



**Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

**TOCO Engenharia e Inovação
Ambiental Universidade
Federal Rural do Rio de
Janeiro**

RELATÓRIO

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE TUBETES BIODEGRADÁVEIS PRODUZIDOS A PARTIR DE MATERIAL ORGÂNICO DESCARTADO, BAGAÇO DE MALTE, CASCA DE COCO OU CAMA DE FRANGO E ENRIQUECIDOS COM NUTRIENTES

Autores:

Vinícius de Melo Benites

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Gabriel Carlos Francisco

Estudante de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, bolsista Funarbe, Rio de Janeiro, RJ

Bruna Karina da Silva Oliveira

Estudante de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, bolsista PIBIC/CNPq da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Jéssica Franciele Kaminski Ramos

Estudante de Mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

Mariana Ribeiro Vieira

Estudante de Doutorado do departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

José Carlos Arthur Junior

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

Rio de Janeiro
2021



Introdução

A avaliação de tubetes biodegradáveis com reuso de material orgânico são resultados da cooperação estabelecida entre a Embrapa Solos e da TOCO Engenharia e Inovação Ambiental, uma empresa voltada para pesquisa e desenvolvimento de produtos biodegradáveis e sustentáveis a partir do reaproveitamento de resíduos orgânicos.

A Toco produz tubetes, que são recipientes para acondicionamento de mudas vegetais. Esses recipientes são empregados, principalmente, nas atividades de replantio de espécies florestais nativas ou reflorestamento. Para essa finalidade, a empresa busca constante aprimoramento dos tubetes, de modo a serem obtidos materiais de maior desempenho em termos ambientais e econômicos. Na determinação do custo total da produção de mudas, levando em consideração a qualidade dos brotos e das plantas jovens, as características e propriedades dos tubetes ou substratos estão entre os fatores principais (KOSTOPOULOU et al., 2011).

Dentre os recipientes mais utilizados para produção de mudas nativas da flora brasileira estão os tubetes e sacos plásticos (ABREU et al., 2014). Segundo Hahn et al. (2006), os sacos plásticos constituem material de fácil obtenção, necessitam de baixo investimento para produção e são preenchidos com substratos orgânicos com pouca demanda de mão de obra especializada.

Os tubetes de plástico apresentam frisos verticais que direcionam o sistema radicular da planta, evitando enovelamento das raízes e, ainda, possuem um orifício na parte inferior que possibilita a poda natural das raízes pelo ar (ABREU et al., 2014). Porém, em ambos os casos os recipientes utilizam plástico derivado de petróleo, uma fonte não-renovável e que gera impacto ambiental negativo no seu descarte (DIAS, 2011).

Diferentemente dos recipientes de plástico, os recipientes produzidos a partir de resíduos orgânicos permitem a redução do consumo de água e a eliminação de resíduos sólidos do plástico no descarte. Ademais, os recipientes biodegradáveis, de acordo com Dias (2011), apresentam tanto viabilidade técnica quanto econômica na produção comercial de mudas em viveiros florestais.

O projeto desenvolvido no âmbito da cooperação entre a TOCO e a Embrapa teve o objetivo de testar e aprimorar formulações e fazer a avaliação agrônômica de tubetes produzidos a partir de diferentes matrizes de resíduos orgânicos. A avaliação, além da viabilidade técnica, examinou também o enriquecimento nutricional das mudas pelo tipo de material empregado.

Na determinação da qualidade das mudas florestais, as características comumente analisadas são: a altura, o diâmetro do coleto, a matéria seca de raiz, a matéria seca da parte aérea e os índices de qualidade de Dickson (CARNEIRO, 1995). Esses dados foram utilizados para avaliar os recipientes produzidos a partir de 3 diferentes misturas de resíduos orgânicos: a cama de frango, a fibra da casca de coco e o bagaço de malte. O desempenho dos tubetes com emprego das matrizes de resíduos orgânicos foi comparada com o tubete plástico de referência.

No experimento comparativo foram empregados os tubetes de casca de coco da Toco e os novos recipientes produzidos a partir de resíduos agropecuários e da agroindústria. Mudas da espécie florestal Pau Ferro foram produzidas e avaliadas quanto ao crescimento e a qualidade para fins de reflorestamento em condições de viveiro comercial.

I. Principais resultados do experimento

Foram produzidos 80 recipientes de cada resíduo orgânico, que receberam diferentes tipos de tratamento no Laboratório de Fertilizante das Embrapa Solos. Aos recipientes de resíduos orgânicos foram adicionadas diferentes composições, contendo medidas de macro ou de micronutrientes e opção de introdução de fósforo natural.



Figura 1. Visão geral do viveiro da Biovert, onde foram crescidas as mudas de pau ferro.

Os recipientes foram levados para o viveiro comercial da Biovert, localizado no município de Silva Jardim/RJ. Os recipientes foram preenchidos com substratos a base de compostos orgânicos e semeados com sementes de pau ferro em novembro de 2020. Além dos 3 tipos de recipientes de compostos orgânicos, foram avaliadas 10 mudas produzidas sob as mesmas condições, porém em tubetes plásticos com o mesmo volume.



Figura 2. Recipiente de resíduo orgânico (A); experimento em desenvolvimento com recipiente de resíduo orgânico (B); processo de produção de recipiente orgânico na Empresa Toco(C).

As plântulas foram cultivadas sob irrigação por 90 dias e coletadas para análise. Foram medidos a altura da parte aérea, o diâmetro na altura do colo, a massa de matéria seca da parte aérea, a massa de matéria seca da raiz, calculados a relação parte aérea:raiz da muda e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 1. Análise de variância, para os fatores recipiente (R), fertilização (F) e a interação entre eles (R*F), da altura, do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa de matéria seca de raiz (MSR), da relação parte aérea/raiz e do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) com seus valores F e significância (n=10).

Fator	ALTURA	DC	H:DC	MSPA	MSR	MST	MSPA:MSR	IQD
R	103,22 ***	83,34 ***	13,58 ***	200,09 ***	31,67 ***	177,68 ***	159,98 ***	91,01 ***
F	0,20 n.s.	2,05 n.s.	1,41 n.s.	1,40 n.s.	3,01 *	1,59 n.s.	0,89 n.s.	3,30 *
R*F	1,54 n.s.	2,30 *	3,85 ***	1,34 n.s.	1,08 n.s.	1,35 n.s.	1,61 n.s.	3,02 **

n.s. = não significativo; * < 5%; ** < 1%; *** < 0,1%

As medidas da altura, da massa da matéria seca da parte aérea, da matéria seca da raiz e da relação entre a parte aérea e raiz das plantas foram superiores nas mudas produzidas nos recipientes de bagaço de malte, comparativamente às produzidas nos recipientes com cama de frango e fibra de coco. Na variável altura e massa seca da raiz, as mudas produzidas no recipiente cama de frango foram superiores às mudas do recipiente fibra de coco, não ocorrendo diferença para as demais variáveis.

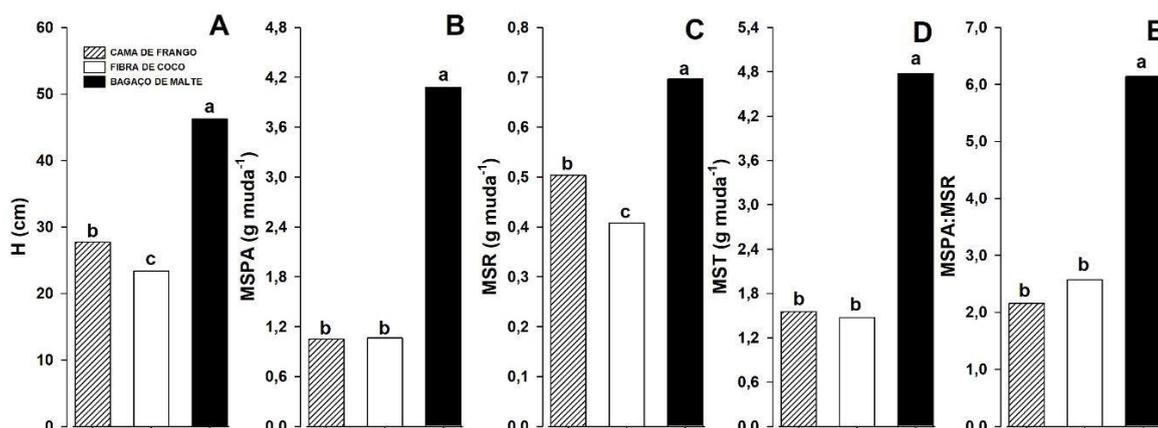


Figura 3. Altura média (A), matéria seca da parte aérea (MSPA) média (B), matéria seca radicular (MSR) média (C), matéria seca total (MST) média (D) e relação matéria seca da parte aérea e radicular (MSPA:MSR) média (E), de mudas de pau-ferro aos noventa dias de cultivo nos recipientes de resíduos orgânicos cama de frango, fibra de coco e bagaço de malte.

Para o indicador diâmetro do coleto, embora a análise de variância tenha apontado o efeito da interação, não foi possível obter ajuste significativo de regressões em função da dose de enriquecimento recebida. Para essa variável não houve efeito da dose de enriquecimento para os recipientes cama de frango e fibra de coco, e apenas a dose 0,5 foi inferior as demais para o recipiente bagaço de malte. Para todas as doses e na média geral, as mudas de bagaço de malte apresentaram diâmetro do coleto superior as demais mudas.

A relação entre a altura e diâmetro do coleto seguiu um modelo linear para os recipientes fibra de coco e bagaço de malte, não se obtendo ajuste para o recipiente cama de frango. A variável índice de qualidade de Dickson ajustou-se ao modelo linear para o recipiente bagaço de malte, não se obtendo ajuste para os recipientes cama de frango e fibra de coco. A variável massa seca da raiz também obteve ajuste linear em função da dose de enriquecimento.

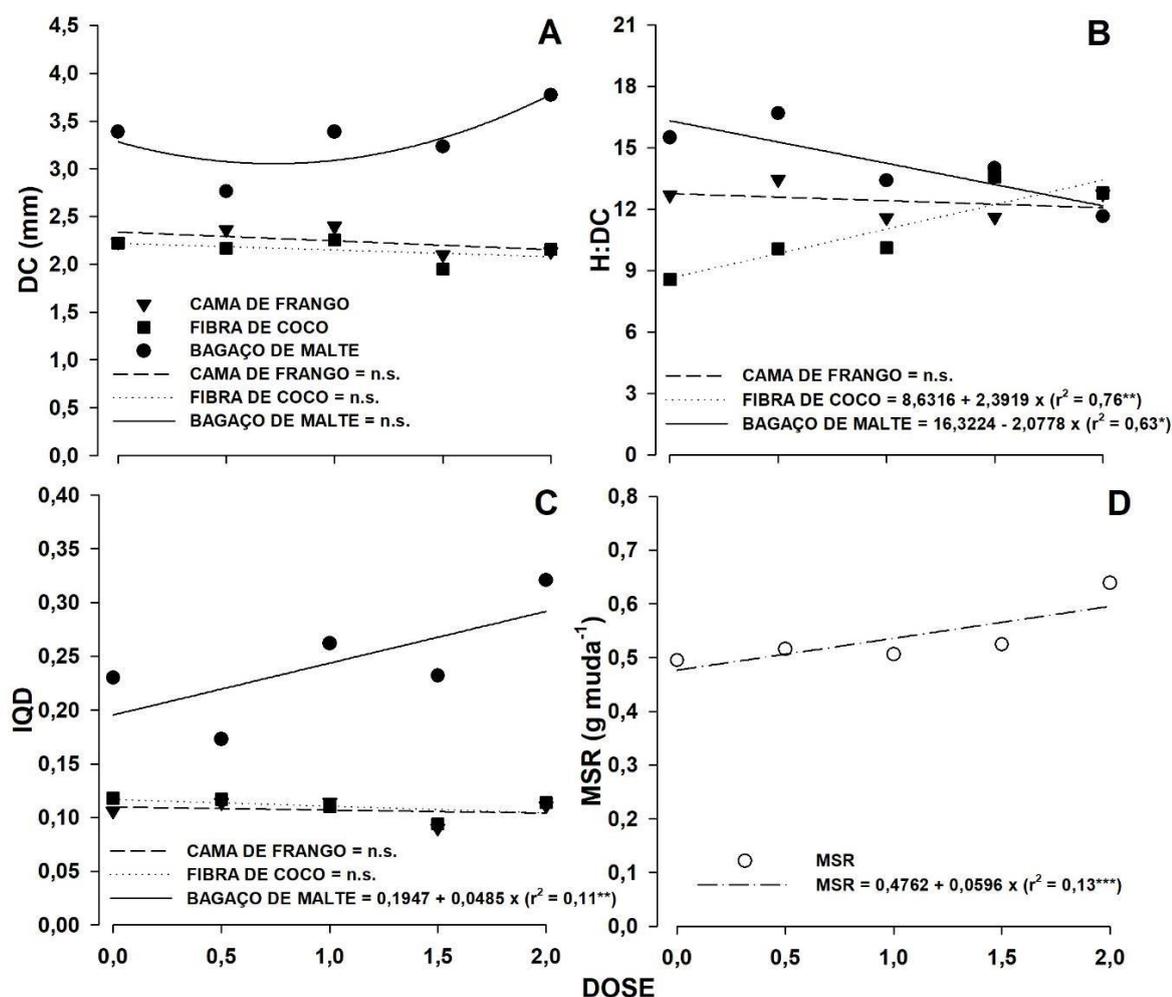


Figura 4. Diâmetro do coleto (DC) médio (A), relação altura e diâmetro do coleto (H:DC) média (B), índice de qualidade de Dickson (IQD) médio (C) e matéria seca radicular (MSR) média (D) de mudas de pau-ferro aos noventa dias de cultivo em função das doses de enriquecimento aplicadas nos recipientes de resíduos orgânicos cama de frango, fibra de coco e bagaço de malte. Regressão e parâmetros significativos à: * 10%;

** 5%; *** 1% n.s. = não significativo

Tabela 2. Diâmetro do coleto médio de mudas de pau-ferro aos noventa dias de cultivo em função das doses de enriquecimento aplicadas nos recipientes de resíduos orgânicos cama de frango, fibra de coco e bagaço de malte.

Dose Recipiente	Cama de frango	Fibra de coco	Bagaço de malte	Média
	diâmetro do coleto (mm)			
0,0	2,23 aB	2,22 aB	3,39 aA	2,61 a
0,5	2,36 aB	2,17 aB	2,76 bA	2,43 b
1,0	2,40 aB	2,26 aB	3,39 aA	2,68 a
1,5	2,10 aB	1,95 aB	3,23 aA	2,43 b
2,0	2,13 aB	2,16 aB	3,77 aA	2,69 a
Média	2,25 B	2,15 B	3,31 A	

Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de significância de 5%, minúscula na coluna e maiúscula na linha.

Tabela 3. Análise de variância, para os fatores recipiente, fertilização e a interação entre eles, dos nutrientes absorvidos pela muda de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) enxofre (S), Cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e boro (B) com seus valores F e significância (n=6).

Fator	<i>mg muda⁻¹</i>						<i>µg muda⁻¹</i>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
R	229,9** *	89,2***	116,5** *	113,8** *	132,4** *	59,7** *	78,7** *	35,6** *	78,0** *	71,4** *	23,2** *
F	2,4 n.s.	2,3 n.s.	1,02 n.s.	1,24 n.s.	2,31 n.s.	0,44 n.s.	0,37 n.s.	0,94 n.s.	0,54 n.s.	0,59 n.s.	1,18 n.s.
R*F	1,6 n.s.	1,9 n.s.	0,95 n.s.	1,23 n.s.	2,06 n.s.	0,56 n.s.	0,88 n.s.	1,97 n.s.	0,55 n.s.	0,50 n.s.	1,47 n.s.

R – recipiente; F - fertilização

As plantas crescidas nos recipientes de bagaço de malte, mesmo recebendo o mesmo substrato, irrigação e demais condições dos demais tratamentos, apresentou maior altura e diâmetro, o que podem ser explicadas pelo material orgânico presente na composição do recipiente (Costa, 2020), maiores pesos, tanto da parte aérea como da raiz, resultando em maior índice de qualidade de Dickson (IQD).

O maior valor do IQD é um bom indicador de qualidade de mudas, pois é levado em consideração o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa nas mudas (FONSECA et al., 2002); quanto maior for o valor, melhor será o padrão de qualidade (GOMES, 2001).



Figura 5. Recipientes de resíduos orgânicos identificados com os enriquecimentos nutricionais de cada tratamento.

Observa-se que quando os valores da massa da parte aérea e da raiz são altos, a relação entre a massa da parte aérea e raiz permite averiguar a estabilidade de mudas florestais de modo a não comprometer o estabelecimento da muda no campo, ocasionando o tombamento devido ao sistema radicular pouco desenvolvido e parte aérea proeminente (Ferraz e Engel, 2011).

Figura 6. Muda de pau ferro plantada em recipiente de resíduo orgânico aos 90 dias pós emergência, no momento da coleta para análise.



Quanto ao sistema radicular das plântulas, aqueles menos desenvolvidos poderão apresentar menor produção de citocininas, em razão de apresentarem menor número de terminais radiculares e, conseqüentemente, terem a taxa de crescimento reduzida e sobrevivência comprometida em ambientes de deficiência hídrica acentuada (REIS et al., 2006). Esses fatores explicam os baixos valores das alturas das mudas plantadas no recipiente de fibra de coco e plástico.

A aplicação de reguladores de crescimento na produção de mudas favorece o crescimento e desenvolvimento de diversas espécies consideradas de difícil enraizamento em um menor período (Botin, A. A., 2015). Em relação aos nutrientes absorvidos pelas plântulas, nota-se também a superioridade em quase todos os nutrientes analisados nos cultivos em recipientes de bagaço de malte. A imagem comparativa entre as mudas produzidas nos 3 recipientes biodegradáveis em comparação ao tubete de plástico mostra a diferença de vigor entre a muda produzida no recipiente compostável de bagaço de malte e as demais mudas (figura 7).



Figura 7. Mudas de pau ferro após 90 dias de viveiro sendo, da esquerda para a direita, recipiente de cama de frango, fibra da casca de coco, bagaço de malte e tubete de polipropileno.

Tabela 4. Médias dos parâmetros de qualidade das mudas produzidas nos diferentes recipientes biodegradáveis e no tubete de plástico tradicional (n=10) Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de significância de 1%.

Recipiente	BSPA/BSR	IQD	BSPA	DIÂMETRO	ALTURA	BSR
Cama de Frango	2.68 a2	0.100 a1	1.10 a1	2.15 a1	27.51 a3	0.41 a1
Fibra de coco	1.99 a2	0.108 a1	0.69 a1	2.07 a1	15.55 a1	0.35 a1



Bagaço de Malte	6.34 a3	0.216 a2	3.87 a2	3.32 a2	50.38 a4	0.63 a2
Plástico	1.23 a1	0.145 a1	0.88 a1	2.18 a1	21.94 a2	0.73 a2
Fator F	86.7 ***	8.3 **	52.7 ***	14.3 ***	63.6 ***	9.0 **

Tabela 5. Médias dos nutrientes absorvidos pelas mudas produzidas nos diferentes recipientes biodegradáveis e no tubete de plástico tradicional (n=6). Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de significância de 1%.

Recipiente	mg						µg				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Cama de Frango	15,9 a1	1,58 a2	7,5 a1	7,22 a1	0,52 a1	1,33 a1	6,1 a1	46,9 a1	19,4 a1	16,1 a1	43,6 a1
Fibra de coco	7,1 a1	0,53 a1	3,3 a1	3,97 a1	0,29 a1	0,65 a1	2,9 a1	5,2 a1	12,8 a1	8,1 a1	24,5 a1
Malte	78,4 a2	2,77 a3	23,2 a2	28,88 a2	2,46 a2	5,43 a2	16,2 a2	84,9a1	208,7 a2	178,8 a2	70,7 a1
Plástico	3,6 a1	0,33 a1	1,73 a1	2,50 a1	0,21 a1	0,66 a1	1,3 a1	4,7a1	19,7 a1	4,2 a1	13,5 a1
Fator F	73,2 (***)	18,5 (***)	35,1 (***)	25,6 (***)	51,5 (***)	31,3 (***)	23,8 (***)	4,3 (*)	14,2 (***)	15,5 (***)	4,6 (*)

Em relação aos tratamentos nutricionais, não se observou efeito significativo da adubação com macro e micronutrientes na faixa de adubação avaliada. Embora alguns parâmetros tais como o peso da parte aérea, da raiz e o índice de Dickson tenham mostrado tendência de aumento linear, o efeito desse fator não foi significativo.



Figura 8. Mudanças de pau ferro após 90 dias de viveiro crescidas em recipientes biodegradáveis de bagaço de malte sendo, da esquerda para a direita, recipiente sem adubação e recipientes adubados com dose crescente de macro e micronutrientes e ao final, à esquerda, o tubete plástico de referência.

Tabela 6. Médias dos parâmetros de qualidade das mudas de pau ferro em função dos tratamentos com fosfato natural e com micronutrientes. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de ScottKnott ao nível de 1% de significância (n=10)

Tratamento	DIÂMETRO	ALTURA	BSR	BSPA	$\frac{BSPA}{BSR}$	IQD
Controle	2.49 a1	32.24 a1	0.46 a1	1.84 a1	3.65 a1	0.137 a1
Micro + macro	2.62 a1	31.87 a1	0.48 a1	2,05 a1	3.83 a1	0.148 a1
Fosfato	2.82 a1	35.86 a1	0.59 a2	2.31 a1	3.83 a1	0.172 a1
Fosfato + micro	2.95 a1	38.90 a1	0.62 a2	2.60 a1	4.48 a1	0.178 a1
Fator F	1.728 ns	1.292 ns	4.035 *	0.992 ns	0.552 ns	1.604 ns

Tabela 7. Teste de média comparação entre tratamentos- nutrientes absorvidos

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	mg						µg				
Controle	33,805 a1	1,631 a1	11,337 a1	13,360 a1	1,089 a1	2,469 a1	8,411 a1	45,710 a1	80,298 a1	67,668 a1	46,279 a1
Micro + macro	43,950 a1	2,317 a1	12,293 a1	17,062 a1	1,319 a1	2,742 a1	9,179 a1	78,303 a1	99,264 a1	83,213 a1	48,753 a1
Fosfato	40,347 a1	4,175 a2	14,250 a1	19,834 a1	1,780 a1	3,057 a1	9,980 a1	67,872 a1	176,187 a1	83,213 a1	39,503 a1
Fosfato + dose 0,5ml	51,868 a1	5,251 a2	19,638 a1	24,230 a1	2,393 a1	4,038 a1	11,820 a1	95,164 a1	228,612 a1	65,936 a1	58,032 a1
Fator F	0,531 NS	5,740 (**)	2,054 NS	1,214 NS	2,232 NS	1,022 NS	0,749 NS	1,045 NS	2,037 NS	0,186 NS	0,914 NS

Em relação ao tratamento com fosfato de rocha e micronutrientes, não foram observadas diferenças significativas em relação à altura e ao peso da parte aérea das plantas. Contudo, o peso de raízes foi significativamente superior nos tratamentos que receberam fosfato de rocha em relação ao demais, com aumento de cerca de 30% no peso de raízes.

Venturin et al. (1999), trabalhando com mudas de angico-amarelo, observou que o sistema radicular das plantas foi significativamente afetado pela omissão de nutrientes, sendo um deles o fósforo, resultando numa menor produção de matéria seca de raiz no tratamento. Com isso explica-se os resultados dos tratamentos que não foram utilizados o fosfato, frente a massa da raiz.

Quanto aos nutrientes absorvidos pelas plantas, também não foram observadas diferenças significativas, com exceção dos tratamentos que utilizaram o fosfato o qual tiveram uma média superior as demais, no entanto não obtiveram valores muito elevados uma vez que são fontes de P insolúveis.

Schumacher et al. (2004), estudando a aplicação de diferentes doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de angico-vermelho, observou que o melhor crescimento das mudas ocorreu com o tratamento que possuía 450 mg.kg⁻¹ de P.

Embora não significativo, o aumento no teor de potássio (K) pode influir no fato do fósforo estimular o crescimento radicular (SANT'ANA et al., 2003), o que pode ser observado através do aumento da massa seca de raiz dos tratamentos com fosfato. Mesmo que todas as mudas tratadas com bagaço de malte mostrem melhores características que as mudas produzidas em tubetes de plástico, não houve efeito visual sobre as mudas em função da adubação com fosfato natural (figura 9)



Figura 9. Mudas de pau ferro após 90 dias de viveiro crescidas em recipientes biodegradáveis de bagaço de malte sendo, da esquerda para a direita, recipiente sem adubação, recipiente adubado com fosfato natural, recipiente adubado com fosfato natural e micronutrientes, e o tubete plástico de referência.

II. A Comparação entre os recipientes

Houve efeito do recipiente em todas as variáveis morfológicas mensuradas nos tratamentos em que não houve enriquecimento nos recipientes de resíduos orgânicos (Tabela).

Tabela 8. Análise de variância para o fator recipiente, nos tratamentos sem enriquecimento do recipiente, das variáveis altura, do diâmetro do coleto (DC), relação altura x diâmetro do coleto (H:DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa de matéria seca de raiz (MSR), da massa de matéria seca total e do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) com seus valores F e significância (n=9).

Fator	ALTURA	DC	H:DC	MSPA	MSR	MST	IQD
Recipiente	62,94***	16,44***	14,56***	46,20 ***	6,79 **	37,27 ***	10,73 ***

NS > 5%; * < 5%; ** < 1%; *** < 0,1%

Para a variável altura, a muda produzida no recipiente de bagaço de malte (50,9cm) foi superior às demais. As mudas produzidas no recipiente de cama de frango (28,0 cm) foram superiores às mudas produzidas no recipiente de fibra de coco (19,5 cm) e de polipropileno (19,4 cm), de tamanho iguais (Figura 9).

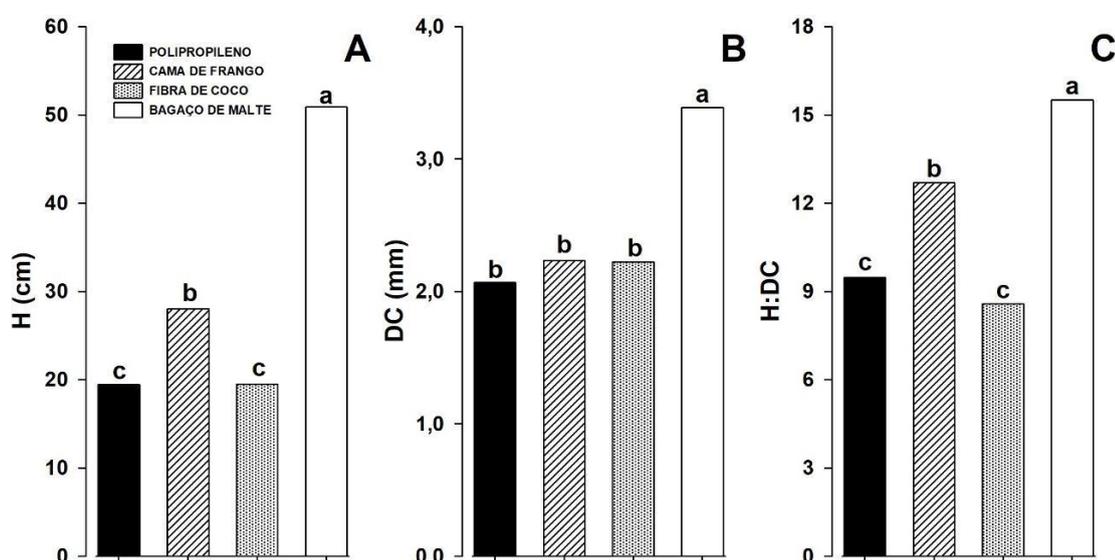


Figura 10. Altura média (A), diâmetro do coleto médio (DC) (B) e relação altura x diâmetro do coleto (H:DC) (C) médio de mudas de pau-ferro aos noventa dias de cultivo nos recipientes tubete de polipropileno, e de resíduos orgânicos cama de frango, fibra de coco e bagaço de malte.

O recipiente de bagaço de malte foi capaz de fornecer nutrientes à muda. Essa observação se confirma pois, em comparação com o crescimento da muda produzida no tubete de polipropileno (sem capacidade de fornecer nutrientes), a muda do recipiente de bagaço de malte obteve crescimento superior 162%, 31,5 cm maior. Esse resultado é de grande relevância pois o recipiente de bagaço de malte contribuiu para atender a demanda de nutrientes e proporcionou aumento do crescimento das mudas.

O recipiente de cama de frango, na mesma linha de raciocínio, conseguiu fornecer nutrientes para atender a demanda da planta, porém de forma a proporcionar menor crescimento comparado ao recipiente de bagaço de malte. Tendo o crescimento da muda produzida no tubete de polipropileno como referência, o crescimento foi 44% ou 8,6 cm maior.

Já os outros recipientes, o tubete de polipropileno e o recipiente de fibra de coco, não proporcionaram nutrientes, pois o polipropileno não tem essa capacidade e o de fibra de coco, por apresentar crescimento igual ao do polipropileno, suporta essa conclusão.

Segundo Moraes et al. (2013), o crescimento em altura de uma muda com qualidade para expedição varia de 25 a 30 cm. Embora esse padrão deva ser tratado em função de cada



espécie, as mudas produzidas nos recipientes de bagaço de malte e de cama de frango atingiram esse parâmetro dentro do período de 90 dias, não ocorrendo o mesmo para os outros dois recipientes.

Também vale destacar que esse padrão de crescimento em altura, apesar de não ser o único a ser considerado para expedição de mudas com qualidade, indica que a muda produzida no recipiente de bagaço de malte possivelmente atingiu esse parâmetro de forma precoce, o que pode indicar a possibilidade de redução de tempo na produção das mudas dessa espécie.

Para diâmetro do coleto, por ser uma variável menos responsiva que a altura, houve superioridade das mudas produzidas no recipiente de bagaço de malte (3,39 mm), sendo as mudas produzidas no recipiente de cama de frango (2,23 mm), de fibra de coco (2,22 mm) e de polipropileno (2,07 mm) iguais estatisticamente (Figura 9).

Para a relação altura/diâmetro do coleto(H:DC), o resultado foi o mesmo que para a altura, sendo esta muito influenciado por essa variável. Essa relação é descrita como indicador da qualidade de mudas após o processo de rustificação (CRUZ et al., 2011). Para Sturion e Antunes (2000), essa relação reflete o acúmulo de reservas, assegurando maior resistência e melhor fixação no solo das mudas, quando levadas ao campo. Mudas com relação (H:DC) muito elevadas podem apresentar dificuldades de se manter eretas em campo, podendo ocasionar o tombamento e a consequente mortalidade delas após o plantio (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Birchler et al. (1998) recomenda que mudas de qualidade apresentem valores de relação H:DC inferiores a dez.No presente estudo apenas as mudas produzidas nos recipientes de polipropileno e fibra de coco tiveram esse índice menor do que dez. Isso pode ser efeito da nutrição abundante em nitrogênio, que pode ser comprovada pela análise química dos recipientes de resíduos cama de frango e de bagaço de malte que contêm esse nutriente em quantidade abundante.

Também é importante destacar que as mudas não passaram pelo processo de rustificação, o qual normalmente causa espessamento da região do coleto, e por consequência redução no valor dessa relação (H:DC). Mesmo nas mudas onde o recipiente não teve contribuição com a nutrição (fibra de coco e polipropileno), essa relação obteve valor próximo de dez, o que demonstra que ou o substrato apresenta em sua composição maior teor de nitrogênio ou as mudas ficaram muito próximas e competiram entre si por luz, causando o estiolamento.

Em relação a variável da massa seca da raiz (MSR), as mudas produzidas nos recipientes de bagaço de malte (0,65 g muda⁻¹) e de polipropileno (0,71 g muda⁻¹) apresentaram superioridade sobre as mudas produzidas nos recipientes de cama de frango (0,43 g muda⁻¹) e fibra de coco (0,40 g muda⁻¹), que foram iguais.

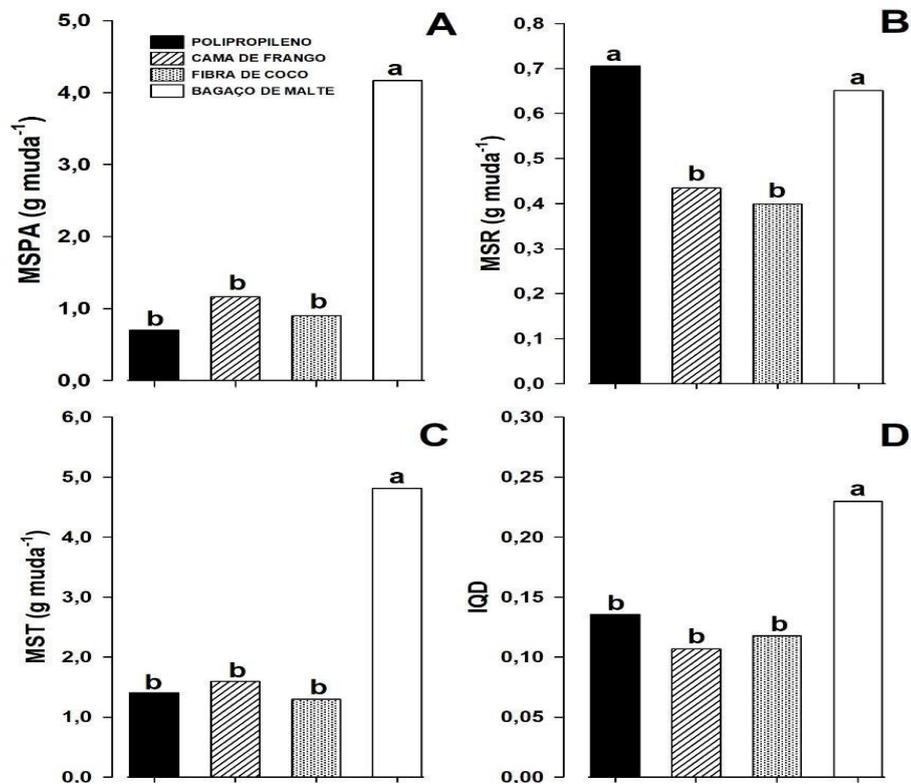


Figura 11. Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) (A), massa de matéria seca do sistema radicular (MSR) (B), massa de matéria seca total (MST)(C) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (D) de mudas de pau-ferro aos noventa dias de cultivo nos recipientes tubete de polipropileno, e de resíduos orgânicos cama de frango, fibra de coco e bagaço de malte.

Importante destacar que, como os recipientes produzidos com resíduos orgânicos são porosos, as raízes se desenvolveram através da parede, até sendo possível observá-las na parte externa do recipiente. Dessa forma, não foi possível remover todas as raízes, e parte da massa do sistema radicular ficou fixada na parede do recipiente, o que não ocorreu no recipiente de polipropileno, justificando parcialmente sua superioridade. Também vale ressaltar que as plantas investem mais recurso na formação do sistema radicular quando estão em ambiente de menor fertilidade para que possa explorar e aproveitar o máximo de nutrientes do substrato, o que explicaria o maior aporte no caso do recipiente de polipropileno.

Assim como a massa seca da parte aérea, a massa seca total foi superior nas mudas produzidas em recipientes de bagaço de malte (4,81 g muda⁻¹). As mudas produzidas nos recipientes de cama de frango (1,59 g muda⁻¹), de fibra de coco (1,30 g muda⁻¹) e de polipropileno (1,41 g muda⁻¹) foram iguais.

Como consequência da superioridade em praticamente todas as variáveis analisadas, as mudas produzidas em recipiente de bagaço de malte apresentaram superioridade também no IQD (0,23). As mudas produzidas nos recipientes de cama de frango (0,11), de fibra de coco (0,12) e de polipropileno (0,14) foram estatisticamente iguais.



III. Conclusão

A utilização do tubete orgânico a base de malte, em substituição ao tubete plástico convencional, permite a obtenção de mudas de melhor qualidade, sendo possível reduzir o tempo de viveiro, com consequentemente com redução sobre o uso de recursos naturais. O tubete orgânico a base de malte também compreende uma alternativa viável para a disposição desse resíduo agroindustrial.

Referências bibliográficas

ABREU, A.H.M; LELES, P. S.S; MELO, L.A; FERREIRA, D.H.A.A; MONTEIRO, F.A.S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 141 - 150, jan. / mar. 2015.

BOTIN, A. A.; Carvalho, A. Reguladores de Crescimento na Produção de Mudas Florestais. Sinop: UFMT; Campos: Sinop, 2015. 14p.

BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. Proceedings... New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p. 127-128

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

COSTA, C. C.; ALMEIDA , L. E.; CASTRO, V. R. DE. Evaluation of the morphological parameters of native species of the Atlantic Forest in biodegradable tubes. **Revista Ambientale**, v. 12, n. 4, p. 44-54, 16 dez. 2020.

DIAS, Bruna Anair Souto. ANÁLISE COMPARATIVA DE TUBETES BIODEGRADÁVEIS E DE POLIETILENO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Paracetecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlm. 2011. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) SANDL.) e guaruaia (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium (Lavras)*, v. 6, p. 36-41, 2008.

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.

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. 166p.

GONÇALVES, J.L.M. & POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia,



1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-Rom.

HAHN, C. M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E. M.; RODRIGUES, M. S.; SOARES, P. V. Recuperação florestal: da semente à muda. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144 p.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI PAPANASTASI, O.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.379-390, 2011.

REIS, G.G., REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I. MONTE, M.A. ; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, V.30 , n.6 . p.921-931, 2006.

SANT'ANA, E. P.; SANT'ANA, E. V. P.; FAGERIA, N. K.; FREIRE, A. B. Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea da planta de arroz. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 2, p. 370-381, 2003.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rígida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

VENTURIN, N. et al. Adubação mineral do angico amarelo (*Peltophorum dubium*) (Spreng) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 441-448, 1999.