



INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES MEDICINAIS

Cristiane Ramos VIEIRA*, Oscarlina Lúcia dos Santos WEBER

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: cris00986@hotmail.com

Recebido em novembro/2014; Aceito em março/2015.

RESUMO: Uma das problemáticas para a produção de mudas de espécies florestais em larga escala é seu crescimento, na maioria das vezes, lento e desuniforme, mesmo utilizando substratos indicados para a área florestal. Dessa forma, objetivou-se analisar, em casa de vegetação, a influência do substrato comercial Basaplant® no crescimento e na nutrição de *Copaifera langsdorffii* Desf. e de *Genipa americana* L. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições: T1 - 100% solo; T2 - 100% Basaplant®; T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo. As mudas foram produzidas e ao atingirem 10 cm foram transplantadas para tubetes de 280 cm³ contendo os tratamentos testados. Após 120 dias determinou-se: altura, diâmetro, biomassa e, concentrações de macro e de micronutrientes. Verificando-se que o crescimento das espécies foi pouco influenciado pelo Basaplant®. Porém, as combinações de substratos influenciaram na nutrição das mudas de ambas as espécies, com Mg, Fe e Mn em concentrações adequadas; K e de B a níveis muito elevados e; N, P, Ca, S, Cu e de Zn abaixo do adequado.

Palavras-chave: *Copaifera langsdorffii*, *Genipa americana*, viveiro, nutrição.

SUBSTRATE INFLUENCE ON SEEDLINGS PRODUCTIONS OF MEDICAL SPECIES

ABSTRACT: One of the problems for forest species seedlings production on a large scale is its growth, in most cases, slow and uneven, even using substrates indicated for the forest area. The objective of this study was to analyze, in a greenhouse, the influence of the commercial substrate Basaplant® on growth and nutrition of *Copaifera langsdorffii* Desf. and *Genipa americana* L. The experiment was arranged in a completely randomized design with seven treatments and four replications: T1 - 100% soil; T2 - 100% Basaplant®; T3 - 75% soil + 25% Basaplant®; T4 - 50% soil + 50% Basaplant®; T5 - 75% soil + 25% Basaplant®; T6 - 60% soil + 40% Basaplant®; T7 - 60% soil + 40% Basaplant®. The seedlings were grown and reached 10 cm were transplanted to tubes of 280 cm³ containing the tested treatments. After 120 days was determined height, diameter, biomass and, concentrations of macro and micronutrients. Was verified that the growth of the species was little influenced by Basaplant®. However, substrates combinations influenced the nutrition of both species, with Mg, Fe and Mn in appropriate concentrations; K and B at high levels; N, P, Ca, S, Zn and Cu under the adequate.

Keywords: *Copaifera langsdorffii*, *Genipa americana*, nursery, nutrition.

1. INTRODUÇÃO

Copaifera langsdorffii é uma espécie florestal da família Caesalpiniaceae de grande importância medicinal. Segundo Lorenzi (1992) é conhecida como copaíba, óleo-de-copaíba e pau-d'óleo e ocorre em formações características de transição do Cerrado para a floresta Latifoliada semidecídua, em Mata de Galeria, Cerradão e Cerrado. Fornece madeira avermelhada, utilizada na construção civil em vigas, batentes, cabos de ferramentas, vassouras, carrocerias, marcenaria e miolo de portas, além de óleo com propriedades medicinais. *Genipa americana* é uma espécie florestal conhecida como jenipapo ou

jenipapeiro e pertence à família Rubiaceae. Pode ser encontrada em grande parte do Brasil, desde o Pará até Minas Gerais, em várias formações florestais situadas em várzeas úmidas e encharcadas (LORENZI, 1992). Segundo Costa et al. (2005) pode ser usada na arborização urbana e por pequenos agricultores, tanto pela madeira como pelos frutos de valor comercial. Além de seu potencial de utilização na medicina popular.

Ambas as espécies estão vulneráveis à extinção uma vez que, as áreas em que são encontradas passam por intenso processo de transformação, seja para a implantação de monocultivos ou para a pastagem. Outra problemática é

a retirada dessas espécies, clandestinamente, devido suas propriedades medicinais. Por isso, há necessidade de recuperar essas áreas.

No entanto, são espécies pouco produzidas nos viveiros florestais, devido à falta de conhecimento sobre o processo de produção em larga escala, dificuldades na germinação e/ou crescimento lento e desuniforme. Uma das formas de resolver essas questões é a utilização de substratos que contenham características físicas e químicas apropriadas para essas espécies. Considerando as exigências de cada uma, como sugerido por Ribeiro et al. (2006).

Os substratos utilizados durante a produção de mudas são, geralmente, o solo, resíduos orgânicos e/ou substratos comerciais. Porém, 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. Nesse sentido Tucci et al. (2009) enfatizaram que as limitações da fertilidade do substrato configuram um dos fatores responsáveis por perdas de mudas e causa de elevada mortalidade das plantas por ocasião do plantio definitivo no campo.

Estudos sobre o crescimento de espécies florestais nativas em plantios florestais, ainda são pouco praticados, podendo ser considerado um dos fatores limitantes ao aumento das áreas reflorestadas para as atividades ambiental e comercial (SACRAMENTO et al., 2012). Autores como Cruz et al. (2012) e Gonçalves et al. (2013) também enfatizaram a falta de informações referentes às exigências nutricionais, durante o crescimento inicial.

Os resultados obtidos para o crescimento de espécies florestais em substratos comerciais são controversos, isso porque dependem da espécie estudada. Martins et al. (2012) observaram que a máxima germinação de *Acacia mangium* foi obtida com o substrato comercial Plantmax® sob 30% e 50% de sombreamento e, a de *Acacia mearnsii* com o substrato comercial Plantmax® a pleno sol. Assim como Kratz et al. (2013), ao verificarem que o substrato comercial a base de casca de pinus semidecomposta foi considerado adequado para a produção de mudas de *Mimosa scabrella*.

No entanto, para o crescimento de *Eucalyptus* sp. o substrato comercial não foi o mais adequado. Pereira; Pinto (2013) observaram que, a compostagem de carcaça de aves foi melhor que o substrato 100% comercial na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Enquanto, para a produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* o mais adequado foi a mistura de biossólido, casca de arroz carbonizada e casca de pinus semidecomposta. Nesse contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência de diferentes proporções de substrato comercial Basaplant® no crescimento inicial e na nutrição de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (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 maio a agosto de 2012, com sementes de *C. langsdorffii* e de *G. americana* coletadas de 10 árvores matrizes apresentando

de 8 a 12 anos, localizadas no campus da UFMT, espaçadas no mínimo em 100 m.

Primeiramente, realizou-se a semeadura no Laboratório de Sementes da FAMEVZ, em bandeja de isopor contendo areia e vermiculita na proporção 1:1 e colocadas em câmara de germinação, à temperatura de 25°C, até a formação de plântulas aptas ao transplante, o que ocorreu quatro semanas após a germinação.

Utilizou-se o solo Cambissolo húmico de textura franco-arenosa como substrato, anteriormente coletado em área sob vegetação de Cerrado no Instituto Federal de Mato Grosso, campus de São Vicente. Após secagem ao ar livre, o solo foi peneirado em malha de 2,0 mm e amostrado para análise dos atributos químicos conforme métodos descritos em Embrapa (1997), como seguem na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo

Característica	Solo	Basaplant®	Unidade
pH em CaCl ₂ (1:2,5)	4,39	5,76	
K ⁺	3,56	11,0	mg.dm ⁻³
P	13,9	82,1	
Ca ²⁺	1,0	10,0	
Mg ²⁺	0,5	6,8	cmolc.dm ⁻³
Al ³⁺	1,03	0,3	
H ⁺	3,19	9,2	
CTC pH7,0	7,3	20,99	
CTC efetiva	2,5	17,24	
SB	1,5	16,90	
V	20,5	80,7	%
m	40,6	1,74	

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

Os substratos foram compostos com diferentes proporções de solo e substrato comercial Basaplant® (contendo casca de pinus, fibra de coco, turfa fibrosa, vermiculita e NPK e micro) em tubetes de formato cônico com estrias, perfurados na extremidade inferior e, capacidade para 280 cm³.

Os substratos foram combinados originando os tratamentos, posteriormente, dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições: T1 - 100% solo (S1); T2 – 100% Basaplant® (S2); T3 – 75% solo + 25% Basaplant®; T4 – 50% solo + 50% Basaplant®; T5 – 75% Basaplant® + 25% solo; T6 – 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Após 15 dias da composição dos substratos as plântulas foram transplantadas para os tubetes com os respectivos tratamentos, com período de adaptação de sete dias. Esse período foi estabelecido considerando o começo da formação de novas folhas. A irrigação foi mantida diariamente, durante todo o experimento.

Após período de adaptação iniciou-se o acompanhamento do crescimento das mudas, com a obtenção das características morfológicas de crescimento após 120 dias. Para isso mediu-se: altura da parte aérea, em cm, com régua graduada, a 0,05 m do solo até a última folha; diâmetro de colo, em mm, com paquímetro digital e; relação H/D, mediante divisão entre valor da altura com o valor de diâmetro.

Para obtenção da biomassa, as mudas foram seccionadas em parte aérea e radicular depois de retirada do substrato e, as raízes foram lavadas com água corrente.

Em seguida, todo o material foi levado à estufa de circulação de ar a 65°C até peso constante. Após secagem, foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0005g. Com esses dados, obteve-se, a relação entre biomassa da parte aérea e biomassa do sistema radicular e o índice de qualidade de Dickson (Equação 1).

$$IQD = \frac{PMST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{PMSPA (g)}{PMSPR (g)}} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: PMST = massa seca total; H = altura da parte aérea; DC = diâmetro de colo; PMSPA = massa seca parte aérea; PMSPR = massa seca parte radicular.

As folhas das mudas secas foram moídas em moinho tipo Wiley e o material utilizado foi o que passou pela peneira de 0,38 mm e armazenado em sacos plásticos. Posteriormente submetido às digestões nitro-perclórica e sulfúrica, para determinação das concentrações dos macro e micronutrientes conforme 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, após constatação da normalidade dos mesmos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estado nutricional das mudas

As combinações de solo com substrato comercial influenciaram nas concentrações de macro (Tabelas 2 e 3) e de micronutrientes (Tabelas 4 e 5) nas folhas das mudas de *C. langsdorffii* e de *G. americana*. De maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2013). Comparando as concentrações de N entre as espécies estudadas, observou-se que, as maiores concentrações de N ocorreram nas mudas de *G. americana*, porém, sem diferença significativa. Com relação às mudas de *C. langsdorffii*, as maiores concentrações de N foram observadas no tratamento 7 (60% Basaplant® + 40% solo). Porém, nenhum tratamento proporcionou concentrações adequadas de N, as quais devem permanecer entre 12 e 35 g kg⁻¹, no caso de espécies arbóreas, conforme recomendação de Malavolta et al. (1997). Considerando dados mais específicos, Venturin et al. (1996) afirmaram que concentrações de 20,6 g kg⁻¹ de N são adequadas para *C. langsdorffii* e Villegas et al. (1976) determinaram que concentrações entre 19 e 27 g kg⁻¹ de N correspondem a uma faixa adequada para *G. americana*.

O nitrogênio faz parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, concentrações como as observadas em *C. langsdorffii* e *G. americana*, abaixo da recomendada, podem acarretar em sintomas de deficiências, como o aparecimento de folhas

velhas amareladas, porém, um dos mais preocupantes em um viveiro de produção de mudas é a redução do crescimento. O que pode ter ocorrido para ambas as espécies. Essas condições não são desejadas quando se trata de uma produção de mudas em larga escala, pois acarreta em maior tempo das mudas no viveiro. Nesse caso, deve-se adicionar ao substrato adubo nitrogenado ou resíduo que possua N em concentrações adequadas

Tabela 2. Concentrações de N, P e K, em g kg⁻¹, nas folhas de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*

Trat.	N	P	K
<i>Copaifera langsdorffii</i>			
T1	3,73 b	0,10 c	20,73 d
T2	5,60 ab	0,30 abc	48,93 a
T3	4,48 ab	0,17 bc	28,57 cd
T4	5,23 ab	0,13 c	44,23 ab
T5	5,13 ab	0,37 ab	36,40 bc
T6	5,60 ab	0,30 abc	39,53 abc
T7	5,88 a	0,47 a	39,53 abc
CV%	13,94	30,04	10,78
F	3,35*	8,69**	17,22**
<i>Genipa americana</i>			
T1	6,53 a	0,10 c	14,47 d
T2	5,41 a	0,53 b	42,67 bc
T3	7,19 a	0,70 ab	34,83 bc
T4	7,09 a	0,83 a	31,70 c
T5	5,32 a	0,80 a	39,53 bc
T6	5,23 a	0,70 ab	56,77 a
T7	5,32 a	0,80 a	47,37 ab
CV%	13,22	14,10	12,31
F	3,63*	24,63**	24,16**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Tabela 3. Concentrações de Ca, Mg e S, em g kg⁻¹, nas folhas de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*

Trat.	Ca	Mg	S
<i>Copaifera langsdorffii</i>			
T1	0,96 c	1,20 bc	0,20 c
T2	1,71 ab	1,70 ab	0,33 ab
T3	0,96 c	1,07 c	0,23 bc
T4	1,17 bc	1,20 bc	0,36 a
T5	1,71 ab	1,97 a	0,32 abc
T6	1,81 a	1,50 abc	0,30 abc
T7	2,03 a	1,83 a	0,31 abc
CV%	13,36	14,95	15,00
F	14,71**	7,36**	4,86**
<i>Genipa americana</i>			
T1	1,28 a	2,43 a	0,20 c
T2	1,17 ab	1,70 a	0,60 ab
T3	0,85 ab	2,03 a	0,37 bc
T4	0,96 ab	2,37 a	0,54 ab
T5	0,64 b	2,03 a	0,63 a
T6	0,85 ab	2,03 a	0,70 a
T7	0,96 ab	1,83 a	0,70 a
CV%	21,82	21,38	15,27
F	3,11*	1,07 ^{ns}	15,44**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Tabela 4. Concentração de Cu, Fe e de Mn, em mg kg⁻¹, nas folhas de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*

Trat.	Cu	Fe	Mn
<i>Copaifera langsdorffii</i>			
T1	1,27 b	74,87 a	10,20 a
T2	2,46 a	9,33 d	0,79 b
T3	0,48 b	45,63 b	0,79 b
T4	0,48 b	19,90 cd	0,52 b
T5	0,48 b	28,07 bc	1,65 b
T6	0,48 b	16,37 cd	2,01 b
T7	0,48 b	14,03 cd	2,01 b
CV%	33,01	21,46	25,24
F	20,60**	39,67**	86,63**
<i>Genipa americana</i>			
T1	0,48 a	30,40 cd	14,55 d
T2	0,48 a	28,07 cd	64,23 a
T3	0,48 a	14,03 d	4,44 e
T4	0,48 a	36,27 bcd	12,37 de
T5	0,48 a	104,10 b	16,29 cd
T6	0,48 a	86,57 bc	25,01 c
T7	0,48 a	203,50 a	44,62 b
CV%	0,45	34,79	12,22
F	1,00 ^{ns}	21,46**	133,66**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Tabela 5. Concentração de Zn e de B, em mg kg⁻¹, nas folhas de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*

Trat.	Zn	B
<i>Copaifera langsdorffii</i>		
T1	1,68 c	78,00 c
T2	3,12 c	263,93 a
T3	1,26 c	174 90 b
T4	1,82 c	223,03 ab
T5	15,87 a	236,07 ab
T6	9,36 b	178,40 b
T7	2,65 c	198,37 ab
CV%	36,66	14,33
F	25,84**	14,06**
<i>Genipa americana</i>		
T1	23,33 a	40,50 a
T2	2,47 b	44,70 a
T3	2,47 b	42,53 a
T4	16,81 a	39,57 a
T5	22,86 a	39,97 a
T6	24,26 a	37,87 a
T7	3,21 b	43,30 a
CV%	22,49	13,68
F	35,15**	0,54 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Concentrações superiores de P foram observadas nas mudas de *G. americana*, possivelmente devido o efeito de concentração, destacando-se nos tratamentos 4 (50% Basaplant® + 50% solo), 5 (75% Basaplant® + 25% solo) e 7 (60% Basaplant® + 40% solo). Quanto às mudas de *C. langsdorffii*, as concentrações de P foram superiores no tratamento 7 (60% Basaplant® + 40% solo). Entretanto, para ambas as espécies, o tratamento 1 apresentou as menores concentrações de P, provavelmente, em decorrência dos baixos teores de P disponível no solo em

condições naturais (Tabela 1). Resultado que é corroborado após verificar as concentrações adequadas de P sugeridas na literatura. Malavolta et al. (1997) sugeriram entre 1,0 e 2,3 g kg⁻¹ de P para espécies florestais; Venturin et al. (1996) 1,6 g kg⁻¹ para *C. langsdorffii* e; Villegas et al. (1976) entre 1,6 e 2,2 g kg⁻¹ para *G. americana*. No entanto, esses valores não foram atingidos em nenhum dos casos. Um adequado suprimento de P é importante no início do crescimento da planta para a formação dos primórdios vegetativos, uma vez que as raízes de plantas jovens absorvem P muito mais rapidamente que as raízes de plantas mais velhas (GOMES; PAIVA, 2004). O P desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular, na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP) (DECHEN; NACHTIGALL, 2007), além de influenciar na contração radial e tangencial da madeira (MOYA et al., 2010). Portanto, sua falta poderá limitar o crescimento das plantas.

Contrariamente ao observado para N e para P, o substrato comercial se mostrou bem suprido com K (Tabela 1). As maiores concentrações de K nas mudas de *C. langsdorffii* foram observadas no tratamento 2 (100% Basaplant®). As menores, no tratamento 1 (100% solo), cuja concentração se baseia no K disponível verificado nas características iniciais do solo. Considerando as recomendações de Malavolta et al. (1997) para espécies florestais, entre 10 e 15 g kg⁻¹ de K e de Venturin et al. (1996) que recomendaram 10,5 g kg⁻¹ para *C. langsdorffii*, todos os tratamentos proporcionaram concentrações de K acima da adequada.

Nas mudas de *G. americana*, as maiores concentrações de K foram verificadas no tratamento 6 (60% solo + 40% Basaplant®) e, as menores no tratamento 1. Nesse caso, Villegas et al. (1976) recomendaram entre 16,3 e 20,6 g kg⁻¹ de K, o que foi observado somente nas mudas do tratamento 100% solo. Sendo assim, as concentrações existentes no solo foram suficientes para manter o crescimento da espécie até os 120 dias, o que pode estar relacionado à eficiência de utilização de K em condições de baixa disponibilidade. Além disso, o substrato comercial parece conter concentrações muito elevadas do nutriente. Esses resultados são importantes uma vez que, de acordo com Meurer (2006), uma nutrição potássica adequada resulta em benefícios às plantas, tais como: incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias e incremento na nodulação das leguminosas.

As concentrações de Ca nas mudas de *C. langsdorffii* foram destaque nos tratamentos 6 (60% solo + 40% Basaplant®) e 7 (60% Basaplant® + 40% solo). Enquanto que, em mudas de *G. americana* as maiores concentrações foram no tratamento 1 (100% solo). O que pode significar que, apesar do substrato comercial possuir maior teor de Ca disponível, a espécie pode ter demandado menores concentrações do mesmo. Resultado que pode ser confirmado ao comparar as concentrações de Ca do estudo com as observadas na literatura.

Segundo Malavolta et al. (1997) as concentrações de Ca devem estar entre 3,0 e 12,0 g kg⁻¹ de Ca em espécies florestais, enquanto que, Venturin et al. (1996) recomendaram 7,7 g kg⁻¹ para *C. langsdorffii*. Valores que não foram observados em nenhum dos tratamentos, tanto

em relação à *C. langsdorffii* quanto em relação à *G. americana*. No entanto, esse resultado também pode ter ocorrido devido às altas concentrações de K, pois, segundo Mendonça et al. (1999) existe um antagonismo entre Ca, Mg e K, em que o aumento na concentração de um desses elementos implica na diminuição da absorção dos outros.

As maiores concentrações de Mg nas mudas de *C. langsdorffii* foram observadas nos tratamentos 5 (75% Basaplant® + 25% solo) e 7 (60% Basaplant® + 40% solo). Considerando que Malavolta et al. (1997) sugeriram concentrações de Mg entre 1,5 e 5,0 g kg⁻¹, as concentrações nos tratamentos 2 (100% Basaplant®), 5 (75% Basaplant® + 25% solo), 6 (60% solo + 40% Basaplant®) e 7 (60% Basaplant® + 40% solo) estão dentro da faixa ideal em mudas de *C. langsdorffii*. No entanto, Venturin et al. (1996) recomendaram 1,9 g kg⁻¹ de Mg para *C. langsdorffii*, dessa forma, somente o T5 foi adequado. No caso da *G. americana* todos os tratamentos proporcionaram concentrações adequadas de Mg. Portanto, as elevadas concentrações de K não limitaram a absorção de Mg pelas mudas. No entanto, isso também está relacionado com a quantidade de Mg no substrato comercial, que, diferentemente do observado para K, parece ser adequado.

As concentrações de S em mudas de *C. langsdorffii* foram superiores no tratamento 4 (50% solo + 50% Basaplant®) e inferiores no T1 (100% solo). Em mudas de *G. americana*, foram superiores em T5 (75% Basaplant® + 25% solo), T6 (60% solo + 40% Basaplant®) e T7 (60% Basaplant® + 40% solo) e as menores em T1 (100% solo). Nos dois casos, nenhum tratamento proporcionou concentrações adequadas de S, pois não atingiram os valores recomendados por Malavolta et al. (1997), entre 1,4 a 2,0 g kg⁻¹ de S e, de Venturin et al. (1996), para os quais as mudas devem apresentar 0,5 g kg⁻¹ e S. O que pode significar a baixa demanda da planta em relação ao elemento, pois as mesmas não apresentaram sintomas de deficiência.

Concentrações superiores de Cu em mudas de *C. langsdorffii* foram observadas no tratamento 2 (100% Basaplant®), os demais tratamentos foram considerados iguais. As baixas concentrações de Cu podem estar relacionadas às exigências das espécies. Inocêncio; Carvalho (2013) observaram que Cu²⁺ também foi o micronutriente menos acumulado nas mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata*. Além disso, Souza et al. (2012) observaram que, tanto a absorção quanto a translocação de Cu foram favorecidas pela adubação, principalmente na fosfatada em mudas de *Peltophorum dubium*. Portanto, as baixas concentrações de Cu podem estar relacionadas também, às previamente existentes no solo e no Basaplant®. Para esses substratos, as concentrações de Cu parecem ter sido insuficientes para se adequar às recomendadas na literatura.

Duboc; Guerrini (2009) observaram concentrações entre 2,73 e 5,27 mg kg⁻¹ de Cu em *C. langsdorffii*, faixa na qual o tratamento 2 (100% Basaplant®) se enquadrou. Enquanto, Villegas et al. (1976) recomendaram entre 9,3 e 11,4 mg kg⁻¹ para *G. americana*. Valores que não foram observados no presente caso. No entanto, concentrações adequadas de Cu são necessárias porque o elemento participa como catalisador de reações bioquímicas, no

metabolismo de carboidratos, do N, na síntese de clorofila e na constituição de proteínas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As concentrações de Fe em mudas de *G. americana* foram destaque no tratamento 7 (60% Basaplant® + 40% solo), com concentrações pouco acima da recomendada por Malavolta et al. (1997), entre 25 e 200 mg kg⁻¹. Porém, concentrações adequadas de Fe foram observadas em T1 (100% solo), T3 (75% solo + 25% Basaplant®) e 5 (75% Basaplant® + 25% solo), portanto em, 40, 50 e 60% de substrato comercial, em mudas de *C. langsdorffii*. Essas concentrações podem ter sido favorecidas pelo Fe disponível no solo. No entanto, considerando as concentrações ideais de Fe propostas por Ducob; Guerrini (2009) para *C. langsdorffii*, de 50 mg kg⁻¹, nenhum tratamento favoreceu as concentrações de Fe nas mudas da referida espécie. Resultados importantes porque, dentre os micronutrientes, o Fe é, geralmente, o mais absorvido pelas plantas, como observado por Marques et al. (2004) em *Schizolobium amazonicum* e Souza et al. (2012) em *P. dubium*. Principalmente, por ser essencial ao metabolismo energético, na fixação do N e no desenvolvimento do caule e raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As maiores exigências pelo Mn foram observadas em mudas de *G. americana*, com destaque para o tratamento 2 (100% Basaplant®), o que pode indicar que o substrato comercial seja rico nesse micronutriente. Resultado que confere com as especificações do substrato, na qual define que o produto foi adubado com micronutriente. No caso, da *C. langsdorffii* as concentrações de Mn se destacaram no T1 (100% solo). Porém, para que essas concentrações sejam consideradas adequadas, Larcher (2000) recomendou entre 30 a 50 mg kg⁻¹ de Mn. Condições apresentadas apenas pelo T7 (60% Basaplant® + 40% solo) em *G. americana*. Outra faixa de recomendação é estabelecida por Mills; Jones Junior (1996), entre 10 e 200 mg kg⁻¹ de Mn. Nesse caso, somente o tratamento 1 (100% solo) foi adequado para *C. langsdorffii* e, o tratamento 3 (75% solo + 25% Basaplant®) para *G. americana*. Resultados importantes porque o Mn é um micronutriente presente na clorofila e participa do metabolismo energético respiratório, portanto, está ligado ao crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os tratamentos 1 (100% solo), 4 (50% solo + 50% Basaplant®), 5 (75% Basaplant® + 25% solo) e 6 (60% solo + 40% Basaplant®) apresentaram as maiores concentrações de Zn nas mudas de *G. americana*. Porém, essas concentrações foram consideradas adequadas apenas em T1, T5 e T6, segundo Malavolta (1980). Nas mudas de *C. langsdorffii* as maiores concentrações foram verificadas em T5 (75% Basaplant® + 25% solo), porém, em nenhum tratamento se observou concentrações adequadas segundo as recomendações de Malavolta (1980).

No entanto, considerando dados mais específicos, Venturin et al. (1996) recomendaram 50,82 mg kg⁻¹ e, Duboc; Guerrini (2009), 32 mg kg⁻¹ de Zn para *C. langsdorffii*. Enquanto Villegas et al. (1976) recomendaram 27 mg kg⁻¹ de Zn para *G. americana*. Valores que não foram observados em nenhum tratamento estudado para as duas espécies. Souza et al. (2012) verificaram que, a capacidade de resposta à absorção de Zn pelo *P. dubium* foi variável e sofreu influência direta da interação entre outros nutrientes, principalmente em relação ao N e ao P, que, no presente caso, apresentaram

concentrações em níveis deficientes. Portanto, a mistura de solo e Basaplant® parece não ter fornecido Zn em concentrações adequadas para as espécies estudadas, o que pode estar relacionado com as concentrações existentes em ambos os substratos ou a um desbalanço nutricional.

Com relação ao B, Mills; Jones Junior (1996) recomendaram 20 mg kg⁻¹, porém, as concentrações desse micronutriente permaneceram acima da recomendada em todos os tratamentos, tanto no caso da *C. langsdorffii* quanto no da *G. americana*. No entanto, considerando as concentrações de B observadas por Venturin et al. (1996), de 86,4 mg kg⁻¹, as mudas de *C. langsdorffii* no tratamento 1 (100% solo) foram as que obtiveram os valores mais próximos. Ao passo que, Duboc; Guerrini (2009) também observaram concentrações de B bastante acima da recomendada, após adubação com N e com P em mudas de *C. langsdorffii*. Esses dados são importantes porque, de acordo com Inocêncio; Carvalho (2013) a principal função do B é a divisão celular.

Portanto, verificou-se que, os substratos comerciais, ditos como ideais para a produção de mudas de espécies florestais podem não possuir em sua composição nutriente em concentrações adequadas para todas as espécies. Devido à sua carga em nutrientes, esses substratos podem provocar um desequilíbrio nutricional, proporcionando concentrações muito acima, ou muito abaixo das recomendadas.

3.2. Crescimento inicial das mudas de *C. langsdorffii* e de *G. americana*

As combinações de solo com substrato comercial influenciaram no crescimento em diâmetro, na biomassa da parte radicular das mudas de *C. langsdorffii*. E, no crescimento em altura e em diâmetro das mudas de *G. americana* (Tabela 6). O crescimento em altura das mudas de *G. americana* foi superior nos tratamentos 1 (100% solo), 3 (75% solo e 25% Basaplant®) e 4 (50% solo e 50% Basaplant®). Portanto, não houve diferença na utilização do substrato comercial ou do solo como substrato para a formação das mudas. Provavelmente, porque não houve incremento nutricional suficiente para manter o crescimento das mudas até os 120 dias. Tendo sido, os valores observados para o crescimento em altura, inferiores aos obtidos por Costa et al. (2005) e Sorreano (2006).

O crescimento em diâmetro das mudas de *G. americana* também foi superior nos tratamentos 3 (75% solo e 25% Basaplant®) e 4 (50% solo e 50% Basaplant®). Com valores abaixo dos observados por Sorreano (2006) em *G. americana*. E, superiores aos observados por Costa et al. (2005) ao avaliar as combinações de solo, casca de arroz carbonizada, areia e esterco bovino em mudas de *G. americana*. Em relação à *C. langsdorffii* o tratamento 6 (60% solo e 40% Basaplant®) foi que proporcionou o maior crescimento em diâmetro nas mudas. Porém, com valores inferiores aos observados por Venturin et al. (1996) e Duboc; Guerrini (2009) em estudos tendo o Latossolo vermelho-amarelo como substrato.

Gonçalves et al. (2000) consideram que, as mudas aptas ao plantio no campo devem ter entre 20 e 35 cm de altura e 5 a 10 mm de diâmetro. Enquanto, Xavier et al. (2009) recomendaram 20 a 40 cm de altura e 2 mm de diâmetro. No caso da recomendação de Gonçalves et al. (2000), nenhum dos tratamentos proporcionou condições ideais de

crescimento em altura para as espécies estudadas. No entanto, o valor recomendado por Xavier et al. (2009) para o crescimento em diâmetro foi atingido em todos os tratamentos em que se utilizou a mistura solo e Basaplant® como substrato. Segundo Carvalho (1994) *G. americana* é uma espécie secundária tardia (assim como a *C. langsdorffii*), com características de clímax, de crescimento moderado. Portanto, os substratos compostos pelo Basaplant® e o solo podem não ter proporcionado condições físicas e químicas adequadas para o crescimento inicial das duas espécies estudadas.

Tabela 6. Tabela 6. Altura (em cm), diâmetro de colo (em mm) e relação altura e diâmetro (H/D) de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*.

Trat.	Altura	Diâmetro	H/D
<i>Copaifera langsdorffii</i>			
T1	17,00 a	2,95 ab	5,80 a
T2	17,25 a	2,92 ab	6,02 a
T3	15,25 a	2,75 ab	5,82 a
T4	13,50 a	2,00 b	6,55 a
T5	17,75 a	2,50 ab	7,17 a
T6	17,00 a	2,97 a	5,87 a
T7	16,00 a	2,25 ab	7,42 a
CV%	15,84	16,01	26,88
F	4,37*	3,33*	3,04 ^{ns}
<i>Genipa americana</i>			
T1	5,17 a	1,95 ab	2,21 a
T2	4,00 ab	1,88 b	2,33 a
T3	4,67 a	2,30 a	2,05 a
T4	4,67 a	2,32 a	1,95 a
T5	4,50 ab	2,08 ab	2,20 a
T6	4,17 ab	2,07 ab	2,07 a
T7	3,33 b	2,18 ab	1,57 a
CV%	15,84	10,55	21,68
F	4,37*	3,30*	0,67 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

Os valores para relação H/D não apresentaram significância, para ambas as espécies. Bernardino et al. (2005) explicaram que a não significância entre os tratamentos, ao estudar esse parâmetro, se deve ao equilíbrio tanto no crescimento em altura quanto em diâmetro. No entanto, considerando que Carneiro (1995) recomenda valores ideais entre 5,4 e 8,1, para a relação H/D, todas as mudas de *C. langsdorffii* estariam aptas ao plantio no campo. No entanto, o mesmo não foi observado para *G. americana*.

A produção de biomassa seca é uma característica tão importante quanto a altura para classificar o crescimento das mudas no viveiro. No entanto, também depende das condições nutricionais da espécie. Nesse caso, a biomassa da parte aérea em mudas de *C. langsdorffii* foi inferior apenas nas combinações de T3 (75% solo e 25% Basaplant®) e de T4 (50% solo e 50% Basaplant®). E, na parte radicular, foi superior no T7 (60% Basaplant® e 40% solo). Portanto, o substrato comercial influenciou na produção de biomassa nas mudas de *C. langsdorffii*, porém, com valores inferiores aos observados por Venturin et al. (1996) e Dutra et al. (2012) ao estudar a espécie. Essa baixa produção de biomassa seca também foi observada nas mudas de *G. americana* ao comparar os resultados

obtidos com os de Sorreano (2006). Porém, semelhantes aos observados por Costa et al. (2005) em *G. americana* produzida em substrato contendo solo, solo + casca de arroz carbonizada e; solo + casca de arroz carbonizada e areia, após 150 dias.

Tabela 7. Biomassa das partes aérea e radicular (em g), relação biomassa aérea e biomassa radicular e índice de qualidade de Dickson de mudas de *Copaifera langsdorffii* e de *Genipa americana*.

Trat.	BioPA	BioPR	PA/PR	Dickson
<i>Copaifera langsdorffii</i>				
T1	0,74 a	0,67 bc	1,65 a	0,24 a
T2	0,71 a	0,61 bc	1,37 a	0,18 a
T3	0,41 b	0,68 bc	1,40 a	0,20 a
T4	0,39 b	0,47 c	1,05 a	0,11 a
T5	0,66 a	0,92 abc	0,80 a	0,20 a
T6	0,67 a	0,97 ab	0,72 a	0,26 a
T7	0,65 a	1,21 a	1,82 a	0,24 a
CV%	15,98	25,35	93,01	30,95
F	8,60**	6,44 ^{ns}	0,51 ^{ns}	2,27 ^{ns}
<i>Genipa americana</i>				
T1	0,61 a	0,42 a	1,75 a	0,28 a
T2	0,59 a	0,41 a	1,80 a	0,25 a
T3	0,64 a	0,46 a	1,85 a	0,30 a
T4	0,54 a	0,48 a	1,22 a	0,38 a
T5	0,58 a	0,46 a	1,72 a	0,31 a
T6	0,64 a	0,40 a	2,27 a	0,29 a
T7	0,53 a	0,40 a	1,58 a	0,32 a
CV%	21,68	35,89	35,48	31,95
F	0,67 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,97 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 75% solo + 25% Basaplant®; T4 - 50% solo + 50% Basaplant®; T5 - 75% Basaplant® + 25% solo; T6 - 60% solo + 40% Basaplant®; T7 - 60% Basaplant® + 40% solo.

A relação massa seca da parte aérea/massa seca das raízes é outra característica morfológica da planta a ser verificada para relatar sobre a qualidade de crescimento. Batista et al. (2014) observaram valores médios de 3,0 para essa relação, em mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente. Enquanto, Caldeira et al. (2008) relataram que, essa relação deve ser de 2:1. No entanto, nenhum dos valores propostos pela literatura citada foi observado no presente trabalho. Dessa forma, nenhuma das espécies estaria apta ao plantio.

Portanto, as condições nutricionais do substrato comercial não foram suficientes para suprir o solo e manter o crescimento adequado das mudas de *C. langsdorffii* e de *G. americana*. Dessa forma, deve-se intervir com a adubação do substrato ou ainda, acrescentar algum resíduo orgânico à mistura. Demonstrando que, a utilização de substrato comercial na produção de mudas de espécies florestais deve ser precedida da análise nutricional do mesmo.

4. CONCLUSÕES

As combinações de solo com substrato comercial Basaplant® não promoveram o crescimento adequado de mudas de *C. langsdorffii* e de *G. americana*, permanecendo inferior ao observado na literatura. As combinações de substrato não forneceram concentrações adequadas de N, P, Ca, S, Cu, Mn e Zn para produção de mudas de *C. langsdorffii* e; de N, P, Ca, S e Cu para *G. americana*.

Porém, as concentrações de K e de B permaneceram acima da adequada para ambas as espécies.

Recomendam-se novos estudos com a adição de resíduo orgânico para a composição do substrato para produção de mudas dessas espécies.

5. REFERÊNCIAS

BATISTA, R. O. et al. Efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 127-135, jan./mar. 2014.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 863-870, nov./dez. 2005.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.27-33, jan./mar. 2008.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Curitiba: Embrapa/CNPF, 1994. 640 p.

COSTA, M. C. et al. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 19-24, jan./abr., 2005.

CRUZ, C. A. F. et al. Produção de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo vermelho amarelo álico em resposta a macronutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 87-98, jan./mar. 2012.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 91-107.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. **Desenvolvimento inicial e nutrição da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em áreas de cerrado degradado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 245)

DUTRA, T. R. et al. Desenvolvimento inicial de muda de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, abr./jun. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.

- Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.
- GONÇALVES, E. O. et al. Nutrição de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sob diferentes doses de N, P, K, Ca e Mg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p.273-286, abr./jun. 2013.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- INOCÊNCIO, M. F.; CARVALHO, J. G. Características morfológicas e absorção de nutrientes em duas espécies florestais sob diferentes soluções nutritivas. **Global Science Technology**, Rio Verde, v. 6, n. 3, p. 124-136, dez. 2013.
- KRATZ, D. et al. Utilização de resíduos urbanos e agroflorestais para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 530-537, out./dez. 2013.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: CERES, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARQUES, T. C. L. L. S. M. et al. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.
- MARTINS, C. C. et al. Efeito do sombreamento e do substrato sobre a germinação e o crescimento de plântulas de *Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 283-293, abr./jun. 2012.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, abr./jun. 1999.
- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: SBCS, 2006, p. 281-298.
- MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II.** 2.ed. Athens: Micro-Macro, 1996. 422 p.
- MOYA, R. et al. Efeito das propriedades físicas e químicas do solo em algumas propriedades da madeira de teca (*Tectona grandis*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1109-1118, nov./dez. 2010.
- PEREIRA, E. M.; PINTO, L. V. A. Compostagem de carcaça de aves como componente de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em sacolas plásticas e tubetes. **Revista Agroambiental**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 45-54, dez. 2013.
- RIBEIRO, F. A. et al. Efeitos da adubação de plantio sobre o estabelecimento de mudas de *Tectona grandis* L.f. (teca). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garças, v. 4, n. 7, p. 1-13, fev. 2006.
- SACRAMENTO, A. S. et al. Potencialidades de espécies lenhosas nativas para produção madeireira, cultivadas em solos degradados. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-4, abr. 2012.
- SCHEER, M. B. et al. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, dez. 2010.
- SORREANO, M. C. M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas.** 2006. 296 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SOUZA, N. H. et al. Estudo nutricional da canafístula (II): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 803-812, set./out. 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 1635 p.
- TUCCI, C. A. F. et al. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 289-294, abr./jun. 2009.
- VENTURIN, N. et al. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo de copaíba). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p.1-17, abr./jun. 1996.
- VILLEGAS, V. L. A. et al. Análise foliar de cinco espécies florestais nativas. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 32, n. 1, p. 211-224, jan./dez. 1976.
- XAVIER, A. et al. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas.** Viçosa: UFV, 2009. 272 p.