiro a março. Para as densidades iniciais com 100 e 84 minicepas/m² (tratamentos com 75 e 57 minicepas/m²), houve apenas uma redução de 13% e 11%, respectivamente, para o mesmo período.

Tabela 3 – Resultados da análise de variância das características de produção de miniestacas/m² (PMEM2), produção de miniestacas por minicepas (PMEMC), sobrevivência das minicepas/m² (SMM2), sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (SOBME1) e sobrevivência das mudas na segunda seleção (SOBME2) dos clones C1 (híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) e C2 (híbrido de *Eucalyptus grandis*), em função de três densidades de minicepas no minijardim clonal em três meses de coleta.

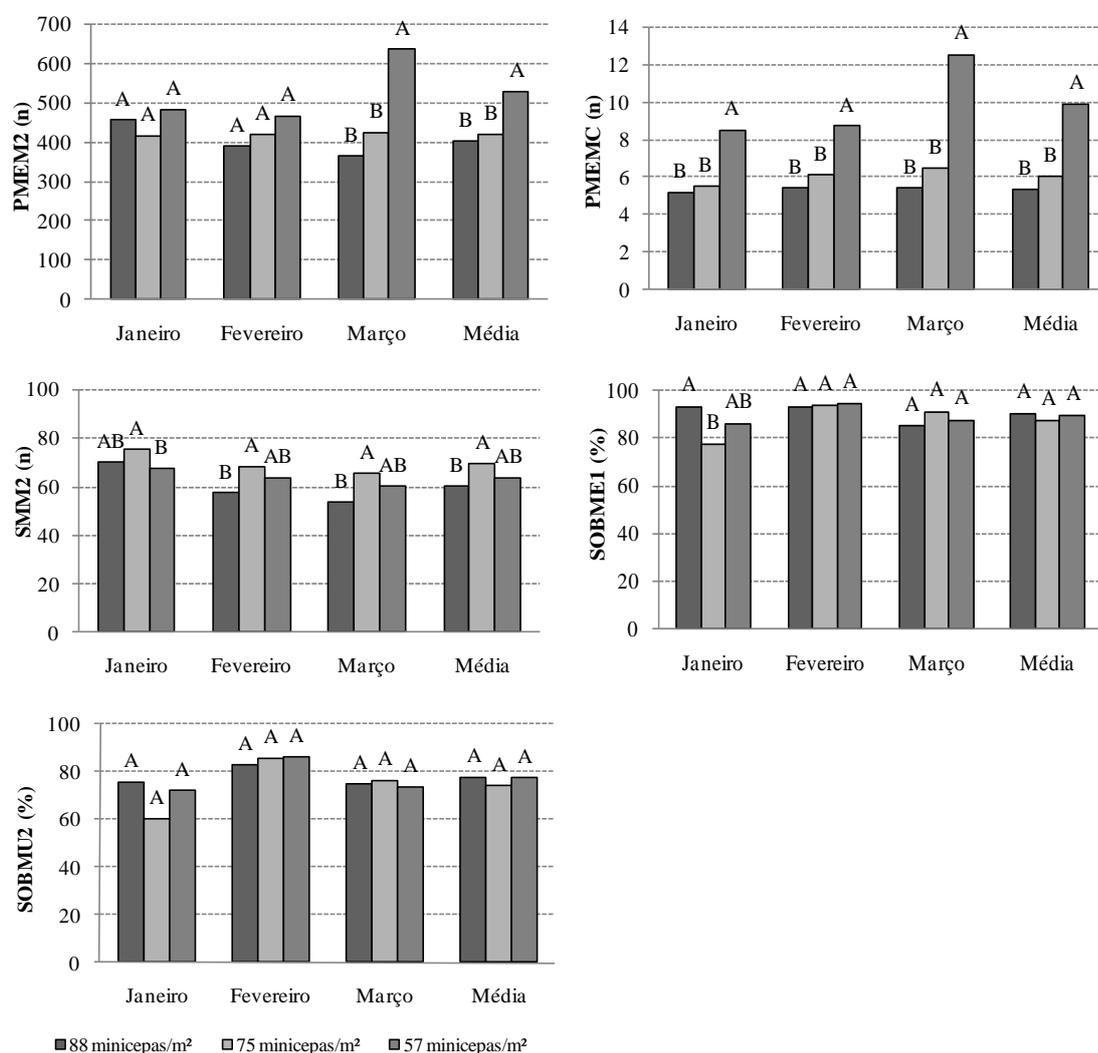
Table 3 - Results of the analysis of variance production of mini-cuttings/m² (PMEM2), production mini-cuttings by mini-stumps (PMEMC), survival of mini-stumps/m² (SMM2), mini-cuttings survival of the first selection (SOBME1) and survival of seedlings in second selection (SOBME2) of clones C1 (hybrid of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) and C2 (hybrid of *Eucalyptus grandis*), depending to three densities in mini-stumps in mini-clonal hedge in three months of collection.

Fontes de variação	Quadrados médios					
	GL	PMEM2	PMEMC	SMM2	SOBME1	SOBME2
Clone 1						
Densidade de minicepas	2	23429,61*	30,64*	114,03*	22,28 ^{ns}	40,87 ^{ns}
Resíduo	12	3480,73	0,72	23,25	256,69	219,72
Média Geral	-	450,71	7,11	64,73	89,16	76,60
CV _{exp} (%)	-	17,65	31,45	9,30	5,01	5,63
Clone 2						
Densidade de minicepas	1	2889,10 ^{ns}	10,14*	27,12 ^{ns}	12,99 ^{ns}	16,36 ^{ns}
Resíduo	8	2861,37	0,31	19,38	7,85	6,81
Média Geral	-	724,87	8,31	85,85	87,57	81,58
CV _{exp} (%)	-	7,38	14,26	5,24	3,31	3,44

A sobrevivência das miniestacas na primeira seleção e das mudas na segunda seleção seguiu a mesma tendência, apresentando melhores resultados no mês de fevereiro. No mês de janeiro, a densidade com 75 minicepas/m² teve menores resultados, já em março esta densidade apresentou os maiores índices de sobrevivência. A sobrevivência na primeira seleção foi em média de 89% e na segunda 76%.

Para o clone C2, foram estudados somente dois espaçamentos e se observou efeito significativo ($P < 0,05$) entre a média somente para a produção de miniestacas por minicepa (PMEMC) (Tabela 3 e Figura 2). Para a produção de miniestacas por

minicepa, a densidade inicial de 78 minicepas/m² apresentou maior produção com destaque para o mês de janeiro.

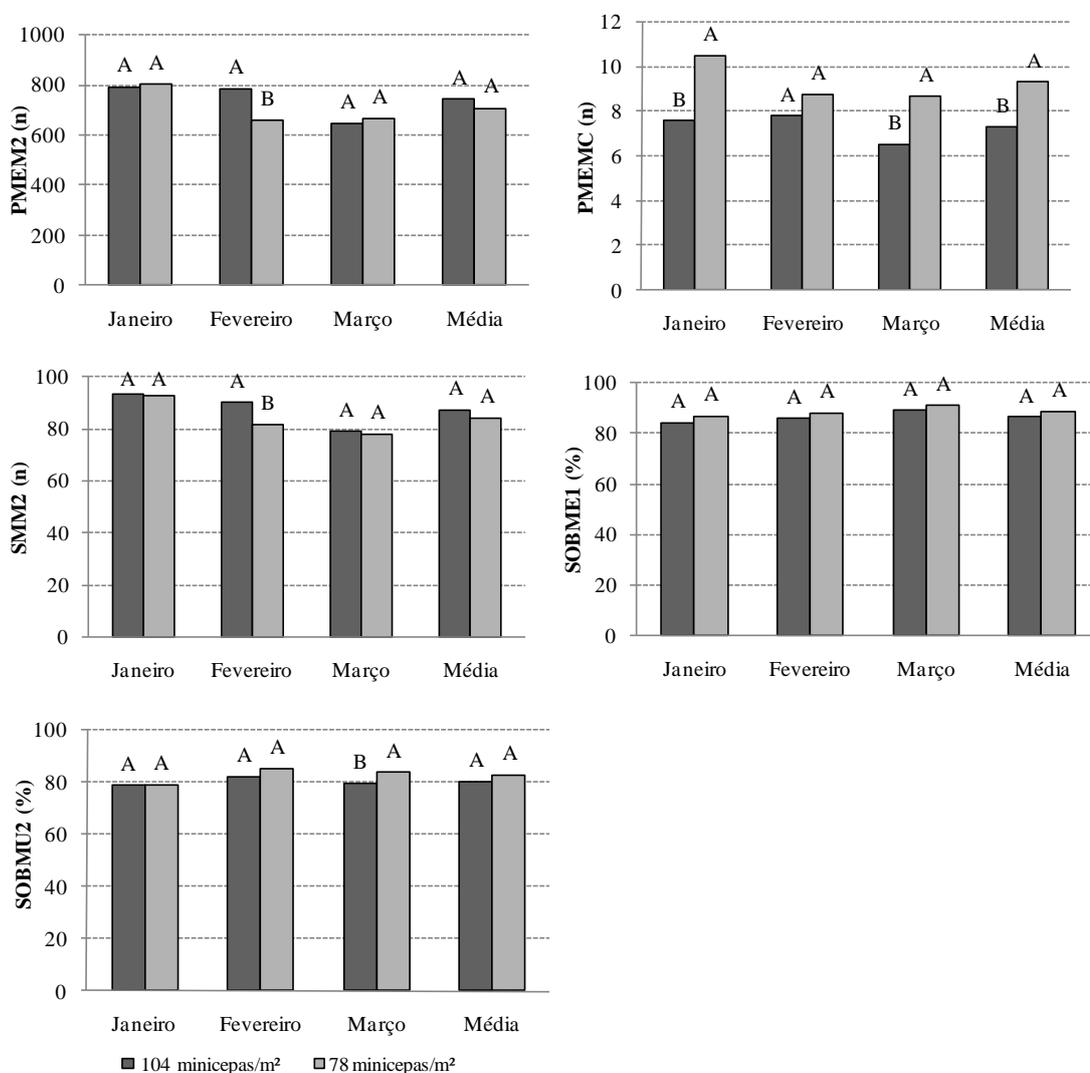


Obs.: Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo mês de coleta, e médias seguidas por uma mesma letra minúscula para uma mesma densidade de minicepas/m², não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1 - Valores médios da produção de miniestacas/m² (PMEM2), produção de miniestacas por minicepas (PMEMC), sobrevivência das minicepas/m² (SMM2), sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (SOBME1) e sobrevivência das mudas na segunda seleção (SOBME2) do clone C1 (híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), em função de três densidades de minicepas no minijardim clonal em três meses de coleta.

Figure 1 – Mean values of the production of mini-cutting/m² (PMEM2), production mini-cuttings by mini-stumps (PMEMC), survival of mini-stumps/m² (SMM2), mini-cuttings survival of the first selection (SOBME1) and survival of seedlings in second selection (SOBME2) of clone C1 (hybrid of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), depending to three densities in mini-stumps in mini-clonal hedge in three months of collection.

Não foram observadas diferenças significativas da sobrevivência das mudas produzidas com miniestacas provenientes da densidade de 78 e 104 miniestacas/m². Em média, a taxa de sobrevivência das miniestacas na primeira seleção e das mudas na segunda seleção girou em torno de 86% e 80% para as densidades de 104 miniestacas/m² e de 89% e 83% para 78 miniestacas/m², respectivamente.



Obs.: Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo mês de coleta, e médias seguidas por uma mesma letra minúscula para uma mesma densidade de minicepas/m², não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2 - Valores médios da produção de miniestacas/m² (PMEM2), produção de miniestacas por minicepas (PMEMC), sobrevivência das minicepas/m² (SMM2), sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (SOBME1) e sobrevivência das mudas na segunda seleção (SOBME2) do clone C2, em função de duas densidades de minicepas no minijardim clonal em três meses de coleta.

Figure 2 – Mean values of the production of mini-cuttings/m² (PMEM2), production mini-cuttings by mini-stumps (PMEMC), survival of mini-stumps/m² (SMM2), mini-cuttings survival of the first selection (SOBME1) and survival of seedlings in second selection (SOBME2) of clone C2, depending to two densities in mini-stumps mini-clonal hedge in three months of collection.

4. Discussão

Em termos gerais, a produção mensal de miniestacas foi maior para o clone C2, confirmando observações de Titon et al. (2003b) e Mafia et al. (2005), que encontram produções de miniestacas diferenciadas de acordo com o material genético.

Para o clone C1, não foi observada redução da produção no decorrer das coletas, demonstrando a não-exaustão das minicepas ao decorrer das coletas (WENDLING et al., 2000), conseguindo até aumentar, significativamente, a produção para o espaçamento com 84 minicepas/m². Titon et al. (2003b), estudando miniestaquia de *Eucalyptus grandis*, Souza Junior e Wendling (2003) e Rosa et al. (2009), miniestaquia de *Eucalyptus dunni*, e Cunha et al. (2005), miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* também encontraram aumento da produção por coleta.

O fato de a produção das menores densidades de minicepas/m² ser maior para o clone C1 e praticamente semelhante para o clone C2 pode estar relacionado à menor competição por luz, água, nutrientes e espaçamentos entre as minicepas. Com menor número de minicepas/m², consegue-se uma distribuição mais homogênea da radiação fotossinteticamente ativa entre as folhas, conseguindo, assim, um aumento da produção por miniestaca, uma vez que a luz influencia positivamente a produtividade das minicepas (CUNHA et al., 2009).

A nutrição exerce influência sobre a produção de miniestacas (HIGASHI et al., 2002), no entanto, a nutrição nas canaletas foi a mesma para todos os espaçamentos. Os maiores espaçamentos proporcionaram produção média superior à encontrada por Cunha et al. (2009), que, estudando produção de mudas clonais de híbridos de *Eucalyptus spp.*, encontraram produção média de 9,2 miniestacas/minicepa, considerando uma densidade inicial de 125 minicepas/m².

Quando se utiliza menor número de mudas/m² para compor o minijardim clonal, tem-se o menor gasto com mudas para montagem do minijardim e também com a substituição das mudas mortas, já que foi observada uma menor mortalidade das minicepas nos maiores espaçamentos, principalmente para o clone C1.

Observou-se que a produção de miniestacas por minicepas seguiu uma tendência inversa à sobrevivência das minicepas, ou seja, com a liberação de espaço pelas minicepas mortas, conseguiu-se maior produção pelas remanescentes, concentrando nelas os fatores de crescimento.

A sobrevivência das miniestacas na primeira seleção variou de acordo com os meses de coleta e não foi regular entre os espaçamentos para o clone C1, mostrando que o espaçamento, em termos gerais, não influenciou o vigor das miniestacas produzidas, não se refletindo na sobrevivência final. O fato de ter tido baixa taxa de sobrevivência para a densidade de 75 minicepas/m² no mês de janeiro pode estar relacionado a fatores de manejo das mudas no viveiro, ou a algum fato excepcional não ligado ao efeito do espaçamento inicial das minicepas. Titon et al. (2003a) encontraram valores médios de cerca de 85% para sobrevivência de miniestacas na saída da casa de sombra e cerca de 78% aos 50 dias após o estaqueamento, valores próximos aos encontrados para os dois clones, indicando ter sido o manejo das mudas satisfatório.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que: 1) A densidade com menor número de minicepas/m² resultou em menor taxa de mortalidade das minicepas e maior produção de miniestacas por minicepa, em relação aos outros utilizados nesse experimento; 2). A sobrevivência das mudas produzidas a partir das miniestacas não foi afetada pelo espaçamento dado às minicepas.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudo, e à empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), pelo apoio financeiro e de infraestrutura.

7. Referências bibliográficas

ALFENAS, A.C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 500p.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 307-310, 2005.

CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; BARROS, N. F.; LEITE, F. P. Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.195-203, 2009.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V.; GONÇALVES, A. N. Evolução do jardim clonal de eucalipto para a produção de mudas. **IPEF notícias**, v.24, n.148, p.4-5, 2000.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **Circular Técnica IPEF**, n.194, 2002.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, E. M.; ZARPELON, T. G.; SIQUEIRA, L. Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.843-851, 2005.

ROSA, L. S.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; REISSMANN, C. B. Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* MAIDEN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1025-1035, 2009.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via Miniestaquia de Material Juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 46, p. 21-30, 2003.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.1-7, 2003a.

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, 2003b.

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, v.24, n.2, p.181-186, 2000.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos para os clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e *Eucalyptus grandis*, é possível afirmar que:

- 1) Ao estudar diferentes padrões de miniestacas e a época do ano, pode-se dizer que a manutenção das folhas é importante para o enraizamento e sobrevivência de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, destacando-se a não redução foliar, devida à praticidade operacional. As mudas produzidas no verão e aquelas confeccionadas com 10 cm de tamanho apresentaram melhor crescimento.
- 2) De forma geral, as miniestacas sem redução foliar e os substratos formados por vermiculita e casca de arroz carbonizada foram apropriados para a produção de mudas para os clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* testados.
- 3) Para os dois clones, a densidade com menor número de minicepas/m² resultou em menor taxa de mortalidade das minicepas e maior produção de miniestacas por minicepa em relação aos outros utilizados nesse experimento. A sobrevivência das miniestacas na primeira seleção (após saída da casa de sombra) e das mudas na segunda seleção (50 dias após o plantio) não foi afetada pelo espaçamento utilizado para as minicepas.