



## Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato

**Richardson B. G. da Silva<sup>1</sup>, Danilo Simões<sup>1</sup> & Magali R. da Silva<sup>1</sup>**

### RESUMO

Considerando a crescente demanda por mudas florestais e a escassez de matérias-primas dos substratos utilizados para o crescimento das plantas, faz-se necessário avaliar novos componentes e formulações que assegurem a qualidade das mudas. Nesse experimento foram estudados o desenvolvimento e a qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, provenientes de miniestacas, em função de nove composições de substrato produzidos a partir de vermiculita granulometria fina, casca de arroz carbonizada e fibra de coco em tubetes de 50 mL. Foram avaliados as propriedades físicas dos substratos, o desenvolvimento morfológico e a qualidade do sistema radicular das mudas, aos 90 dias após o estaqueamento. Os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular o que, conseqüentemente, resulta em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e Índice de Qualidade de Dickson. Outros valores para as características físicas dos substratos, diferentes dos citados na literatura, também podem ser considerados adequados.

**Palavras-chave:** sistema radicular, fibra de coco, eucalipto

## Quality of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* cuttings as a function of substrate

### ABSTRACT

Considering the increasing demand for seedlings of plants for afforestation and the scarcity of raw materials for the substrates used for plant growth, it is necessary to evaluate new components and formulations that ensure the quality of seedlings. In this experiment the development and quality of production of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* seedlings was studied through vegetative propagation, as a function of nine compositions of substrate, produced from fine-grained vermiculite, carbonized rice chaff and coconut fiber in hard plastic tubes of 50 mL as containers. The physical properties of substrates and morphological development and the quality of the root system of seedlings were evaluated at 90 days after staking. The substrates with higher total porosity promotes better quality of the root system, which consequently results in cuttings with larger diameter, shoot and root dry weight and Dickson Quality Index. Other properties for the physical characteristics of substrates other than mentioned in literature can also be considered adequate.

**Key words:** root system, coconut fiber, eucalyptus

<sup>1</sup> Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Departamento de Recursos Naturais/Ciências Florestais, CP 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP.  
E-mail: richardsonunesp@gmail.com; simoesdaniilo@yahoo.com.br; magaliribeiro@fca.unesp.br

## INTRODUÇÃO

A demanda por produtos de origem florestal aumentou sensivelmente nas últimas décadas, levando a silvicultura a buscar alternativas que pressupõem alta produtividade (Bolfé et al., 2004).

No Brasil, a produção de mudas de *Eucalyptus* é feita principalmente por meio da clonagem, a qual garante a plena manutenção das características da planta-matriz selecionada e a implantação de talhões uniformes de elevada produtividade (Alfenas et al., 2004). A aplicação da miniestaquia na propagação clonal de *Eucalyptus* é uma realidade e se mostra bem desenvolvida (Xavier et al., 2001). A técnica da miniestaquia pode ser dividida em cinco fases: produção de brotos, enraizamento, aclimatação à sombra, crescimento e rustificação a céu aberto (Alfenas et al., 2004).

Dentro desse sistema de produção os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a qualidade das mudas são os materiais genéticos, os manejos hídricos e nutricionais, as embalagens e os substratos.

Com relação aos substratos, Santos et al. (2000) afirmam ser difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada. Verdonck et al. (1983) alertam que as propriedades físicas dos substratos são as mais importantes pelo fato das relações ar-água não poderem sofrer mudanças durante o cultivo.

Em seu trabalho, Gonçalves & Poggiani (1996) indicam valores adequados para algumas propriedades físicas de substratos visando à produção de mudas florestais via propagação vegetativa ou sexuada. De acordo com os autores, o substrato deve ter entre 75-85% de porosidade total, 35-45% de macroporosidade, 45-55% de microporosidade e capacidade de retenção de água entre 20-30 mL por 50 mL.

Para a produção de mudas por estaquia é recomendado um substrato com boa porosidade que proporcione, à estaca, uma boa aeração, pois o oxigênio é indispensável para a respiração das raízes. Além disso, este substrato também deverá armazenar certa quantidade de água para o desenvolvimento inicial da muda (Malavasi, 1994).

Os elementos mais frequentemente usados como substrato para promoção do enraizamento são: vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, turfa, serragem, terriço e diversas misturas desses constituintes (Paiva & Gomes, 1995). Além desses elementos e de acordo com Carrijo et al. (2002), a fibra de coco apresenta boas características físicas e surge como boa opção para promover grandes mudanças na qualidade dos substratos. No entanto, existem poucos trabalhos a respeito do uso da fibra de coco como substrato na propagação vegetativa e produção de mudas de espécies florestais.

Tendo em vista que a utilização de resíduos da agroindústria na composição de substratos poderia não apenas propiciar redução dos custos na produção de mudas mas também minimizar os impactos ambientais negativos causados pelo seu descarte objetivou-se, neste trabalho, avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em nove substratos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de dezembro de 2008 a março de 2009, em viveiro suspenso, setorizado, 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.

As miniestacas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* foram obtidas na primeira coleta de minijardim clonal conduzido em canaletão e preparadas com comprimento médio de 7 a 10 cm, retirando-se o ápice e deixando dois pares de folhas cortadas pela metade; em seguida foram estaqueadas em tubetes (tubo cônico de plástico rígido) de seção circular, com capacidade volumétrica de 50 mL, efetuou-se então a inserção de aproximadamente 2 cm da miniestaca.

A partir dos materiais vermiculita granulometria fina, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, nove substratos foram formulados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição dos substratos utilizados no experimento

Substratos	Composição (v:v)
S1	vermiculita
S2	casca de arroz carbonizada
S3	fibra de coco
S4	vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1)
S5	vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1)
S6	vermiculita + fibra de coco (1:1)
S7	casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1)
S8	vermiculita + casca de arroz carbonizada (3,5:1,5)
S9	vermiculita + fibra de coco (3,5:1,5)

Posteriormente, as bandejas de polipropileno com 176 células contendo os tubetes com as miniestacas foram transferidas para o ambiente de enraizamento em casa de vegetação automatizada, com controle da temperatura (T menor ou igual a 30 °C) e da umidade relativa do ar (UR > 80%, mantida por meio de nebulização), sendo ambas as variáveis controladas automaticamente por termostato e umidostato.

As miniestacas permaneceram neste ambiente durante 30 dias para o enraizamento sendo, em seguida, transferidas para casa de sombra com sombrite de 50% para aclimatação durante 20 dias e, posteriormente, para área de pleno sol por mais 40 dias visando ao crescimento e à rustificação. Nesta última fase as mudas ficaram em canteiros suspensos, tipo microtúnel, cobertos com plástico transparente e receberam irrigação, via microaspersão, três vezes ao dia, com lâmina média de 12 mm.

A adubação de base consistiu na mistura de 1,5 kg do adubo de liberação controlada Osmocote® de formulação N-P-K (19-6-10) por metro cúbico de substrato.

A fertilização de cobertura durante a fase de crescimento foi realizada duas vezes por semana, na seguinte formulação: sulfato de amônio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e monoamônio-fosfato purificado na concentração de 520 mg L<sup>-1</sup> de N, 140 mg L<sup>-1</sup> de P, 360 mg L<sup>-1</sup> de K, 340 mg L<sup>-1</sup> de Ca e 169 mg L<sup>-1</sup> de S. Na fase de rustificação a adubação foi realizada apenas com o cloreto de potássio, na concentração de 300 mg L<sup>-1</sup> de K.

Nas análises físicas dos substratos foram determinadas as seguintes propriedades: porosidade total, macroporosidade, microporosidade e capacidade de retenção de água, conforme metodologia descrita por Guerrini & Trigueiro (2004).

Para avaliar a qualidade das mudas foram avaliados, 90 dias após o estaqueamento, os seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (cm), com uma régua milimetrada, medindo-se da base do colo até a gema apical que deu origem à última folha; diâmetro do colo (mm), por meio de um paquímetro de precisão; massa seca aérea e radicular (g), fazendo-se o corte das mudas próximo ao substrato. Para a massa seca radicular as raízes foram lavadas em água corrente sobre peneira; posteriormente, ambos os materiais foram colocados em estufa a 70 °C, até atingirem peso constante, após o que foi realizada a pesagem dos materiais em balança eletrônica de precisão; Índice de Qualidade de Dickson, obtido pela fórmula  $IQD = \frac{\text{massa seca total}}{\text{relação da altura parte aérea com o diâmetro do colo} + \text{relação da massa seca aérea com a massa seca radicular}}$  além da qualidade do sistema radicular. Este último parâmetro foi caracterizado por 3 avaliadores, sendo atribuídos: conceito “ótimo” ao sistema radicular bem estruturado, formado por um torrão firme, sem nenhuma flexibilidade e com presença de raízes novas (Figura 1A); o conceito “bom” foi designado ao sistema radicular, que apresentava boa estruturação porém com alguma flexibilidade, o que exigiria maior cuidado no plantio para não prejudicar o desempenho da muda no campo (Figura 1B) razão por que ambos foram considerados “aptos” para o plantio. O conceito “ruim” foi atribuído às mudas que não apresentaram agregação do substrato consideradas, portanto, inaptas para plantio no campo (Figura 1C).



**Figura 1.** Conceitos de qualidade atribuídos aos sistemas radiculares, ótima qualidade do sistema radicular (A), boa qualidade do sistema radicular (B), qualidade ruim do sistema radicular (C)

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto de 9 substratos, com oito repetições de 52 plantas; foram consideradas úteis para a avaliação, seis mudas centrais. Os dados foram submetidos à análise de

variância e nos casos em que houve diferença significativa realizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Além disso, obteve-se o grau de associação entre os dados de desenvolvimento e qualidade das mudas com as características físicas dos substratos, efetuando-se a análise de correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à porosidade total (Tabela 2), apenas o substrato S1 (vermiculita pura) ficou abaixo dos valores adequados recomendados por Gonçalves & Poggiani (1996), de 75-85%.

**Tabela 2.** Características físicas dos substratos utilizados no experimento

Substratos	Porosidade (%)			Retenção de água (mL por 50 cm <sup>3</sup> )
	Macro	Micro	Total	
V	33,79	37,23	71,02	20,52
CAC	66,38	16,38	82,76	8,28
FC	33,37	51,73	85,10	26,20
V+CAC+FC (1:1:1)	28,06	51,76	79,82	26,30
V+CAC (1:1)	42,24	35,08	77,32	19,33
V+FC (1:1)	37,85	39,34	77,19	20,65
CAC+FC (1:1)	40,90	43,44	84,34	24,32
V+CAC (3,5:1,5)	44,53	36,13	80,66	20,30
V+FC (3,5:1,5)	32,50	43,62	76,14	24,05

V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v)

A adição de casca de arroz carbonizada ou fibra de coco à vermiculita aumentou sua porosidade total em função, provavelmente, da alta quantidade de macroporos e microporos presentes na casca de arroz carbonizada e na fibra de coco, respectivamente. Segundo Couto et al. (2003) e Guerrini & Trigueiro (2004), a adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais pode constituir-se em importante aliado na melhor estruturação física do substrato, pois se trata de um material leve e inerte à hidratação capaz de aumentar a porosidade do substrato à medida em que se eleva sua percentagem na mistura. Com relação aos substratos à base de fibra de coco, Carrijo et al. (2002) atestam as boas propriedades físicas desse material, à sua não reação com os nutrientes da adubação, sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização e à abundância da matéria-prima, que é renovável.

Nenhum substrato se enquadrou simultaneamente aos valores adequados de macroporosidade (35-45%) e de microporosidade (45-55%), sugeridos por Gonçalves & Poggiani (1996); apesar disto, deve-se atentar para o fato de que esses valores sugeridos na literatura como adequados, sejam utilizados com maior critério uma vez que eles não se aplicam a todas as espécies, tipos de recipientes, formas de propagação, manejos hídricos e nutricionais e materiais utilizados na composição dos substratos.

Com relação à capacidade de retenção de água apenas os substratos S2 (casca de arroz carbonizada pura) e S5 (vermiculita + casca de arroz carbonizada 1:1) ficaram abaixo dos valores adequados, segundo Gonçalves & Poggiani (1996).

Neste caso, a ocorrência de menores valores de retenção de água está associada à maior quantidade de macroporos inerente à casca de arroz carbonizada.

Os substratos promoveram desenvolvimentos estatisticamente diferentes, a 5% de probabilidade, em todos os parâmetros morfológicos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Médias de altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* aos 90 dias após o estaqueamento

Substratos	H (cm)	D (mm)	MSA (g)	MSR (g)	IQD
V	27,1 f	3,03 d	1,10 e	0,35 e	0,120 e
CAC	33,2 c	3,50 a	1,52 bc	0,58 bc	0,173 ab
FC	33,3 c	3,26 bc	1,59 ab	0,56 bc	0,165 bc
V+CAC+FC (1:1:1)	36,3 ab	3,52 a	1,66 ab	0,69 a	0,185 ab
V+CAC (1:1)	34,9 bc	3,43 ab	1,63 ab	0,56 bc	0,166 bc
V+FC (1:1)	34,8 bc	3,58 a	1,72 a	0,64 ab	0,190 a
CAC+FC (1:1)	37,5 a	3,56 a	1,69 ab	0,61 ab	0,174 ab
V+CAC (3,5:1,5)	29,5 e	3,06 d	1,31 d	0,50 cd	0,147 cd
V+FC (3,5:1,5)	31,4 d	3,08 cd	1,41 cd	0,45 d	0,140 de

V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v); Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Os substratos S7 (casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1) e S4 (vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1:1) promoveram o maior desenvolvimento das mudas em altura. Os substratos com maior proporção de vermiculita em suas composições (S1, S8 e S9) afetaram negativamente o desenvolvimento em altura das mudas. Apesar disto, em todos os substratos as alturas médias das mudas se enquadraram ou foram superiores (S4 e S7) ao padrão de qualidade para mudas de *Eucalyptus* spp., estabelecido por Gomes et al. (2003), o qual varia de 20 a 35 cm. Chavasse (1977) cita que a altura da parte aérea utilizada isoladamente como parâmetro de qualidade, pode ser inconsistente para predizer o desempenho das mudas em campo para algumas espécies, motivo pelo qual Fonseca et al. (2002) afirmam que os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores mas com maior vigor.

As médias de diâmetro de colo foram agrupadas em três classes, ou seja: S1 e S8 produziram menores valores (3,03-3,06 mm, respectivamente), S3, S5 e S9 valores intermediários (de 3,08-3,43 mm) e S2, S4, S6 e S7 os maiores valores (de 3,50-3,58 mm). Entretanto, apesar dessa divisão todos os substratos proporcionaram diâmetros do colo superiores ao valor mínimo de 2,5 mm, estabelecido por Lopes (2004), para mudas de *Eucalyptus grandis*. Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do colo e a altura são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais uma vez que, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

O substrato S6 (vermiculita + fibra de coco 1:1) produziu mudas com maior massa seca aérea, seguido de S3, S4, S5 e S7,

os quais não diferiram estatisticamente entre si. Verificou-se também que os substratos com maior proporção de vermiculita em suas composições (S1, S8 e S9) produziram mudas com menos massa seca aérea.

O substrato S4 promoveu a maior produção de massa seca radicular, seguido de S6 e S7, que não diferiram estatisticamente entre si. O substrato composto de vermiculita pura produziu a menor quantidade de massa seca radicular, diferindo estatisticamente de todos os outros.

Com relação ao Índice de qualidade de Dickson (IQD), o melhor resultado foi verificado no substrato S6, seguido de S2, S4 e S7, os quais não diferiram estatisticamente entre si. O substrato S1 resultou no menor valor de IQD, que não diferiu estatisticamente do substrato S9. Fonseca et al. (2002) consideram o IQD um bom indicador da qualidade das mudas, haja vista que em seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

Apesar de todos os substratos terem favorecido o desenvolvimento adequado das mudas em termos de altura e diâmetro do colo, nem todos formaram mudas com sistema radicular de qualidade (Tabela 4).

**Tabela 4.** Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* aos 90 dias após o estaqueamento

Substratos	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim (C)	Bom (B)	Ótimo (A)	Aptos (A+B)
V	85,4 a	14,6 b	0,0 c	14,6 c
CAC	0,0 c	20,8 b	79,2 a	100,0 a
FC	2,1 c	16,6 b	81,3 a	97,9 a
V+CAC+FC (1:1:1)	2,1 c	45,8 a	52,1 b	97,9 a
V+CAC (1:1)	22,9 b	70,8 a	6,3 c	77,1 b
V+FC (1:1)	0,0 c	4,2 b	95,8 a	100,0 a
CAC+FC (1:1)	0,0 c	10,4 b	89,6 a	100,0 a
V+CAC (3,5:1,5)	33,3 b	54,2 a	12,5 c	66,7 b
V+FC (3,5:1,5)	37,5 b	52,1 a	10,4 c	62,5 b

V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v); Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Nos substratos S1 (vermiculita pura), S8, S9 (proporção de vermiculita acima de 1:1) e S5 (vermiculita + casca de arroz carbonizada 1:1) 1/5 ou mais das mudas apresentaram sistema radicular ruim, ou seja, baixa adesão das raízes ao substrato, seguida de desagregação do torrão, o que afetou negativamente o desenvolvimento, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular. Nessas condições, o fato desses substratos não cumprirem a função de suporte ao crescimento do sistema radicular, acabou por limitar a qualidade do sistema radicular das mudas. De acordo com Maeda et al. (2006) a agregação do sistema radicular ao substrato é imprescindível para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas após o plantio no campo. Segundo Freitas et al. (2005), a persistência das deformações radiculares após o plantio e o plantio de mudas menores em função da restrição no viveiro, podem reduzir ou atrasar o crescimento das plantas no campo, o que acarretaria maiores custos com o controle de plantas

daninhas e o retardamento da produção esperada. Mudas robustas e que apresentam maior porcentual de emissão de raízes são mais aptas às condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência no campo.

No que se refere à produção de mudas com sistema radicular ótimo, destacaram-se os substratos S6, S7, S3, S2 e S4; no entanto, considerando que mudas aptas para o plantio em campo não são apenas aquelas com sistema radicular bem estruturado e presença de raízes novas mas também aquelas com boa estruturação do torrão mas com alguma flexibilidade, os substratos S6, S7 e S2 apresentaram 100% de mudas aptas para plantio, os quais não diferiram dos substratos S3 e S4 com 97,9%. O bom desempenho desses substratos pode ser atribuído principalmente às características da fibra de coco, que contribuíram com boa agregação das raízes e retenção de água, ao passo que a casca de arroz carbonizada favoreceu uma excelente drenagem. Segundo Tavares Júnior (2004), a aderência do substrato ao sistema radicular no momento da retirada da muda dos alvéolos, evita o ressecamento e a danificação das raízes além, ainda, de preservar sua disposição nos espaços porosos do substrato. Consequentemente, o estresse provocado nas mudas recém-transplantadas é menor, favorecendo sua sobrevivência e desenvolvimento inicial.

Com referência à composição dos substratos e de acordo com Santos et al. (2000), é difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada. Entretanto, neste estudo a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco, ambas na forma pura, proporcionaram desenvolvimento adequado das mudas no que se refere à altura e diâmetro do colo em virtude, provavelmente, do excelente estado de agregação entre as raízes e esses substratos. De acordo com Favarin et al. (2008), a aderência entre as partículas do substrato com as raízes depende da textura do material. Aguiar et al. (1989) verificaram que a casca de arroz pura utilizada como substrato para a produção de mudas seminais de *Eucalyptus grandis*, conduziu ao bom desenvolvimento em altura e diâmetro do colo e excelente comportamento com relação ao estado de agregação das raízes. Por apresentar menor densidade proveniente da maior porcentagem de macroporos, a casca de arroz carbonizada proporciona melhor escoamento de excesso de água e favorece o desenvolvimento do sistema radicular (Mauad et al., 2004).

Sendo assim, referidos resultados, aliados à necessidade de se oferecer um destino adequado para esses resíduos agroindustriais, demonstram que a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada, na forma pura ou como componente de substratos, são alternativas viáveis para produção de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Com relação ao grau de associação entre os dados de desenvolvimento e qualidade das mudas com as características físicas dos substratos (Tabela 5), verificou-se que a porosidade total apresentou correlação positiva com a qualidade ótima do sistema radicular ( $P < 0,05$ ) e negativa com a qualidade ruim do sistema radicular ( $P < 0,01$ ).

Para a qualidade ótima do sistema radicular observou-se correlação positiva com o diâmetro, a massa seca aérea e a radicular e o IQD ( $P < 0,05$ ). A qualidade ruim do sistema radicular mostrou correlação negativa com a altura, o diâmetro do colo, a massa seca aérea e radicular e o IQD ( $P < 0,01$ ), indicando que esse tipo de sistema radicular pode reduzir os valores desses parâmetros morfológicos.

Para o IQD observou-se correlação positiva com a altura, o diâmetro do colo e a massa seca aérea e a radicular ( $P < 0,01$ ).

A massa seca radicular mostrou correlação positiva ( $P < 0,01$ ) com a altura, o diâmetro do colo e a massa seca aérea.

A massa seca aérea teve correlações positivas com a altura e o diâmetro do colo ( $P < 0,01$ ).

Para o diâmetro do colo observou-se correlação positiva com a altura ( $P < 0,01$ ).

Observando as correlações para se produzir mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* com qualidade ótima do sistema radicular nota-se que, de maneira geral, é preciso utilizar substratos com maior porosidade total. Neste sentido também se ressalta que essa maior qualidade ótima do sistema radicular resulta em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e IQD.

Sugere-se, então, além das propriedades físicas, que outro fator igualmente importante também seja considerado nas avaliações de qualidade das mudas, ou seja, a aderência das raízes às partículas do substrato uma vez que o desenvolvimento morfológico das mudas mostrou-se fortemente correlacionado com a qualidade do seu sistema radicular.

**Tabela 5.** Correlações de Pearson para as características físicas dos substratos e de desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

	H	D	MSA	MSR	IQD	QRR	QRB	QRO	MA	MI	PT	RA
H	1,00											
D	0,89 **	1,00										
MSA	0,96 **	0,88 **	1,00									
MSR	0,89 **	0,88 **	0,92 **	1,00								
IQD	0,88 **	0,93 **	0,94 **	0,98 **	1,00							
QRR	-0,85 **	-0,81 **	-0,91 **	-0,92 **	-0,93 **	1,00						
QRB	-0,07 ns	-0,28 ns	-0,09 ns	-0,08 ns	-0,18 ns	0,16 ns	1,00					
QRO	0,65 ns	0,74 *	0,71 *	0,71 *	0,77 *	-0,81 **	-0,71 *	1,00				
MA	0,00 ns	0,25 ns	0,02 ns	0,08 ns	0,15 ns	-0,25 ns	-0,08 ns	0,23 ns	1,00			
MI	0,29 ns	0,04 ns	0,28 ns	0,27 ns	0,18 ns	-0,14 ns	-0,07 ns	0,14 ns	-0,85 **	1,00		
PT	0,58 ns	0,44 ns	0,58 ns	0,61 ns	0,57 ns	-0,80 **	-0,16 ns	0,67 *	0,33 ns	0,15 ns	1,00	
RA	0,19 ns	-0,14 ns	0,16 ns	0,09 ns	-0,02 ns	0,01 ns	0,06 ns	-0,04 ns	-0,93 **	0,93 **	0,01 ns	1,00

H - altura da parte aérea; D - diâmetro do colo; MSA - massa seca aérea; MSR - massa seca radicular; IQD - índice de qualidade de Dickson; QRR - qualidade ruim do sistema radicular; QRB - boa qualidade do sistema radicular; QRO - ótima qualidade do sistema radicular; MA - macroporosidade; MI - microporosidade; PT - porosidade total; RA - capacidade de retenção de água; \*\* e \* - significativos a 1 e 5%, respectivamente; ns - não significativo

## CONCLUSÕES

1. A utilização da fibra de coco e da casca de arroz carbonizada como substratos, é uma alternativa viável para a disposição final desses resíduos.
2. Outros valores para as características físicas dos substratos, diferentes dos citados na literatura, também podem ser considerados adequados.
3. Não é recomendada a utilização da vermiculita em composições com a fibra de coco ou com a casca de arroz carbonizada, acima da proporção 1:1.
4. São recomendados os substratos compostos por casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1; vermiculita + fibra de coco 1:1; fibra de coco pura; casca de arroz carbonizada pura; e vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1:1.
5. Os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular o que resulta, em consequência, mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e Índice de Qualidade de Dickson.

## LITERATURA CITADA

- 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.
- Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Mafia, R. G.; Assis, T. F. Clonagem e doenças do eucalipto. 1.ed. Viçosa: UFV, 2004. 442p.
- Bolfe, E. L.; Pereira, R. S.; Madruga, P. R. A.; Fonseca, E. L. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. Revista *Árvore*, v.28, p.85-90, 2004.
- Carrijo, O. A.; Liz, R. S.; Makishima, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, v.20, p.533-535, 2002.
- Chavasse, C. G. R. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. *New Zealand Journal of Forestry*, v.22, p.283-296, 1977.
- Couto, M.; Wagner Júnior, A.; Quezada, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.9, p.125-128, 2003.
- Favarin, J. L.; Favarin Júnior, J. L.; Reis, A. R. dos; Camargo, F. T. Metodologia para estimar a estabilidade do conjunto muda x substrato de cafeeiro. *Ciência Rural*, v.38, p.34-38, 2008.
- Fonseca, É. P.; Valéri, S. V.; Miglioranza, É.; 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.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel Filho, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.29, p.853-861, 2005.
- Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*, v.27, p.113-127, 2003.
- Gonçalves, J. L. M.; Poggiani, F. 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. CD Rom.
- Guerrini, I. A.; Trigueiro, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.1069-1076, 2004.
- Lopes, J. L. W. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação. Botucatu: UNESP, 2004. 100p. Dissertação Mestrado
- Maeda, S.; Andrade, G. de C.; Ferreira, C. A.; Silva, H. D. da; Agostini, R. B. Substratos alternativos para produção de mudas de *Eucalyptus badjensis*, obtidos a partir de resíduos das indústrias madeireira e cervejeira e da caprinocultura. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 5p. Comunicado técnico, 157.
- Malavasi, U. C. Macropropagação vegetativa em coníferas: perspectivas biológicas e operacionais. *Floresta e Ambiente*, v.1, p.131-135, 1994.
- Mauad, M.; Feltran, J. C.; Corrêa, J. C.; Dainese, R. C.; Ono, E. O.; Rodrigues, J. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, p.771-777, 2004.
- Paiva, H. N.; Gomes, J. M. Propagação vegetativa de espécies florestais. Viçosa: UFV, 1995. 40p. Boletim, 322.
- Santos, C. B.; Longhi, S. J.; Hoppe, J. M.; Moscovich, F. A. Efeitos do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. *Ciência Florestal*, v.10, p.1-15, 2000.
- Souza, C. A. M.; Oliveira, R. B.; Martins Filho, S.; Lima, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. *Ciência Florestal*, v.16, p.243-249, 2006.
- Tavares Júnior, J. E. Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 59p. Dissertação Mestrado
- Verdonck, O.; Vleeschauer, D.; Penninck, R. Barckcompost: A new accepted growing medium for plants. *Acta Horticulturae*, v.133, p.221-226, 1983.
- Xavier, A.; Andrade, H. B.; Oliveira, M. L.; Wendling, I. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v.25, p.403-411, 2001.