

**COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO SOBRE O DESENVOLVIMENTO,
QUALIDADE E CUSTO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Eucalyptus grandis Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**

COMPOSITION OF THE SUBSTRATE ON THE DEVELOPMENT,
QUALITY AND COST OF PRODUCTION OF SEEDLINGS OF
Eucalyptus grandis Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake

Danilo Simões¹ Richardson Barbosa Gomes da Silva² Magali Ribeiro da Silva³

RESUMO

Os componentes utilizados na produção de substratos influem diretamente no ciclo vegetativo, na qualidade e conseqüentemente nos custos de produção das mudas. Nesse experimento estudou-se o desenvolvimento, qualidade e custos de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, por meio de propagação sexuada, utilizando 12 composições de substrato. A análise dos resultados evidenciou que os substratos puros, a exceção da fibra de coco, não apresentaram características físicas adequadas para a produção de mudas, via sexuada, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake em tubetes. Os melhores resultados foram obtidos nos substratos com mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco e na mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco, devido às melhores características morfológicas apresentadas e da possibilidade de redução do tempo de produção, levando à redução no custo final das mudas.

Palavras-chave: viveiro; propriedades físicas; fibra de coco; vermiculita.

ABSTRACT

The components used in the production of substrates influence directly the growth cycle, quality and consequently the cost of production of seedlings. In this experiment we studied the development, quality and cost of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *E. urophylla* S. T. Blake, through sexual propagation using 12 compositions of substrate. The results showed that the pure substrates, with the exception of coconut fiber, did not present physical characteristics appropriate for the production from seedlings of eucalyptus in container, with the best results obtained for the substrates with a mixture 1:1 of carbonized rid of rice and coconut-fiber and a mixture 1:1 of vermiculite and coconut fiber, due to the best morphological characteristics and the possibility of reducing the production period which enables a reduction in the cost of final seedling.

Keywords: nursery; physical properties; coconut-fiber; vermiculite.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que condicionam de forma limitante os padrões de qualidade das mudas no viveiro são o tipo e a qualidade do substrato (WENDLING et

al., 2002). O substrato tem o papel fundamental de fornecer às mudas todas as condições químicas, físicas e biológicas, para um crescimento saudável, oferecendo assim condições de transformar seu potencial genético em produtividade (KÄMPF et al., 2000).

1. Administrador de Empresas, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Setor de Ciências Florestais, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-307, Botucatu (SP). simoesdanilo@yahoo.com.br
 2. Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Setor de Ciências Florestais, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-307, Botucatu (SP). richardsonunesp@gmail.com
 3. Engenheira Florestal, Dra., Professora Assistente do Setor de Ciências Florestais, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-307, Botucatu (SP). magaliribeiro@fca.unesp.br
- Recebido para publicação em 7/01/2010 e aceito em 23/12/2010

As propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as propriedades químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser facilmente modificadas (MILNER, 2001). Entre as características físicas do substrato mais importantes para os viveiros florestais estão: textura, estrutura, porosidade (ar e umidade), densidade aparente e compactidade (HIGASHI e SILVEIRA, 2004).

Dessa forma, busca-se encontrar um substrato que seja uniforme em sua composição, rico em nutrientes, com elevada capacidade de retenção de água e troca catiônica, isento de pragas, patógenos e sementes de plantas daninhas, e viável economicamente (POZZA et al., 2007).

Lacerda et al. (2006) enfatizam que inúmeros substratos, em sua constituição original ou combinada, são usados atualmente para propagação de espécies florestais via sexuada ou vegetativamente. De acordo com Fernandes et al. (2006) são exemplos de substratos: a turfa, areia, isopor, espuma fenólica, argila expandida, perlita, vermiculita, casca de arroz, casca de *pinus*, fibra da casca de coco, serragem, entre outros.

Em vista que a utilização de substratos formulados com resíduos da agroindústria, tais como a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada, seria uma das alternativas de se diminuir custos e proporcionar uma melhor alocação para esses materiais, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento, a qualidade e o custo de produção de mudas, via propagação sexuada, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S.

T. Blake em função de diferentes substratos e suas combinações.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e época do estudo

O estudo foi realizado no período compreendido entre os meses de novembro de 2008 a fevereiro de 2009, em viveiro suspenso, tipo setorizado, pertencente à Universidade Estadual Paulista, no município de Botucatu, Estado de São Paulo, localizado nas coordenadas 22°51'03" de latitude Sul e 48°25'37" longitude Oeste, altitude média de 780 m e clima do tipo Cwa, segundo classificação de Wilhelm Köppen, com precipitação média anual de 1.524 mm.

Sistema de produção

As mudas de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* foram produzidas através de sementes adquiridas do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). Foram utilizados tubetes (tubo cônico de plástico rígido) de seção circular com capacidade volumétrica de 50 cm³ de volume útil, preenchidos com substratos conforme a Tabela 1. A esses substratos foram adicionados uma adubação de base com 1,5 Kg do adubo de liberação controlada Osmocote® de formulação N-P-K (19:6:10) por m³ de substrato. Os tubetes foram acondicionados em bandejas de polipropileno com 176 células, alocadas em casa de vegetação. Aos 20 dias após a semeadura, quando as mudas estavam com aproximadamente

TABELA 1: Composição dos substratos utilizados para a produção de mudas via sexuada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.

TABLE 1: Composition of substrates used for production of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake seedlings.

Substratos	Composições
1	Vermiculita
2	Casca de arroz carbonizada
3	Fibra de coco
4	Mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v)
5	Mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v)
6	Mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v)
7	Mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v)
8	Mistura 2:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v)
9	Mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v)
10	Mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v)
11	Mistura 2,3:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v)
12	Mistura 2,3:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v)

3 cm de altura, foi efetuado o desbaste, deixando uma plântula por tubete. Após uma semana, as plântulas foram levadas à casa de sombra, as quais permaneceram por 15 dias e posteriormente 50 dias em área a pleno sol, onde foram aplicadas as adubações de cobertura.

A fertilização de cobertura, durante a fase de crescimento, foi realizada duas vezes por semana, com os adubos: sulfato de amônio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e monoamôniofosfato purificado, na concentração de 520 mg L⁻¹ de N, 140 mg L⁻¹ de P, 360 mg L⁻¹ de K, 340 mg L⁻¹ de Ca e 169 mg L⁻¹ de S. Na fase de rustificação a adubação foi realizada apenas com o cloreto de potássio na concentração de 300 mg L⁻¹ de K.

Características avaliadas

Caracterização dos substratos

As propriedades físicas macroporosidade, microporosidade, porosidade total e retenção de água dos substratos, foram obtidas de acordo com Carvalho e Silva, citados por Silva (1998) e Lopes et al. (2007).

Desenvolvimento e qualidade das mudas

Para avaliar a influência da composição dos substratos no desenvolvimento e qualidade das mudas, o experimento consistiu na análise morfológica, a qual ponderou as variáveis de altura da parte aérea (cm), diâmetro do colo (mm), relação entre altura da

parte aérea e diâmetro do colo (H/D), a relação entre altura da parte aérea e altura do sistema radicular (H/SR), massa seca aérea e radicular (g) e a qualidade do sistema radicular. Esse último critério foi caracterizado por três avaliadores. Foi atribuído conceito “ótimo” ao sistema radicular bem estruturado, formado por um torrão firme, sem nenhuma flexibilidade e com presença de raízes novas. O conceito “bom” foi designado para o sistema radicular que apresentava boa estruturação, porém, com alguma flexibilidade, exigindo um maior cuidado no plantio, para não prejudicar o desempenho da muda no campo. Ambos foram considerados “aptos” para o plantio. Foi caracterizado como “ruim” as mudas que não apresentaram agregação do substrato (Figura 1).

As avaliações foram realizadas 92 dias após a semeadura. Para a obtenção da altura da parte aérea foi utilizada uma régua milimetrada, medindo-se da base do colo até a gema apical que deu origem à última folha. O diâmetro do colo foi obtido por meio de um paquímetro digital de precisão.

A massa seca da parte aérea foi obtida através do corte das mudas próximo ao substrato. Para a obtenção da massa seca radicular, as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente, sobre peneira. Posteriormente, ambos os materiais foram alocados em estufa a 70°C, até atingirem o peso constante. Em seguida, foi realizada a pesagem dos materiais em balança eletrônica com precisão de 0,01 g.

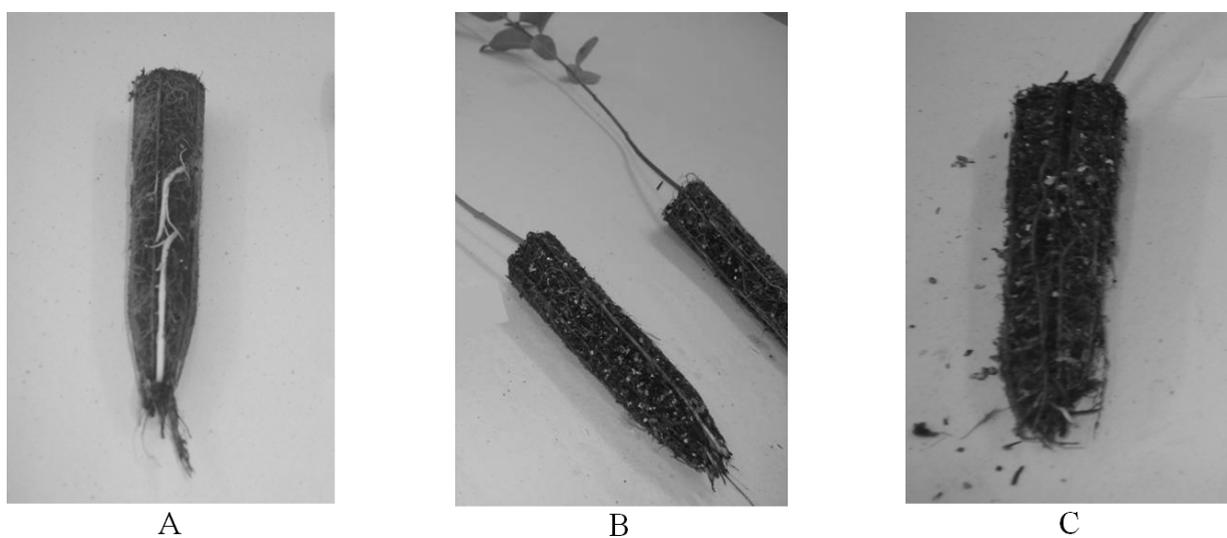


FIGURA 1: Conceitos de qualidade atribuídos de acordo com o desenvolvimento do sistema radicular: A (ótimo), B (bom) e C (ruim).

FIGURE 1: Concepts of quality assigned in accordance with the development of root system: A (great), B (good) and C (bad).

Delineamento experimental

Os ensaios foram conduzidos através do delineamento inteiramente casualizado, composto por 12 tratamentos (combinação das composições), com oito repetições (bandejas) de 52 plantas, sendo consideradas úteis para a avaliação, seis mudas centrais. Os resultados foram submetidos à análise de variância. As variáveis significativas pelo teste F foram submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Custos de produção de mudas

Os custos de produção foram calculados em dólar comercial americano, oficial do Banco Central do Brasil (PTAX 800) a preço de venda, por ser utilizada como moeda internacional de referência, sendo esses expressos por mil mudas produzidas (US\$ mil⁻¹). Foi considerado como taxa de câmbio o preço da moeda estrangeira, medido em unidades e frações da moeda nacional, que era de R\$ 1,896 (24/07/2009).

Para a estimativa do custo total de produção (clássico), considerou-se o custo fixo e variável conforme a metodologia utilizada por Barros (1948). A análise econômica foi realizada considerando um horizonte de 10 anos, período de depreciação do sistema de produção. A estimativa dos juros sobre o capital fixo foi realizada ponderando a taxa de juros de 6 % a.a. A depreciação foi calculada pelo método linear (HOFFMANN et al., 1981).

Os custos de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake variaram de acordo com as composições dos substratos, ponderando que as etapas de produção foram idênticas no que se referem aos insumos, sementes, mão de obra, irrigação, energia elétrica, impostos, taxas variáveis, conservação e reparos de máquinas, adubos e despesas gerais. Em relação aos custos fixos, foram considerados as taxas e impostos fixos, seguro e juros sobre o capital fixo, depreciação e custo alternativo da terra (nua).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físicas

Os valores obtidos para macroporosidade, microporosidade e porosidade total (Tabela 2) foram comparados com o proposto por Gonçalves e Poggiani (1996), citados por Valeri e Corradini (2000), embora esses autores não tenham considerado a fibra de coco, devido a este material ser

de uso recente. De acordo com esses autores, o nível médio de macroporosidade está entre 20 e 40 % e uma adequada macroporosidade deve estar entre 35 e 45 %. O substrato 2 (casca de arroz carbonizada) está acima do considerado como adequado (excesso de drenagem), implicando na necessidade do aumento da frequência de irrigação. Com exceção do substrato 4 (mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco) e substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco), que apresentaram valores abaixo do adequado, os demais substratos avaliados proporcionaram percentuais considerados adequados, conforme os valores recomendados.

Para o substrato 4 (mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco), substrato 3 (fibra de coco) e substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco) foram obtidos os maiores percentuais de microporosidade, os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2) e, considerados por Gonçalves e Poggiani (1996), como nível adequado ou alto. O substrato 2 (casca de arroz carbonizada) foi o único abaixo do preconizado como nível adequado, o que indica uma retenção de água inadequada.

Somente o substrato 1 (vermiculita) apresentou percentual considerado inadequado (abaixo de 75 %) conforme Gonçalves e Poggiani (1996). Segundo Lopes et al. (2008) o crescimento das mudas é afetado devido à dificuldade de expansão das raízes quando a porosidade total (PT) não se encontra em níveis ideais.

O substrato 2 (casca de arroz carbonizada) apresentou a menor capacidade de retenção de água (8,6 ml 50 cm⁻³). Essa particularidade pode acarretar uma deficiência hídrica às plantas, sobretudo em situações que não ocorram irrigações frequentes. Os maiores resultados de retenção foram obtidos para o substrato 3 (fibra de coco), substrato 4 (mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco) e substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco), que resultaram em aproximadamente 26 ml 50 cm⁻³, fato explicado em função da microporosidade predominante na fibra de coco.

É importante salientar que a metodologia de caracterização física desenvolvida nesse estudo, considera a situação real do substrato no tubete, ou seja, com a compactação empregada nos viveiros de produção de mudas florestais. Na metodologia usada por Gonçalves e Poggiani (1996) a compactação é dada por uma mesa de tensão.

TABELA 2: Propriedades físicas dos substratos utilizados para a produção de mudas via sexuada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.TABLE 2: Physical properties of substrates used for the production of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake seedlings.

Substratos	MC (%)	MI (%)	PT (%)	RA (ml 50 cm ³)
1	33,79 f	37,23 cd	71,02 f	20,53 c
2	66,40 a	16,38 f	82,77 b	8,55 e
3	33,37 f	51,73 a	85,10 a	26,20 a
4	28,06 g	51,92 a	79,99 c	26,30 a
5	42,24 cd	35,08 de	77,33 de	19,31 c
6	38,60 e	39,34 c	77,94 d	20,65 c
7	40,90 de	43,45 b	84,34 ab	24,29 ab
8	46,69 b	33,91 e	80,60 c	17,17 d
9	45,27 b	34,81 e	80,08 c	19,19 cd
10	27,59 g	50,39 a	77,98 d	25,55 ab
11	44,53 bc	36,13 de	80,66 c	20,27 c
12	32,50 f	43,63 b	76,13 e	24,05 b
CV (%)	5,24	4,53	1,54	7,24

Em que: 1 – vermiculita; 2 - casca de arroz carbonizada; 3- fibra de coco; 4 - mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 5 - mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 6 - mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 7 - mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v); 8 - mistura 2:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 9 - mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 10 - mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 11 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 12 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e fibra de coco (v:v). MC – macroporosidade; MI – microporosidade; PT – porosidade total; RA – retenção de água. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey (P= 0,05).

Análise morfológica

Dentre os parâmetros morfológicos a altura da muda, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e radicular, bem como combinações dessas variáveis, possibilitam selecionar melhores lotes de mudas nos viveiros (KROLOW, 2007).

Aos 92 dias de idade foi observada uma amplitude média da altura, que variou de 23,1 cm para o substrato 1 (vermiculita) a 39,2 cm para o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco). Os maiores valores em altura das mudas foram obtidos para o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco), substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco) e substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco), não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3). Segundo Rosa (2006) a diferença observada entre as médias da altura das plantas, para diferentes substratos, reflete a maior ou menor eficiência de cada formulação avaliada.

Para Daniel (2006) a altura da muda é um indicador que, utilizado unicamente no processo de obtenção da melhor muda, não tem muita importância, pois o valor obtido pode ter sido influenciado até mesmo por adubações nitrogenadas em cobertura, promovendo um enfraquecimento geral aumentando a mortalidade no plantio.

O substrato 1 (vermiculita) e o substrato 5 (mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada) impactaram negativamente na altura das mudas. Tal fato pode ser explicado devido à vermiculita ser um material praticamente inerte e a casca de arroz carbonizada não conferir um aporte de nutrientes adequado. Essa carência implica numa necessidade maior na concentração da solução de adubação, ou frequência de aplicação. Gomes e Silva (2004) afirmam que a vermiculita, necessita de fornecimento de nutrientes essenciais por meio de adubações periódicas, o que onera o processo de produção de mudas.

TABELA 3: Caracterização morfológica de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, produzidas via sexuada em diferentes substratos.TABLE 3: Morphological characterization of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake in different substrates.

Substratos	H (cm)	D (mm)	H/D	MSA (g)	MSR (g)	H/SR
1	23,1 f	2,45 f	9,57 ef	0,99 g	0,23 f	1,86 f
2	31,5 cd	3,14 cd	10,10 cdef	1,52 bcd	0,47 abc	2,52 cd
3	29,7 de	3,19 cd	9,39 f	1,34 de	0,55 ab	2,38 de
4	34,2 bc	3,28 bc	10,47 cde	1,58 bc	0,47 abc	2,74 bc
5	27,0 e	2,55 ef	10,64 bcd	1,04 fg	0,30 ef	2,16 e
6	37,1 ab	3,48 ab	10,67 bcd	1,82 a	0,53 ab	2,96 a
7	39,2 a	3,57 a	10,99 bc	1,74 ab	0,59 a	3,14 a
8	32,7 cd	3,31 bc	10,04 cdef	1,52 bcd	0,39 cde	2,61 cd
9	29,9 de	2,60 ef	11,59 ab	1,11 fg	0,29 f	2,39 de
10	36,9 ab	3,05 d	12,13 a	1,47 cd	0,47 abc	2,95 ab
11	31,1 d	2,71 e	11,54 ab	0,99 g	0,33 def	2,49 d
12	30,0 d	3,07 cd	9,85 def	1,24 ef	0,41 cd	2,40 d
CV (%)	14,13	11,08	13,95	23,24	29,45	14,14

Em que: 1 – vermiculita; 2 - casca de arroz carbonizada; 3- fibra de coco; 4 - mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 5 - mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 6 - mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 7 - mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v); 8 - mistura 2:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 9 - mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 10 - mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 11 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 12 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e fibra de coco (v:v). H – altura da parte aérea; D – diâmetro do colo; MSA – massa da parte aérea; MSR – massa da parte radicular; H/D – relação entre altura da parte aérea e diâmetro do colo; H/SR – relação entre altura da parte aérea e altura do sistema radicular. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey (P= 0,05).

Quanto ao diâmetro do colo, houve uma variação de 2,45 a 3,48 mm. Segundo Sturion et al. (2000) o diâmetro do colo mínimo para efetuar o plantio no campo é de 3,5 mm. Esse valor é condizente com os resultados obtidos para as mudas avaliadas com o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco) e com o substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco). Entretanto, os resultados que apresentaram valores inferiores ao citado por Sturion et al. (2000), estão de acordo com o preconizado por Gomes et al. (1996), que estabeleceram um valor mínimo de diâmetro de colo de 2 mm e Lopes (2004) de 2,5 mm para plantio de *Eucalyptus grandis* no campo.

A altura das mudas e diâmetro do colo são parâmetros importantes, os quais não devem ser avaliados isoladamente para diagnosticar a qualidade das mudas (GOMES e PAIVA, 2004).

Carneiro (1995) conjuga estes dois parâmetros em um só índice (H/D) para exprimir o equilíbrio de crescimento das mudas. Esta relação variou de 9,39 a 12,13 (Tabela 3), índices próximos aos obtidos por Trigueiro e Guerrini (2003) e Lopes et al. (2007).

Lavender (1984) afirma que as plantas desenvolvidas com maior disponibilidade de água e nutriente, ou ambos, em local sombreado, têm maior taxa de parte aérea e raiz, em relação às plantas desenvolvidas com relativo déficit hídrico e de nutrientes a pleno sol. Portanto, a avaliação da massa seca é de suma importância, entretanto, é um processo restritivo, principalmente para muitos viveiristas, uma vez que, para se obter respostas desse parâmetro, é necessária a destruição das mudas (AZEVEDO, 2003).

O resultado da massa seca da parte aérea foi reflexo da altura da parte aérea e do diâmetro

do colo. Os substratos que proporcionaram maior massa seca da parte aérea foram o substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco) e o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco), os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

A massa seca da parte radicular apresentou um melhor resultado para o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco), enquanto o substrato 1 (vermiculita) e o substrato 9 (mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada) apontaram ser deficientes para esta característica, ou seja, nesta proporção não são aceitáveis para uma estruturação ideal do sistema radicular.

As variações observadas para a análise morfológica podem ser explicadas em função das diferentes composições dos substratos. Trigueiro e Guerrini (2003) observaram, durante a avaliação do uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de eucalipto, que existe uma diferença da capacidade de retenção de água entre substratos, afetando negativamente o desenvolvimento das mudas.

A má-formação do sistema radicular impede a absorção de água e nutrientes, em quantidades suficientes, para atender às necessidades da planta, resultando em um quadro sintomatológico típico de deficiência hídrica ou nutricional, em consequência do desequilíbrio entre parte aérea e raiz (ALFENAS et al., 2004). O índice da relação entre a altura da parte aérea e a altura do sistema radicular (H/SR), que exprime o equilíbrio da arquitetura da muda, foram maiores para o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco), substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco) e substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco), respectivamente, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Esses índices estão em conformidade com os resultados obtidos por Neto et al. (2007), que relacionaram um maior crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular.

Qualidade do sistema radicular

Devido à dificuldade de observação, quantificação e interpretação de sistemas radiculares, o estado da arte do conhecimento científico, nesta área, está aquém do desejável (TERUEL et al., 2000).

A qualidade do sistema radicular é um fator

decisivo para o desempenho da muda no campo, portanto é um parâmetro de suma importância na definição da qualidade da muda. Sua avaliação pode ser qualitativa, constituída de fatores como a estruturação do sistema radicular, a resistência do torrão formado e a presença de raízes brancas, demonstrando plena atividade fisiológica.

A escolha do substrato segundo Jabur e Martins (2002) é de fundamental importância, pois é onde o sistema radicular irá desenvolver-se, determinando o crescimento da parte aérea, até o momento do plantio no campo. Costa (2003) complementa, ressaltando que o substrato deve garantir o suprimento de oxigênio para o sistema radicular.

O melhor resultado foi obtido para o substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco), que proporcionou 100 % de mudas aptas para o plantio, sendo 95,8 e 4,2 %, respectivamente, com sistemas radiculares ótimo e bom. Do mesmo modo o substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco) apresentou um bom desempenho radicular, totalizando 100 % de mudas aptas para o plantio, entretanto o conceito "ótimo" foi de 79,2 % (Tabela 4).

O substrato 5 (mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada), substrato 1 (vermiculita), substrato 9 (mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada), concomitantemente, exerceram uma influência negativa no desenvolvimento do sistema radicular, sendo que as mudas produzidas com esses substratos foram consideradas inaptas para o plantio. O substrato 2 (casca de arroz carbonizada), substrato 8 (mistura 2:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco), substrato 10 (mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco) e substrato 12 (mistura 3,5:1,5 de vermiculita e fibra de coco), apesar de apresentarem percentuais acima de 80 % de plantas aptas para o plantio, implicarão num maior cuidado durante a operação de plantio no campo, em função da flexibilidade do torrão, que gerou um conceito "bom" de aproximadamente 60 % para as plantas provenientes desses substratos.

Custos de produção de mudas

Os componentes utilizados na produção de substratos influem diretamente no ciclo vegetativo, na qualidade e, conseqüentemente, nos custos de produção das mudas. Horngren et al. (2004) afirmam que a alocação de custos é problema em quase todas as organizações e

TABELA 4: Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake produzidas via sexuada em diferentes substratos.TABLE 4: Quality of the root system of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake seedlings in different substrates.

Substratos	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim (a)	Bom (b)	Ótimo (c)	Aptos (b+c)
1	96	4	0	4
2	6	65	29	94
3	2	31	67	98
4	2	31	67	98
5	100	0	0	0
6	0	21	79	100
7	0	4	96	100
8	19	69	12	81
9	42	58	0	58
10	15	54	31	85
11	42	56	2	58
12	17	67	17	84

Em que: 1 – vermiculita; 2 - casca de arroz carbonizada; 3- fibra de coco; 4 - mistura 1:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 5 - mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 6 - mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 7 - mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v); 8 - mistura 2:1:1 de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v:v); 9 - mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 10 - mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v); 11 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v); 12 - mistura 3,5:1,5 de vermiculita e fibra de coco (v:v).

fornece informações necessárias para as decisões estratégicas e operacionais. É mediante resultados econômicos que o produtor pode tomar decisões e encarar o seu sistema de produção como uma empresa (BACH e LOPES, 2007).

O custo médio por milheiro de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake produzidas foi de US\$ 105.68. Com a utilização dos substratos 2 - casca de arroz carbonizada, 5 - mistura 1:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v) e 9 - mistura 2:1 de vermiculita e casca de arroz carbonizada (v:v), os quais não diferiram estatisticamente entre si, poderá, economicamente, ser mais viável, em função do menor custo de produção. Entretanto, é de suma importância considerar a qualidade e o tempo de produção, pois as mudas produzidas com estes substratos não apresentaram padrões desejáveis estabelecidos para o plantio no campo. Para o substrato 3 (fibra de coco) o lucro econômico poderá ser menor, devido ao maior custo de

produção das mudas, que foi de US\$ 106.68 por milheiro e, além disso, não proporcionou a melhor qualidade de mudas.

Os custos das mudas produzidas por meio dos substratos 6 - mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v), 7 - mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (v:v) e 10 - mistura 2:1 de vermiculita e fibra de coco (v:v), não resultaram em diferença estatística significativa, além de apresentarem o maior desenvolvimento e melhor qualidade. Em decorrência de estas mudas atingirem um padrão morfológico superior às demais, este fato poderia reduzir o ciclo de produção, o que resultaria num menor dispêndio econômico.

Ainda que a diferença entre os custos de produção não seja, estatisticamente, significativa para alguns substratos avaliados (Figura 2), poderá haver um impacto antieconômico dependendo do nível tecnológico do viveiro florestal e da quantidade de mudas produzidas.

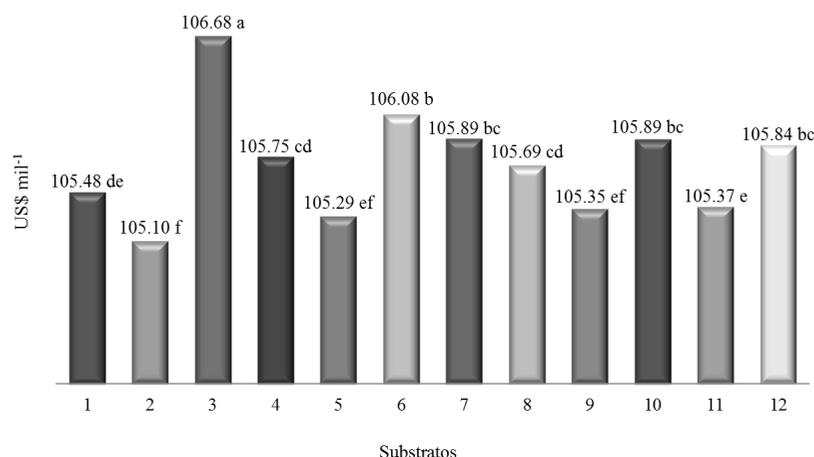


FIGURA 2: Valores médios e desvio padrão dos custos de produção de mudas produzidas via sexuada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake relacionado ao substrato. Médias seguidas pela mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey (P = 0,05).

FIGURE 2: Mean values and standard deviation of the production costs from *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake seedlings related to substrate. Means followed by same letter are not different by Tukey's test (P = 0.05).

CONCLUSÕES

Os substratos puros, a exceção da fibra de coco, não apresentaram características físicas adequadas para a produção de mudas via sexuada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake em tubetes. Os diferentes materiais, quando combinados, resultaram propriedades físicas distintas, não respeitando as proporções das misturas em função do rearranjo de suas partículas. Os diferentes resultados de retenções de água indicam a necessidade de manejos hídricos específicos para cada composição de substrato.

Em decorrência dos parâmetros morfológicos, em específico a qualidade do sistema radicular e do maior desenvolvimento da muda, os melhores substratos para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, via sexuada em tubetes, foram os substrato 7 (mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco) e substrato 6 (mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco).

A redução dos custos está associada ao tempo de produção das mudas, portanto, devem-se dirigir esforços para a utilização de substratos que possibilitem o maior desenvolvimento e qualidade das mudas, em um menor período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa,

2004. 442 p.

AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

BACH, D. B. et al. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (*Aloe vera* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1136-144, 2007.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversão de moedas**. Disponível em: <(http://www4.bcb.gov.br/?TXCONVERSAO)>. Acesso em: 24 de julho de 2009.

BARROS, H. **Economia agrária**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1948.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p.

COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos**. 2003. 119 f. Tese (Doutorado Produção Vegetal- Horticultura)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

DANIEL, O. **Silvicultura**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias. Brasil, 2006. 196 p.

FERNANDES, C. et al. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 94-98, 2006.

GOMES, J. M. et al. Os substratos e sua influência

- na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P. et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.190-225.
- GOMES, J. M. et al. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.18, n.185, p.15-22, 1996.
- GOMES, J. M. et al. **Viveiros florestais – propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: USP ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1 CD-ROM.
- HIGASHI, E. N. et al. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L. et al. **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, 2004. v.1, p.677-725.
- HOFFMANN, R. et al. **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981. 325 p.
- HORNGREN, C. T. et al. **Contabilidade de custos**. 11. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 310 p.
- JABUR, M. A. et al. Influência de substratos na formação dos porta-enxertos: limoeiro-cravo (*Citrus limonia* osbeck) e tangerineira-cleópatra (*Citrus reshni* hort. ex tanaka) em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 514-518, 2002.
- KÄMPF, A. N. et al. **Substratos para plantas**. A base da produção vegetal em recipientes, Porto Alegre: Gênese, 2000. 312 p.
- KROLOW, I. R. C. **Produção de mudas de eucalipto em substratos obtidos a partir de resíduos agroindustriais, compostados e vermicompostados**. 2007. 73 f. Dissertação (Mestrado – Produção vegetal)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.
- LACERDA, M. R. B. et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.
- LAVENDER, D. P. Plant physiology and nursery environment: interactions affecting seedling growth. In: DURYEA, M. L. et al. **Forest nursery manual: production of bareroot seedlings**. Corvallis: Oregon State University, 1984. p. 133-141.
- LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- LOPES, J. L. W. et al. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 713-722, 2007.
- LOPES, J. L. W. et al. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 358-367, 2008.
- MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...**Ribeirão Preto: ISCN, p.108-111, 2001.
- NETO, A. L. S. et al. Crescimento inicial de sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.310-316, 2007.
- POZZA, A. A. A. et al. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, 2007.
- ROSA, L. S. **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus* sp Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105p. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- STURION, J. A. et al. Produção de mudas de espécies de rápido por pequenos produtores. Colombo: Embrapa florestas, 2000. 21 p. (Circular técnica, 37).
- TERUEL, D. A. et al. Modelagem matemática como metodologia de análise do crescimento e arquitetura de sistemas radiculares. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p.683-691, 2000.
- TRIGUEIRO, R. M. et al. Uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n.64, p.150-162, 2003.
- VALERI, S. V. et al. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M. et al. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 168-189.
- WENDLING, I. et al. Curso intensivo de viveiros e produção de mudas. Colombo – PR: Embrapa Florestas, 2002. 48 p. (Documentos 79).