



Efeito de carvão vegetal em substratos para a produção de mudas de eucalipto

Anne Luize Sass¹; Débora Evelyn Christo dos Santos²; Shizuo Maeda³;
Claudia Maria Branco de Freitas Maia⁴

¹Engenheira Agrônoma, Msc em Ciência do Solo, autônoma, Curitiba, PR; ²Acadêmica de Engenharia Florestal da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR; ³Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, shizuo.maeda@embrapa.br; ⁴Engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Resumo: Foi avaliado o efeito do carvão vegetal como componente de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. Substratos compostos pela mistura de fibra de coco (fc), casca de pinus (cp), carvão vegetal, vermiculita (ver) e dois substratos comerciais, fertilizados ou não, foram estudados. Mudas produzidas em substratos compostos por cp+fc (50v+50v), cp + fc + ver (40v+40v+20v) e cp + ver (80v+20v), fertilizados com macro e micronutrientes apresentaram as melhores características de qualidade. O carvão vegetal não contribuiu para a melhoria da qualidade das mudas obtidas.

Palavras-chave: *Eucalyptus dunnii*; Qualidade de mudas; Viveiro.

Introdução

Para o êxito de um plantio florestal, a qualidade das mudas utilizadas é fundamental. Além da capacidade de sobreviverem às condições adversas no campo, as mudas devem se desenvolver produzindo árvores com volume de madeira que seja economicamente viável. Para a obtenção de mudas de boa qualidade vários fatores devem ser adequados, como tipo e tamanho do recipiente, qualidade das sementes e disponibilidades de luz, água e temperatura adequadas (PEZZUTTI et al., 1999; SMIDERLE; MINAMI, 2001; GOMES et al., 2002; BARROS JÚNIOR et al., 2008) e as propriedades físico-químicas dos substratos.

O substrato é o meio de crescimento que deve proporcionar a sustentação das mudas e disponibilizar água, oxigênio e nutrientes em quantidades para o máximo desenvolvimento das mudas. Diversos materiais são utilizados na composição de substratos na busca de uma mistura que resulte em composição uniforme, baixa densidade, altas capacidades de troca catiônica e de retenção de água, adequada aeração e drenagem e disponibilidade de nutrientes, fatores que proporcionam ambiente ideal para a germinação, crescimento e desenvolvimento de mudas.

Para a produção de mudas florestais tem se usado mistura vermiculita, moínha de carvão, areia, composto orgânico, esterco bovino, terra de subsolo, casca de árvores, composto de lixo, terra de mato, serragem, bagaço de cana, acículas de pinus e turfa (FONSECA, 1988; OLIVEIRA et al., 2014), além de resíduos

industriais como lodo de tratamento de efluentes de indústrias de celulose, lodos urbanos e outros. A capacidade de troca catiônica e altas porosidade e superfície específica do carvão vegetal indicam, em condições favoráveis, para absorção de compostos orgânicos solúveis e a possibilidade desse material contribuir na qualidade de substrato (MADARI et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial do carvão vegetal como componente de substrato para a produção de mudas de eucalipto.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro para produção de mudas da Embrapa Florestas, no período entre 13 de abril e 3 de julho de 2013. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é Clima temperado propriamente dito (Cfb), com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico), com verões frescos, com temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2016).

Os resultados analíticos dos substratos estudados são apresentados na Tabela 1. O carvão vegetal utilizado foi obtido pela carbonização parcial de madeira de *Eucalyptus* sp., sendo mesmo peneirado em malha 0,5 cm. A casca de pinus foi triturada e compostada por um ano. A fibra de coco foi adquirida no comércio local. Dois substratos comerciais também foram estudados (tec e agr dos tratamentos 14, 15 e 16). Todos



os tratamentos receberam a adubação com micronutrientes (FTE BR12, 150 g m⁻³ de substrato), calcário dolomítico (1.000 g m⁻³ de substrato), uréia e cloreto de potássio em aplicações semanais em cobertura. Nos tratamentos 1, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12 foram aplicados adicionalmente NPK (4 Kg m⁻³ de substrato da fórmula 18-05-09) na forma de produto de liberação lenta. Após a preparação os substratos foram alojados em tubetes cônicos de polipropileno de 55 mL.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por 20 tubetes. Após o enchimento dos tubetes foi feita a semeadura utilizando cinco sementes de *Eucalyptus dunnii* por tubete. Após a germinação foi feito um desbaste deixando uma plântula por tubete. A irrigação foi feita por aspersão automatizada numa frequência de três vezes ao dia.

Aos 81 dias após a semeadura foi realizada a avaliação do ensaio por meio da medição da altura (H), diâmetro à altura do colo (DC) e do número de folhas das mudas. Em seguida foi realizada a avaliação da agregação das raízes com os substratos (KRATZ et al., 2013), após o que foi realizada a limpeza das raízes e da parte aérea seguida da secagem das mesmas para mensuração das matérias secas da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST). Em seguida, foram calculadas as razões das relações entre H/DC e H/MSPA e o índice de qualidade de Dickson (IQD), com base na fórmula:
$$IQD = \frac{MST}{(H/DC) + (MSPA/MSR)}$$
 (DICKSON et al., 1960).

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (5% de significância).

Resultados e discussão

Variáveis de fácil mensuração e não destrutivas em sua obtenção devem ser preferidas em relação àquelas em que há necessidade de destruir as mudas e processar o material obtido para a avaliação da qualidade das mesmas, uma vez que, além do tempo dispendido na avaliação, há necessidade de equipamentos para realizar a avaliação. Nesse sentido, a altura e o diâmetro à altura do colo das mudas são variáveis de fácil obtenção e têm sido, na prática, as mais utilizadas na avaliação da qualidade das mudas. É importante que as mesmas sejam correlacionadas com outras variáveis de qualidade, o que confere maior robustez na avaliação da qualidade das mudas.

Nos tratamentos 2, 4, 5, 6 e 8, compostos, respectivamente por 20cv+80cp, 20cv+80fc+os, 20cv+80fc, 100fc e 20cv+40cp+40fc, as mudas não sobreviveram, indicando que, as condições físicas e/ou químicas dos

substratos não eram adequadas para o desenvolvimento das mesmas. Nos demais tratamentos, em todas as variáveis, houve efeito significativo dos tratamentos estudados (Tabela 1).

• Altura

A altura é um dos parâmetros mais importantes para a classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981), apresentando uma contribuição relativa importante. Por ser de fácil medição e não haver necessidade de destruir a amostra (MEXAL; LANDS, 1990), a altura é utilizada rotineiramente para estimar a qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 2002), sendo também um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (MEXAL; LANDIS, 1990; REIS et al., 1991). A altura das mudas variou de 22,9 a 34,6 cm e os tratamentos 9, 10, 12 e 15 proporcionaram os maiores valores para essa variável (Tabela 1). Por ser não destrutiva, a altura é um bom descritor da qualidade de mudas, embora, isoladamente, apresente limitações uma vez que outras características precisam estar presentes, como a rigidez do caule. Wendling e Dutra (2010) consideram 15 cm como altura mínima para mudas de eucalipto serem transplantadas no campo. De acordo com esse critério, todos os tratamentos proporcionaram valores de altura adequados para o plantio. Ao se considerar 15 cm como a altura ideal de plantio das mudas, é provável que o tempo para atingir esta altura tenha sido menor nos tratamentos com maior altura das mudas, visto que estas se desenvolveram mais rapidamente. Sendo assim, pode-se reduzir o tempo de formação das mudas, com consequente redução do custo de produção.

• Diâmetro à altura do colo

No que se refere ao diâmetro à altura do colo (DC), os tratamentos 7, 9, 10 e 12 apresentaram valores superiores, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 13, 14 e 15 num nível intermediário e pelo tratamento 11 que apresentou o menor diâmetro (Tabela 1). O diâmetro de colo, isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda. Quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio com a parte aérea, o que resulta em melhor resistência a danos físicos, maior sobrevivência e crescimento inicial das mudas em condições de campo (GOMES; PAIVA, 2004 citado por KRATZ, 2011), provavelmente pelo maior acúmulo de reservas. Todos os tratamentos apresentaram DC adequado para uma muda de boa qualidade, de acordo com Wendling e Dutra (2010), para os quais o DC mínimo para uma muda de boa qualidade para eucalipto seria de 2 mm.



Tabela 1. Médias dos valores de altura (H), diâmetro a altura do colo (DC), agregação (AGR), número de folhas (NF), matérias secas de parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), da relação entre altura/dc, índice de qualidade de Dickson (IQD) e da relação entre a altura e MSPA (alt/MSPA) de mudas de *Eucalyptus dunnii* obtidos em substratos compostos por carvão vegetal (cv), casca de pinus (cp), fibra de coco (fc), vermiculita (verm), além de dois substratos comerciais (tec e agr) fertilizados com enxofre, micronutrientes e calcário e na presença e ausência de NPK encapsulado (NPKos).

Tratamento	H - cm	DC - mm	AGR	NF	MSPA - g	MSR - g	MST - g	H/DC	IQD	H/MSPA
1 - 20cv+80cp+NPKos	31,60 b	2,21 b	3,94 b	10,69 a	5,33 b	0,79 b	6,13 b	14,31 a	0,29 b	5,96
2 - 20cv+80cp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 100cp+NPKos	32,50 b	2,30 b	4,12 b	10,31 a	5,84 b	0,80 b	6,71 b	14,11 a	0,32 b	5,60
4 - 20cv+80fc+NPKos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 20cv+80fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 - 100fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 - 20cv+40cp+40fc+NPKos	30,50 b	2,60 a	6,19 a	10,37 a	7,38 a	1,23 a	8,62 a	11,76 b	0,48 a	4,14
8 - 20cv+40cp+40fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 - 50cp+50fc+NPKos	34,60 a	2,54 a	6,50 a	11,00 a	6,89 a	1,23 a	8,12 a	13,61 a	0,42 a	5,06
10 - 40cp+40fc+20ver+NPKos	33,30 a	2,58 a	5,56 a	10,56 a	6,78 a	1,09 a	7,86 a	12,94 a	0,41 a	5,08
11 - 80fc+20verm+NPKos	22,90 d	2,00 c	5,62 a	8,56 c	4,23 c	0,84 b	5,07 b	11,45 b	0,31 b	6,18
12 - 80cp+20verm+NPKos	33,80 a	2,54 a	5,69 a	10,69 a	6,75 a	1,05 a	7,80 a	13,30 a	0,40 a	5,05
13 - 100tec	31,30 b	2,37 b	6,00 a	9,62 b	7,80 a	1,22 a	9,01 a	13,26 a	0,46 a	4,02
14 - 100agr	27,70 c	2,36 b	5,31 a	9,56 b	5,96 b	0,95 b	6,91 b	11,80 b	0,38 a	4,66
15 - 20cv+80agr	33,70 a	2,38 b	5,50 a	11,00 a	6,93 a	0,95 b	7,88 a	14,19 a	0,37 b	4,89
Probabilidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12
CV - %	5,98	6,3	7,29	5,67	13,66	14,75	13,36	5,81	13,7	20,8

Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; células com “-” indicam que as plantas não sobreviveram



• Agregação

No que se refere à agregação do substrato às raízes, os valores mais elevados foram observados nos tratamentos 7 a 15 (excluindo o 8) e os menores valores nos tratamentos 1 e 3. A agregação das raízes ao substrato está diretamente relacionada com o enraizamento, conforme observado por Trigueiro e Guerrini (2003), onde mudas de *Eucalyptus grandis*, com enraizamento mais vigoroso apresentaram torrões mais firmes, em função do maior desenvolvimento das raízes laterais. Se não adequadamente agregado, quando a embalagem for retirada para o plantio, as raízes serão expostas ao ressecamento dificultando a sobrevivência das mudas. Por outro lado, se o substrato for muito coeso haverá dificuldade na retirada da muda da embalagem, podendo ocorrer danos às raízes, comprometendo a sobrevivência e o crescimento das mudas. Os valores observados nos melhores tratamentos se situaram num nível intermediário da escala de avaliação adotada, que varia de 0 a 10, sendo 0 para situação de total desagregação e 10 para altamente agregado (KRATZ, 2011).

• Número de folhas

Os tratamentos 1, 3, 7, 9, 10, 12 e 15 apresentaram os maiores números de folhas, seguidos pelos tratamentos 13 e 14 e com menor número de folhas o tratamento 11.

• Massas secas

Os maiores valores para a massa seca da parte aérea foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 15, seguidos pelos tratamentos 1, 3 e 14 e por fim pelo tratamento 11. Para a massa seca de raiz, os maiores valores foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12 e 13, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 11, 14 e 15. Por fim, para a massa seca total, os maiores valores foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 15, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 11 e 14.

Os coeficientes de correlação de Pearson entre as matérias secas da parte aérea, da raiz e total e as características químicas dos substratos indicaram valores significativos para os teores de cálcio e manganês com as matérias secas da parte aérea e total. Mudanças com maior biomassa seca apresentam maior rusticidade, o que promove maior capacidade de sobrevivência e crescimento inicial no campo, notadamente a biomassa seca de raízes, evitando a necessidade de replantios das mudas (GOMES et al., 2002; GOMES; PAIVA, 2004). Fonseca et al. (2002), estudando a qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, afirmam que o índice de qualidade de Dickson é altamente

correlacionado com todos os parâmetros morfológicos da planta. Obviamente, as relações entre o índice de qualidade de Dickson e as massas já eram esperadas, devido a estas serem utilizadas na fórmula de cálculo daquele, sendo também variáveis com risco no indicativo da qualidade de muda, também devido à característica de perdas das mudas ao se avaliarem tais variáveis.

• Altura das mudas/Diâmetro à altura do colo

Os tratamentos 1, 3, 9, 10, 12, 13 e 15 apresentaram valores para a razão da relação entre a altura das mudas (H) e o seu DC superiores, seguidos pelos tratamentos 7, 11 e 14. A faixa ideal para a razão da relação H/DC, sugerida por Toledo et al. (2015), é de 10 a 15. Assim, todos os tratamentos proporcionaram valores adequados para essa variável, enquanto que, pela faixa sugerida por Kratz et al. (2013) de e Trigueiro e Guerrini (2003), que varia de 5,4 a 8,1, apenas os tratamentos que proporcionaram os menores valores para a razão da relação se ajustaram à faixa sugerida por esses autores (11,88 a 12,19). A razão da relação H/DC ressalta o equilíbrio no crescimento das mudas por considerar a relação entre duas variáveis em um índice, minimizando equívocos na avaliação da qualidade das mudas (CARNEIRO, 1991). Deve-se ressaltar a praticidade na obtenção dessa variável, além do fato de ser uma avaliação não destrutiva.

• Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Os maiores valores para os IQD foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 14. Esse índice, segundo Gomes e Paiva (2004), é um bom indicador de qualidade das mudas, pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, uma vez que introduz em sua estimativa as massas secas da parte aérea, da raiz e total e a altura de diâmetro de colo, o que pondera variáveis consideradas importantes para a qualidade da muda. Pode-se considerar que quanto maior o seu valor, melhor será a qualidade da muda. Para sua determinação é necessário a destruição da amostra, o que é uma desvantagem para o uso dessa variável. Os valores para essa variável encontrados nesse trabalho foram superiores aos observados por Toledo et al. (2015) e Kratz et al. (2013), provavelmente por diferenças nas espécies estudadas.

Nenhuma variável, isoladamente, é adequada para a escolha da melhor muda. No conjunto das variáveis avaliadas os tratamentos 9, 10 e 12 apresentaram os melhores resultados nas nove variáveis, seguidos pelo tratamento 7, superior em sete variáveis, e 13 e 15 superiores em cinco das variáveis avaliadas. Os tratamentos 1, 3, 11 e 14 apresentaram desempenho inferior.



Conclusões

Mudas *Eucalyptus dunnii* produzidas em substrato composto por casca de pinus+fibra de coco (50v+50v); casca de pinus + fibra de coco + vermiculita (40v+40v+20v) e casca de pinus + vermiculita (80v+20v), fertilizados com macro e micronutrientes, apresentaram as melhores características de qualidade.

A presença de carvão vegetal na composição dos substratos estudados não contribuiu para a melhoria da qualidade das mudas obtidas.

Referências

- BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; BARROS, N. M. S. Utilização de compostos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 126-130, 2008.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1991. 451 p.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, p. 10-13, 1960.
- FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "win-strip"**. 1988. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- 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**, v. 26, p. 515-523, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000400015.
- 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**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600002.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. 2016. Disponível em <<http://www.iapar.br/pagina-597.html>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V.de. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 607-621, 2013. DOI: 10.5902/1980509812345.
- MADARI, B. E.; COSTA, A. R. da; CASTRO, L. M. de; SANTOS, J. L. S.; BENITES, V. de M.; ROCHA, A. de O.; MACHADO, P. L. O. de A. **Carvão vegetal como condicionador de solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera): um estudo prospectivo**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 125).
- 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.
- OLIVEIRA, L. dos R.; LIMA, S. dos R.; LIMA, A. L. L. Crescimento de cedro rosa em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 187-195, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.79.605.
- PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.
- PEZZUTTI, R. V.; SCNUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 117-125, 1999. DOI: 10.5902/19805098389.
- REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. S. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 23-34, 1991.
- SMIDERLE, O. J.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiaba em diferentes substratos. **Revista Ciência Rural**, v. 6, n. 1, p. 38-45, 2001.
- TOLEDO, F. H. S. de; VENTURIN, N.; CARLOS, L.; DIAS, B. A. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G. Compostos de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 17, p. 711-716, 2015. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p711-716.
- TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 150-162, 2003.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Ed.). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13-47.