

Estudo comparativo de metodologias de preparo de soluções nutritivas no crescimento de mudas de paricá

Comparative study of preparation of nutrient solutions methodologies in the growth of parica seedlings

Cristiane Ramos Vieira¹(*)

Felipe Américo Pereira Leite²

Oscarlina Lúcia dos Santos Weber³

José Fernando Scaramuzza⁴

Resumo

Quanto às espécies florestais nativas, pouco se sabe sobre suas exigências nutricionais, uma das técnicas que auxiliam na obtenção de dados nutricionais é a de omissão de nutrientes. São várias as pesquisas que utilizam solução nutritiva para espécies nativas, porém, cada solução pode conter concentrações diferentes de nutrientes. Por isso, há a necessidade de estudos que auxiliem quanto à escolha da solução ideal para cada espécie. O objetivo do experimento foi identificar a sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes, avaliar o crescimento e a qualidade das mudas de *Schizolobium amazonicum* Herb. utilizando diferentes metodologias de preparo de soluções nutritivas. Para isso, as mudas foram produzidas em tubetes e transplantadas para tubos de PVC com areia ao atingirem 20 cm e foram submetidas por 15 dias à solução completa, com renovação a cada cinco dias. Em seguida, foram submetidas por 90 dias às soluções completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições, para cada metodologia de preparo de soluções nutritivas. Os sintomas de deficiências foram identificados a cada cinco dias e, após 90 dias mediu-se altura, diâmetro de colo, massa seca e os teores de macro e micronutrientes. A metodologia proposta por Bolle-Jones foi a mais indicada para mudas de *S. amazonicum*. Ressaltando-se que há que se atentar para as diferentes soluções nutritivas propostas na literatura e considerar as exigências nutricionais quando para espécie diferente.

1 Engenheira Florestal; Mestre em Ciências Florestais e Ambientais; Doutora em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso; Endereço: Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - Brasil; CEP: 78060-900; E-mail: cris00986@hotmail.com (*) Autora para correspondência.

2 Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso; Endereço: Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900; E-mail: felipeamericopl@gmail.com

3 Possui graduação em Agronomia e em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (1979); mestrado (1984) e doutorado (2000) em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Engenheira Agrônomo (1979 a 2008) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-UFMT. Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural - FAMEV/UFMT; Endereço: Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - Brasil; CEP: 78060-900; E-mail: oscsan@uol.com.br

4 Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1984), mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1993) e doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (1998). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso; Endereço: Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - Brasil; CEP: 78060-900; E-mail: jscaramuzza@uol.com.br

Palavras-chave: *Schizolobium amazonicum*; elemento faltante; deficiência; nutrição de plantas.

Abstract

About native species, little is known about their nutritional requirements, one of the techniques that assist in obtaining nutritional information is the omission of nutrients. There are a lot of studies using nutrient solution for native species, but each nutrient solution can contain different concentrations of nutrients. Therefore, there is a need for studies to assist in the choice of the optimal solution for each species. The objective of this experiment was to identify visual symptoms of macronutrients deficiencies to evaluate the growth and quality of parica seedlings using different methods of preparation of nutrient solutions. For this, the seedlings were grown in tubetes and transplanted to PVC tube with sand when they reached 20 cm, being submitted for 15 days to complete solution, with renewal every five days. Then, it were subjected for 90 days to complete solutions and the omission of N, P, K, Ca, Mg and S in a completely randomized design with seven treatments and three replications in each preparation methodology of nutrient solutions. The symptoms of deficiencies were identified every five days. After 90 days were evaluated height, diameter, dry biomass yield and concentration of macro and micronutrients. The methodology proposed by Bolle-Jones was the most indicated for *S. amazonicum* seedlings. However, it must pay attention to the different nutrient solutions proposed in the literature and to consider the nutritional requirements for different species.

Keywords: *Schizolobium amazonicum*; missing element; deficiencies; plants nutrition.

Introdução

O *Schizolobium amazonicum* (paricá) é uma espécie arbórea nativa da família das leguminosas, comumente utilizada em plantios comerciais. Ocorre, no Pará, em solos argilosos de fertilidade química alta e sujeitos a compactação (DUCKE, 1949). Em Mato Grosso, ocorre em solos de baixa fertilidade química, com pH em água de 4,5 e baixos teores de K e P (CARVALHO, 2007). É uma espécie de madeira tropical de crescimento acelerado que pode ser implantada em plantios homogêneos ou consorciado, e tem a vantagem de ser resistente ao ataque de pragas e doenças (IWAKIRI et al., 2010). Em Mato Grosso, os plantios com *S. amazonicum* tiveram seu incremento na década de 90 e concentrou-se na região norte, sendo sua madeira utilizada pelas indústrias de compensados (RONDON, 2002). Atualmente, é a espécie nativa mais plantada.

Apesar da aparente rusticidade do *S. amazonicum*, para obter plantios de qualidade é necessário utilizar solo com a quantidade de nutrientes adequada ao desenvolvimento da espécie, pois, o uso de solos naturalmente férteis ou com adubação equilibrada pode contribuir com acréscimos significativos em produtividade. Um dos problemas que se enfrenta em plantios de espécies nativas é que, em geral, pouco se sabe sobre suas exigências nutricionais.

Diante dessa necessidade, algumas pesquisas estão sendo realizadas com o emprego da técnica de diagnose nutricional. Essa técnica consiste na comparação entre a planta que se deseja avaliar e outra planta considerada padrão. A planta padrão deve ter em seus tecidos todos os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, que seja capaz de atingir altas produções, tendo um bom aspecto visual (MALAVOLTA et al., 1997). O método mais utilizado para isso é o de omissão de nutrientes, que, segundo Malavolta (1980) de modo indireto pode fornecer informações da necessidade de adubos e podem aprimorar a qualidade das plantas (BENEDETTI et al., 2009).

Dentre as técnicas de omissão de nutrientes várias são as metodologias propostas para a preparação das soluções nutritivas, completa e para os elementos faltantes. As mais utilizadas, quando se trata de pesquisas com espécies florestais são a de Bolle-Jones (1954), já utilizada por Marques et al. (2004a), Barroso et al. (2005) e Silva Júnior et al. (2007) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, *Tectona grandis* L.f. e *Arrabidaea chica* Humb e Bonpl, respectivamente; a de Hoagland e Arnon (1950), já utilizada por Vieira et al. (2008) e Silva et al. (2009); em mudas de *Moringa oleifera* Lam. e *Jatropha curcas* L., respectivamente. E a de Sarruge (1975), já utilizada por Sgarbi et al. (1999), Wallau et al. (2008) e Vieira et al. (2011), em clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, mudas de *Swietenia macrophylla* King. e *Amburana acreana* Ducke, respectivamente.

No entanto, antes de utilizar uma dessas metodologias, há que se considerar que, cada uma delas pode ter sido proposta estudando uma determinada espécie, o que não a qualificaria para ser utilizada para qualquer espécie florestal. Um exemplo disso é a metodologia de Bolle-Jones que foi proposta para a *Hevea brasiliensis* Willd.

Para o *S. amazonicum* inexistiu estudo testando as soluções propostas pelos autores. O que existe são estudos que objetivam obter a exigência nutricional da espécie considerando uma solução nutritiva específica. Marques et al. (2004a) verificaram as exigências nutricionais de *Schizolobium amazonicum*, utilizando a metodologia de Bolle-Jones. Segundo esses autores, os teores dos nutrientes encontrados nas partes das plantas foram altos, quando comparados aos encontrados na literatura, indicando grande exigência nutricional. Porém, não se conhece os efeitos de outras soluções nutritivas para a espécie em questão.

Diante do exposto, esse estudo teve por objetivo descrever a sintomatologia das deficiências nutricionais e verificar quais os macronutrientes mais limitantes ao crescimento inicial de mudas de *S. amazonicum* cultivadas com diferentes soluções nutritivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na casa de vegetação (sombreamento total) da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ) da Universidade Federal de Mato Grosso, construída com material telado tipo sombrite branco e coberta com telha de amianto, sem controle de temperatura.

As mudas de *S. amazonicum* foram produzidas em tubetes contendo 240 cm³ de areia, com sementes coletadas de árvores matrizes localizadas no município de Alta Floresta, Mato Grosso. As sementes começaram a germinar após 15 dias da semeadura e, transcorridos mais 15 dias, as mudas atingiram 20 cm de altura, sendo este o porte necessário para o transplante de recipiente.

As mudas foram transplantadas para tubos de PVC de 40 cm de comprimento e 1,35 cm de diâmetro, vedados com tela na parte inferior, permanecendo sobre recipiente plástico para evitar perda de solução e, identificados de acordo com o tratamento testado. Os tubos foram preenchidos com areia previamente lavada e tratada com hipoclorito a 10%, seguido de água destilada. Após transplante, as mudas passaram por período de adaptação de 15 dias, considerando adaptadas quando apresentaram formação de novas brotações.

Após adaptação, iniciou-se a aplicação de 50 mL da solução nutritiva completa, com ¼ de força (proporção de 25% da solução completa), conforme recomendado nas metodologias adotadas, por 15 dias, com renovação de solução a cada cinco dias. Nesse período, o pH foi mantido a $5,9 \pm 0,1$ e quando necessário foram feitas as correções com HCl 1,0 M ou NaOH 1,0 M.

Encerrado o período de adaptação às soluções nutritivas, as mudas foram submetidas, por 90 dias, às soluções completa e com elemento faltante, com 100% de força (cujas concentrações totais estão na Tabela 1): completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S, numa quantidade de 50 mL de solução a cada cinco dias.

Como solução padrão foi utilizada a proposta por Bolle-Jones, comparada a outras duas soluções: Hoagland e Arnon e Sarruge, cujas concentrações se encontram na Tabela 1, enquanto os respectivos sais e suas quantidades utilizadas em cada tratamento estão na Tabela 2. O tratamento utilizado foi em delineamento inteiramente casualizado com 21 tratamentos e três repetições, num total de 63 parcelas, com uma planta por recipiente.

Tabela 1 – Concentrações de nutrientes conforme as soluções propostas

Table 1 – Nutrients concentrations as the proposed solutions

Elemento	Bolle-Jones	Hoagland e Arnon	Sarruge
		mg/L de solução nutritiva	
N	210,0	210,1	210,0
P	31,0	31,0	31,0
K	117,0	234,6	234,6
Ca	80,0	200,4	200,4
Mg	30,0	48,6	48,6
S	120,0	64,2	64,1
B	0,7	0,5	0,5
Cu	0,6	0,02	0,02
Cl	1,1	0,64	0,72
Fe	0,5	5,0	5,0
Mn	0,5	0,5	0,5
Mo	0,03	0,01	0,01
Zn	0,6	0,05	0,10

Fonte:Vieira, C. R. et al. (2014).

Durante os 90 dias de experimento, a irrigação se deu uma vez ao dia com 50 mL de água, exceto no dia de aplicação das soluções nutritivas, quando a mesma foi omitida. E, as sintomatologias visuais de deficiências foram verificadas a cada cinco dias.

A análise biométrica das plantas foi realizada após 90 dias. As plantas foram retiradas e seccionadas em parte aérea e radicular, medindo-se: altura (em cm), com régua graduada, medindo a parte da planta acima do colo até a última folha; diâmetro de colo, medido com paquímetro digital PROFIELD®, na região do colo. Em seguida, as plantas foram levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo da FAMEVZ e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, para a pesagem do material seco em balança analítica com precisão de 0,0005g.

Tabela 2 – Composição química das soluções nutritivas estoques, em molar (M) e dos tratamentos (em mL/L), segundo recomendações de Sarruge, Hoagland e Arnon e Bolle-Jones

Sarruge							
Solução de Estoque	Compl.	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KH ₂ PO ₄	1	1	-	-	1	1	1
KNO ₃	5	-	5	-	5	3	3
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	5	-	5	5	-	4	4
MgSO ₄ .7H ₂ O	2	5	2	2	2	-	-
CaCl ₂ .2H ₂ O	-	2	-	-	-	1	1
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	-	-	1	-	-	-
NH ₄ NO ₃	-	-	-	2	5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	2	-
Micronutriente	1	1	1	1	1	1	1
Hoagland e Arnon							
Solução de Estoque	Compl.	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KH ₂ PO ₄	2,5	2,5	-	-	2,5	2,5	2,5
KNO ₃	12,5	-	12,5	-	12,5	7,5	7,5
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	12,5	-	12,5	12,5	-	10,0	10,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
KCl	-	2,5	2,5	-	-	5,0	5,0
CaCl ₂ .2H ₂ O	-	5,0	-	-	-	2,5	2,5
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	-	-	2,5	-	-	-
NH ₄ NO ₃	-	-	-	5,0	12,5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	5,0	-
Micronutriente	1	1	1	1	1	1	1
Bolle-Jones							
Solução de Estoque	Compl.	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
NaH ₂ PO ₄	1	1	-	1	1	1	1
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	2	-	2	2	-	2	2
KNO ₃	1	-	1	-	3	-	2
K ₂ SO ₄	2	2	2	-	-	3	-
MgSO ₄	2,5	2,5	2,5	-	2,5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,5	1,5	-	1	2,5	2	-
CaSO ₄ .2H ₂ O	-	200	-	-	-	-	-
Micronutriente	1	1	1	1	1	1	1

Fonte:Vieira, C. R. et al. (2014).

O material seco foi triturado em moinho tipo Wiley e submetido, de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997), às digestões em solução nitro-perclórica e sulfúrica e, posteriormente determinaram-se os teores de 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, sendo seus teores obtidos por diferença; B por colorimetria da azometina H e; Cu, Fe, Mn, Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

Para o processamento e análises dos dados utilizou-se o Assistat 7.6 beta, e a análise estatística foi realizada aplicando-se a técnica de análise de variância e comparação de médias pelo teste Scott-Knott considerando significância de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento em altura

Não houve diferença no crescimento em altura (Tabela 3) das mudas de *S. amazonicum* nas soluções propostas por Bolle-Jones e por Sarruge, o que pode ter ocorrido devido a sua eficiência em absorver e estocar nutrientes durante o processo de adaptação, como mencionado por Camargos et al. (2002) e Wallau et al. (2008). Marques et al. (2004b) verificaram pouca redução no crescimento das mudas de *S. amazonicum* nas omissões de Ca e de P, justificando que as exigências das plantas podem ter sido supridas pelas reservas existentes nas sementes.

Apesar das metodologias de Bolle-Jones e de Sarruge não terem proporcionado diferença entre os tratamentos, houve uma tendência de menor crescimento em altura nas omissões de N e de Mg, de 22,8% e 13,8%, respectivamente, em comparação com o tratamento completo da solução de Bolle-Jones, que apresentou crescimento em altura variando entre 24,37 cm na omissão de N e 36,60 cm na omissão de P.

Na solução de Sarruge, a tendência foi de redução nas omissões de N e de K, sendo de 12,9% e 9,9%, respectivamente, em comparação com o tratamento completo. Neste caso, as médias entre 32,93 cm na omissão de N e, 37,80 cm na completa. Em geral, as maiores médias foram verificadas nas soluções de Sarruge. O que indica que, as quantidades de nutrientes presentes nessas soluções são superiores às das demais soluções testadas.

Tabela 3 – Altura, diâmetro e biomassa da parte aérea de mudas de *Schizolobium amazonicum*, submetidas a diferentes soluções nutritivas

Tratamento	Altura	Diâmetro	Biomassa da aérea
Bolle-Jones			
Completa	31,57 a	3,03 b	4,31 a
-N	24,37 a	2,93 b	3,73 b
-P	36,60 a	2,40 c	3,48 b
-K	31,07 a	1,93 c	2,57 b
-Ca	34,07 a	2,03 c	2,89 b
-Mg	27,20 a	2,50 c	3,65 b
-S	31,63 a	3,63 a	4,83 a
CV%	17,34	13,94	17,03
Hoagland e Arnon			
Completa	35,40 a	2,60 a	4,64 a
-N	37,00 a	3,17 a	4,31 a
-P	26,76 b	2,87 a	3,31 b
-K	34,93 a	1,77 b	2,87 b
-Ca	37,23 a	2,80 a	4,79 a
-Mg	32,90 a	2,40 a	1,44 b
-S	29,07 b	2,97 a	4,42 a
CV%	11,31	13,99	20,40
Sarruge			
Completa	37,80 a	2,33 b	2,73 b
-N	32,93 a	1,97 b	1,71 b
-P	36,73 a	2,77 a	4,23 a
-K	34,07 a	2,00 b	3,16 b
-Ca	36,30 a	2,03 b	2,29 b
-Mg	36,50 a	2,00 b	2,95 b
-S	36,73 a	3,33 a	5,39 a
CV%	17,17	21,03	23,87

Fonte: Vieira, C. R. et al. (2014).

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

Marques et al. (2004a) também constataram sobre as exigências do *S. amazonicum* em N. Segundo esses autores, N foi o nutriente que mais limitou o crescimento da espécie. Isso porque grandes quantidades são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento. Assim, a sua restrição leva à redução de crescimento, pois, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, pigmentos e produtos secundários; ele participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997). Barroso et al. (2005), Souza et al. (2006) e Vieira et al. (2008) também observaram redução no crescimento em altura de espécies florestais submetidas à omissão de N.

No entanto, esses resultados foram diferentes dos observados ao utilizar as soluções propostas por Hoagland e Arnon, em que as menores médias foram verificadas nas omissões de P (26,76 cm) e de S (29,07 cm), que foram 24,4% e 17,9% inferiores ao tratamento completo. Diferindo do que foi observado por Marques et al. (2004a) para S, que foi um dos elementos menos requeridos pelo *S. amazonicum*. No presente caso, as médias variaram entre 26,76 cm na omissão de P e, 37,23 cm na omissão de Ca. Souza et al. (2010) e Moretti et al. (2011) também observaram redução do crescimento de mudas nas ausências de P e de S. Isso ocorre porque a função do P na planta é a produção de energia, assim, sua deficiência acarreta em redução no crescimento (TAIZ; ZEIGER, 1998) e, o S está relacionado com sínteses proteicas nas plantas. Maia et al. (2011), Silva et al. (2011) e Carlos et al. (2014) também observaram redução no crescimento das plantas na omissão de P.

Comprovando que, apesar de se tratar da mesma espécie, a aplicação de diferentes soluções nutritivas pode proporcionar a obtenção de diferentes resultados quanto à demanda nutricional da espécie. Porque esses resultados dependerão também, das concentrações de nutrientes contidas em cada solução, que, nesse caso, foram suficientes para manter o crescimento em altura das mudas nas soluções propostas por Sarruge e por Bolle-Jones.

Crescimento em diâmetro

Houve diferença no crescimento em diâmetro (Tabela 3) das mudas de *S. amazonicum* considerando as três soluções propostas.

As soluções de Bolle-Jones que mais limitaram o crescimento em diâmetro foram com as de omissão de P (2,40 mm), de K (1,93 mm), de Ca (2,03 mm) e de Mg (2,50 mm). Para esses tratamentos houve redução de 20,8%, 36,3%, 33% e 17,5%, respectivamente, em relação ao tratamento completo (3,03 mm). Observando-se, em geral, médias entre 1,93 mm na omissão de K e, de 3,63 mm na omissão de S. Se considerar que as mudas de espécies florestais estão aptas ao transplante para o campo quando atingem 2 mm de diâmetro (Xavier et al., 2009), verifica-se que apenas na omissão de K essa média não foi atingida para as soluções de Bolle-Jones.

Segundo Valeri et al. (2014) a redução no crescimento em diâmetro em função da deficiência de Ca ocorre porque este elemento afeta o crescimento secundário da planta no momento da lignificação. Enquanto que, Silva et al. (2010), Souza et al. (2010) e Corcioli et al. (2014) também observaram limitações no crescimento em diâmetro das mudas submetidas às omissões de P e de K.

A omissão de K também foi a que mais limitou o crescimento em diâmetro para as mudas submetidas às soluções de Hoagland e Arnon, atingindo média de 1,77 mm, que foi 32% inferior à média da completa. Essa foi a maior redução, dentre os tratamentos e as soluções testadas. Em geral, as médias variaram entre 1,77 mm na omissão de K e 3,17 mm na omissão de N, para essas soluções. Essa foi a maior redução, dentre os tratamentos e as soluções testadas. Marques

et al. (2004a) também constataram o requerimento de *S. amazonicum* pelo K no seu crescimento inicial. Nas soluções: completa e com omissões de N, P, Ca, Mg e S, o crescimento em diâmetro foi considerado semelhante, não se observando limitações.

Silva et al. (2010) observaram maior crescimento das mudas de *Jatropha curcas* L. na omissão de N. Segundo esses autores, o engrossamento do caule na altura do colo das mudas pode ser uma resposta da espécie ao menor fornecimento de N na fase de crescimento, em condição de umidade adequada do solo, devido ao desbalanço nutricional.

Nas soluções de Sarruge, as menores médias foram verificadas nas omissões de P (2,77 mm) e de S (3,33 mm). Em geral, as médias variaram entre 1,96 mm na omissão de N e 3,33 mm na omissão de S. Condizente com o observado por Marques et al. (2004a) para mudas de *S. amazonicum* submetidas às omissões de P e de S. Resultado que está relacionado com o baixo requerimento da espécie durante essa fase de crescimento, já que esta pode ter armazenado reservas desses nutrientes no período de adaptação ou, à capacidade de absorção de S via atmosfera. Porém, nessas soluções também se observou menor crescimento nas soluções completa (2,33 mm), que pode estar em desbalanço com o requerimento da espécie.

Portanto, nas três soluções, as omissões de K e de Mg foram as que promoveram limitações no crescimento em diâmetro (Tabela 2), enquanto as omissões de S promoveram o maior crescimento.

Biomassa da parte aérea

As mudas submetidas às soluções de Bolle-Jones apresentaram maior produção de biomassa (Tabela 3) nas soluções completa (4,31 g) e com omissão de S (4,83 g), comprovando a menor limitação ao omitir S e, as menores produções se deram nas omissões de N, P, K, Ca e Mg. Sendo que, em geral, as médias variaram entre 2,57 g na omissão de K e 3,65 g na omissão de S. Portanto, assim como observado para o crescimento em diâmetro, a produção de massa seca na omissão de S foi semelhante à da solução completa. Camargos et al. (2002), Sarcinelli et al. (2004) e Wallau et al. (2008) também não observaram limitações de S na produção de massa seca na parte aérea de mudas de espécies florestais.

Nas soluções de Hoagland e Arnon as menores produções foram nas omissões de P (3,31 g), K (2,87 g) e Mg (1,44 g), nos demais tratamentos foram consideradas semelhantes. Em geral, essas médias variaram entre 1,44 g na omissão de Mg e 4,79 g na omissão de Ca. Silva et al. (2010) também observaram limitações na produção de massa das mudas em omissão de P, de K e de Mg. A deficiência de Mg afeta o tamanho, estrutura e função dos cloroplastos, uma vez que é constituinte da molécula de clorofila (Marschner, 1995), por isso, compromete a produção de massa das plantas. O que também pode estar relacionado à redução no crescimento das plantas.

Nas soluções de Sarruge, as maiores produções foram nas omissões de P (4,23 g) e de S (5,39 g) enquanto nos demais tratamentos as médias foram consideradas semelhantes. Nesse caso, as médias variaram, entre 1,71 g na omissão de N e 5,39 g na omissão de S. Portanto, a maior produção na parte aérea foi verificada na solução com omissão de S de Sarruge. Corroborando com os estudos que indicaram baixa limitação por este elemento na fase inicial de crescimento das mudas, porque as quantidades que as reservas das sementes proporcionaram e que as plantas reservaram durante o período de adaptação, podem ter sido suficientes.

Portanto, as diferentes metodologias de preparação das soluções nutritivas podem acarretar em limitações no crescimento das mudas e essas limitações dependerão diretamente da solução aplicada. Nesse caso, as de Sarruge foram menos indicadas quando se trata de estudos com mudas de *S. amazonicum*.

Sintomas visuais de deficiências

As mudas submetidas às soluções de Bolle-Jones foram as primeiras a apresentar sintomas de deficiências (com 10 dias na omissão de N) que podem ser observados na Tabela 4. Com isso, observa-se que, os sintomas de deficiências podem aparecer mais rapidamente, dependendo da metodologia utilizada. Além disso, podem ser diferenciados ou mais acentuados dependendo da quantidade de nutrientes utilizada na composição dos tratamentos.

Tabela 4 – Comparação dos sintomas visuais de deficiências em mudas de *S. amazonicum*

Omissão	Bolle-Jones (1954)	Hoagland e Arnon (1950)	Sarruge (1975)
N	Queda de folhas velhas amareladas; Excesso de brotações; Folhas novas atrofiadas ou enrugadas; Ápice com folhas mortas. *Limitação no crescimento: +++	Folhas velhas com bordas atrofiadas; Folhas velhas verde claro a amarelado. Limitação no crescimento: x	Limitação no crescimento das mudas: ++
P	Folhas velhas totalmente amareladas; Folhas velhas com ponta queimada e encarquilhada para cima. Limitação no crescimento: +++	Folhas velhas com tamanho reduzido e amareladas. Limitação no crescimento: ++	Folhas novas enrugadas; Folhas velhas amareladas. Limitação no crescimento: x
K	Folhas velhas amareladas; Folhas velhas com ápice queimado; Excesso de brotações; Folhas novas mal formadas ou atrofiadas. Limitação no crescimento: +++	Folhas novas com tamanho reduzido, mal formadas ou atrofiadas; Folhas velhas com ápice queimado. Limitação no crescimento: ++	Folhas velhas totalmente amareladas; Ápice das folhas queimado; Folhas novas mal formadas ou mortas. Limitação no crescimento: ++
Ca	Novas brotações mal formadas; Folhas novas com ponta queimada encarquilhada para baixo; Folhas velhas amareladas caindo ou enrugadas. Limitação no crescimento: +++	Folhas novas com tamanho reduzido, mal formadas ou atrofiadas; Folhas velhas amareladas. Limitação no crescimento: x	Folhas velhas com ápice queimado ou totalmente amareladas; Excesso de brotações; Folhas novas atrofiadas ou com tamanho reduzido. Limitação no crescimento: ++
Mg	Folhas velhas com ápice queimado, enrugadas ou amareladas; Folhas novas mal formadas com atrofiamento no ápice. Limitação no crescimento: +++	Folhas novas com tamanho reduzido; Folhas velhas atrofiando; Seca das ramificações. Limitação no crescimento: +	Folhas com ápice deformado ou enrugadas; Afetou tamanho e formato das folhas. Limitação no crescimento: ++
S	Folhas velhas amareladas; Folhas novas ápice queimado ou atrofiado. Limitação no crescimento: x	Aspecto de seca; Ponteira com folhas mal formadas e atrofiando. Limitação no crescimento: +	Folhas velhas secas caindo; Folhas novas mal formadas; Excesso de brotações. Limitação no crescimento: x

Fonte: Vieira, C. R. et al. (2014).

Nota: *Grau de limitação no crescimento: +++ (muito); ++ (médio); + (pouco); x (não houve limitação).

Nitrogênio

Os sintomas em mudas submetidas às soluções de Bolle-Jones e de Hoagland e Arnon foram semelhantes aos observados por Marques et al. (2004a), Moretti et al. (2011), Silva et al. (2011), Sorreano et al. (2011) e Valeri et al. (2014), com relação à coloração amarelada. As diferenças se deram no tempo necessário para o aparecimento dos sintomas que, nas soluções de Bolle-Jones foram ao 10º dia (após duas aplicações) e nas de Hoagland e Arnon ao 16º dia (após três aplicações).

Segundo Malavolta et al. (1997) N é facilmente redistribuído nas plantas via floema, na forma de aminoácidos. Quando seu suprimento é insuficiente, N das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novas. Conseqüentemente, plantas deficientes em N apresentam os sintomas primeiramente nas folhas velhas. Enquanto a coloração amarelada está associada à menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos por causa da falta de N. A carência de N provoca clorose nas folhas, reduzindo, assim, a sua capacidade fotossintética, bem como o ritmo de crescimento das plantas, podendo causar a paralisação do crescimento (EPSTEIN, 1975).

As mudas em solução de Sarruge não apresentaram sintomas visuais de deficiências até o final do experimento, com exceção da limitação no crescimento. Apesar de ser este, o nutriente cuja deficiência se apresenta com maior rapidez devido às necessidades das plantas.

Fósforo

A redução no crescimento em altura e na produção de massa das mudas submetidas à omissão de P em soluções de Bolle-Jones e de Hoagland e Arnon está ligada à sua função na planta. Segundo Taiz e Zeiger (1998) o P exerce função importante na produção de energia para a planta, dessa forma, sua ausência resultará em menor crescimento da mesma. Os sintomas semelhantes entre as soluções testadas foram o amarelecimento das folhas velhas, já que o elemento é facilmente redistribuído, além do comprometimento no tamanho das folhas. Sintomas que começaram a aparecer ao 20º dia (4ª aplicação) após o começo da aplicação das soluções de Bolle-Jones; ao 25º dia (5ª aplicação) nas soluções de Hoagland e Arnon e de Sarruge.

As mudas em solução de Sarruge apresentaram os sintomas menos acentuados das deficiências de P, provavelmente, por causa da quantidade já existente nas reservas da planta e pela quantidade absorvida durante o período de adaptação.

Potássio

O comprometimento na coloração das folhas foi observado nas soluções de Bolle-Jones e de Sarruge. No entanto, o aspecto queimado nas pontas das folhas foi semelhante para as três soluções estudadas, assim como os primeiros sintomas, que foram observados ao 15º (3ª aplicação) após o começo das aplicações.

Marques et al. (2004a) observaram os primeiros sintomas após 12 dias, quando nas folhas mais velhas apareceram manchas cloróticas que se desenvolveram em coalescência e finalmente tornaram-se necróticas em suas proximidades marginais.

Sarcinelli et al. (2004), Barroso et al. (2005), Moretti et al. (2011), Sorreano et al. (2011) e Corcioli et al. (2014) também observaram necrose das folhas, em *Acacia holosericea* A. Cunn. ex G. Don; *T. grandis*; *T. ciliata*; *C. urucurana* e; *K. ivorensis*, respectivamente. Sintoma que, de acordo com Faquin (2005) ocorre devido ao acúmulo de putrescina, causado pela redução na síntese proteica e acúmulo de aminoácidos básicos em plantas deficientes em K.

Cálcio

Os primeiros sintomas foram descritos ao 15º dia (3ª aplicação) após o começo das aplicações para as soluções de Bolle-Jones e de Sarruge e; ao 20º dia (4ª aplicação) nas soluções de Hoagland e Arnon. As brotações em excesso e comprometimento nas pontas de folhas e zonas de crescimento foram sintomas semelhantes em todas as soluções aplicadas e que também foram observados por Marques et al. (2004a) e Sorreano et al. (2011). Segundo Magalhães (1988) devido à baixa translocação do Ca na planta, os sintomas de deficiências ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz, sendo as regiões de maior expansão celular as mais afetadas. Porque Ca é essencial para manter a integridade estrutural das membranas e das paredes celulares. Dessa forma, em sua deficiência, as membranas começam a “vazar”, a compartimentação celular é rompida e a ligação do Ca com a pectina da parede celular é afetada (MALAVOLTA, 2006).

O enrugamento das folhas, observado nas mudas da solução de Bolle-Jones, também foi verificado por Barroso et al. (2005) em *T. grandis*; Sarcinelli et al. (2004) em *A. holosericea* e Silveira et al. (2002) em clones híbridos de *E. grandis* com *E. urophylla*.

Magnésio

O tamanho e o formato das folhas foram afetados independentemente da solução aplicada e foram os primeiros sintomas observados, com início ao 15º dia (3ª aplicação) após o começo das aplicações das soluções de Bolle-Jones e de Sarruge e; ao 20º dia (4ª aplicação) na solução de Hoagland e Arnon. Em seguida, o amarelecimento nas mudas submetidas às soluções de Bolle-Jones que, de acordo com Taiz e Zeiger (1998) ocorre porque o Mg faz parte da estrutura da molécula de clorofila e sua deficiência acarreta clorose. Tendo sido observado também por Marques et al. (2004a) em mudas de *S. amazonicum* ao aplicar as soluções de Bolle-Jones.

Enxofre

Os primeiros sintomas foram observados ao 20º dia (4ª aplicação) após a primeira aplicação nas soluções de Bolle-Jones com o aparecimento de folhas amareladas. Marques et al. (2004a) observaram sintomas semelhantes em *S. amazonicum*, com folhas novas com clorose que se iniciou com um verde claro, passando para verde amarelado e progredindo para amarelo intenso, sem redução no tamanho da planta. Isso ocorre porque, como o S é constituinte essencial das proteínas, sua deficiência resulta na inibição da síntese das proteínas e aminoácidos, que contém esse elemento, como, por exemplo, a metionina e a cisteína (MARSCHNER, 1995). Nas demais soluções o começo dos sintomas também foram verificados ao 20º dia da primeira aplicação, porém, o sintoma característico foi o aspecto de seca e folhas caindo.

Concentração de macronutrientes

As concentrações de macronutrientes (Tabela 5) foram influenciadas pelas diferentes soluções nutritivas aplicadas às mudas de *S. amazonicum*.

Tabela 5 – Concentrações de macronutrientes, em g kg⁻¹, nas folhas de mudas de *Schizolobium amazonicum*, submetidas a diferentes soluções nutritivas

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Bolle-Jones						
Completa	4,93 b	1,23 a	19,37 c	1,60 a	1,27 b	1,90 b
-N	4,30 b	1,13 a	20,20 c	1,80 a	1,37 b	2,53 b
-P	6,53 a	0,80 b	22,63 c	1,90 a	1,53 b	3,10 a
-K	7,27 a	1,07 a	17,73 c	1,90 a	1,83 a	3,23 a
-Ca	7,30 a	0,70 b	34,90 a	1,60 a	2,03 a	2,20 b
-Mg	5,50 b	0,93 b	39,00 b	1,60 a	1,70 a	2,87 a
-S	6,80 a	0,90 b	22,63 a	1,80 a	1,67 a	2,40 b
CV%	18,02	12,57	11,27	8,40	14,49	16,16
Hoagland e Arnon						
Completa	8,00 a	0,67 b	40,63 b	1,40 a	1,63 a	2,10 c
-N	4,30 b	1,57 a	34,07 b	1,40 a	1,70 a	1,97 c
-P	8,33 a	1,10 a	25,90 c	1,73 a	1,30 b	2,63 b
-K	9,07 a	0,37 b	15,30 c	1,07 a	1,67 a	1,20 d
-Ca	8,87 a	1,27 a	25,10 c	1,30 a	1,00 b	3,67 a
-Mg	7,00 a	1,13 a	66,73 a	1,20 a	1,27 b	2,60 b
-S	5,63 b	0,93 a	34,07 b	1,50 a	1,27 b	1,60 d
CV%	14,40	22,57	24,00	26,67	15,99	13,11
Sarruge						
Completa	5,90 c	1,40 a	37,37 b	1,30 b	1,33 a	2,43 a
-N	3,80 d	1,40 a	30,00 b	1,30 b	1,13 a	2,23 a
-P	6,63 b	1,43 a	35,70 b	1,70 a	1,23 a	2,97 a
-K	6,63 b	0,97 b	26,73 b	1,50 b	1,80 a	2,03 a
-Ca	5,53 c	0,80 b	43,00 a	1,03 b	1,27 a	2,00 a
-Mg	7,93 a	1,00 b	54,47 a	1,90 a	1,50 a	2,63 a
-S	4,97 c	1,53 a	43,03 a	1,80 a	1,00 a	2,37 a
CV%	11,86	15,50	17,62	16,91	19,43	15,23

Fonte: Vieira, C. R. et al. (2014).

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

As maiores concentrações de N foram verificadas nas omissões de P, K, Ca e S nas soluções de Bolle-Jones; na solução completa e omissões de P, K, Ca e Mg nas soluções de Hoagland e Arnon e; nas de Mg em soluções de Sarruge. Marques et al. (2004b) também verificaram concentrações de N maiores nas omissões de P, Ca e Mg que na completa. De acordo com Mendonça et al. (1999) a omissão de Ca favorece a absorção de N devido à maior disponibilidade de N amoniacal. AAs soluções estudadas promoveram as menores concentrações de N quando da sua própria omissão, porém, somente na solução de Hoagland e Arnon se observou concentrações de N maiores no tratamento completo (além de -P, -K, -Ca e -Mg). No

entanto, tanto nas soluções de Hoagland e Arnon, quanto nas de Sarruge e Bolle-Jones, essas concentrações de N nas soluções completas estiveram abaixo da verificada por Marques et al. (2004b), de 24,80 g kg⁻¹, contribuindo para o comprometimento no crescimento e na produção de biomassa ao se omitir N, observados no presente caso.

As soluções de Sarruge promoveram as maiores concentrações de P, variando de 0,80 a 1,53 g kg⁻¹. Porém, todas as concentrações foram inferiores às observadas por Marques et al. (2004b) em *S. amazonicum*, pois as médias permaneceram entre 0,70 e 1,23 g kg⁻¹ nas soluções de Bolle-Jones; 0,37 e 1,57 g kg⁻¹ nas de Hoagland e Arnon e; entre 0,80 e 1,53 g kg⁻¹ nas de Sarruge. Resultado que contribuiu para as limitações no crescimento e na produção de biomassa, principalmente para as mudas submetidas às soluções de Bolle-Jones e de Hoagland e Arnon. Isso é importante porque o P desempenha papel na transferência de energia da célula, na divisão celular, no crescimento das células, na respiração e na fotossíntese. Sendo assim, limitações na disponibilidade de P podem resultar em restrições do desenvolvimento, das quais as plantas não se recuperam posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (GRANT et al., 2001). Enquanto, Wallau et al. (2008) não observaram limitação na concentração de P em *S. macrophylla*, atribuindo o resultado ao período inicial de fornecimento de solução completa.

As mudas submetidas às soluções de Hoagland e Arnon e de Sarruge apresentaram concentrações de K acima das observadas em soluções de Bolle-Jones e das obtidas por Marques et al. (2004b), que foram de até 15,40 g kg⁻¹ de K em solução completa, no último caso. Porém, esses autores explicaram que isso ocorreu porque o *S. amazonicum* é uma planta com alta exigência em K, cujos teores nas folhas foram altos, comparados com a faixa encontrada na literatura para outras espécies. No presente estudo, as soluções de Bolle-Jones proporcionaram concentrações de K entre 17,73 e 39 g kg⁻¹; entre 15,30 e 66,73 g kg⁻¹ em Hoagland e Arnon e; entre 26,73 e 54,47 g kg⁻¹ em Sarruge. As menores concentrações foram proporcionadas pela omissão de K e as maiores na omissão de Mg, para todas as soluções. Provavelmente devido a um efeito antagônico, no qual, elevadas concentrações de K acarretaram em menores concentrações de Mg. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2006), que observaram aumento na concentração de K ao omitir Mg.

As maiores concentrações de Ca foram observadas nas soluções de Bolle-Jones, com variação de 1,60 a 1,90 g kg⁻¹, sem significância nos tratamentos das soluções de Bolle-Jones e de Hoagland e Arnon. Essa última, não limitou o crescimento, porém, promoveu o aparecimento de sintomas nas folhas das mudas. Nas soluções de Sarruge, as concentrações de Ca variaram de 1,03 g kg⁻¹ na omissão de Ca a 1,90 g kg⁻¹ na omissão de Mg, explicado pelo efeito antagônico entre Ca, Mg e K (MENDONÇA et al. 1999). Porém, todas, independente da solução aplicada, abaixo da verificada por Marques et al. (2004b), que foi de 39,77 g kg⁻¹ no tratamento completo.

As mudas nas soluções de Bolle-Jones apresentaram concentrações de Mg entre 1,27 g kg⁻¹ na completa e 2,03 g kg⁻¹ na omissão de Ca; entre 1,00 g kg⁻¹ na omissão de Ca e 1,70 g kg⁻¹ na omissão de N nas soluções de Hoagland e Arnon e; entre 1,00 g kg⁻¹ na omissão de S e 1,80 g kg⁻¹ na omissão de K na de Sarruge, sem significância. Evidenciando o antagonismo entre os K e Mg, também observado por Moretti et al. (2011) e Carlos et al. (2014). Além disso, todas as concentrações permaneceram abaixo das observadas por Marques et al. (2004b), o que explica porque as plantas apresentaram sintomas de deficiências e limitações no crescimento ao omitir Mg.

Marques et al. (2004b) observaram concentração de S de 2,70 g kg⁻¹ para mudas na solução completa de Bolle-Jones, que foi inferior às concentrações máximas observadas dentre as soluções estudadas. Nas

soluções de Bolle-Jones, as concentrações de S estiveram entre 1,90 g kg⁻¹ na completa e 3,10 g kg⁻¹ na omissão de P; nas soluções de Hoagland e Arnon entre 1,20 g kg⁻¹ na omissão de K e 3,67 g kg⁻¹ na omissão de Ca; nas soluções de Sarruge entre 2,00 g kg⁻¹ na omissão de Ca e 2,97 g kg⁻¹ na omissão de P. A elevação nas concentrações de S ao omitir P está relacionada à interação entre sulfato e fosfato. Na falta do sulfato, o fosfato é absorvido para promover algumas de suas funções nas plantas. Isso pode evidenciar a pouca necessidade da planta pelo elemento, ao menos até o 90º dia de estabelecimento ou, sua eficiência na absorção do S atmosférico, pois, a ausência de S pouco limitou o crescimento das plantas.

Concentração de micronutrientes

As concentrações de micronutrientes (Tabela 6) foram influenciadas pelas soluções nutritivas aplicadas às mudas de *S. amazonicum*.

Tabela 6 – Concentrações de micronutrientes, em mg kg⁻¹, em folhas de mudas de *Schizolobium amazonicum*, submetidas a diferentes soluções nutritivas

Tratamento	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Bolle-Jones					
Completa	5,87 a	91,23 b	20,60 d	12,93 a	43,67 c
-N	3,80 b	91,23 b	38,20 c	15,00 a	57,83 b
-P	3,80 b	143,83 a	46,93 b	9,20 b	69,77 b
-K	3,80 b	143,83 a	42,57 c	17,90 a	83,93 a
-Ca	5,87 a	108,77 b	38,17 c	12,93 a	63,83 b
-Mg	5,87 a	91,23 a	51,30 b	17,50 a	48,33 c
-S	3,80 b	91,23 a	64,50 a	7,90 b	26,13 d
CV%	25,01	21,11	19,95	23,86	17,98
Hoagland e Arnon					
Completa	3,83 a	231,57 a	42,57 a	8,80 a	34,90 b
-N	3,83 a	91,23 b	42,57 a	4,67 a	30,37 b
-P	3,83 a	108,77 b	46,97 a	7,13 a	27,90 b
-K	3,83 a	73,70 b	25,00 b	4,53 a	36,20 b
-Ca	3,80 a	91,23 b	51,33 a	9,23 a	33,77 b
-Mg	3,80 a	73,70 b	29,40 b	6,27 a	26,33 b
-S	3,80 a	91,23 b	46,93 a	4,17 a	57,83 a
CV%	1,14	26,39	22,57	47,58	20,60
Sarruge					
Completa	3,83 a	73,70 b	29,40 b	7,17 b	26,67 b
-N	3,83 a	73,70 b	25,00 b	10,37 a	17,07 c
-P	3,83 a	73,70 b	29,40 b	4,17 c	37,73 a
-K	3,83 a	91,23 a	29,40 b	2,53 c	32,43 a
-Ca	3,80 a	73,70 b	20,60 b	4,87 c	27,80 b
-Mg	3,80 a	73,70 b	29,40 b	4,17 c	43,60 a
-S	3,80 a	73,70 b	42,57 a	7,97 b	34,40 a
CV%	1,14	7,53	18,94	23,67	18,02

Fonte: Vieira, C. R. et al. (2014).

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

As concentrações de Cu foram maiores em plantas submetidas às soluções de Bolle-Jones, permanecendo entre 3,80 mg kg⁻¹ e 5,87 mg kg⁻¹ (na completa), semelhante ao observado por Marques et al. (2004b) que foi de 5,48 mg kg⁻¹. Não se observou significância ao analisar as concentrações de Cu nas mudas em soluções de Hoagland e Arnon e de Sarruge, porém, essas foram semelhantes entre as soluções.

As maiores concentrações de Fe foram observadas em Hoagland e Arnon, variando entre 73,70 e 231,57 mg kg⁻¹, porém, inferior ao observado por Marques et al. (2004b), que foi de 542,33 mg kg⁻¹. O que justifica que, apesar das altas concentrações, as plantas não apresentaram sintomas de toxidez de Fe. Porém, indica alta eficiência na absorção do elemento, sem comprometimento no seu crescimento. Enquanto, nas soluções de Bolle-Jones, variou entre 91,23 e 143,23 mg kg⁻¹ e nas de Sarruge variou entre 73,70 e 91,23 mg kg⁻¹. O aumento nas concentrações de Fe ao omitir Ca acontece devido à competição que existe entre os elementos. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição com Ca²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺ e, principalmente, pelo Mn²⁺, no meio.

As maiores concentrações de Mn foram observadas nas soluções de Bolle-Jones, com valores superiores na omissão de S, variando de 20,60 a 64,50 mg kg⁻¹. Nas soluções de Hoagland e Arnon variaram entre 25,00 e 51,33 mg kg⁻¹ e; nas de Sarruge entre 20,60 e 42,57 mg kg⁻¹. Todas acima das observadas por Marques et al. (2004b), que foi de 3,90 mg kg⁻¹, porém, seguindo as recomendações de Mill e Jones (1996), todos os tratamentos nas três soluções nutritivas propostas estiveram na faixa adequada, entre 10 e 200 mg kg⁻¹. O que pode também ser atribuído para a espécie em estudo, explicando porque essas concentrações não comprometeram o crescimento das mudas, que não apresentaram sintomas de toxidez em Mn.

As maiores concentrações de Zn foram observadas nas soluções de Bolle-Jones, superiores nos tratamentos completo, -N, -K, -Ca e -Mg e médias entre 7,90 e 17,90 mg kg⁻¹. De acordo com Carlos et al. (2014) existe uma competição entre Zn e Ca, por isso, pode-se observar maiores concentrações de Zn em baixos níveis e Ca. Nas soluções de Sarruge somente a omissão de N se destacou, com 10,37 mg kg⁻¹, enquanto que, nas soluções de Hoagland e Arnon, não houve diferença significativa e as médias permaneceram entre 4,17 e 9,23 mg kg⁻¹. Porém, com todas as concentrações abaixo das observadas por Marques et al. (2004b) para *S. amazonicum*, de 70,98 mg kg⁻¹. Segundo Larcher (2000) as concentrações de Zn devem estar entre 10 e 50 mg kg⁻¹. Nesse caso, somente os tratamentos -P e -S não atingiram médias consideradas adequados nas soluções de Bolle-Jones. Nas soluções de Sarruge, somente no tratamento -N o valor ideal foi atingido e; nas soluções de Hoagland e Arnon nenhum tratamento obteve concentrações dentro da faixa.

As soluções propostas por Bolle-Jones também proporcionaram as maiores concentrações de B, sendo superiores na omissão de K. Nesse caso, os valores ficaram entre 26,13 e 83,93 mg kg⁻¹. Seguida pelas soluções de Hoagland e Arnon, nas quais as médias ficaram entre 26,33 e 57,83 mg kg⁻¹ e; das soluções de Sarruge, com médias entre 17,07 e 43,60 mg kg⁻¹. Porém, em todas as soluções se observou concentrações de B superiores e/ou inferiores às obtidas por Marques et al. (2004b). Porém, ao considerar como ideal a recomendação proposta por Mills e Jones (1996) de 20 mg kg⁻¹ verifica-se que, apenas no tratamento -N de Sarruge as concentrações de B ficaram abaixo da recomendação. Os demais apresentaram concentrações acima, podendo

indicar o seu excesso no preparo das soluções nutritivas, apesar de não ter sido observado sintoma de toxidez de B.

Portanto, a metodologia proposta por Sarruge não atendeu às necessidades nutricionais da espécie. Nesse caso, a metodologia de Bolle-Jones foi a que mais se adequou às exigências nutricionais das mudas de *S. amazonicum*, o que influenciou nos resultados de crescimento e de sintomatologia.

Conclusões

As diferentes soluções nutritivas promovem resultados diferenciados quanto à morfologia e nutrição para a mesma espécie, corroborando o fato de que influencia nas conclusões das pesquisas com elemento faltante.

A solução proposta por Bolle-Jones é a mais indicada para mudas de *Schizolobium amazonicum*.

A solução de Sarruge demanda maior tempo para observação dos sintomas de deficiências e não compromete o crescimento das mudas de *Schizolobium amazonicum* até os 90 dias.

Referências

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.671-679, 2005.

BENEDETTI, E. L.; WINK, C.; SANTIN, D.; SEREDA, F.; ROVEDA, L. F.; SERRAT, B. M. Crescimento e sintomas em mudas de espinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.2, p.335-343, 2009.

BOLLE JONES, E. W. Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. **Journal of Rubber Research**, v.14, p.183, 1954.

CAMARGOS, S. L.; MURAOKA, T.; FERNANDES, S. A. P.; SALVADOR, J. O. Diagnose nutricional em mudas de castanheira-do-brasil. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.81-96, 2002.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L.; HIGASHIKAWA, E. M.; GARCIA, M. B.; FARIAS, E. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p.13-21, 2014.

CARVALHO, P. E. **Paricá: *Schizolobium amazonicum***. Embrapa Florestas: EMBRAPA. 2007. 8p. (Circular Técnica, n.142).

CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. Sintomas de deficiência nutricional de macronutrientes em mudas de *Khaya ivorensis* cultivadas em solução nutritiva. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.34, n.78, p.159-164, 2014.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotropical – II**: as leguminosas da Amazônia brasileira. Belém: Instituto Agrônomo do Norte, 1949. 248p. (Boletim Técnico, n.18)

EPSTEIN, E. 1975. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 341p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **The importance of phosphorus in the initial development of plant**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2001. 5p. (Informativo Agrônomo, n.95).

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method of growing plants without soil**. Berkeley: University of California. 1950. 32p.

IWAKIRI, S.; ZELLER, F.; PINTO, J. A.; RAMIREZ, M. G. L.; SOUZA, M. M.; SEIXAS, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “paricá” e *Cecropia hololeuca* “embaúba” para produção de painéis aglomerados. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.2, p.303-308, 2010.

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

MAGALHÃES, J. R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Brasília: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. 1998. 64p.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. O.; PAULINO, M. A. P.; SILVEIRA, H. R. O.; FERNANDES, L. A. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pinhão-manso. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p.174-179, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F.

Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.167-183, 2004a.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.184-195, 2004b.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

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

MORETTI, B. S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, Lavras, v.17, n.6, p.453-463, 2011.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.573-576, 2002.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.173-181, 2004.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.1, n.3, p.231-233, 1975.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p.69-82, 1999.

SILVA JUNIOR, M. L.; SEABRA, D. A.; MELO, V. S.; SANTOS, M. M. L. S.; SANTOS, P. C. T. C. Crescimento, composição mineral e sintomas de deficiências de pariri cultivado sob omissão de macronutrientes. **Revista de Ciência Agrária**, Belém, n.48, p.85-97, 2007.

SILVA, E. B.; TANURE, L. P. P.; SANTOS, S. R.; RESENDE JUNIOR, P. S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.392-397, 2009.

SILVA, E. B.; TANURE, L. P. P.; SOUZA, P. T.; GRAZZIOTTI, P. H.; SILVA, A. C. Crescimento de pinhão-manso em Neossolo Quartzarênico usando a técnica do nutriente faltante. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.14, n.2, p.73-81, 2010.

SILVA, R. C. B.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F. Sintomas de deficiências nutricionais e matéria seca em plantas de nim, cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.17, n.1, p.17-22, 2011.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v.89, n.2, p.107-116, 2002.

SORREANO, M. C. M.; MALAVOLTA, E.; SILVA, D. H.; CABRAL, C. P.; RODRIGUES, R. R. Deficiência de macronutrientes em mudas de sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, Lavras, v.17, n.3, p.347-352, 2011.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, L. R. G. Adubação mineral do ipê-roxo. **Ciência Florestal**, Curitiba, v.16, n.3, p.261-270, 2006.

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, 2010.

SOUZA, M. F.; MARTINS, M. Q.; SILVA, M. F. O.; COELHO, R. I. Omissão de macronutrientes em muda de biribazeiro (*Rollinia mucosa* [Jacq.] Baill) cultivadas em solução nutritiva. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.30, n.1, p.41-45, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland, Massachusetts: SINAUER ASSOCIATES, 1998. 792p.

VALERI, S. V.; PIZZAIA, L. G. E.; SÁ, A. F. L.; CRUZ, M. C. P. Efeitos da omissão de nutrientes em plantas de *Caesalpinia echinata*. **Cerne**, Lavras, v.20, n.1, p.73-80, 2014.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A. Crescimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam) sob omissão de nutrientes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.4, p.51-56, 2008.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F.; COSTA, A. C.; SOUZA, T. R. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.4, p.789-796, 2011.

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

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