



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. EM FUNÇÃO DO VOLUME DE TUBETES E TIPOS DE SUBSTRATOS

**Afonso Vitali Granado Vieira<sup>1</sup>; Omar Daniel<sup>2</sup>; Mizael Tadeu Cassol Terra<sup>3</sup>; Carlos Alberto Baca Maldonado<sup>4</sup>; Débora Menani Heid<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD, bolsista PIBIC/UFGD, e-mail: afonso.vitali@hotmail.com, <sup>2</sup> Professor Titular da Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD, Dourados-MS, e-mail: omar.daniel@pq.cnpq.br. <sup>3</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD, bolsista PIBIC/CNPq, e-mail: alemaoterra@hotmail.com, <sup>4</sup> Bolsista Desenvolvimento Científico Regional, FUNDECT/CNPQ/UFGD, e-mail: cbacamaldonado@gmail.com, <sup>5</sup> Doutoranda PPG Agronomia, UFGD, e-mail: deboraheid1@gmail.com

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar o crescimento de mudas de canafístula em diversos substratos compostos por distintas proporções de areia, vermiculita, solo e cama aviária, em dois tamanhos de tubetes plásticos (56 cm<sup>3</sup> e 100 cm<sup>3</sup>), comparados a um substrato comercial, instalou-se um experimento em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, totalizando 18 tratamentos com cinco repetições, cada uma constituída por dez mudas. Aos 103 dias após a germinação avaliou-se: altura, diâmetro do coleto, as biomassa secas do caule, das raízes, das folhas, da parte aérea, a total, bem como as razões altura da parte aérea/diâmetro de coleto e massa seca da parte aérea/massa seca das raízes. As principais conclusões foram: os melhores resultados ocorreram em tubete de 100 cm<sup>3</sup> na maioria das variáveis avaliadas, destacando-se a mistura vermiculita+solo 2:1 (v/v), seguida de vermiculita+solo+areia 2:0,5:0,5 (v/v)); em tubete de 56 cm<sup>3</sup> a mistura vermiculita+cama aviária+areia 1:1:0,5 (v/v) resultou em valores mais altos para a maioria das variáveis, seguida de vermiculita+solo 2:1 (v/v)); a biomassa seca aérea e a radicular não se mostrou eficiente para diferenciar as misturas de substratos, especialmente para o tubete de 100 cm<sup>3</sup>; a razão entre altura e diâmetro do coleto adequada para o desenvolvimento das mudas de canafístula encontra-se entre 3,1 e 3,4.

**Palavras-chave:** produção de mudas, canafístula, recipientes para mudas

## INTRODUÇÃO

A canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.)Taub.) é uma árvore caducifólica que pode crescer de 10 a 20 metros de altura e de 35 à 90 cm de diâmetro e excepcionalmente atinge 40 m e 300 cm respectivamente, na idade adulta (CARVALHO, 2002). Ocorre em Florestas Estacionais Semidecíduais de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, além das formações florestais do Complexo Atlântico.

Pertencente à família botânica Fabaceae, também conhecida como Leguminosae, uma das mais importantes nos trópicos. Devido a sua grande diversidade, adaptação aos diversos biomas em muitos casos à associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, esta família é tida como estratégica no que diz respeito à sustentabilidade ecológica (FRANCO, 2003).

Por ser uma planta rústica, com boa resistência ao frio e rápido crescimento quando comparada a outras nativas brasileiras, a canafístula é utilizada para a composição de reflorestamentos mistos em áreas degradadas. Sua madeira é densa (0,75 a 0,90 g cm<sup>-3</sup>), possui moderada resistência ao apodrecimento e elevado poder calorífico (4.755 kcal kg<sup>-1</sup>), podendo ser empregada na construção civil, marcenaria, tanoaria, carrocerias, dormentes, serviços de torno e paisagismo (LORENZI, 2002).

No entanto, o êxito na formação de florestas de alta produção ou de recomposição ecológica depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, que além de resistirem às condições adversas encontradas no campo após o plantio, devem produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES et al., 2002).

Para a produção de mudas, atualmente o método mais utilizado é o de tubetes plásticos como recipiente. Há no mercado grande variedade de dimensões que resulta em volumetria apropriada por espécie e por tempo de expedição das plantas ao campo. Esse volume é um fator muito importante no processo de produção de mudas, pois, por um lado, recipientes grandes aumentam o consumo de substrato e o espaço no viveiro, impactando diretamente os custos de produção e transporte, enquanto que, por outro lado, recipientes pequenos podem limitar o crescimento da planta e reduzir o tempo em que a muda poderia permanecer no viveiro (GOMES et al., 2003).

Embora o mercado ofereça tamanhos e formas diferenciadas de tubetes, indicados para várias espécies, ainda há carência de informações aos viveiristas, especialmente de nativas, uma vez que o diâmetro e altura dos recipientes devem variar com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro (GOMES et al.,1990).

Além do volume das embalagens, o substrato afeta profundamente a produção de mudas, pois tem como função a sustentação das plantas e a garantia do desenvolvimento com qualidade, no menor tempo e com baixo custo. Assim, algumas propriedades químicas e físicas devem ser consideradas em sua escolha, como sua capacidade de retenção de água, porosidade, teor nutricional e capacidade de troca de cátions, de modo que atendam às necessidades das plantas (CAMARGO et al., 2011).

Dessa maneira, inúmeros materiais que possuam essas propriedades, isolados ou em composição, incluindo resíduos orgânicos de diversas naturezas, solo, areia, vermiculita e outros, podem ser empregados pelos viveiristas como opções de redução de custos de produção. Portanto, torna-se também necessário o estudo de substratos alternativos aos formulados comerciais, que forneçam condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas na implantação de povoamentos florestais.

O objetivo deste trabalho foi a avaliação do crescimento de mudas de canafístula em diversos substratos compostos por distintas proporções de areia, vermiculita, solo e cama aviária, em dois tamanhos de tubetes plásticos, comparados a um substrato comercial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas do setor de Silvicultura da FCA/UFMGD, a céu aberto, localizado em Dourados-MS (22° 13'16"S e 54° 48'02"W, altitude média de 452 m).

Mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.)Taub., a canafístula, foram produzidas por via seminal, com material proveniente do Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) em Apucarana-PR. Segundo Carvalho (2005), as sementes desta espécie apresentam dormência tegumentar, tendo sua superação sido realizada por imersão em água por 24 horas após levantamento da fervura (OLIVEIRA et al., 2003).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial constituído por dois volumes de tubetes e nove tipos de substratos, totalizando 18 tratamentos, com cinco repetições, cada formada por dez mudas.

Os tubetes plásticos pretos possuíam capacidade de 56 cm<sup>3</sup> e 100 cm<sup>3</sup>. Os oito tipos de substratos foram constituídos por misturas volume a volume dos seguintes componentes: 1) vermiculita fina, de granulometria entre 2 a 10 mm; 2) areia de textura grossa, peneirada em

malha de 2 mm; 3) solo proveniente do horizonte B de um Latossolo Vermelho Distroférico, passado por peneira de malha de 2 mm; 4) cama de frango, material semidecomposto constituído por casca de arroz e dejetos de frango de corte. Também foi incluído um tratamento controle do substrato comercial Carolina II®.

A proporção dos constituintes dos substratos, nas oito misturas, foi obtida com base no volume, assim discriminados:

- 1 - cama de frango+solo+areia (2:0,5:0,5);
- 2 - vermiculita+solo+areia (2:0,5:0,5);
- 3 - cama de frango+solo (2:1);
- 4 - vermiculita+solo (2:1);
- 5 - solo+vermiculita+cama de frango (1:1,5:0,5);
- 6 - areia+cama de frango+vermiculita (1:1,5:0,5);
- 7 - vermiculita+cama de frango+solo (1:1:0,5);
- 8 - vermiculita+cama de frango+areia (1:1:0,5).

Após a mistura dos componentes, todos os tratamentos receberam adubação básica de 10 g por quilo de substrato por meio de fertilizante de liberação lenta (Basacote Plus 6M<sup>®</sup>) de formulação N-P-K 15-08-12. Adubações de cobertura foram feitas a partir dos 30 dias após a germinação, em intervalos semanais, utilizando-se 10 g de sulfato de amônio e 3 g de cloreto de potássio por litro de água.

Dos tratamentos com melhor desempenho visual tomou-se a altura das mudas a intervalos aproximados quinzenais com a finalidade de construir a curva de crescimento, que iniciou sua estabilização próximo dos 100 dias após a germinação. Aos 103 dias o experimento foi encerrado.

Foram medidas a altura com uma régua milimetrada e o diâmetro de coleto com um paquímetro digital. As variáveis relacionadas ao acúmulo de biomassa foram: biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca total (BST), relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro de coleto (RAD) e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca radicular (BSA/BSR).

Na determinação do peso da matéria seca foram utilizadas todas as mudas de cada parcela (g/10 plantas). O sistema radicular foi lavado em água corrente sobre peneira para retirada do substrato. As plantas foram então seccionadas para folhas, raízes e caule. As partes foram identificadas e mantidas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60° C até atingir peso constante. A massa seca total (MST) foi obtida pelo somatório de BSA+BSR. As razões entre algumas características foram determinadas pela simples divisão entre elas.

As médias foram comparadas entre si pelo teste de SNK e com um tratamento controle pelo teste de Dunett ( $P>0,05$ ), tendo sido desdobradas quando houve interação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 103 dias após a germinação, para todas as variáveis analisadas (Tabela 1) detectou-se interação entre os fatores tipos de substratos (a) e o volume de tubetes (b).

Tabela 1. Estatísticas da análise de variância para altura (cm), diâmetro (m) e biomassa seca (g/10 plantas) de mudas de canafístula aos 103 dias após a germinação

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios <sup>1</sup>								
		Altura	RAD	Diâmetro	BSF	BSC	BSA	BSR	BST	RBAR
Substratos (a)	7	28,23	1,538	0,946	3,462	23,02	42,72	28,27	139,27	0,046 ns
Vol. tubetes (b)	1	44,64	0,005ns	4,637	18,88	78,94	175,11	124,75	595,36	0,0002 ns
a*b	7	4,39	0,427	0,784	1,85	8,34	17,86	6,56	45,10	0,077
Resíduo	64	0,24	0,035	0,049	0,2	0,48	1,15	0,86	3,50	0,025

<sup>1</sup>: significativo para o teste F a  $P>0,01$ , exceto ns; RAD: razão altura/diâmetro; BSF, BSC, BSA, BSR, BST: respectivamente biomassa seca das folhas, caule, parte aérea, raízes, total; RBAR: razão BSA/BSR.

A partir desses resultados foram implementados os testes de médias para todos os indicadores de crescimento, considerando-se os desdobramentos das interações.

### Altura

Os substratos 4, 5 e 8 foram identificados como aqueles que resultaram em maiores alturas nos tubetes pequenos de 56 cm<sup>3</sup> (P), enquanto apenas o 4 destacou-se nos recipientes com 100 cm<sup>3</sup> (G). Com exceção da mistura 8 que apresentou resultados semelhantes entre os dois tamanhos de tubetes, as outras duas foram diferentes, sempre com valores maiores em altura para as mudas que cresceram no tubete G. O crescimento das plantas no substrato 4 e embalagem G (12,5 cm) foi superior à P (9,0 cm) em 38% ( $P>0,05$ ) (Tabela 2), ao mesmo tempo que foi maior do que o tratamento controle em 39% ( $P>0,01$ ) (Tabela 3)

Tabela 2. Médias de altura (cm) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>			(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>					
	C	V	S	A	Médias			Médias					
1	2	-	0,5	0,5	6,0		d	A	7,7		d	B	
2	-	2	0,5	0,5	7,6	b		A	11,0	b		B	
3	2	-	1	-	5,8		d	A	6,3		e	A	
4	-	2	1	-	9,0	a		A	12,5	a		B	
5	0,5	1,5	1	-	8,9	a		A	10,2		c	B	
6	1,5	0,5	-	1	6,5		c	d	A	7,6		d	B
7	1	1	0,5	-	7,2	b	c	A	7,1		d	A	
8	1	1	-	0,5	9,2	a		A	9,7		c	A	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P > 0,05$ ).

Tabela 3. Médias de altura (cm) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>		Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>	
4	9,0	*	2	11,0	*
5	8,9	*	4	12,5	*
8	9,2	*	5	10,2	*
C	7,7		C	9,0	

\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnett.

Os tratamentos com menor altura em tubete P foram T6 (6,5), T1 (6,0) e T3 (5,8). Em tubete G a menor altura foi obtida em T3 (6,3), que no entanto, mostrou valor semelhante na embalagem P.

Observando-se a Tabela 1, identifica-se que aqueles tratamentos dos tubetes P que continham solo como componente, sem areia e com vermiculida ou, vermiculita com cama de frango e areia, resultaram em melhor crescimento em altura. Para os tubetes maiores, repetiu-se os melhores resultados para as misturas que continham solo e vermiculita ou areia.

Embora não tenha sido objetivo deste trabalho avaliar as características físicas dos substratos, é provável que nas misturas que continham solo nos tubetes, independente do tamanho das embalagens, houve melhor retenção de nutrientes que foram sendo disponibilizados às plantas ao longo dos 103 dias.

A inclusão da cama de franco havia sido inserida nas misturas com a finalidade, não só de fornecer nutrientes ao mesmo tempo que reteria os elementos fornecidos pela adubação, mas também de oferecer os benefícios da matéria orgânica, como melhorar os níveis de umidade as condições físicas do substrato. Estes benefícios, portanto, não se confirmaram em resultados para a altura.

A altura há muito tempo é considerada um indicador de qualidade para a classificação e seleção das mudas em viveiro. Embora haja controvérsias, há indicativos de que em alguns casos é possível que plantas maiores resultem em maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial (PAWSEY, 1972).

### Diâmetro

Os maiores diâmetros das mudas de canafístula foram detectados nos tratamentos 3 e 8 para o tubete P. Para o tubete maior isso não se repetiu, pelo contrário, observou-se redução nos valores para o substrato 3, tendo o máximo crescimento se dado no tratamento 4 (4,1 mm), que foi superior ao tubete pequeno (2,8 mm) em 46% ( $P>0,05$ ) (Tabela 4). Destaca-se também que esse tratamento apresentou 22% ( $P>0,01$ ) a mais de crescimento sobre o controle (Tabela 5) e 17% a mais do que o melhor tratamento do tubete P que foi o 8 (3,5 g).

Tabela 4. Médias de diâmetro (mm) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>				(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias		Médias		Médias		Médias	
1	2	-	0,5	0,5	2,5	c	A	2,8		e	A	
2	-	2	0,5	0,5	2,7	b c	A	3,5	b c		B	
3	2	-	1	-	3,1	a b	A	2,6		f	B	
4	-	2	1	-	2,8	b c	A	4,1	a		B	
5	0,5	1,5	1	-	2,6	b c	A	3,5	b c		B	
6	1,5	0,5	-	1	2,8	b c	A	3,4	c		B	
7	1	1	0,5	-	2,7	b c	A	3,1		d	B	
8	1	1	-	0,5	3,5	a	A	3,7	b		A	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Tabela 5. Médias de diâmetro (mm) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>	Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>
3	3,1	4	4,1
8	3,5	8	3,7
C	2,6	C	3,3

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

Depois do substrato 4, os maiores diâmetros em tubete G ocorreram respectivamente nos tratamentos 8 (3,7 mm), 2 (3,5 mm) e 5 (3,5 mm), não tendo sido detectada diferença significativa entre eles. Observa-se que em tubete P os resultados assemelham-se mais, sendo os tratamentos com menor diâmetro (1, 5, 2, 7, 4 e 6) iguais entre si ( $P>0,05$ ).

Os tratamentos 8 e 3 se igualaram para o tubete P, sendo que o 8 produziu diâmetro 34% a mais do que o controle, enquanto 3 apenas 20% a mais.

Assim como para altura, as melhores respostas em diâmetro no tubete P ocorreram em misturas de substratos que continham solo com vermiculita e /ou areia, acrescentando-se outra boa mistura, a pequena fração de areia com vermiculita e cama aviária. O tratamento desta última combinação (8) se equiparou ao resultado do recipiente maior, que ficou em segundo lugar juntamente com as misturas 2 e 5 que também continham cama, perdendo apenas para o destaque que foi o 4, apenas com solo e vermiculita.

O componente responsável pelo melhor desempenho do diâmetro do coleto no tratamento 4 do tubete G certamente foi o solo, pela sua maior capacidade de retenção dos nutrientes aplicados, tanto na adubação básica quanto nas coberturas e pela redução nas perdas por lixiviação. No entanto, cabe registrar que houve sensível mudança nas características físicas desse substrato com o dobro de vermiculita na mistura, o que torna o produto mais caro, embora este aspecto não esteja sendo considerado neste trabalho.

Os substratos cujos diâmetros ficaram imediatamente abaixo do tratamento 4 (2, 5 e 8), ou continham cama aviária em maior proporção do que a vermiculita e areia, ou este material era mais reduzido acrescido de solo. A inclusão da cama, portanto, pode transformar-se em alternativa para a produção de mudas de canafístula com bons diâmetros, em meio com elevado teor de matéria orgânica e seus consequentes benefícios, ao mesmo tempo leve e mais ergonômico do que os tratamentos mais carregados com solo.

Merece especial atenção a mistura 8, classificada no tubete G abaixo do tratamento 4. A sua composição exclui solo, tendo apenas cama, vermiculita e pequena fração de areia. Como a areia é inerte e pesada, sugere-se melhores estudos compondo apenas cama com vermiculita, gerando um substrato bastante leve. Refinamentos nas proporções desses componentes e a regulação da adubação de base e de cobertura podem levar a resultados interessantes na produção de mudas de canafístula.

A recomendação de novos experimentos sem o componente solo, mas necessariamente com a inclusão de testes de parcelamento, baseia-se em trabalhos já desenvolvidos. Diversos autores tem aplicado o fracionamento de fertilizantes com sucesso, especialmente as fontes de nitrogênio e potássio, em função da facilidade de lixiviação desses elementos (DUBOC,1994; MALAVASI e MALAVASI, 2003; CRUZ et al., 2011; GONÇALVES et al., 2012).

### **Razão altura/diâmetro**

O indicador RHD para mudas florestais é tida como importante sinal de qualidade (PARVIAINEN, 1981), possibilitando avaliar a capacidade de sobrevivência inicial quando



levadas ao campo. É denominado de índice de robustez e fornece informação de quão delgada a muda é (CARNEIRO, 1995; JOHNSON e CLAINE, 1991). Gomes et al. (2002) registraram uma contribuição de 32% de RHD para a qualidade de mudas de eucalipto, caracterizando a importância de se levar em consideração este fator nas análises experimentais e no cotidiano do viveiro.

Os resultados desse trabalho indicaram que os tratamentos 4 e 5 foram igualmente superiores em RHD no tubete P, incluindo como componente o solo e a vermiculita, e ainda tendo a redução da proporção desta quando foi acrescentada a cama aviária (Tabela 6). O teste estatístico da média de RHD contra o controle em tubete P indica que a diferença foi significativamente superior para a mistura 5 (Tabela 7).

Tabela 6. Médias da razão altura/diâmetro de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>			(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias			Médias			
1	2	-	0,5	0,5	2,5	b	c	A	2,8	b	B
2	-	2	0,5	0,5	2,9	b		A	3,1	a	B
3	2	-	1	-	1,9		d	A	2,6	c	B
4	-	2	1	-	3,4	a		A	3,1	a	A
5	0,5	1,5	1	-	3,5	a		A	2,9	b	B
6	1,5	0,5	-	1	2,4		c	A	2,3	d	A
7	1	1	0,5	-	2,7	b	c	A	2,3	d	B
8	1	1	-	0,5	2,7	b	c	A	2,6	c	A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

Tabela 7. Médias da razão altura/diâmetro de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>	Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>
5	3,5	2	3,1
-	-	4	3,1
-	-	5	2,9
C	3,0	C	2,7

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

No tubete G, manteve-se para RHD o melhor desempenho com o substrato 4, igualado ao 2, com superioridade sobre o controle (Tabela 7). Nota-se a presença do solo para ambos, acrescidos de areia ou vermiculita, indicando provavelmente a importância de um elemento para retenção dos fertilizantes aplicados e outros que permitem melhorias na estrutura física do solo, com relação à aeração e menor compactação.

Os valores de RHD para o tratamento com melhor resultado, igualmente conferido aos dois tamanhos de tubetes testados foi de 3,1 a 3,4, enquanto o pior foi de 1,9.

A menor razão altura/diâmetro ocorreu no T3 em tubete P (1,9), já em tubete G a menor razão foi encontrada nos tratamentos 6 e 7 (2,3).

Quanto aos valores obtidos, pode-se ter melhor interpretação a partir de Carneiro (1995), que, embora refira-se a mudas de pinus, informa que um desenvolvimento adequado devem ter HD de 5,4 a 8,1. Comparativamente, para mudas de uma folhosa, o ipê-roxo em resposta à elevação da saturação por bases 120 dias após a repicagem, Cruz *et al.* (2004) obtiveram valores de 2,87 (60% saturação) a 3,32 (50% saturação).

Comparando-se a distância de quase 100% entre o pior e o melhor desempenho em RHD, pode-se considerar que o substrato 4 foi o mais apropriado para a canafístula, e que a proporção de 3,1 a 3,4 foi satisfatória para a produção de mudas de canafístula.

### Biomassa seca de folhas

Repetiu-se para a biomassa seca das folhas (BSF) o ocorrido para as outras variáveis já discutidas. O tratamento 4 no tubete G (4,75 g) foi superior ao tubete P (2,06 g) a  $P > 0,05$  em 131% (Tabela 8), apresentando-se como um bom indicativo de que para um bom desempenho desta variável os tubetes pequenos são inapropriados. Observa-se na Tabela 9 que, comparados ao controle, em ambos os tubetes esse substrato foi no mínimo 2,5 vezes maior.

Tabela 8. Médias de biomassa seca de folhas (g/10 plantas) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>			(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>					
	C	V	S	A	Médias		Médias						
1	2	-	0,5	0,5	1,20	b	A	2,25		d	e	B	
2	-	2	0,5	0,5	1,82	a b	A	3,35	b			B	
3	2	-	1	-	1,94	a b	A	2,13		d	e	A	
4	-	2	1	-	2,06	a b	A	4,75	a			B	
5	0,5	1,5	1	-	1,71	b	A	2,46		c	d	e	B
6	1,5	0,5	-	1	1,84	a b	A	2,96	b	c			B
7	1	1	0,5	-	1,36	b	A	1,77			e		B
8	1	1	-	0,5	2,64	a	A	2,66		c	d		A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P > 0,05$ ).

Tabela 9. Médias de biomassa seca de folhas (g/10 plantas) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>		Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>	
2	1,82	*	2	3,35	*
3	1,94	*	4	4,75	*
4	2,06	*	5	2,46	**
5	1,71	**	6	2,96	*
6	1,84	*	8	2,66	*
8	2,64	*	-	-	
C	0,83		C	1,75	

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

É notável também que, em todos os tratamentos o tubete G obteve melhores resultados que em P, porém em 3 e 8 essa diferença não foi significativa.

No tubete P os tratamentos T8, T3, T6, T2 e T4 se igualaram, tendo sido todos os tratamentos a exceção de T8 semelhantes estatisticamente ao tratamento de menor desempenho (T1) na produção de biomassa de folhas (1,20 g)

Mais uma vez indentifica-se nos resultados, melhores desempenhos quando há na mistura dos substratos alguma proporção de solo e eventualmente vermiculita e cama aviária. Quando não foi acrescentado solo, a cama foi essencial para o crescimento das mudas.

### Biomassa seca do caule

A biomassa do caule obtida no substrato 4 acompanha o desempenho daquelas já discutidas. Em tubetes G (9,76 g) a BSC foi superior a P (3,98 cm) em 145% ( $P>0,05$ ), ao mesmo tempo que foi maior do que o controle em 144% ( $P>0,01$ ) (Tabelas 10 e 11). Por outro lado, o melhor substrato para esta variável no tubete P foi o 8, tendo acrescentado mais 103% de biomassa com relação ao controle ( $P>0,01$ ).

No entanto, comparando-se o tratamento 8 no tubete P e o 4 no tubete G, este acrescentou 104% de biomassa no caule sobre aquele.

Embora o tratamento 4 esteja se mostrando superior aos outros no desempenho de diversos indicadores de crescimento das mudas de canafístula, cabe lembrar que é aquele cuja composição conta com solo e vermiculita, aumentando o peso do tubete.

Tabela 10. Médias de biomassa seca do caule (g/10 plantas) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>				(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias		Médias		Médias		Médias	
1	2	-	0,5	0,5	2,13	c	A	3,68		d	e	B
2	-	2	0,5	0,5	3,85	b	A	7,22	b			B
3	2	-	1	-	2,69	c	A	2,89			e	A
4	-	2	1	-	3,98	b	A	9,76	a			B
5	0,5	1,5	1	-	3,61	b	A	5,50		c		B
6	1,5	0,5	-	1	2,61	c	A	4,42		c	d	B
7	1	1	0,5	-	2,39	c	A	3,06			e	B
8	1	1	-	0,5	4,78	a	A	5,38		c		A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Tabela 11. Médias de biomassa seca do caule (g/10 plantas) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>		Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>	
2	3,85	*	2	7,22	*
4	3,98	*	4	9,76	*
5	3,61	*	5	5,50	**
8	4,78	*	-	-	
C	2,35		C	3,99	

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

### Biomassa seca radicular

Para a biomassa de raízes o tratamento 4 teve também o melhor desempenho no tubete G. Seu resultado (11,39 g) foi superior ao P (5,19 g) em 119% ( $P>0,05$ ), ao mesmo tempo que foi maior do que o controle em 120% ( $P>0,01$ ) (Tabelas 12 e 13). Logo abaixo, a mistura 2 resultou em bom desempenho.

Tabela 12. Médias de biomassa seca radicular (g/10 plantas) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>			(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias			Médias			
1	2	-	0,5	0,5	2,87	b	A	4,63		e	B
2	-	2	0,5	0,5	5,79	a	A	9,18	b		B
3	2	-	1	-	3,65	b	A	5,03		d e	B
4	-	2	1	-	5,19	a	A	11,39	a		B
5	0,5	1,5	1	-	4,40	a b	A	6,44		c d	B
6	1,5	0,5	-	1	4,30	a b	A	6,24		c d e	B
7	1	1	0,5	-	3,16	b	A	4,60		e	B
8	1	1	-	0,5	5,63	a	A	7,48		c	B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Tabela 13. Médias de biomassa seca radicular (g/10 plantas) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>		Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>	
2	5,79	*	2	9,18	*
4	5,19	*	4	11,39	*
8	5,63	*	8	7,48	*
C	3,05		C	5,18	

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

Os melhores substratos para esta variável no tubete P foram igualmente o 2 (5,79), 4 (5,19) e 8 (5,63), os quais acrescentaram aproximadamente mais 45% de biomassa com relação ao controle ( $P>0,01$ ).

Mais uma vez observou-se que o solo foi componente essencial nas misturas e na falta deste, a inclusão de vermiculita tornou-se imprescindível.

Embora este indicador (BSR) seja utilizado frequentemente como informação indireta da qualidade das mudas na seleção de tratamentos em experimentação florestal, sua contribuição para o conjunto dos quesitos qualitativos nem sempre é elevado. Gomes et al. (2001) quando avaliaram as contribuições de diversos indicadores para eucalipto, determinaram que BSR participou em apenas 11,8%. Portanto, outras variáveis podem ser mais significativas do que a massa radicular.

Ficou claro pelos resultados que o crescimento da massa radicular no tubete pequeno foi bastante prejudicado com relação ao maior. Estes resultados corroboram os de Malavasi e Malavasi (2003), que trabalhando com *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*, não só detectaram prejuízos na massa radicular com a redução do volume dos tubetes, mas também verificaram redução do número de radículas, que potencialmente influem na absorção de nutrientes.

Além disso, nos recipientes maiores, o maior volume de substrato conseqüentemente apresenta maior quantidade de fertilizante proveniente da adubação básica e maior retenção nas coberturas. Com maior substrato explorado as mudas tendem portanto, a assimilar mais nutrientes (GOMES et al., 2002).

### **Biomassa seca aérea**

A biomassa seca aérea (BSA) pode apresentar forte contribuição no total de indicadores comumente utilizados na definição da qualidade de mudas florestais. Embora tenham trabalhado com eucalipto, Gomes et al. (2002) identificaram uma participação de 28,6% para a massa aérea, em comparação com as massas de outras partes das plantas.

A BSA obtida no substrato 4 tubete G (14,51 g) foi superior ao P (6,04 g) em 140% ( $P > 0,05$ ), ao mesmo tempo que foi maior do que o controle em 153% ( $P > 0,01$ ). Por outro lado, o melhor substrato para esta variável no tubete P foi o 8, tendo acrescentado mais 103% de biomassa sobre o controle ( $P > 0,01$ ) (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14. Médias de biomassa seca aérea (g/10 plantas) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>				(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias				Médias			
1	2	-	0,5	0,5	3,33		d	A	5,93		d	B
2	-	2	0,5	0,5	5,67	b		A	10,57	b		B
3	2	-	1	-	4,63	b	c	d	5,03		d	A
4	-	2	1	-	6,04	b		A	14,51	a		B
5	0,5	1,5	1	-	5,32	b	c		7,96		c	B
6	1,5	0,5	-	1	4,45	b	c	d	7,38		c	B
7	1	1	0,5	-	3,75		c	d	4,83		d	B
8	1	1	-	0,5	7,41	a		A	8,04		c	A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Tabela 15. Médias de biomassa seca aérea (g/10 plantas) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>	Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>
2	5,67 *	2	10,57 *
4	6,04 *	4	14,51 *
5	5,32 *	5	7,96 **
8	7,41 *	8	8,04 **
C	3,17	C	5,75

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

A maior biomassa seca aérea depois de 4 no tubete G, foi obtida no 2 no mesmo tipo de tubete (10,57), onde o valor foi superior em 86% em relação ao mesmo tratamento em tubete P (5,67).

Comparando-se a mistura 8 no tubete P e a 4 no tubete G, este acrescentou 96% de biomassa aérea sobre aquele.

Já comparando-se os tratamentos T4 e T2, ambos em tubete G, o primeiro foi 37% maior que o segundo, sendo significativamente superior.

Repete-se para BSA o que foi observado para BSR, ou seja, que o solo foi componente essencial e que, na falta deste, foi importante a inclusão de vermiculita.

### **Biomassa seca total**

A massa total das mudas é um indicador relevante na escolha dos melhores tratamentos aplicados a mudas florestais, tendo em vista que a sua contribuição em comparação com outros indicadores pode ser elevada. Gomes et al. (2002) obtiveram para o eucalipto que BST podem alcançar mais de 80% de participação dentre os indicadores mais utilizados. A produção de massa total pode ser essencial na definição da melhor mistura de substrato a ser adotada.

A biomassa seca total (BST) obtida no tratamento 4 tubete G (25,9 g) foi superior ao tubete P (11,23 g) a  $P > 0,05$  em 131%, sendo que no tubete maior este substrato produziu 137% a mais do que o controle ( $P > 0,01$ ) (Tabelas 16 e 17).

Tabela 16. Médias de biomassa seca total (g/10 plantas) de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>				(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>				
	C	V	S	A	Médias				Médias				
1	2	-	0,5	0,5	6,19					10,56			
2	-	2	0,5	0,5	11,45	a	b		A	19,75	b		B
3	2	-	1	-	8,28	b	c	d	A	10,06		d	A
4	-	2	1	-	11,23	a	b		A	25,90	a		B
5	0,5	1,5	1	-	9,71	b	c		A	14,40		c	B
6	1,5	0,5	-	1	8,75	b	c	d	A	13,62		c	B
7	1	1	0,5	-	6,92			c	d	9,42		d	B
8	1	1	-	0,5	13,05	a			A	15,52		c	A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P > 0,05$ ).

Tabela 17. Médias de biomassa seca total (g/10 plantas) de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>	Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>
2	11,45 *	2	19,75 *
4	11,23 *	4	25,90 *
5	9,71 **	5	14,40 **
8	13,05 *	8	15,52 *
C	6,22	C	10,93

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnett.

O maior valor depois da mistura 4 no tubete G foi para o substrato 2, sendo 4 superior a 2 em 31%. Por outro lado, no tubete P aos tratamentos 2 e 4 foi incluído o 8 em igualdade estatística. Cabe destaque a este último (13,05 g) que se diferenciou do controle (Tabela 17) em mais 110%. Apesar disso, a superioridade dos resultados para o 4 no tubete G foi notável, com produção de 99% a mais do que o 8 na embalagem P.

Novamente a presença do solo foi significativa para a obtenção dos melhores resultados e na ausência deste a cama de frango exerceu papel preponderante, ou seja, como componente orgânico no substrato.

### Razão biomassa seca aérea/radicular

Embora a relação entre a biomassa seca da parte aérea e a radicular (BSAR) venha sendo tradicionalmente utilizada para indicar a qualidade das mudas (PARVIAINEN, 1981), isso pode não se refletir no campo (BURDETT, 1979)

As diferentes misturas de substrato não resultaram em efeito significativo sobre a proporção entre MSA e MSR (BSAR) em tubete G. Isso se deu provavelmente em função do maior volume de exploração de substrato nesse tamanho de embalagem (Tabela 18).

No tubete menor, as misturas 3 e 8 se destacaram, favorecendo o acúmulo de biomassa na parte aérea, enquanto os outros substratos testados resultaram em biomassas semelhantes, porém com direcionamento para o sistema radicular. O substrato 8 foi o único que se diferenciou ( $P>0,01$ ) do controle, produzindo 26% mais biomassa (Tabela 19).

O substrato que produziu mudas com tendência ao maior acúmulo de biomassa radicular foi o 2 para o tubete P, porém não foi diferente do controle ( $P>0,97$ ).

Esta relação entre partes das plantas (BSAR) demonstrou não ser importante para diferenciar os tratamentos aplicados em cada fator testado.

Tabela 18. Médias de biomassa seca aérea/radicular de mudas de canafístula em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	Proporção vol/vol				(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>			(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>			
	C	V	S	A	Médias		Médias				
1	2	-	0,5	0,5	1,18	a	b	A	1,34	a	A
2	-	2	0,5	0,5	0,98		b	A	1,16	a	B
3	2	-	1	-	1,27	a		A	1,02	a	B
4	-	2	1	-	1,18	a	b	A	1,28	a	A
5	0,5	1,5	1	-	1,21	a	b	A	1,24	a	A
6	1,5	0,5	-	1	1,05	a	b	A	1,18	a	A
7	1	1	0,5	-	1,18	a	b	A	1,05	a	B
8	1	1	-	0,5	1,31	a		A	1,09	a	A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Tabela 19. Médias de biomassa seca aérea/radicular de mudas de canafístula maiores do que o tratamento controle, em função da interação entre substratos e volume de tubetes

Substratos	(P) Tubete 56 cm <sup>3</sup>	Substratos	(G) Tubete 100 cm <sup>3</sup>
8	1,31 **	-	-
C	1,04	C	1,14

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% contra o controle (C) pelo teste de Dunnet.

## CONCLUSÕES

O volume do tubete e as diferentes misturas de substrato influenciaram significativamente no desenvolvimento de mudas de canafístula.



Os tratamentos em tubete de 100 cm<sup>3</sup> alcançaram os melhores resultados na maioria das variáveis avaliadas, tendo se destacado a mistura 4 (vermiculita+solo 2:1 (v/v)), seguida da 2 (vermiculita+solo+areia 2:0,5:0,5 (v/v)).

Dentre os tratamentos avaliados em tubete de 56 cm<sup>3</sup>, o 8 (vermiculita+cama aviária+areia 1:1:0,5 (v/v)) resultou em valores mais altos para a maioria das variáveis, seguido da mistura 4 (vermiculita+solo 2:1 (v/v)).

A razão entre a biomassa seca aérea e a radicular não se mostrou eficiente para diferenciar as misturas de substratos aplicadas, especialmente para o tubete de 100 cm<sup>3</sup>.

A razão entre altura e diâmetro do coleto adequada para o desenvolvimento das mudas de canafístula encontra-se entre 3,1 e 3,4.

## REFERÊNCIAS

BURDETT, A. N. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 9, p. 63-67, 1979.

CAMARGO, R. ; COSTA, T. R.; PIRES, S. C.; CARVALHO, H. P. Avaliação de substratos na produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes. **Agropecuária Técnica**, v. 32, p. 49-54, 2011.

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

CARVALHO, P. E. R.; Canafístula: Taxonomia. Circular Técnica 64. Colombo: **EMBRAPA**, 2002.

CARVALHO, P.E.R. **Sobrasil**. Circular Técnica 106. Colombo: EMBRAPA/ CNPF; Brasília: EMBRAPASPI, 2005. 10p.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 63-76, jan.-mar., 2011.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.) **Revista Cerne**, v.2, n.1, p.31-47, 1996.

FRANCO, A.A.; RESENDE. A.S; CAMPELLO. E. F. C.; Importância das Leguminosas Arbóreas na Recuperação de Áreas Degradadas e na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. **EMBRAPA**, 2003.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaíba (*Copaifera langsdorfii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, v. 14, n.1, p. 26-34, 1990.

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, n.2, p. 113-127, 2003.

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.665-664, 2002.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; J. C. L.; GOMES, J. M. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN) submetidas a doses de N, P, K, Ca E Mg. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.219-228, 2012.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L., DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v. 02, 2002. 368p.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do tubete no crescimento inicial de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol. 5, no 2, Jul/Dez 2003

OLIVEIRA, L.M; DAVIDE, A. C; CARVALHO, M.L.M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para desinfestação de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert. **Revista Árvore**, v.2, n.5, 2003.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...**Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.

PAWSEY, C.K. Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. **Australian Forest Research**, Canberra, v. 4, n. 5, p.13-29, 1972.