



AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ

Cristiane Ramos Vieira¹

Oscarlina Lúcia dos Santos Weber²

RESUMO

Nem sempre o viveirista pode efetuar grandes investimentos em substrato para a produção de mudas. Por isso, algumas pesquisas têm se dedicado a estudar a utilização de substratos orgânicos na produção 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, na produção de mudas de *Hymenaea courbaril*. As mudas foram produzidas em tubetes de 280 cm³ com sementes colocadas para germinar diretamente nos tratamentos testados. Foram avaliados os efeitos de sete 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®. Isso originou sete tratamentos, 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 e concentrações de macro e de micronutrientes nas folhas das mudas. A combinação de substratos influenciou no crescimento e na nutrição de *H. courbaril*, recomendando-se a proporção de 50 % de Plantmax® + 50% de cama de frango decomposta.

Palavras-chave: Espécie Florestal; Insumo Orgânico; Matéria Orgânica.

ABSTRACT

Evaluation of substrates in jatoba seedling production. Not always the nursery can make large investments in substrate for the production of seedlings. So some research has been developed to study the use of organic substrates on 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, in the production of *Hymenaea courbaril*

¹ PPG em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT. E-mail para correspondência: cris00986@hotmail.com

² Depto. de Solos e Engenharia Rural, FAMEV, Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT.

seedlings. The seedlings were grown in plastic tubetes with a capacity of 280 cc with seeds placed to germinate directly in the tested treatments. Were evaluated the effects of seven combinations of substrates: 100 % soil; 100 % Plantmax®; 50 % soil + 50 % Plantmax®; 50 % soil + 50 % decomposed poultry litter; 50 % Plantmax® + 50 % decomposed poultry litter; 80 % decomposed poultry litter + 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, biomass, and concentrations of macro and micronutrients in the leaves of seedlings. The combination of substrates influenced the growth and *H. courbaril* nutrition, recommending the proportion of 50 % Plantmax® + 50 % decomposed poultry litter.

Keywords: Forest Species; Organic Input; Organic Matter.

INTRODUÇÃO

Hymenaea courbaril L. é uma espécie florestal conhecida como jatobá e que pertence à família Fabaceae. Ocorre desde o sul do México até grande parte da América do Sul, incluindo o Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia. No Brasil, ocorre do norte até o sudeste (Melo e Mendes, 2005).

De acordo com Costa *et al.* (2011), o produto mais comercializado da *Hymenaea courbaril* é a madeira, utilizada para móveis e construções externas. A casca é utilizada na medicina popular para tratar gripe, cistite, bronquite, infecções da bexiga e vermífugo. A resina extraída de sua casca é usada como verniz vegetal, combustível, incenso, polimento e impermeabilizador. A polpa do fruto é utilizada para fazer farinha, além de ser apreciada pela fauna.

Uma das peculiaridades da espécie é seu baixo requerimento nutricional, relatado por Lorenzi (1992) e Nascimento *et al.* (2011). No entanto, não se sabe o quão baixo é esse requerimento, ou se as características químicas do solo nativo são suficientes para garantir mudas de qualidade.

Nesse sentido, deve-se atentar-se para a etapa de obtenção de mudas. A boa qualidade da muda é indispensável para que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura possam ser os maiores possíveis (Camargo *et al.*, 2011). No entanto, produzir muda de boa qualidade requer a obtenção do substrato, adubação e recipiente corretos para seu crescimento. Dessa forma, o crescimento pode ser máximo, e o viveirista pode produzir mais em menor tempo.

De acordo com Scheer *et al.* (2010), os substratos comerciais nem sempre fornecem quantidades satisfatórias de nutrientes, precisando ser enriquecidos com fertilizantes. 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 no campo.

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. 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.

Gonçalves *et al.* (2013) recomendaram, para a produção de mudas de *Acacia farnesiana*, 20% de esterco de aves e 40% esterco de bovinos. Para a produção de *Ateleia glazioviana*, o mais indicado foi o esterco bovino curtido (Gonçalves *et al.*, 2014). Esterco bovino, cama de peru e o húmus de minhoca foram 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 de *Jatropha curcas*, Torres *et al.* (2011) recomendaram apenas 10% de cama de frango na composição do substrato.

Diante disso, desenvolveu-se experimento para testar as combinações de solo, Plantmax® e cama de frango decomposta no crescimento e na nutrição de mudas de *Hymenaea courbaril*.

MATERIAL E MÉTODOS

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

Para a composição dos substratos, utilizou-se o 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 proporções: 100 % solo (testemunha) (T1); 100 % Plantmax® (T2); 50 % solo + 50 % Plantmax® (T3); 50 % solo + 50 % cama de frango decomposta (T4); 50 % Plantmax® + 50 % cama de frango decomposta (T5); 80 % cama de frango decomposta + 10 % solo + 10 % Plantmax® (T6); e 20 % cama de frango decomposta + 40 % solo + 40 % Plantmax® (T7). Isso originou sete tratamentos, 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, e 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 apresentada nas tabelas 1 e 2.

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	5,90	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.

Tabela 2. Características químicas dos substratos.

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 estudada foi a *Hymenaea courbaril*, 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.

As primeiras germinações foram observadas 24 dias após a semeadura. A irrigação foi mantida uma vez ao dia, com água corrente. Após 48 dias, as mudas 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 e, em seguida, determinou-se o índice de qualidade das mudas, utilizando a equação de Dickson *et al.* (1960).

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 por 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 Assistat 7.6 beta, da UFCG, após constatação da normalidade dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das Mudas de *Hymenaea courbaril*

O crescimento das mudas de *H. courbaril* foi influenciado pelas diferentes combinações de substratos (Tabela 3). A adição de substrato orgânico (T4, T5, T6 e T7) acelerou o crescimento das mudas, possivelmente por proporcionar condições físicas e químicas mais favoráveis.

Maranho e Paiva (2012), ao testarem o crescimento de *Physocalymma scaberrimum* em substrato com resíduo de açaí, Delarmelina *et al.* (2013), ao testarem o crescimento de *Sesbania virgata* em substratos formados por lodo de esgoto, esterco bovino e palha de café *in natura*, e Maranho *et al.* (2013), ao testarem substratos compostos com resíduo de açaí e casca de amendoim também observaram a influência positiva da adição de resíduos orgânicos no crescimento em altura de mudas de espécies florestais. Isso se dá por conta da adição de material orgânico no substrato, que pode enriquecer o substrato com nutrientes, além de melhorar as condições físicas de aeração e de infiltração de água, o que permite, posteriormente, utilizar uma menor quantidade de adubos minerais e obter mudas de melhor qualidade.

Tabela 3. Altura (H), diâmetro (DC), produção de biomassa nas folhas (BioFolha), no caule (BioCaule) e nas raízes (BioRaiz) das mudas de *Hymenaea courbaril* em diferentes combinações de substratos

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	BioFolha (g)	BioCaule (g)	BioRaiz (g)	IQD
1	33,30 b	4,05 ab	2,15 a	0,85 ab	1,45 a	3,31 ab
2	40,80 ab	4,08 a	2,35 a	0,95 ab	1,94 a	3,39 ab
3	36,60 ab	3,69 ab	1,78 a	0,71 ab	1,95 a	2,63 b
4	36,40 ab	3,50 ab	2,01 a	0,78 ab	1,47 a	3,03 ab
5	42,90 a	3,83 ab	2,39 a	1,12 a	2,07 a	3,49 a
6	42,10 ab	4,10 a	2,07 a	1,10 a	1,83 a	3,25 ab
7	36,10 ab	3,38 b	1,86 a	0,64 b	1,38 a	2,72 b
F	2,98*	3,24**	2,49 ^{ns}	3,17**	2,93 ^{ns}	3,51**
DMS	9,02	0,69	0,62	0,45	0,72	0,77
CV(%)	17,30	13,96	22,00	37,86	30,77	18,06

Médias seguidas pela mesma letra na coluna 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 *H. courbaril* foi superior no tratamento em que se utilizou resíduo orgânico nas proporções de T5 (50 % de Plantmax® + 50 % de cama de frango decomposta), atingindo média de 42,90 cm de altura. Enquanto isso, as mudas que apresentaram o menor crescimento em altura foram observadas no tratamento 1, em que se utilizou apenas o solo como substrato, atingindo média de 33,30 cm. Nessas condições, o crescimento em altura em T5 foi 22 % superior ao do tratamento 1 (100 % solo) e 5 % superior ao do tratamento 2 (100 % Plantmax®), provavelmente em decorrência da combinação entre substratos e da melhoria das condições de fertilidade do mesmo após a adição de resíduo orgânico. Portanto, no presente caso, as combinações físicas e químicas do Plantmax® e as da cama de frango decomposta melhoraram as condições do substrato utilizado na produção de mudas do *H. courbaril*.

As médias de crescimento em altura foram semelhantes às médias observadas por Carvalho Filho *et al.* (2003) para mudas de *H. courbaril* produzidas em substrato tipo solo e esterco bovino na proporção de 2:1 em condições de tela sombrite 50%, e superiores aos resultados observados por Duboc *et al.* (1996) para mudas de *H. courbaril* em solução nutritiva completa em nutrientes, as quais atingiram 37,38 cm, indicando as condições ótimas da combinação de substrato orgânico com substrato comercial na proporção de 50 %. Esses resultados são de grande interesse aos produtores de mudas dessa espécie, uma vez que há aumento na quantidade de mudas produzidas em menor período, sem perdas na 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. Além disso, todos os tratamentos apresentaram crescimento em altura superior a 30 cm, medida que é utilizada pelos viveiristas para condicionar as mudas que estão aptas para o plantio no campo, como Gonçalves *et al.* (2000), que recomendam mudas com altura entre 15 e 30 cm.

O crescimento em diâmetro foi favorecido principalmente pelos tratamentos T2 (100 % Plantmax®) e T6 (80 % cama de frango decomposta + 10 % solo + 10 % Plantmax®), que foram 17 % superiores ao tratamento 7 (20 % cama de frango decomposta + 40 % solo + 40 % Plantmax®). Portanto, em condições de baixos teores de material orgânico, houve limitação no crescimento em diâmetro das mudas de *H. courbaril*.

Carvalho Filho *et al.* (2003) observaram médias para crescimento em diâmetro superiores às obtidas no presente experimento, ao produzir mudas de *H. courbaril* em substrato orgânico em sacolas plásticas de polietileno de 11x18cm. Porém, as médias do experimento foram semelhantes às médias obtidas por Duboc *et al.* (1996) ao submeterem *H. courbaril* à solução completa em nutrientes, o que indica as condições favoráveis em nutrientes para a espécie em estudo.

Gonçalves *et al.* (2013) verificaram menor crescimento das mudas de *Acacia farnesiana* em substrato com composto comercial e atribuíram esse resultado à estrutura mais porosa do composto comercial, deixando-o mais propenso à lixiviação dos nutrientes, em decorrência da irrigação. O que não parece ter ocorrido com a *H. courbaril*, principalmente se combinado com substrato orgânico.

Isso ocorre porque a MO influencia diretamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, a sua fertilidade, pois condiciona a estrutura do solo e as cadeias de carbono, agregando partículas minerais (Schimiguel *et al.*, 2014). Porém, neste caso, o incremento foi principalmente em fertilidade do substrato para produção de mudas. 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).

Esses resultados indicam que a utilização da cama de frango decomposta proporcionou o incremento em matéria orgânica e nutrientes necessários ao solo, de baixa fertilidade natural, para acelerar o crescimento em diâmetro das mudas de *H. courbaril*. 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 em geral (Torres *et al.*, 2011).

Porém, todos os tratamentos proporcionaram crescimento em diâmetro superior a 3 mm. Segundo Gomes *et al.* (2002), as mudas aptas para o plantio devem ter entre 5 e 10 mm de diâmetro. Nesse caso, nenhum tratamento teria proporcionado crescimento em diâmetro favorável até os 120 dias de estabelecimento no viveiro. Enquanto isso, para Xavier *et al.* (2009), esse intervalo deve ser de 20 a 40 cm para altura e de 2 mm para diâmetro, dessa forma, todas as mudas estariam aptas ao plantio no campo. É importante salientar que, para a *H. courbaril*, ainda não há, na literatura, altura e diâmetro ideais para qualificar as mudas que estão aptas ao plantio no campo.

A produção de biomassa das folhas e das raízes não foi significativamente influenciada pela combinação de substratos, porém, observou-se no tratamento 5 (50 % Plantmax® + 50 % cama de

frango decomposta) produção de biomassa 10 % e 30 % superior ao do tratamento 1 (100 % solo) nas folhas e raízes, respectivamente.

A produção de biomassa das folhas é importante para o processo fotossintético das plantas, isso porque uma maior área foliar proporciona maior incidência de energia solar sobre as plantas. Sendo as folhas os órgãos que mais possuem clorofila, essa característica aumenta a produção fotossintética e, dessa forma, promovem também o crescimento da planta, o que parece ter sido favorecido pela adição de material orgânico ao substrato para produção de mudas de *H. courbaril*. Do mesmo modo, houve um aumento da produção de biomassa das raízes, o que é importante, uma vez que um adequado desenvolvimento radicular facilita a entrada de água e de nutrientes que serão aproveitados principalmente na parte aérea das plantas.

Silva *et al.* (2012) observaram que os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular e, por consequência, geram mudas com maior massa seca de parte aérea e radicular. No presente caso, a produção de biomassa foi semelhante à observada por Carvalho Filho (2003) na produção de mudas de *H. courbaril* em condições de solo + areia + esterco bovino na proporção de 1:2:1.

A biomassa do caule foi influenciada pelo crescimento em altura e em diâmetro, que levou aos maiores valores em T5 (50 % Plantmax® + 50 % cama de frango decomposta) e em T6 (80 % cama de frango decomposta + 10 % solo + 10 % Plantmax®), superiores em 24 % e 23 % em relação ao tratamento 1 (100 % solo). 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.

Em pesquisa sobre o crescimento de *Acacia farnesiana* em substratos orgânicos, Gonçalves *et al.* (2013) verificaram que o teor nutricional dos substratos a base de esterco pode ter sido um dos fatores que contribuiu para que as mudas crescessem mais, implicando em mais produção de biomassa, representadas pela massa seca total.

O maior crescimento das mudas de *H. courbaril* no tratamento 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 *H. courbaril*.

A *H. courbaril* é uma espécie pouco exigente em fertilidade, já que está adaptada às condições típicas do Cerrado brasileiro. Porém, a adição de material orgânico pode acelerar o crescimento da espécie, o que foi observado principalmente nas condições de 50 % de Plantmax + 50 % de cama de frango decomposta. Isso ocorreu, provavelmente, porque esses dois substratos combinados supriram a demanda nutricional da espécie em questão, além de proporcionar condições físicas mais adequadas.

Nutrição de mudas de *Hymenaea courbaril*

As concentrações de macro (Tabela 4) e de micronutrientes (Tabela 5) foram influenciadas pelas diferentes combinações de substratos para a produção de mudas de *H. courbaril*, o que favoreceu o seu crescimento, como observado nas análises das características morfológicas.

Tabela 4. Concentrações de macronutrientes, g kg⁻¹, nas folhas das mudas de *Hymenaea courbaril* em diferentes combinações de substratos.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	14,00 bc	0,95 c	2,56 a	0,70 a	0,57 a	1,23 ab
T2	14,07 bc	1,41 c	2,85 a	0,64 a	0,35 a	1,78 a
T3	12,53 c	1,26 c	3,75 a	0,70 a	0,31 a	1,23 ab
T4	16,52 ab	2,38 b	9,97 a	0,64 a	0,30 a	0,83 b
T5	19,04 a	3,65 a	9,23 a	0,58 a	0,53 a	0,98 b
T6	19,67 a	2,99 ab	3,86 a	0,64 a	0,42 a	1,13 ab
T7	14,77 bc	2,48 b	3,73 a	0,77 a	0,46 a	1,01 b
CV%	10,79	17,00	74,67	24,98	62,50	28,06
F	10,08**	36,39**	3,26 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,85 ^{ns}	4,26**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna 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®.

De maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento (Gonçalves *et al.*, 2012). No presente estudo, as maiores concentrações foram obtidas nos tratamentos 5 (50 % Plantmax® + 50 % cama de frango decomposta) e 6 (80 % cama de frango decomposta + 10 % solo + 10 % Plantmax®), portanto, o substrato orgânico parece ter sido o principal responsável pelo incremento em N, o que favoreceu o crescimento de *H. courbaril* nesses tratamentos, como observado na análise das características morfológicas da espécie. Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc *et al.* (1996) ao submeter mudas de *H. courbaril* à solução completa em nutrientes, com média de 15,2 g kg⁻¹ de N.

Hymenaea courbaril é uma espécie da família Fabaceae, ou seja, exigente em N. Dessa forma, quanto maior a concentração de N, maior foi o crescimento em altura e produção de biomassa. Isso se observou porque, mesmo que todos os tratamentos tenham proporcionado concentrações de N adequadas para a espécie, segundo Malavolta *et al.* (1997), os maiores crescimentos foram observados, em geral, em T5, resultados que se relacionam com as funções do N na absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. Em caso de restrições, haverá redução de crescimento (Malavolta *et al.*, 1997).

O tratamento 5 (50 % Plantmax® + 50 % cama de frango decomposta) também proporcionou as maiores concentrações de P nas folhas de *H. courbaril*, atingindo médias superiores às

recomendadas por Malavolta *et al.* (1997) para espécies florestais, o que acelerou o crescimento da espécie nessas condições de substratos. Isso demonstrou uma alta demanda em P nos primeiros meses de crescimento da espécie em viveiro, o que não foi observado por Duboc *et al.* (1996) ao aplicar solução completa em nutrientes para *H. courbaril*. 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).

Não houve diferença significativa nas concentrações de K, Ca e Mg nas folhas das mudas de *H. courbaril*, tendo sido estas inferiores às recomendadas por Malavolta *et al.* (1997) para espécies florestais. No entanto, esse resultado não proporcionou o aparecimento de sintomas de deficiências, provavelmente em decorrência de sua baixa demanda pelos macronutrientes, também verificada por Souza *et al.* (2008) em *Machaerium nictitans*.

Duboc *et al.* (1996) também observaram baixo requerimento de *H. courbaril* em K e Ca. Em pesquisa com solução nutritiva, esses autores verificaram, ainda, que o teor de Ca na massa seca da parte aérea das plantas no tratamento sob omissão de Ca não diferiu do teor encontrado no tratamento completo, sugerindo que a espécie possui uma elevada capacidade de extração de Ca do substrato, mesmo sob baixa disponibilidade, ou, ainda, um baixo requerimento fisiológico para este nutriente.

Contrariamente aos resultados observados para as concentrações de N e de P, as maiores concentrações de S foram observadas no tratamento 2 (100% Plantmax®), o que pode ter favorecido o crescimento em diâmetro das mudas, pois foi o único em que se verificou concentrações de S dentro da faixa adequada segundo Malavolta *et al.* (1997), porém, acima das médias observadas por Duboc *et al.* (1996) para mudas de *H. courbaril* em solução completa em nutrientes.

Tabela 5. Concentrações de micronutrientes, mg kg⁻¹ nas folhas das mudas de *Hymenaea courbaril* em diferentes combinações de substratos.

Trat.	Cu	Fe	Mn	Zn	B
T1	22,63 b	12,10 a	61,64 a	22,70 a	23,37 ab
T2	17,24 b	1,05 b	49,31 ab	17,10 b	28,43 ab
T3	751,04 a	0,00 b	53,42 ab	17,98 b	31,01 a
T4	363,05 ab	0,53 b	43,83 b	17,49 b	26,95 ab
T5	75,75 b	0,00 b	41,09 b	17,98 b	28,25 ab
T6	71,90 b	0,00 b	43,83 b	17,20 b	34,14 a
T7	711,01 a	0,00 b	41,09 b	15,28 b	19,77 b
CV%	86,69	173,85	13,82	12,84	17,57
F	8,51**	8,74**	6,63**	4,89**	3,87**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna 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®.

As maiores concentrações de Cu foram verificadas nos tratamentos 3 (50 % solo + 50 % Plantmax®) e 7 (20 % cama de frango decomposta + 40 % solo + 40 % Plantmax®), porém, o tratamento 4 (50 % solo + 50 % cama de frango decomposta) também proporcionou concentrações muito acima das recomendadas por Malavolta *et al.* (1997). Nesse caso, o incremento em Cu parece ter ocorrido em função da combinação entre substratos, pois no tratamento 1 (100 % solo) se observou concentrações de Cu dentro da faixa recomendada em literatura. Isso ocorreu porque se trata de um solo típico de Cerrado e que, portanto, apresenta baixas concentrações desse micronutriente, resultado também verificado no tratamento 2 (100% Plantmax®).

O tratamento com 100 % solo (T1) foi o que proporcionou as maiores concentrações de Fe, Mn e Zn nas mudas de *H. courbaril*, provavelmente por se tratar de solo retirado de mata nativa de Cerrado, pois, de acordo com Vendrame *et al.* (2011), os Latossolos da região do Cerrado apresentam mineralogia da fração argila relativamente simples, sendo constituídos principalmente por caulinita e por óxidos e hidróxidos de Fe e de Al, o que faz com que esses solos sejam ricos em Fe. Nesse caso, os demais tratamentos promoveram redução nas suas concentrações, atingindo médias de 0,00 mg kg⁻¹, o que pode ser atribuído à elevação da saturação por bases nesses tratamentos, bem como à elevação nos teores de P. No entanto, isso parece não ter limitado o crescimento da espécie até os 120 dias, pois as maiores concentrações de Fe podem estar sendo demandadas na parte radicular ou no caule das mudas.

Somente no tratamento 100 % solo (T1) não se observou concentrações de Mn dentro da faixa adequada segundo Larcher (2000), enquanto que o inverso foi observado para as concentrações de Zn, em que foram consideradas adequadas apenas no tratamento 100 % solo (T1) (Malavolta, 1980), o que não limitou o crescimento das mudas de *H. courbaril*, indicando baixa demanda por Zn nos primeiros 120 dias de crescimento.

Os tratamentos 3 (50 % solo + 50 % Plantmax®) e 6 (80 % cama de frango decomposta + 10 % solo + 10 % Plantmax®) proporcionaram as maiores concentrações de B. Porém, essas mantiveram-se acima das recomendadas por Mills e Jones (1996) em todos os tratamentos, indicando alta demanda por B nos primeiros meses de crescimento das mudas no viveiro, também observada por Duboc *et al.* (1996) para mudas de *H. courbaril*.

A adição de material orgânico aumentou o crescimento das mudas de *H. courbaril*, mesmo esta sendo uma espécie adaptada às condições de baixa fertilidade do Cerrado brasileiro. As condições nutricionais fornecidas pela cama de frango decomposta influenciaram o crescimento inicial da espécie com a disponibilidade de nutrientes em concentrações adequadas. Além disso, sua combinação ofereceu condições físicas como retenção e fornecimento de água, de aeração e de densidade mais favoráveis. Isso deu origem às mudas de melhor qualidade e que podem ter maior índice de sobrevivência e pegamento no campo.

CONCLUSÕES

A combinação de diferentes tipos e proporções de substratos influenciou no crescimento e na nutrição das mudas de *H. courbaril*, em especial a combinação de 50 % de Plantmax® + 50 % de cama de frango decomposta.

Com base nos resultados obtidos, o uso de cama de frango na composição do substrato para produção de mudas de *H. courbaril* é uma alternativa viável, inclusive, de destinação para esse resíduo.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, R. *et al.* 2011. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, 5(1):31-38.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. *et al.* 2003. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, 9(1):109-118.
- COSTA, W. S.; SOUZA, A. L.; SOUZA, P. B. 2011. **Jatobá: *Hymenaea courbaril* L.** Espécies nativas da Mata Atlântica. Viçosa: UFV, 21p.
- DELARMELINA, W. M. *et al.* 2013. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, 7(2):184-192.
- DICKSON, A; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **Forest Chronicle**, 36:10-13.

- DUBOC, E. *et al.* 1996. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Lee et Lang.). **Cerne**, **2**(1):138-152.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 212p.
- GOMES, J. M. *et al.* 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, **26**(6):655-664.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. 2004. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 116p.
- GONÇALVES, J. L. M. *et al.* 2000. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: J. L. M. Gonçalves; V. Benedetti. (Orgs.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 309-350.
- GONÇALVES, E. O. *et al.* 2012. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Revista Árvore**, **36**(2):219-228.
- GONÇALVES, E. O. *et al.* 2013. Crescimento de mudas de *Acacia farnesiana* (L.) Willd em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Ecologia e Nutrição Florestal**, **1**(3):110-116.
- GONÇALVES, E. O. *et al.* 2014. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Floresta e Ambiente**, **21**(3):339-348.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 531p.
- LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352p.
- MALAVOLTA, E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. 2012. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. **Floresta**, **42**(2):399-408.
- MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. 2013. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, **37**(5):913-921.
- MELO, M. G. G.; MENDES, A. M. S. 2005. **Jatobá: *Hymenaea courbaril* L.** Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2p. (Informativo Técnico Rede Sementes do Amazonas, n. 9).
- MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. 1996. **Plant analysis handbook II**. 2. ed. Athens: Micro-Macro, 422p.

- NASCIMENTO, H. H. C. *et al.* 2011. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, **35**(3):617-626.
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. 2010. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, **38**(88):637-644.
- SCHIMIGUEL, R. *et al.* 2014. Estabilidade de agregados do solo devido a sistemas de cultivo. **Synergismus Scyentifica**, **9**:[s.p.].
- SILVA, R .B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. 2012. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, **16**(3):297-302.
- SOUZA, P. H. *et al.* 2008. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. **Revista Árvore**, **32**(2):193-201.
- STAHL, J. *et al.* 2013. Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. **Ciência Florestal**, **23**(2):287-295, 2013.
- TORRES, G. N. *et al.* 2011. Desenvolvimento de mudas de pinhão manso sob diferentes doses de cama de frango no substrato. **Revista Verde**, **6**(4):244-250.
- TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. 2009. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, **39**(2):289-294.
- VENDRAME, P. R. S. *et al.* 2011. Formas de ferro e alumínio e suas relações com textura, mineralogia e carbono orgânico em Latossolos do Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, **32**(1):1657-1666.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. 2009. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: UFV, 272p.