

Utilização de resíduos agroflorestais na formulação de substrato renovável para produção de mudas de *Corymbia citriodora*

Emerson Delano Lopes^{1*}, Viviane Borges Soares², Lidiane Rodrigues da Silva³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* produzidas em substrato comercial (SC), e em formulações de bagaço de cana-de-açúcar (BC) com moinha de carvão vegetal (MC) em diferentes proporções. Foram avaliadas cinco formulações de substratos: SC; BC; BC/MC (6/4, v:v); BC/MC (7/3, v:v); e BC/MC (8/2, v:v). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado constando de cinco tratamentos e cinco repetições. Decorridos 105 dias da instalação do estudo, avaliou-se os parâmetros: altura da parte aérea; diâmetro do colo; relação altura da parte aérea /diâmetro de colo; biomassa seca da parte aérea, radicial e total; e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Os resultados evidenciaram, de maneira geral, que as formulações constituídas por BC/MC apresentaram os melhores resultados na avaliação dos parâmetros morfológicos e no IQD, em relação ao SC e ao BC, podendo ser alternativa viável na produção de mudas de *C. Citriodora*.

Palavras-chave: Substrato. Qualidade de mudas. Parâmetros morfológicos.

Use of bagasse of sugar and coal fines in the formulation of renewable substrate for production of *Corymbia citriodora*.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the growth of *Corymbia citriodora*

¹Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Araçuaí

* Autor correspondente: emerson.lopes@ifnmg.edu.br

²Tecnólogo em Gestão Ambiental - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

³Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

seedlings grown in commercial substrate (SC), and formulations of crushed cane sugar (BC) with chaff charcoal (MC) in different proportions. Five formulations of substrates were evaluated: SC; BC; BC/MC (6/4, v: v); BC/MC (7/3, v: v); and BC/MC (8/2, v: v). Adopted was a completely randomized design consisting of five treatments and five replications. After 105 days of installation of the study, we assessed parameters: height; stem diameter; relative height/stem diameter; dry biomass aerial, root and total; and Dickson Quality Index (DQI). The results showed, in general, the formulations of BC/ MC showed the best results in the evaluation of morphological parameters and the DQI, compared to SC and BC, can be a viable alternative for the production of seedlings of *C. Citriodora*.

Keywords: Substrate. Quality seedlings. Morphological parameters.

Introdução

Entre as inúmeras espécies florestais aptas a serem utilizadas em programas de reflorestamento no Brasil, destaca-se a *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (ex *Eucalyptus citriodora*) em razão, principalmente, da sua importância para o setor de bioenergia, pois produz madeira e carvão vegetal de alta densidade. Além disso, a espécie é considerada apta para serraria, dormentes, postes, estacas e mourões, e das suas folhas é extraído um óleo essencial muito utilizado na indústria química e farmacêutica (MORA; GARCIA, 2000).

O sucesso no estabelecimento das plantações florestais depende diretamente da qualidade das mudas produzidas. Mudas com alto padrão de qualidade, além de possuírem uma maior capacidade de resistência às condições adversas do campo, podem desenvolver-se produzindo árvore com o crescimento desejável (SANTOS *et al.*, 2000).

Segundo Fonseca *et al.* (2002) uma das formas de se conceituar a qualidade das mudas é o estudo dos parâmetros morfológicos que se baseiam nos aspectos fenotípicos das mudas. Segundo o mesmo autor, os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, sendo que várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar a importância desses parâmetros voltados para prognosticar o sucesso do desempenho das espécies florestais no campo. O índice de qualidade Dickson (IQD) também outro bom indicador, pois na sua interpretação é considerado o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes para avaliar qualidade de mudas (DICKSON *et al.*, 1960).

Vislumbra-se que vários co-produtos lignocelulósicos produzidos por

atividades agroindustriais e florestais podem constituir-se fonte alternativa para a composição de substratos (CHAVES *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2010; STEFFEN *et al.*, 2011; KRATZ *et al.*, 2013). A utilização de tais co-produtos além de contribuir para minimizar impactos ambientais constitui em garantia de fornecimento de matéria-prima por longo prazo, o que corrobora para a redução dos custos de produção. Entre os co-produtos com bom potencial de utilização como substrato, destacam-se o bagaço de cana-de-açúcar e a moinha de carvão vegetal, em razão da alta disponibilidade e do baixo custo de aquisição dos mesmos.

Considerando a necessidade de se testar os substratos antes de utilizá-los em escala comercial, e do potencial representado pela reciclagem de co-produtos agroflorestais, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes composições de substratos renováveis na produção de mudas de *Corymbia citriodora* por meio da avaliação de parâmetros morfológicos e do Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Material e métodos

O experimento foi conduzido, entre os meses de agosto a novembro de 2014, nas dependências do Instituto Federal do Norte de Minas - IFNMG, localizado em Araçuaí, Minas Gerais, situado a 16° 50'47" de latitude S, e 42° 02'08" de longitude W. O clima da região, de acordo com o Sistema Internacional de Köppen é do tipo Bsw (continental-seco) com média de temperatura anual de 25,8°C. A estação seca compreende os meses de março a novembro, sendo o índice pluviométrico médio de 817 mm.

Os substratos utilizados no experimento constaram de substrato comercial (SC) produzido a partir de casca pinus bioestabilizada, e de formulações de bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado (BC) com diferentes proporções de moinha de carvão vegetal (MC) (TABELA 1). O bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado utilizado no experimento foi obtido após o período de 90 dias, por meio de compostagem com esterco bovino, na proporção de 4:1 (v:v), respectivamente. Na formulação dos substratos os componentes foram passados em peneira de 4,76 mm de malha.

Tabela 1 - Proporção dos materiais utilizados na formulação dos substratos (tratamentos).

| Treatamento | SC | BC | MC |
|------------------|------|------|-----|
| SC | 100% | - | - |
| BC | - | 100% | - |
| BC/MC (8/2, v:v) | - | 80% | 20% |
| BC/MC (7/3, v:v) | - | 70% | 30% |
| BC/MC (6/4, v:v) | - | 60% | 40% |

SC: substrato comercial à base de casca pinus bioestabilizada; BC: bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado; MC: moinha de carvão vegetal.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para a caracterização física e química de cada componente utilizado na formulação dos substratos, retirou-se uma amostra que foi analisada pelo Laboratório de Matéria Orgânica e de Resíduos, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - UFV (TABELA 2).

Tabela 2 - Características físicas e químicas dos componentes dos substratos utilizados na produção de mudas de *Corymbia citriodora*.

| Componentes de substratos | Densidade g cm ⁻³ | pH | Ca | Mg | K | P | N |
|---------------------------|------------------------------|------|--------|------|------|------|------|
| | | | dag/kg | | | | |
| SC | 0,74 | 6,13 | 0,94 | 0,91 | 0,31 | 0,72 | 0,98 |
| BC | 0,10 | 7,30 | 2,10 | 0,49 | 0,94 | 1,14 | 3,02 |
| MC | 0,54 | 8,25 | 3,36 | 0,54 | 0,73 | 0,42 | 0,19 |

SC: substrato comercial à base de casca pinus bioestabilizada; BC: bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado; MC: moinha de carvão.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Os substratos formulados receberam 20 Kg m⁻³ de Fosfato Natural Reativo (FNR), foram umedecidos para facilitar a homogeneização, e seguiram para o preenchimento de tubetes de 50 cm³. Após o preenchimento os tubetes receberam o semeio de três sementes férteis de *Corymbia citriodora*, e em seguida, foram dispostos em bandejas plásticas de 140 alvéolos que seguiram para casa de vegetação coberta com sombrite de 50% de retenção de luminosidade. Aos 30 dias, realizou-se o raleio das mudas excedentes deixando somente a mais vigorosa e centralizada nos tubetes.

Após o raleio, foram realizadas nove adubações de crescimento (15

g L⁻¹ de Fosfato Monoâmônico + 0,25g L⁻¹ de sulfato de cobre; Sulfato de Zinco e de Ácido Bórico), com periodicidade semanal. Aos 85 dias após o semeio, o sombrite foi retirado para a rustificação das mudas por um período de 20 dias. Durante a fase de crescimento e de rustificação as mudas receberam três irrigações diárias de aproximadamente 10 min, por meio de microaspersores com vazão de 144 L hora⁻¹.

Aos 105 dias após o semeio foram retiradas, aleatoriamente do viveiro, as mudas de *C. citriodora* para avaliação dos seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (H); diâmetro do colo (DC); relação altura/diâmetro de colo (H/DC); biomassa seca aérea (BSA); biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca total (BST) e o índice de Qualidade de Dickson (IQD) obtido pela fórmula:

$$IQD = \frac{BST \text{ (g)}}{H(\text{cm}) / D \text{ (mm)} + BSA(\text{g}) / BSR \text{ (g)}}$$

As mudas utilizadas para avaliação dos parâmetros morfológicos sofreram lavagem cuidadosa do sistema radicular, visando retirar o substrato aderido às raízes. Posteriormente, foi efetuada a separação da parte aérea e do sistema radicular visando realizar as medições de altura da parte aérea e do diâmetro de colo, utilizando régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Para a secagem do material, foram preparadas duas embalagens de papel, uma contendo a parte aérea e outra contendo o sistema radicular, que depois de identificadas foram dispostas em estufa previamente aquecida a 75°C, de acordo com as orientações de Schuurman e Goedewaagen (1971). As embalagens permaneceram abertas para facilitar a perda de umidade, e o material permaneceu na estufa por um período de 24 h, quando atingiu peso seco constante. Após o resfriamento do material, em dessecador de sílica gel, foi realizada a pesagem para a determinação da biomassa seca utilizando balança digital de precisão.

O experimento foi estabelecido no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 10 mudas (unidade amostral) e cinco tratamentos (substratos). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) empregando-se o teste F a 5% (p<0,05). As médias dos parâmetros avaliados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05).

Resultados e discussão

Foram constatadas diferenças significativas nas características morfológicas não destrutivas (altura, diâmetro de colo e relação altura/diâmetro de colo) das mudas de *Corymbia citriodora* produzidas nas diferentes formulações de substratos (TABELA 3).

Tabela 3 - Altura (H), diâmetro de colo (DC) e relação altura/diâmetro de colo (H/DC) de mudas de *Corymbia citriodora*, produzidas em diferentes substratos aos 105 dias.

| Formulações de substratos | H (cm) | DC (mm) | H/DC |
|---------------------------|----------|---------|---------|
| SC | 18,88 b | 1,92 b | 9,83 b |
| BC | 24,48 ab | 2,08 ab | 11,77 a |
| BC/MC (8/2, v:v) | 26,12 a | 2,28 a | 11,46 a |
| BC/MC (7/3, v:v) | 25,08 ab | 2,05 ab | 12,23 a |
| BC/MC (6/4, v:v) | 23,13 ab | 2,05 ab | 11,28 a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. SC: substrato comercial; BC: bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado; MC: moinha de carvão.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Os valores referenciais para a expedição de mudas de *Eucalyptus* são de 15 cm e 2 mm, para altura e diâmetro de colo, respectivamente (WENDLING; DUTRA, 2010). As menores médias desses dois parâmetros foram atribuídas às mudas de *Corymbia citriodora* produzidas em SC. Entretanto, tal substrato permitiu a produção de mudas com altura superior ao referencial mínimo, e apesar da média do diâmetro de colo das mudas ser inferior a 2 mm, o valor obtido (1,92 mm) ficou bem próximo do mínimo preconizado.

A formação de mudas com maior altura da parte aérea e diâmetro de colo no estudo, possivelmente esteja ligada a maior disponibilidade de nutrientes apresentada no BC, e nas formulações BC/MC. Maiores níveis de nitrogênio em substratos, geralmente promovem significativos aumentos no crescimento de mudas exercendo controle sobre as suas dimensões (GOMES; PAIVA, 2004). Além disso, a utilização de compostos orgânicos como substrato para produção de mudas permite o desenvolvimento de microrganismos benéficos, aumentando a disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo, o pH e a capacidade de troca catiônicas (CTC), o que corrobora para o crescimento vegetativo das mudas (WENDLING; GATTO, 2002).

Quanto à relação altura/diâmetro de colo evidenciou-se que as mudas produzidas no SC apresentaram médias inferiores em relação às demais formulações. Tal fato está ligado às menores dimensões das mudas produzidas, possivelmente, em razão da menor disponibilidade inicial de nutrientes encontradas no substrato. Na interpretação desse índice quanto menor o valor, mais robusta será a muda, e maior será o sucesso no estabelecimento inicial no campo (CARNEIRO, 1995).

A altura, o diâmetro de colo e a relação altura/diâmetro de colo, tomados isoladamente ou combinados, constituem em boa alternativa para prever a qualidade das mudas de espécies florestais (GOMES *et al.*, 2002), sendo considerados importantes parâmetros para prognosticar o crescimento de mudas no campo (MEXAL; LANDS, 1990). Tais características são muito utilizadas em viveiros florestais, em função da fácil medição, e por não ser necessária a destruição das mudas avaliadas. Entretanto, somente a utilização dos parâmetros citados como critérios para avaliação do padrão de qualidade de mudas florestais, pode apresentar deficiências no julgamento (GOMES; PAIVA, 2004). Sendo assim, se faz necessária a adoção de outros critérios de classificação da qualidade, como a avaliação da biomassa seca das mudas.

Em relação à avaliação da biomassa seca da parte aérea, radicial e total (características morfológicas destrutivas) também foram observadas diferenças entre as formulações utilizadas na produção das mudas de *Corymbia citriodora* (TABELA 4).

Tabela 4 - Biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca radicial (BSR), biomassa seca total (BST) de mudas de *Corymbia citriodora*, produzidas em diferentes substratos aos 105 dias.

| Formulações de substratos | BSA | BSR | BST |
|---------------------------|---------|--------|---------|
| | (g) | | |
| SC | 0,50 d | 0,09 b | 0,60 d |
| BC | 0,87 cd | 0,20 a | 1,07 cd |
| BC/MC (8/2, v:v) | 1,34 a | 0,23 a | 1,58 a |
| BC/MC (7/3, v:v) | 1,22 ab | 0,26 a | 1,49 ab |
| BC/MC (6/4, v:v) | 1,11 bc | 0,24 a | 1,36 bc |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. SC: substrato comercial; BC: bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado; MC: moinha de carvão.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Na avaliação da biomassa seca aérea ficou evidenciado que as mudas de *Corymbia citriodora* produzidas a partir da formulação BC/MC (8/2, v:v) obtiveram maiores médias em relação às formulações SC, BC e BC/MC (6/4, v:v), sendo equivalente a BC/MC (7/3, v:v). Steffen *et al.* (2011) estudando a qualidade de mudas de *C. citriodora*, também observaram valores significativamente superiores de biomassa seca aérea no tratamento constituído por 80% de vermicomposto e 20% de turfa, utilizada para elevar a macroporosidade do substrato. De forma semelhante, Gomes *et al.* (2002) constataram que o substrato formulado a partir de um composto orgânico com moinha de carvão vegetal (8/2, v:v), produziu mudas de *Eucalyptus grandis* com maior biomassa.

Para a biomassa seca radicular as médias encontradas no substrato BC e nas formulações BC/MC foram significativamente superiores ao SC. A baixa produção de biomassa seca das raízes no SC pode estar associado à sua elevada densidade (0,74 g cm⁻³). A densidade acima de 0,50 g cm⁻³ é considerada alta, sendo que tal característica correlaciona-se com a diminuição dos espaços porosos, o que leva a redução da aeração, interferindo no crescimento das raízes (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Segundo Freitas *et al.* (2005) quanto maior a biomassa seca do sistema radicular mais robusta será a muda. Além disso, a biomassa radicular, está diretamente ligada à sobrevivência e ao crescimento inicial em campo, em virtude da sua função de absorção de água e nutrientes (NOVAES *et al.*, 2002).

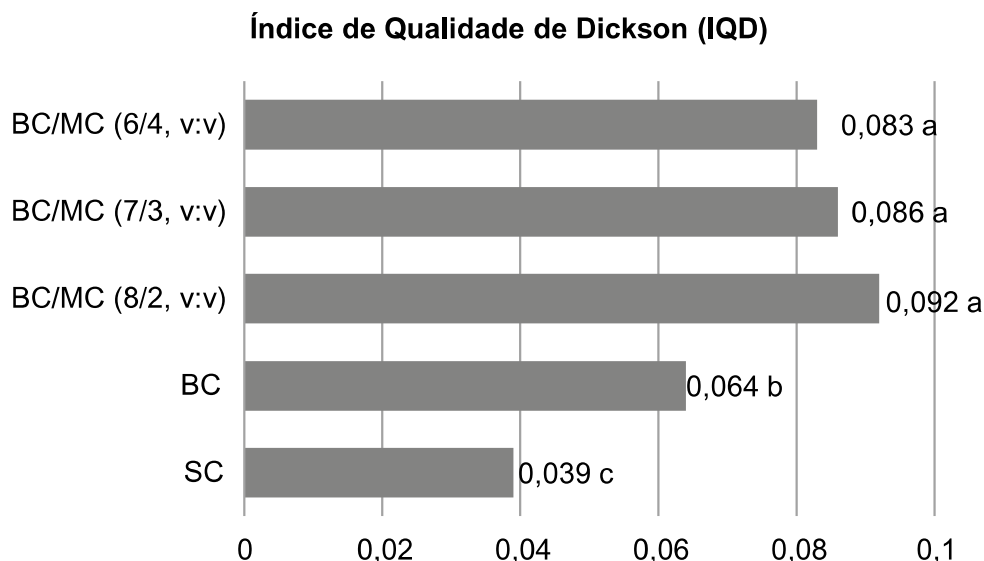
A biomassa seca total das mudas de *Corymbia citriodora* produzidas a partir da formulação BC/MC (8/2, v:v) apresentou-se significativamente superior às encontradas nas formulações SC, BC e BC/MC (6/4, v:v), sendo equivalente a BC/MC (7/3, v:v). O crescimento inicial e a sobrevivência das mudas pós-plantio estão intimamente ligados à biomassa seca total das mudas produzidas, sendo um fator de importante análise no momento da expedição para campo, visto que a utilização de mudas com maior biomassa pode evitar gastos desnecessários com replantio (CARNEIRO, 1995).

A relação adequada entre macro e microporosidade é determinada pelas características físicas dos componentes utilizados na formulação de substratos para a produção de mudas florestais (LOPES *et al.*, 2005). Presumivelmente, as melhores formulações encontradas na produção de mudas de *Corymbia citriodora*, do presente estudo, permitiram a adequada proporção de micro/macroporos, fator preponderante para boa aeração, drenagem, e capacidade de retenção de água nos substratos, o que refletiu diretamente na maior produção de biomassa seca das mudas.

Na avaliação do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) as mudas de *Corymbia citriodora* produzidas nas formulações BC/MC foram significativa-

mente superiores aos substratos SC e BC (FIGURA 1). O IQD permite classificar a qualidade de mudas de forma confiável, pois concentra num único índice vários fatores morfológicos, sendo que quanto maior for o valor do IQD melhor será a qualidade das mudas.

Figura 1 - Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Corymbia citriodora* produzidas em diferentes substratos. SC: substrato comercial; BC: bagaço de cana-de-açúcar bioestabilizado; MC: moinha de carvão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

O IQD das mudas produzidas no SC foi o menor do estudo, evidenciando que as mudas de *Corymbia citriodora* produzidas nesse substrato apresentaram menor qualidade quando comparadas com as mudas produzidas a partir do BC e nas formulações BC/MC. Oliveira Júnior *et al.* (2011) avaliando a qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, também encontraram maiores valores de IQD para formulações de substratos renováveis em relação a um substrato comercial utilizado para a produção comercial de mudas florestais.

Os resultados encontrados no estudo apontam a necessidade de avaliar, de forma complementar, os parâmetros morfológicos (destrutivos e não destrutivos) e o IDQ, para se definir quais são as melhores formulações de substratos para a produção de mudas de *Corymbia citriodora*.

Conclusão

Todas as formulações testadas produziram mudas, próximos aos padrões ideais mínimos, para altura da parte aérea, diâmetro de colo e relação altura/diâmetro de colo.

As formulações BC/MC (8/2, v:v) e BC/MC (7/3, v:v) proporcionaram mudas com maior biomassa seca.

As formulações BC/MC podem ser utilizadas na produção de mudas de *Corymbia citriodora*, pois apresentaram os melhores resultados para o IQD e demais parâmetros morfológicos do estudo.

Referências

- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR /FUPEF, 1995. 451 p.
- CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 72, p. 49-56, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 515-523, 2002.
- FREITAS, T. A. S. de.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔMICA, K. R.; FERREIRA, D. A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.
- FREITAS, T. A. S. de.; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. de A.; PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para o sistema de blocos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010.
- GOMES, J. M.; COUTO L.; LEITE H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R.; Parâmetros morfológicos na avaliação na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SOLO 96 - SUELO CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996. Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia: SLCS: SBSCS: ESALQ/USP: CEA-ESALQ/USP: SBM, 1996. Publicação em CD-ROM.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. de. Utilização de Resíduos Urbanos e Agroflorestais para Produção de Mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 530-537, 2013.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. da. Efeitos da irrigação na irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 68, p. 97-106, 2005.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings**. Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

NOVAES, A. B.; Carneiro, J. G. de A., Barroso, D. G.; Leles, P. S. dos S. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda*, produzidas em diferentes tipos de recipientes e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 675-681, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

OLIVEIRA, R. B. de; SOUZA LIMA, J. S. de; SOUZA, C. A. M. de; SILVA, S. de A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

RONDON NETO, R. M.; RAMOS, C. B. R. Avaliação das características físicas de substratos formulados com resíduos orgânicos para a produção de mudas florestais em tubetes. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3 n. 2, p. 117-121, 2010.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, p. 150-157, 2013.

SCHUURMAN, J. I.; GOEDEWAAGEN, M. A. J. **Methods for the examination of root systems and roots**. 2. ed. Wageningen : Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1971.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; SCHIEDECK, G. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002, 146 p.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L.F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas; 2010. p. 13-47.