

# Adição de maravalha a substratos comerciais na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

## Adding wood shavings to commercial substrates in the production of seedlings of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Antonio Carlos Nogueira<sup>1(\*)</sup>

Pablo Georgio Souza<sup>2</sup>

Dagma Kratz<sup>3</sup>

Marcos Vinicius Martins Bassaco<sup>4</sup>

### Resumo

Baseado na importância do substrato na produção de mudas e na utilização de materiais renováveis para sua formulação objetivou-se nesse estudo avaliar a viabilidade técnica da adição de maravalha ao substrato comercial para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Para tanto, testou-se cinco substratos formulados a partir de três componentes: substrato comercial a base de casca de pinus, substrato comercial a base de turfa e a maravalha. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que, de maneira geral, o substrato composto por 34% casca de casca de pinus + 34% turfa + 32% maravalha proporcionou maior crescimento das mudas. No entanto, todos os substratos analisados foram adequados para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. As mensurações de altura e diâmetro anteriores a avaliação final não são correlacionáveis para predição do resultado final.

**Palavras-chave:** turfa; casca de pinus; eucalipto.

---

1 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor, Pesquisador da Universidade Federal do Paraná, UFPR, Professor do Curso de Pós-Graduação Mestrado/Doutorado em Engenharia Florestal da UFPR; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: Avenida Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, CEP: 80210-170, Curitiba, Paraná, Brasil; E-mail: [nogueira@ufpr.br](mailto:nogueira@ufpr.br) (\*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor Assistente do Curso de Engenharia Florestal da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR; Endereço: Rodovia BR-376, km 14, Cruzeiro, CEP: 83010-500, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil; E-mail: [pablo.souza@pucpr.br](mailto:pablo.souza@pucpr.br)

3 MSc.; Engenheira Florestal; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, UFPR; E-mail: [dagkratz@yahoo.com.br](mailto:dagkratz@yahoo.com.br)

4 MSc.; Engenheiro Florestal; Doutorando em Ciências do solo pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Professor na Faculdade União Latino Americano de Tecnologia, ULT; Endereço: Rua Santa Catarina, 04, Jardim Nossa Senhora de Fátima, CEP: 84200-000, Jaguariaíva, Paraná, Brasil; E-mail: [mbassaco@yahoo.com.br](mailto:mbassaco@yahoo.com.br)

## Abstract

Based on the importance of substrate on seedling production and use of renewable materials for their formulation, in this study aimed to evaluate the technical feasibility of adding wood shavings to the commercial substrate for seedlings of *Eucalyptus grandis*. To this end, were tested five substrates formulated from three components the base substrate commercial pine bark, substrate-based commercial peat and wood shavings. Based on these results, it was found that in general the substrate composed of 34% pine bark + 34% peat + 32% wood shavings provided the greatest growth of seedlings. However, all substrates examined were suitable for the production of seedlings of *Eucalyptus grandis*. The measurements of height and diameter prior to final evaluation are not correlated to predict the outcome.

**Key words:** peat; pine bark; eucalyptus.

## Introdução

Desde o início das atividades silviculturais brasileiras, a utilização das plantas do gênero *Eucalyptus* tem ocupado lugar de destaque. Atualmente, segundo a ABRAF (2012), a área cultivada é de aproximadamente 1.642.000 hectares dentre um total de 6.516.000 hectares cultivados com espécies florestais.

Ao levar em consideração o estabelecimento de povoamentos florestais, a produção de mudas, tanto em quantidade quanto em qualidade, representa uma das fases mais importantes e com repercussão direta na produtividade e qualidade do produto final. Nesse sentido, muitos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas, sendo que um dos fatores que influencia a qualidade das mudas é o substrato que as sustentam (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; CALDEIRA et al., 2011).

Nos últimos anos, têm ocorrido um significativo avanço no desenvolvimento das técnicas de cultivo de plantas, quando também o meio de cultivo evoluiu desde

os primeiros substratos baseados em solo mineral até as atuais misturas, com diferentes proporções de variados materiais (CALDEIRA et al., 2011). A utilização de materiais renováveis para formulação de substratos é de fundamental importância, visto ao aumento da produção de mudas, que deve seguir os padrões ecologicamente corretos e economicamente viáveis.

Para a escolha do substrato destinado a produção de mudas, deve-se levar em conta os fatores econômico, químico e físico. Os de ordem econômica podem ser resumidos em: custo, disponibilidade, qualidade e facilidade de manuseio. Os químicos relacionam-se, principalmente, ao pH e ao nível de fertilidade do material e os físicos, referem-se às características desejáveis do próprio material, como por exemplo, textura e densidade, que interferem na aeração, capacidade de retenção de água e agregação do substrato (WENDLING; GATTO, 2002).

Segundo Kratz (2011), a demanda por substratos está crescendo cada vez mais, visto a sua utilização em diversas áreas agrícolas, como na horticultura, floricultura, fruticultura

e florestal. Desta forma, faz-se necessário o fornecimento de novas alternativas de produtos a serem utilizados como substratos, visto que os produtos existentes atualmente podem em breve não atender a demanda do mercado de produção de mudas.

Dessa forma, devem-se aumentar os estudos em relação aos substratos a fim de apresentar novas possibilidades de formulação. Os resíduos agroindustriais, industriais florestais e urbanos representam uma alternativa viável para produção de mudas, pois grandes volumes destes produtos são gerados, quando não destinados corretamente são considerados como um problema ambiental.

Desde o fim do século XX, busca-se desenvolver sistemas sustentáveis de produção, tanto através do uso eficiente dos insumos, água, nutrientes e energia, como reduzindo os resíduos e efluentes. Os resíduos orgânicos podem ser reciclados de forma a repor nutrientes e matéria orgânica no solo ou então serem transformados em energia utilizável. O setor madeireiro gera vários tipos de resíduos, dentre eles a maravalha, que resulta do desdobro da madeira (PAULA, 2006).

A maravalha *in natura* utilizada é composta de madeira e casca de *Pinus taeda* triturada, com pedaços menores de 1 cm de comprimento, com 2 mm de espessura e largura variando de 2 a 8 mm. Sua composição química é igual a da madeira da espécie florestal que foi utilizada em seu processo de fabricação, pois não há alterações ou processos químicos que possam contribuir para alteração das propriedades químicas, físicas e mecânicas, devido à ausência de processos de compostagem.

Baseado na importância da utilização de materiais renováveis para a formulação de substratos na produção de mudas objetivou-se, neste estudo, avaliar a viabilidade técnica da adição de maravalha a substratos comerciais para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no viveiro florestal Sudoeste, localizado em Santa Izabel do Oeste – Paraná (25°48'12" S e 53°29'36" W, 470 m), no período de dezembro de 2009 a maio de 2010. Segundo classificação de Köppen, o clima da região é Subtropical Úmido (Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22 °C e no mês mais frio inferior a 18 °C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes, do tipo Cfa.

Os materiais utilizados para a formulação dos tratamentos foram misturados, com o auxílio de uma betoneira, visando maior homogeneidade do substrato formulado. Logo após, as bandejas contendo os tubetes foram posicionadas sobre mesa vibratória e estes preenchidos com os substratos. A mesa foi acionada por 5 segundos, e a seguir, as embalagens foram preenchidas com mais substrato. O mesmo procedimento foi repetido duas vezes, até o preenchimento completo dos tubetes. Esta técnica evita a compactação exagerada do substrato nos recipientes.

Realizou-se semeadura direta de sementes peletizadas de *Eucalyptus grandis* em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, contendo cinco tratamentos, conforme a composição descrita na tabela 1.

Tabela 1 - Material utilizado (%) na formulação dos substratos (volume/ volume)

Tratamento	SC 1 (%)	SC 2 (%)	MAR (%)	NPK (2-20-10) (kg/100l)
1	100	-	-	2
2	20	20	60	2
3	25	25	50	2
4	34	34	32	2
5	40	40	20	2

Fonte: Autores (2011).

Nota: SC1 – Substrato comercial a base de casca de pinus, SC 2 – Substrato comercial a base de turfa. MAR – Maravalha. NPK 2-20-10 (2 % Nitrogênio, 20% Fósforo e 10% Potássio).

Após a semeadura, as sementes foram cobertas com uma fina camada de vermiculita e levadas para a casa de vegetação, onde foram irrigadas com dez irrigações diárias de três minutos, com vazão de 25 L.hora<sup>-1</sup>, permanecendo por vinte dias, seguindo para casa de sombra (três irrigações diárias de seis minutos com vazão de 25 L.hora<sup>-1</sup>), onde permaneceram até o 50º dia, e por último transferidas para a área de pleno sol (duas irrigações diárias de dez minutos com vazão de 25 L hora<sup>-1</sup>) e foram expostas diretamente ao sol até completar o noventa dias.

Na saída para a área de pleno sol, realizou-se intercalação das mudas, visando um maior espaçamento entre as mesmas, permitindo desta forma um maior crescimento do colo.

As variáveis morfológicas altura e diâmetro de colo foram avaliadas a cada trinta dias até completar noventa dias. Para a medição das mesmas foi utilizada régua de precisão e paquímetro digital, respectivamente.

Na última avaliação, foram feitas análises destrutivas em dez plantas por repetição, sendo elas: biomassa fresca da parte aérea e radicial, biomassa seca da parte aérea e radicial (48 horas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C), facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato.

Para as avaliações de facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato, foi utilizada a metodologia de Wendling et al. (2007). Este método consiste em atribuir notas de zero a dez às variáveis, sendo zero a dificuldade máxima e dez a facilidade máxima de retirada após três batidas na parte superior (boca) do tubete. Quanto à agregação das raízes ao substrato, as mudas (sem os tubetes) foram soltas em queda livre a um metro do solo e ao torrão foi atribuída uma nota de zero a dez, sendo, zero para a muda totalmente esboroada e dez para o torrão íntegro.

Foram calculados, também, os seguintes índices morfológicos: relação altura e diâmetro (H/D), relação biomassa seca aérea e biomassa seca radicial (BSA/BSR) e o índice de qualidade de Dikson (IQD), calculado pela seguinte fórmula:

$$IQD = BST / (H/D + BSA/BSR) \quad (1)$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 plantas e cinco tratamentos. Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de Bartlett ( $p < 0,05$ ), a fim de verificar a homogeneidade das variâncias e, em seguida, a análise de variância (ANOVA) ( $p < 0,05$ ), prosseguindo para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) a fim de comparar as médias dos substratos.

## Resultados e Discussão

A análise de variância revelou efeito significativo dos tratamentos para as variáveis: altura aos 30, 60 e 90 dias (H 30, H 60 e H 90), diâmetro do colo aos 30, 60 e 90 dias (D 30, D 60 e D 90), biomassa

seca aérea (BSA), agregação das raízes ao substrato (AG), facilidade de retirada do tubete (FRT), relação altura/diâmetro (H/D) e para o índice de qualidade de Dickson (IQD), enquanto que para a variável biomassa seca radicial não apresentou influência significativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância para altura aos 30, 60 e 90 dias (H30, H60, H90), diâmetro de colo aos 30, 60 e 90 dias (D30, D60, D90), biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca radicial (BSR), agregação ao substrato (AG), facilidade de retirada do tubete (FRT), relação altura/diâmetro (H/D) e para o índice de qualidade de dikson (IQD)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios											
		H 30	H 60	H 90	D 30	D 60	D 90	BSA	BSR	AG	FRT	H/D	IQD
		(cm)			(mm)			(g)					
Substratos	4	3.23**	12.92**	42.48**	0.76**	6.86**	4.71**	0.007**	0.001 <sup>ns</sup>	2.45*	3.82**	6.54**	0.00**
Resíduo	15	0.53	2.12	2.33	0.02	0.15	0.86	0.001	0.001	0.80	0.00	0.204	0.00
Média	-	8.44	16.88	24.56	0,49	1,47	2,08	0.429	0.167	7	9	11,75	0.15
CV (%)	-	8.6	8.6	6.2	2.6	2.6	4.4	7.9	11.2	12.5	6.2	3.84	11.0

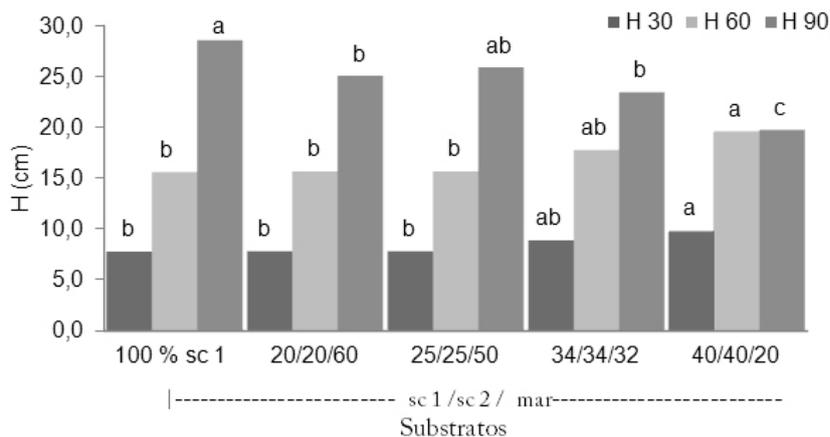
Fonte: Autores (2011).

Nota: \*\* e \* valor de F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. <sup>ns</sup> valor de F não significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação de crescimento em altura, as mudas de *E. grandis* mostraram diferença significativa entre

os substratos avaliados, para todos os períodos de avaliação (30, 60 e 90 dias) (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Altura das mudas de *Eucalyptus grandis* aos 30, 60 e 90 dias, produzidas em diferentes substratos



Fonte: Autores (2011).

Nota: Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. sc1 - substrato comercial a base de casca de pinus, sc 2 - substrato comercial a base de turfa. mar - maravalha.

Visto que a avaliação mais importante foi aos noventa dias, data próxima ao plantio definitivo em campo pode-se observar que os melhores substratos foram o comercial a base de casca de pinus e a combinação do substrato comercial a base de casca de pinus / substrato comercial a base de turfa / maravalha (25/25/50) (Gráfico 1). Porém, mesmo apresentando menor crescimento em altura, todos os substratos utilizados foram aptos para a produção de mudas de *E. grandis*, visto que as mudas apresentaram altura superior a quinze centímetros (Gráfico 1), valor mínimo recomendado para o plantio em campo, segundo Wendling e Dutra (2010). Estes resultados não permitem concluir quais fatores possibilitaram a constatação dos referidos resultados, mas certamente, todos os tratamentos testados possibilitaram condições mínimas exigidas pela espécie estudada, para que as mudas apresentassem padrões mínimos compatíveis com as recomendações técnicas.

Tanto o tratamento composto por casca de pinus (100% sc1) e a formulação do tratamento três (25% sc1, 25% sc2 e 50% maravalha) apresentaram alturas maiores em relação ao trabalho realizado por Aguiar et al. (1989), onde verificaram que mudas de *E. grandis* produzidas em terra de subsolo proporcionaram menor crescimento (19,2 cm) em altura quando comparadas com casca de arroz carbonizada, vermiculita e folha de eucalipto carbonizada, apresentando essas alturas de 21,2; 27,2 e 20,2 cm, respectivamente.

Nesse sentido, este trabalho apresentou melhores alturas quando comparado com o trabalho de Oliveira et al. (2008), que verificaram menor crescimento em altura em mudas de *E. grandis* produzidas em substrato

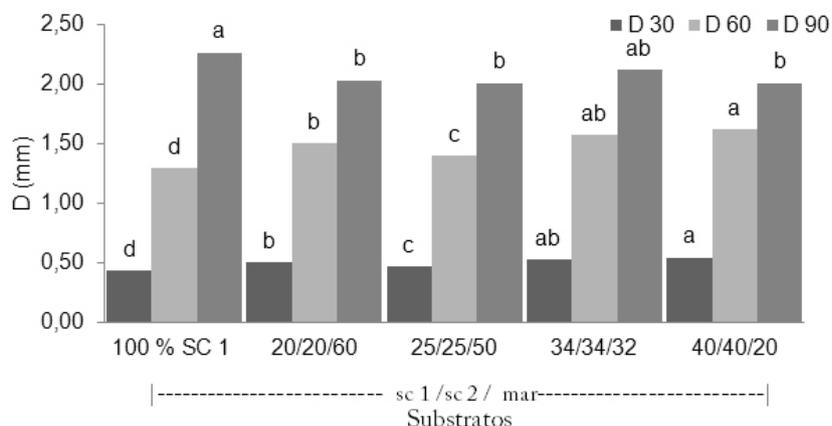
comercial a base de casca de pinus (18,25 cm), quando comparado com o formulado a base de casca de amendoim processada/ húmus de minhoca/ turfa/ terra de barranco (25/35/30/3), apresentando altura média de 24,25 cm e 21,25 cm com o substrato contendo acícula de pinus/ esterco bovino/ terra de barranco/ areia (30/60/13/7).

Outra questão importante a ser destacada refere-se a não adequação das medições de altura aos trinta e sessenta dias visando uma predição desta característica aos noventa dias, visto que os resultados de altura observados nestes dois períodos de avaliação não se repetem aos noventa dias para a maior parte dos substratos analisados (Gráfico 1).

O mesmo comportamento foi observado por Trigueiro e Guerrini (2003) em mudas de *E. grandis* produzidas em diferentes substratos, onde os melhores tratamentos aos trinta dias não seguiram a mesma tendência até o final da fase de produção de mudas. Aguiar et al. (1989) em experimento com *E. grandis*, observaram que as avaliações realizadas anteriormente à avaliação final podem ser dispensadas, visto que as mesmas apresentaram pouca variação em relação a avaliação final. Entretanto, faz-se necessário o monitoramento do crescimento ao longo do tempo a fim de verificar a capacidade de alguns tratamentos atingirem o tamanho ideal de muda para o plantio, antes do período comumente utilizado.

Quanto o diâmetro de colo, observa-se na gráfico 2 que as mudas produzidas no substrato comercial a base de casca de pinus e a combinação do substrato comercial a base de casca de pinus / substrato comercial a base de turfa / maravalha (34/34/32) apresentaram maior crescimento.

Gráfico 2 - Diâmetro do colo das mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos aos 30, 60 e 90 dias (DC 30, DC 60, DC 90)



Fonte: Autores (2011).

Nota: Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. sc1 - substrato comercial a base de casca de pinus, sc 2 - substrato comercial a base de turfa. mar - maravalha.

Todos os substratos apresentaram diâmetro de colo acima do mínimo considerado adequado, o qual deve ser acima de dois milímetros, segundo Wendling e Dutra (2010). Dessa forma, todos os substratos testados apresentaram-se viáveis tecnicamente para a produção de mudas de *E. grandis* (Gráfico 2). Este fato nos permite questionar os padrões adotados atualmente para a produção de mudas de espécies florestais, pois a adição de maravalha possibilita a redução de custos, a diminuição do peso e conseqüentemente a redução de custos associados à logística para entrega e transporte de mudas florestais em longas distâncias, e como a adição de matérias primas como a maravalha reduzem tais custos de forma significativa, nos perguntamos se os substratos utilizados atualmente são preparados de acordo com as reais necessidades da cultura, pois a utilização de tais aditivos em diferentes proporções fornece condições mínimas para a produção de mudas florestais de acordo com os padrões técnicos descritos por Wendling e Dutra (2010).

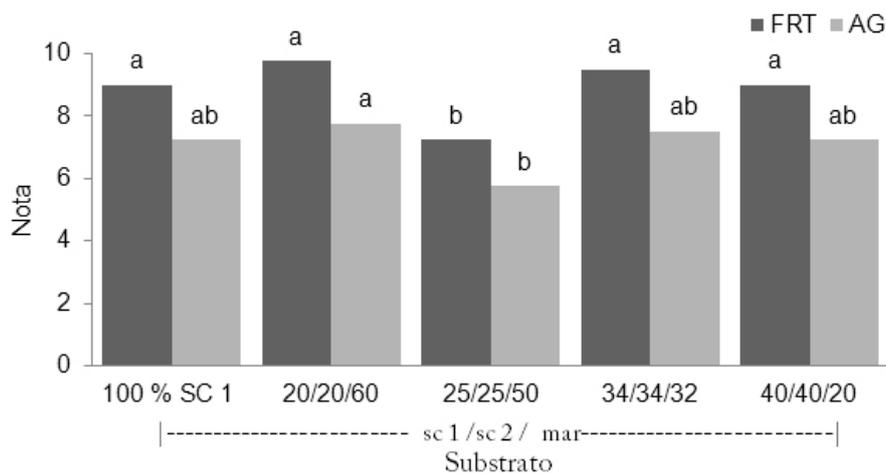
O diâmetro de colo, segundo Carneiro (1995), é o mais importante a ser avaliada na fase de produção de mudas, visto que ele está diretamente relacionada com o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas em campo. Corroborando com Novaes (1998), o qual observou maior crescimento inicial em campo de mudas de *Pinus taeda* que apresentavam maior diâmetro de colo no momento do plantio.

Resultados similares foram encontrados por Trigueiro e Guerrini (2003), que verificaram diâmetro de colo médio de 1,85 mm aos 90 dias e de 2,57 mm aos 120 dias em mudas de *E. grandis* produzidas em substrato comercial à base de casca de pinus.

A mensuração do diâmetro aos trinta e sessenta dias, assim como para a variável altura, não foi adequada para a predição do diâmetro aos noventa dias (Gráfico 2). O mesmo comportamento foi observado por Kratz (2011), em mudas de *E. benthamii* produzidas em diferentes substratos renováveis, onde os melhores tratamentos aos trinta e sessenta dias não seguiram a mesma tendência até o final da fase de produção de mudas.

Quando à variável facilidade de retirada do tubete, a maioria dos substratos analisados apresentam alta facilidade de retirada (acima de oito), exceto o tratamento com 25/25/50 (sc1/sc2/mar) que apresentou facilidade intermediária (ao redor de 7) (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Facilidade de retirada do tubete (FRT) e agregação das raízes ao substrato (AG) das mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos



Fonte: Autores (2011).

Nota: Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. sc1 - substrato comercial a base de casca de pinus, sc 2 - substrato comercial a base de turfa. mar - maravalha.

A facilidade de retirada do tubete, segundo Wendling, Guastala e Dedecek (2007), é de grande importância no momento da expedição das mudas, visto que determina a rapidez de preparação das mudas, além do que, substratos difíceis de serem retirados pode ocasionar a desintegração do torrão. Contudo, deve-se ficar atento ao fato que mudas com baixo enraizamento podem apresentar grande facilidade de retirada do tubete, mas não apresentam boa qualidade radicial.

Para a agregação das raízes ao substrato, apenas o tratamento contendo substrato comercial a base de casca de pinus / substrato comercial a base de turfa / maravalha na proporção 25/25/50, apresentou-se inferior. Enquanto os demais foram superiores, com destaque para o substrato comercial a base de casca de pinus/substrato comercial a base

de turfa/maravalha na proporção 20/20/60 (Gráfico 3).

Segundo Wendling e Delgado (2008), o substrato para produzir mudas em tubetes deve ser agregado o suficiente para que o torrão em volta da muda não se rompa quando a embalagem for retirada para plantio ou transporte, ocasionando exposição das raízes ao ressecamento, dificultando a pega e a sobrevivência das mudas. No entanto, se o substrato for muito coeso, haverá dificuldade em sua retirada da embalagem, podendo romper as raízes ou provocar danos no crescimento radicial das mudas.

Não foi possível observar nenhuma tendência em relação à agregação do substrato, na medida em que se aumentava a proporção de maravalha, pois o tratamento três (25/25/50) foi inferior ao T4 e T5, ambos com menores proporções desse

composto (Figura 3). Diferente dos resultados encontrados por Trigueiro e Guerrini (2003), os tratamentos com maiores teores de bio-sólido apresentaram torrão com qualidade inferior ao substrato comercial, devido ao menor enraizamento desses tratamentos.

A biomassa seca, segundo Gomes e Paiva (2004), deve sempre ser considerada visto que indica a rusticidade da muda; quanto maior, mais rustificada será. A biomassa seca radicular, para Gomes e Paiva (2004), tem sido reconhecida como um dos melhores e mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das

mudas em campo, onde a sobrevivência é maior quanto mais abundante o sistema radicular, independentemente da altura da parte aérea, havendo uma correlação entre o peso de matéria seca das raízes e a altura da parte aérea.

Para a biomassa seca aérea, o substrato contendo 34% casca de casca de pinus + 34% turfa + 32% maravalha proporcionou maior crescimento (0,500 g), enquanto que aquele a base de casca de pinus apresentou crescimento inferior (0,407 g), porém, deve-se observar que a diferença apresentada entre os tratamentos não foi muito expressiva (Tabela 3).

Tabela 3 - Biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca radicular (BSR), relação altura/diâmetro (H/D 90), índice de qualidade de Dickson (IQD)

Tratamentos	BSA	BSR	H / D 90	IQD
		g		
1 – (100 sc 1)	0,407 b	0,160 a	12,60 a	0,15 a
2 – (20 sc 1 + 20 sc 2 + 60 mar)	0,439 ab	0,171 a	12,30 a	0,16 a
3 – (25 sc 1 + 25 sc 2 + 50 mar)	0,412 b	0,162 a	12,90 a	0,15 a
4 – (34 sc 1 + 34 sc 2 + 32 mar)	0,500 a	0,192 a	11,10 b	0,19 a
5 – (40 sc 1 + 40 sc 2 + 20 mar)	0,391 b	0,152 a	9,80 c	0,15 a

Fonte: Autores (2011).

Nota: Nas colunas, médias seguidas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados superiores foram verificados por Trigueiro e Guerrini (2003) na produção de massa seca aérea em mudas de *Eucalyptus grandis* cultivadas no substrato comercial a base de casca de pinus, apresentando 1,23 g aos 120 dias.

Para a biomassa seca radicular, não se observou diferença estatística entre os substratos, denotando a possibilidade da adição de maravalha aos substratos comerciais (Tabela 3). Essa variável, segundo Novaes (1998), sob o ponto de vista fisiológico, é de grande importância, visto estar diretamente

ligada à sobrevivência e crescimento inicial em campo, devido a sua função de absorção de água e nutrientes.

A relação H/D, segundo Carneiro (1995), exprime o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro, pois conjuga duas características em apenas um índice e deve situar-se entre 5,4 e 8,1, desta forma nenhum tratamento apresentou-se dentro da faixa considerada adequada (Tabela 3). Porém deve-se ficar atento a esses valores, visto que esta faixa pode não ser a mais adequada para as espécies de eucalipto, conforme observado

em outras pesquisas realizadas com diferentes espécies de eucalipto, onde se encontrou H/DC superior a faixa considerada adequada.

Guerrini e Trigueiro (2003), em mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram valores de H/DC superiores à faixa recomendada, o que segundo esses autores está relacionado ao maior incremento no crescimento em altura do que em diâmetro. Os índices observados por esses autores, entre 10,74 e 13,90, estão próximos aos encontrados nesse trabalho, indicando que talvez o H/DC indicado para o gênero *Eucalyptus* é maior que o recomendado por Carneiro (1995).

Bonnet (2001) observou relação H/DC de 13 em mudas de *E. viminalis* produzidas em substrato contendo 60% de bio-sólido compostado combinado com 40% de substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita e de 12,9 para o substrato comercial a base de casca de pinus.

Gomes et al. (2002) observaram que a relação H/DC apresentou contribuição relativa de apenas 0,66% para a avaliação da qualidade de mudas de *E. grandis*, sendo desta forma dispensável.

Quanto ao IQD, o substrato não apresentou efeito significativo, sendo desta forma todos os tratamentos testados viáveis tecnicamente para a produção de mudas de *E. grandis* (Tabela 3).

Gomes e Paiva (2004) salientam que o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20, deste modo nenhum tratamento analisado está dentro do ideal, segundo a tabela 3. Porém, deve-se lembrar de que este valor

foi baseado na qualidade de mudas das espécies *Pseudotsuga menziessi* e *Picea abies*, podendo não ser o mais indicado para a espécie em questão.

Binotto (2007) observou IQD de 0,05 em mudas de *E. grandis* aos 120 dias, enquanto que Oliveira Junior (2009) obteve IQD médio de 0,11 em mudas de *E. urophylla* produzidas em substrato comercial aos cem dias de idade, indicando desta forma que o IQD ideal depende da espécie.

## Conclusões

De maneira geral, o melhor substrato testado foi o composto por 34% casca de casca de pinus + 34% turfa + 32% maravalha.

Todos os substratos analisados foram adequados para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.

Mensurações de altura e diâmetro anteriores à avaliação final não são correlacionáveis para predição do resultado final.

A utilização de maravalha como aditivo para redução do uso de substratos comerciais é adequada quando adicionada na proporção de até 32% para obtenção de mudas em condições otimizadas.

## Apoio

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

## Referências

AGUIAR, I. B.; VALERI, S. V.; BANZATTO, D. A.; CORRADINI, L.; ALAVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v.41/42, p.36-43, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011/ ABRAF**. Brasília, 2012. 150 p.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o Índice de Qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BONNET, B. R. P. **Produção de mudas de *Eucalyptus viminalis* Lambill. (Myrtaceae), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) e *Mimosa scabrella* Benth. (Mimosaceae) em substrato com lodo de esgoto anaeróbio digerido alcalinizado e compostado.** 2001. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

CALDEIRA, M.; V., W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. DE O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Principais tipos e componentes de substratos para produção de mudas de espécies florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. DE O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. **Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil**. Alegre: Suprema, 2011. p. 51 – 100.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da 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: Editora UFV, 2004. (Caderno Didático, 72).

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** 1998. 118f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. de. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos.** 2009. 68f.: il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2009.

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

PAULA, J. C. M. **Aproveitamento de resíduos de madeira para a confecção de briquetes.** 2006. 37 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.64, p.150-162, 2003.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. Produção de mudas de araucária em tubetes. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (**Comunicado Técnico** 201, Embrapa Florestas.).

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 .

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

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209-220, 2007.