

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO (*Swietenia macrophylla* King)

Cristiane Ramos Vieira ¹
Oscarlina Lúcia dos Santos Weber ¹

RESUMO

Nem sempre o viveirista pode efetuar grandes investimentos em substrato para a produção de mudas. Por isso, algumas pesquisas têm se dedicado em estudar a utilização de substratos orgânicos na produção em larga escala de espécies florestais rentáveis. Diante disso, realizou-se experimento em viveiro com o objetivo de verificar a combinação de solo, substrato comercial (Plantmax®) e cama de frango decomposta, mais propícia na produção de mudas de *Swietenia macrophylla* King. As mudas de *Swietenia macrophylla* foram produzidas em tubetes com capacidade para 280 cm³ com sementes colocadas para germinar diretamente nos tratamentos testados. Foram avaliados os efeitos de sete diferentes combinações de substratos: 100% solo; 100% Plantmax®; 50% solo + 50% Plantmax®; 50% solo + 50% cama de frango decomposta; 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta; 80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax® e; 20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®, originando sete tratamentos, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições. A avaliação do crescimento se deu 120 dias após as primeiras germinações, com a medição de altura da parte aérea, diâmetro de coleto, biomassa das folhas, biomassa do caule, biomassa das raízes e, concentrações de macro e de micronutrientes nas folhas das mudas. As combinações de substratos que proporcionaram o maior crescimento das mudas de *S. macrophylla* foram 50% solo + 50% cama de frango decomposta e 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta, com a disponibilização de micronutrientes em condições adequadas

Palavras-chave: Espécie florestal. Insumo orgânico. Matéria orgânica.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso

EVALUATION OF SUBSTRATES IN MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King) SEEDLING PRODUCTION

ABSTRACT

Not always the nursery can make large investments in substrate for the production of seedlings. So some researches have been developed to study the use of organic substrates on large-scale production of rentable forest species. Therefore, an experiment was developed, in nursery, in order to verify the combination of soil, commercial substrate (Plantmax®) and poultry litter decomposed, most suitable in the production of *Swietenia macrophylla* King seedlings. The seedlings of *Swietenia macrophylla* were grown in plastic tubes with a capacity of 280 cc with seeds placed to germinate directly in the tested treatments. The effects of seven different combinations of substrates were evaluated: 100% soil; 100% Plantmax®; 50% soil + 50% Plantmax®; 50% soil + 50% decomposed poultry litter; 50% Plantmax® + 50% poultry litter; 80% poultry litter decomposed + 10% soil + 10% Plantmax®; 20% decomposed poultry litter + 40% soil + 40% Plantmax®, originating seven treatments, arranged in a completely randomized design with 10 repetitions. The evaluation of the growth occurred 120 days after the first germination, with the measurement of height, diameter, leaf biomass, stem biomass, root biomass and concentrations of macro and micronutrients in the leaves of seedlings. The substrate combinations which resulted in the highest growth of *S. macrophylla* seedlings were 50% soil + 50% decomposed poultry litter and 50% Plantmax® + 50% decomposed poultry litter, with the provision of micronutrients in adequate conditions for the species.

Keywords: Forest species. Organic input. Organic matter.

INTRODUÇÃO

Swietenia macrophylla é uma espécie florestal da família Meliaceae conhecida como mogno ou mogno-brasileiro, de ocorrência natural em latitudes de 20° N no México (Yucatán) a 18° S, na Bolívia. No Brasil, localiza-se entre 1° S no Maranhão e 14° S em Mato Grosso (CARVALHO, 2007). De acordo com Santos et al. (2008) trata-se de uma das espécies madeireiras mais valiosas da Amazônia, cujo elevado preço no mercado nacional e internacional, fez com que sua extração sofresse, durante décadas, grande pressão em toda a sua extensão natural, desde o México até ao Brasil o que colocou a *S. macrophylla* na lista das espécies vulneráveis à extinção.

Sua madeira é moderadamente pesada, dura, com cerne castanho-amarelado a castanho-escuro, alburno branco-amarelado e textura fina a média, podendo ser utilizada em peças torneadas, objetos de decoração, instrumentos científicos de precisão, instrumentos musicais, esculturas, talhados, móveis, faqueados, laminados, compensados, carpintaria, construção naval e indústria de aviação. Além disso, é considerada árvore ornamental, podendo ser utilizada em praças e em paisagismo (LIMA JUNIOR e GALVÃO, 2005).

De acordo com Cordeiro et al. (2009) os conhecimentos relativos ao manejo da *S. macrophylla*

necessitam ser adquiridos, entre os quais aqueles relacionados à produção de mudas para fins de reflorestamento, principalmente devido a essa espécie ser ainda pouco estudada em relação ao manejo em plantações.

Nesse sentido, deve-se primeiramente, atentar-se para a obtenção de mudas. A qualidade da muda é indispensável para que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura devem ser os maiores possíveis (CAMARGO et al., 2011). No entanto, produzir uma muda de qualidade requer a obtenção do substrato, adubação e recipiente corretos para o crescimento da espécie. Nessas condições o crescimento pode ser máximo e o viveirista pode produzir em menor tempo.

Vários são os materiais que podem ser usados como substrato. Esses materiais devem apresentar características físicas e químicas que proporcionem o desenvolvimento adequado das mudas, permitindo boa formação do sistema radicular e da parte aérea da planta (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2014). Dentre esses, podemos destacar os produtos industrializados, o solo nativo, areia ou ainda, os produtos orgânicos.

De acordo com Scheer et al. (2010) os substratos comerciais nem sempre fornecem quantidades satisfatórias de nutrientes, precisando ser enriquecidos com fertilizantes para que sua eficiência seja aumentada. Em relação ao solo nativo, Tucci et al. (2009) enfatizam que as suas limitações em fertilidade configuram um dos fatores responsáveis por perdas de mudas e causa de elevada mortalidade das plantas por ocasião do plantio definitivo no campo.

Portanto, os resíduos orgânicos se tornam os mais viáveis para a produção de mudas. Dentre os mais utilizados estão: lodo de esgoto ou biossólido; esterco suíno, bovino, equino e de aves; resíduos oriundos da indústria canavieira como a vinhaça e a torta de filtro; a cama de aves (galinha ou peru); resíduos de madeira; casca de arroz e casca de arroz carbonizada. O emprego de resíduos orgânicos na produção de mudas de espécies florestais é a alternativa mais viável para a utilização desses produtos que até então, seriam descartados in natura no solo, tornando-se um problema ambiental. Ao passo que, ao serem reutilizados se tornam um insumo barato, de fácil obtenção, podendo ser utilizados como adubo, reduzindo os custos com o processo produtivo.

A cama de frango curtida é um dos produtos orgânicos utilizados na produção de mudas de espécies florestais, dando sustentação ao porte da planta, bem como, disponibilizando nutrientes. De acordo com Weinärtner et al. (2006) esse material quando bem curtido, apresenta-se bem farelado, escuro e frio, muito rico em N e sem excesso de amônia.

Trazzi et al. (2013) as mudas de *Tectona grandis* produzidas com substratos formulados com cama de frango apresentaram maiores ganhos biométricos, sendo que a proporção de 35% foi o tratamento que resultou nos maiores índices das características analisadas.

Esterco bovino, cama de peru e o húmus de minhoca mostraram-se como as melhores fontes de matéria orgânica para formação de mudas de *Jatropha curcas* (CAMARGO et al., 2011). No entanto, testando diferentes doses de cama de frango para a produção de mudas dessa espécie, Torres et al. (2011) verificaram que, esta não suporta altas doses do substrato orgânico, recomendando apenas 10% de cama de frango na composição do substrato para produção de mudas de *Jatropha curcas*.

Gonçalves et al. (2013) recomendaram para a produção de mudas de *Acacia farnesiana* substrato contendo 20 % de esterco de aves e 40% esterco de bovinos, tomando como base a massa seca total. Enquanto, Gonçalves et al. (2014) recomendaram, adicionar esterco bovino curtido na proporção de, ao menos, 20% do volume do substrato na composição de substratos para produção de mudas de *Ateleia glazioviana*.

Diante disso, desenvolveu-se trabalho experimental para testar o crescimento e a nutrição de mudas de *Swietenia macrophylla* produzidas em substratos compostos diferentes combinações de solo, Plantmax® e cama de frango decomposta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootécnica (FAMEVZ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá, construída de material telado tipo sombrite branco e coberta com telha de amianto, sem controle de temperatura. E, ocorreu no período de dezembro de 2014 a abril de 2015.

Para a composição dos substratos utilizou-se o solo, classificado como Cambissolo húmico textura franco arenosa, coletado da camada de 20 cm, de área sob vegetação de Cerrado, localizada no Instituto Federal de Mato Grosso - São Vicente. O solo foi seco ao ar livre e peneirado em malha de 2 mm.

O substrato comercial utilizado foi o Plantmax®, indicado para produção de mudas de espécies florestais. Segundo o fabricante, em sua composição constam: casca de pinus, vermiculita de granulometria fina e superfina e húmus.

O material orgânico foi a cama de frango, cuja decomposição foi realizada com a utilização de minhocas inoculadas diretamente no material. O composto foi irrigado em dias alternados, mantendo o controle da luminosidade até a obtenção do material decomposto, que foi colhido e submetido ao peneiramento para separação das minhocas e pesagem.

Os substratos foram combinados nas seguintes proporções: 100% solo (testemunha); 100% Plantmax®; 50% solo + 50% Plantmax®; 50% solo + 50% cama de frango decomposta; 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta; 80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax® e; 20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®. Originando os sete tratamentos testados no experimento, com 10 repetições, dispostos em delineamento inteiramente casualizado. Essas combinações de substratos foram utilizadas para preencher os tubetes de polipropileno de formato cônico com estrias, perfurados na extremidade inferior, com capacidade para 280 cm³, sendo deixadas por período de incubação de 20 dias.

Uma amostra de cada tratamento foi retirada para realização da análise química, segundo métodos da Embrapa (1997) e, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas dos substratos

Trat	pH	H+Al	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	P
	CaCl ₂	----- cmolc.dm ⁻³ -----			---- mg.dm ⁻³ ----		
T1	6,41	3,7	0,2	1,6	1,5	1,94	2,21
T2	5,69	7,7	0,2	8,5	8,2	12,86	28,77
T3	5,55	7,4	0,2	6,0	5,3	8,57	21,43
T4	5,87	3,5	0,3	5,0	5,6	23,93	85,22
T5	5,9	5,0	0,2	7,3	9,6	45,99	92,83
T6	6,09	3,9	0,3	7,7	8,7	50,52	74,94
T7	5,88	5,9	0,3	5,4	5,1	20,36	72,37

pH em CaCl₂ – relação 1:2,5; H+Al – em acetato de cálcio; Al, Ca²⁺ e Mg²⁺ - em KCl; P e K – em Mehlich.

Continuação Tabela 1...

Trat	SB	T (pH7,0)	t	V	m	N	C
	----- cmolc.dm ⁻³ -----			----- % -----		g kg ⁻¹	
T1	3,1	6,8	3,3	45,59	6,06	1,96	3,19
T2	16,73	24,43	16,93	68,48	1,18	7,00	1,22
T3	11,32	18,72	11,34	60,47	1,76	4,20	4,46
T4	10,66	14,16	10,69	75,28	2,81	7,00	4,0
T5	17,01	22,01	17,03	77,28	1,17	14,00	2,08
T6	16,52	20,42	16,55	80,90	1,81	14,84	0,89
T7	10,55	16,45	16,48	64,13	1,82	5,32	1,22

SB – soma de bases; T (pH7,0) – capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t efetiva – CTC efetiva; V% - saturação por bases, em %; m% - saturação por Al, em %; N – digestão sulfúrica; C – digestão com dicromato de potássio, 0,167 mol L⁻¹.

A espécie utilizada foi a *Swietenia macrophylla*, cujas sementes foram coletadas de 10 árvores matrizes apresentando de 10 a 12 anos, espaçadas no mínimo em 100 m, localizadas no município de Juína (MT). As sementes foram colocadas para germinar diretamente nos tratamentos testados no experimento, sendo uma semente por recipiente, sem tratamento pré-germinativo, a uma profundidade de 1 cm, recomendada por Schmidt (1974).

As primeiras germinações foram observadas 29 dias após a semeadura, ocorrendo uniformemente em todos os tratamentos testados. A irrigação foi mantida uma vez ao dia, com água corrente. E, após 24 dias as mudas que atingiram 15 cm de comprimento, iniciando-se assim, o período de análise de crescimento das mesmas.

As características morfológicas foram avaliadas após 120 dias, com as medições de: altura (H), em cm, medindo a 5 cm da superfície do solo até a última folha e; diâmetro de colo (DC), em mm, medido com paquímetro digital. Para obtenção da biomassa, as mudas foram retiradas do substrato, seccionadas em folhas, caule e raízes e, em seguida as raízes foram lavadas em água corrente. O material vegetal foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Após secagem, foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0001g.

O material seco foi moído em moinho tipo Wiley para determinação das concentrações foliares de macro e de micronutrientes, após as digestões sulfúrica e nitro-perclórica, seguindo métodos de Malavolta et al. (1997). A saber: N total por semi-micro Kjeldahl; P por colorimetria do metavanadato; S por turbidimetria do sulfato de bário; K fotometria de chama de emissão; Ca e Mg por quelatometria com EDTA; B por colorimetria da azometina H e; Cu, Fe, Mn, Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro utilizando o programa estatístico Assisat 7.6 beta, da UFCG, após constatação da normalidade dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das mudas de Swietenia macrophylla

O crescimento das mudas de *S. macrophylla* foi influenciado pelas diferentes combinações de substratos (Tabela 2). A adição de substrato orgânico acelerou o crescimento das mudas, possivelmente por proporcionar condições físicas e químicas mais favoráveis. Maranhão e Paiva (2012); Delarmelina et al. (2013) e Maranhão et al. (2013) também observaram a influência positiva da adição de resíduos orgânicos no crescimento em altura de mudas de espécies florestais.

Tabela 2: Crescimento em altura (cm), em diâmetro (mm), produção de biomassa (g) e índice de Dickson (IQD) das mudas de *Swietenia macrophylla* em diferentes combinações de substratos

Tratamento	H	DC	BioFolha	BioCaule	BioRaiz	IQD
1	39,33 c	4,18 d	1,06 d	1,19 d	0,76 c	3,02 b
2	43,17 bc	4,63 cd	1,51 cd	1,48 cd	1,11 bc	3,30 b
3	51,00 ab	4,82 bcd	1,36 cd	1,49 cd	0,98 bc	3,25 b
4	51,83 a	5,95 a	3,54 a	2,27 ab	1,20 b	6,25 a
5	47,33 abc	5,88 a	2,83 ab	2,80 a	1,87 a	5,27 a
6	43,00 bc	5,70 a	2,03 bc	1,93 bc	1,93 a	3,82 b
7	51,00 ab	5,50 abc	1,92 cd	1,81 bcd	1,23 b	3,92 b
F	6,80**	8,20**	19,54**	12,23**	25,15**	22,78**
DMS	8,31	1,06	0,87	0,69	0,39	1,11
CV(%)	9,87	11,28	23,82	20,64	16,60	14,91

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo; T2 - 100% Plantmax®; T3 - 50% solo + 50% Plantmax®; T4 - 50% solo + 50% cama de frango decomposta; T5 - 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta; T6 - 80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax® e; T7 - 20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®.

O crescimento em altura das mudas de *S. macrophylla* foi superior no tratamento 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta), atingindo média de 51,83 cm após 120 dias, que foi 24% maior que o tratamento 1 (100% solo). Médias superiores as observadas por Santos et al. (2008) em experimento testando a adubação fosfatada em mudas de *S. macrophylla*; por Silva et al. (2011) após a aplicação de calcário e de adubo fosfatado para a produção de mudas de *S. macrophylla* e; por Souza et al. (2010) ao submeter mudas de *S. macrophylla* à solução completa em nutrientes.

As combinações físicas e químicas do Plantmax® e as da cama de frango decomposta melhoraram as condições do substrato utilizado na produção de mudas de *S. macrophylla*. O menor crescimento nas condições 100% solo pode estar relacionado ao menor potencial nutritivo do solo utilizado em relação aos teores de nutrientes dos demais substratos (SILVA et al., 2014).

Resultados que interessam ao produtor de mudas dessa espécie, uma vez que, aumenta a quantidade de plantas produzidas em menor período, sem redução de sua qualidade. O que é vantagem no momento do plantio já que mudas de melhor qualidade tendem a ter pegamento mais rápido e ter o crescimento favorecido também no campo.

Esses resultados indicam que a utilização da cama de frango decomposta proporcionou o incremento em matéria orgânica necessária ao solo, de baixa fertilidade natural, para acelerar o crescimento das mudas de *S. macrophylla*. Isso porque, desde que utilizada em quantidades adequadas à cultura, a cama de frango pode ser uma fonte de nutriente para ser utilizada tanto na produção de mudas quanto na adubação (TORRES et al., 2011).

Porém, todos em todos os tratamentos se observaram mudas com altura superior a 30 cm, medida comumente utilizada pelos viveiristas para qualificar as mudas para o plantio no campo.

O crescimento em diâmetro de colo também foi influenciado pela adição de composto orgânico nas combinações entre substratos, principalmente nos tratamentos 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta), 5 (50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta) e 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®), com médias de 5,95 mm, 5,88 mm e 5,70 mm, respectivamente. O que corresponde a um crescimento de 30%, 29% e de 27% maior que o crescimento observado no tratamento 1 (100% solo). Essas médias foram superiores às observadas por Santos et al. (2008) em experimento testando a adubação fosfatada em mudas de *S. macrophylla*. Porém, semelhantes às observadas por Souza et al. (2010) ao submeter mudas de *S. macrophylla* à solução completa em nutrientes. Portanto, em condições de baixos teores de material orgânico houve limitação no crescimento em diâmetro das mudas de *H. courbaril*.

Isso ocorre porque, a MO influencia diretamente nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, em sua fertilidade, porque condiciona a estrutura do solo e as cadeias de carbono, agregando partículas minerais (SCHIMIGUEL et al., 2014). Os efeitos da MO na produção de mudas também foram verificados por Camargo et al. (2011), Gonçalves et al. (2013) e Gonçalves et al. (2014).

Todos os tratamentos proporcionaram crescimento em diâmetro superior a 4 mm, medida geralmente utilizada pelos viveiristas para qualificar as mudas para o plantio no campo. De acordo com Xavier et al. (2009) as mudas mais aptas ao plantio são as que apresentam intervalo de 20 a 40 cm para altura e de 2 mm para diâmetro. O que foi observado em todos os tratamentos testados.

A produção de biomassa nas folhas, no caule e nas raízes foi maior ao adicionar a cama de frango decomposta em combinações com solo e/ou com Plantmax®. Na biomassa foliar, as menores médias foram observadas no tratamento 1 (100% solo), com 1,06 g e as maiores no tratamento 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta), com 3,54 g. O que corresponde a uma produção de massa 70% superior no tratamento 4 em relação ao tratamento 1. A produção de biomassa das folhas é importante para o processo fotossintético das plantas, isso porque, quanto maior área foliar maior a incidência de energia solar sobre as plantas. Sendo as folhas o órgão que mais possui clorofila, a produção de biomassa foliar aumenta a produção fotossintética, dessa forma, promove também o crescimento da planta. Esse aumento na produção de biomassa foi favorecido pela adição de material orgânico ao substrato para produção de mudas de *S. macrophylla*, pois se observou médias menores no tratamento sem adição de material orgânico ao substrato.

Na biomassa do caule o tratamento que proporcionou as maiores produções foi o 5 (50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta), com média de 2,80 g, que foi 57% superior em relação ao tratamento 1. A produção de biomassa do caule é importante, uma vez que condiciona o desenvolvimento em diâmetro das mudas e esse, por sua vez, permite maior índice de sobrevivência das mudas no campo.

As combinações de cama de frango também influenciaram na produção de biomassa das raízes, com médias significativamente superiores nos tratamentos 5 (50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta) e 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®), que foram 59% e 61%, respectivamente, maiores que o tratamento 1 (100% solo). Silva et al. (2012) observaram que os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular e, por consequência, geraram mudas com maior massa seca de parte aérea e radicular.

Esses dados de produção de biomassa das raízes são importantes, uma vez que, um adequado desenvolvimento radicular facilita a entrada de água e de nutrientes que serão aproveitados principalmente na parte aérea das plantas. No entanto, as médias para a produção de massa na parte aérea das mudas de *S. macrophylla* foram inferiores às observadas por Wallau et al. (2008) e Souza et al. (2010) em experimento com essa espécie em solução nutritiva.

Maranho e Paiva (2012) verificaram que o substrato constituído de 100% do resíduo de *Physocalymma scaberrimum* Pohl. proporcionou o maior crescimento das mudas. Delarmelina et al. (2013) comprovaram que o lodo de esgoto na proporção de 40% de lodo + 60% de composto orgânico aumentam o crescimento das mudas de *Sesbania virgata*. Enquanto Maranhão et al. (2013) constataram que o crescimento da *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Cham. e do *Calycophyllum spruceanum* Benth. foi maior em substrato contendo casca de amendoim triturada + casca de castanha triturada + terra. Corroborando os resultados obtidos para a produção de biomassa em *S. macrophylla*.

O maior crescimento das mudas de *S. macrophylla* nos tratamentos 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta) e 5 (50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta) foi responsável pelo maior IQD dentre os tratamentos testados. Nesse caso, seriam essas as mudas mais aptas para o plantio no campo, pois, não existe na literatura um valor considerado adequado de IQD para a *S. macrophylla*.

Portanto, a adição de material orgânico pode acelerar o crescimento da espécie. O que foi observado principalmente nas condições de 50% solo + 50% cama de frango decomposta e de 50% de Plantmax® + 50% de cama de frango decomposta. Provavelmente porque esses substratos combinados supriram a demanda nutricional da espécie em questão, além de proporcionar condições físicas mais adequadas.

Nutrição de mudas de *Swietenia macrophylla*

As concentrações de macro (Tabela 3) e de micronutrientes (Tabela 4) foram influenciadas pelas diferentes combinações de substratos para a produção de mudas de *S. macrophylla*. Porém, não parece ter influenciado no crescimento das mudas, pois, nos tratamentos em que se observaram as maiores médias para as características morfológicas estudadas não se obteve concentrações adequadas de nutrientes segundo recomendações da literatura. Silva et al. (2011) também observaram pouca resposta com relação às concentrações de macronutrientes nas mudas de *S. macrophylla* nas diferentes combinações de substratos.

Tabela 3: Concentrações de macronutrientes, g kg⁻¹, nas folhas de *Swietenia macrophylla* em diferentes combinações de substratos

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	4,01 a	0,92 d	11,31 c	1,34 a	0,58 a	2,59 b
T2	3,29 a	1,26 bcd	16,67 ab	1,22 a	0,50 a	3,23 ab
T3	3,08 a	0,99 cd	16,13 b	1,09 a	0,54 a	2,79 ab
T4	3,29 a	1,42 cd	14,89 bc	1,09 a	0,61 a	2,52 b
T5	3,08 a	1,52 b	14,05 bc	1,02 a	0,57 a	2,52 b
T6	3,71 a	1,97 a	14,28 bc	1,09 a	0,42 a	3,73 a
T7	2,94 a	1,60 ab	20,26 a	0,77 a	0,81 a	3,69 a
CV%	18,26	15,88	12,53	27,90	40,36	15,59
F	1,70 ^{ns}	13,62 ^{**}	10,29 ^{**}	1,70 ^{ns}	1,35 ^{ns}	6,57 ^{**}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo; T2 - 100% Plantmax®; T3 - 50% solo + 50% Plantmax®; T4 - 50% solo + 50% cama de frango decomposta; T5 - 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta; T6 - 80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax® e; T7 - 20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®.

Tabela 3: Concentrações de micronutrientes, mg kg⁻¹, nas folhas de *Swietenia macrophylla* em diferentes combinações de substratos

Trat.	Cu	Fe	Mn	Zn	B
T1	30,95 a	13,16 b	26,03 ab	55,18 a	94,43 ab
T2	35,26 a	10,53 b	30,14 ab	70,47 a	105,16 a
T3	32,95 a	29,47 ab	34,25 a	52,58 a	104,93 ab
T4	33,41 a	32,10 ab	30,14 ab	55,18 a	53,26 b
T5	32,64 a	12,63 b	26,03 ab	52,13 a	72,42 ab
T6	34,18 a	2,63 b	23,29 b	56,71 a	109,78 a
T7	34,03 a	124,21 a	23,29 b	45,85 a	104,76 ab
CV%	12,13	149,41	15,13	22,43	24,50
F	0,57 ^{ns}	3,82 ^{**}	4,74 ^{**}	1,82 ^{ns}	3,55 [*]

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo; T2 - 100% Plantmax®; T3 - 50% solo + 50% Plantmax®; T4 - 50% solo + 50% cama de frango decomposta; T5 - 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta; T6 - 80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax® e; T7 - 20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®

Não houve diferença para as concentrações de N, Ca, Mg, Cu e Zn nas folhas das mudas de *S. macrophylla*. As concentrações de N, de Ca e de Mg foram consideradas abaixo da adequada segundo recomendação de Malavolta et al. (1997) para espécies florestais e também das concentrações observadas por Souza et al. (2010). Segundo esses autores, N, Ca e Mg não são fatores limitantes no crescimento das mudas dessa espécie. Trazzi et al. (2012) também não observaram concentrações adequadas de N em substratos compostos com esterco de origem animal. Além disso, Tucci et al. (2011) não verificaram influência da adição de N na qualidade das mudas de *S. macrophylla*. De acordo com os autores, isso evidencia a baixa responsividade dessa espécie à adubação nitrogenada na fase de muda.

Com relação ao Cu, as concentrações estiveram adequadas em todos os tratamentos e; no caso do Zn, permaneceram acima da recomendação de Malavolta et al. (1997), porém ambas foram semelhantes às observadas por Souza et al. (2010) em *S. macrophylla*. No caso do Zn, suas concentrações não parecem ter interferido no crescimento das mudas, o que pode indicar a baixa demanda pelos nutrientes nessa fase.

As concentrações de P foram superiores no tratamento 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®), influenciando na produção de biomassa radicular. E, as menores no tratamento 1, que foi o único no qual se observou concentrações de P abaixo da adequada segundo recomendação de Malavolta et al. (1997). Porém com valores semelhantes aos observados por Souza et al. (2010) em *S. macrophylla*. De acordo Gomes e Paiva (2004) o adequado suprimento em P no início do crescimento da planta é importante para a formação dos primórdios vegetativos, uma vez que as raízes de plantas jovens absorvem fosfato muito mais rapidamente que raízes de plantas mais velhas. Além disso, a geometria das raízes influencia o crescimento da planta e a aquisição de nutrientes, especialmente daqueles com baixa mobilidade no solo, a exemplo do P (STAHL et al., 2013).

O K foi o macronutriente mais demandado pela *S. macrophylla* e, suas maiores concentrações foram verificadas no tratamento 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®). Porém, concentrações adequadas foram verificadas também nos tratamentos 1 (100% solo), 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta) e 5 (50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta). Os tratamentos 2 (100% Plantmax®), 3 (50% solo + 50% Plantmax®) e 7 (20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®) apresentaram concentrações de K acima das recomendadas por Malavolta et al. (1997). Em geral, essas concentrações foram semelhantes às observados por Souza et al. (2010) em *S. macrophylla*. Provavelmente por causa da quantidade de K presente no substrato comercial Plantmax®.

As maiores concentrações de S foram observadas nos tratamentos 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®) e 7 (20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®). Porém, todos os tratamentos proporcionaram concentrações de S acima das recomendadas por Malavolta et al. (1997). Sendo essas, em geral, semelhantes às observados por Souza et al. (2010) em *S. macrophylla*.

Concentrações adequadas de Fe, segundo Malavolta et al. (1997), foram observadas nos tratamentos 3 (50% solo + 50% Plantmax®), 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta) e 7 (20% cama de frango decomposta + 40% solo + 40% Plantmax®). Esses resultados podem ter sido atingidos devido a presença de solo em condição natural, pois, os solos de Cerrado são tipicamente ricos em óxidos de Fe, podendo ter contribuído para as concentrações do elemento nas folhas das mudas de *S. macrophylla*.

As concentrações adequadas de Mn, segundo Larcher (2000) foram verificadas nos tratamentos 2 (100% Plantmax®), 3 (50% solo + 50% Plantmax®) e 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta). Enquanto, as concentrações de B estiveram acima das recomendadas por Mills e Jones (1996), destacando-se nos tratamentos 2 (100% Plantmax®) e 6 (80% cama de frango decomposta + 10% solo + 10% Plantmax®).

Diante desses resultados verifica-se que, as concentrações de micronutrientes nas mudas de *S. macrophylla* podem ter contribuído para seu maior crescimento no tratamento 4 (50% solo + 50% cama de frango decomposta), pois este apresentou mudas com concentrações adequadas em Cu, Fe, Mn e; acima da adequada em Zn e B, porém, que não parece ter interferido negativamente no desenvolvimento da planta.

Portanto, a combinação entre Plantmax®, solo e cama de frango decomposta ofereceu condições físicas como retenção e fornecimento de água, de aeração e de densidade e; químicas, mais favoráveis. Isso deu origem à mudas de melhor qualidade e que poderão ter maior índice de sobrevivência e pegamento no campo.

CONCLUSÕES

A adição de material orgânico aumentou o crescimento das mudas de *S. macrophylla*, recomendando-se a combinação de 50% solo + 50% cama de frango decomposta e de 50% Plantmax® + 50% cama de frango decomposta.

As condições nutricionais fornecidas pela cama de frango decomposta influenciaram o crescimento inicial da *S. macrophylla*, com a disponibilidade de micronutrientes em concentrações adequadas para a espécie.

As concentrações de N, Ca e Mg nas folhas da *S. macrophylla* não foram elevadas pelas combinações dos substratos testados no presente estudo. Porém, não limitaram o crescimento das mudas da espécie, em condições de viveiro.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, R.; PIRES, S. C.; MALDONADO, A. C.; CARVALHO, H. P.; COSTA T. R. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 31-38, 2011.

CARVALHO, P. E. R. **Mogno: *Swietenia macrophylla***. Embrapa Florestas: Embrapa, 2007. 12p. (Circular Técnica, n.140).

CORDEIRO, Y. E. M.; PINHEIRO, H. A.; SANTOS FILHO, B. G.; CORRÊA, S. S.; SILVA, J. R. R.; DIAS FILHO, M. B. Physiological and morphological responses of young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 1449-1455, Sep., 2009.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 2, p. 184-192, Mai./Ago., 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CAÇADOR, D. A.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, M. W. Crescimento de mudas de *Acacia farnesiana* (L.) Willd em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.3, p.110-116, Set./Dez., 2013.

GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DAMALSO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.3, p.339-348, Jul./Set., 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LIMA JUNIOR, M. J. V.; GALVÃO, M. S. **Mogno: *Swietenia macrophylla* King**. Rede de Sementes da Amazônia: Universidade Federal do Amazonas, 2005. 2p. (Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia, n.8).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 399-408, Abr./Jun., 2012.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 913-921, Set./Out., 2013.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**. 2nd. Athens: Micro-Macro, 422 p. 1996.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v.38, n.3, p.453-458, 2008.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, v.38, n.88, p.637-644, Dez., 2010.

SCHIMIGUEL, R.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; HARTMAN, D. C; ZUFFO, J.. Estabilidade de agregados do solo devido a sistemas de cultivo. **Synergismus scyentifica**, v. 9, n.1, [s.p.], 2014.

SCHMIDT, P. B. Sobre a profundidade ideal de semeadura do mogno (Aguamo) *Swietenia macrophylla* King. **Brasil Florestal**, v. 17, p. 42-47, 1974.

SILVA, T. A. F.; TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; BATISTA, I. M. P.; MIRANDA, J. F.; SOUZA, M. M. Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla*. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 459-470, Jul./Set., 2011.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

SILVA, R. F.; EITELWEIN, M. T.; CHERUBIN, M. R.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S.; PINHEIRO, R. R. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**,

v. 24, n. 3, p. 609-69, Jul./Set., 2014.

SOUZA, C. A. S.; TUCCI, C. A. F.; SILVA, J. F.; RIBEIRO, W. O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.3, p.515-522, Set., 2010.

STAHL, J.; ERNANI, P. R.; GATIBONI, L. C.; CHAVES, D. M.; NEVES, C. U. Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. **Ciência Florestal**, v. 23, n, 2, p. 287-295, Abr./Jun., 2013.

TORRES, G. N.; VENDRUSCOLO, M. C.; SANTI, A.; SOARES, V. M.; PEREIRA, P. S. X. Desenvolvimento de mudas de pinhão manso sob diferentes doses de cama de frango no substrato. **Revista Verde**, v. 6, n. 4, p. 244-250, Out./Dez., 2011.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Esterços de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 455-462, dez. 2012.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 401-409, Jul./Set., 2013.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-665, Jul./Ago., 2014.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.

TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA JUNIOR, C. H.; SOUZA, P. A.; BATISTA, I. M. P.; VENTURIN, N. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 471-490, Jul./Set., 2011.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: UFV, 2009. 272p.

WALLAU, R. L. R.; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R.; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 304-310, Out./Dez., 2008.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Adubação Orgânica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 20p.