

Crescimento de mudas de cumbaru (*Dipteryx alata*) sob omissão de macronutrientes

Seedlings growth of cumbaru (Dipteryx alata) on macronutrients omission

Cristiane Ramos Vieira^{1,3}, Oscarlina Lúcia dos Santos Weber², José Fernando Scaramuzza²

1 – Universidade de Cuiabá – UNIC, Departamento de Agronomia, Cuiabá – MT.

2 – Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Cuiabá – MT.

3 – Autor para correspondência (*Author for correspondence*): cris00986@hotmail.com

RESUMO

Conhecer as exigências nutricionais das plantas permite intervir com práticas de adubação mais adequadas às suas necessidades. Nesse contexto, objetivou-se identificar a sintomatologia visual das carências de macronutrientes em mudas de cumbaru (*Dipteryx alata* Vogel.), bem como o crescimento das mudas submetidas às soluções nutritivas. As mudas foram produzidas em areia até atingirem 20 cm de altura. Após esse período, foram transplantadas para tubos de PVC com areia e, submetidas por 15 dias ao período de adaptação com solução nutritiva completa. Em seguida, foram submetidas a sete tratamentos: solução nutritiva completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S; em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As mudas foram avaliadas em altura e diâmetro a cada 30 dias e os sintomas de deficiência foram identificados a cada 15 dias. Após 90 dias, as plantas foram secas em estufa, pesadas e moídas para as análises dos teores de macronutrientes. Os nutrientes mais requeridos na produção de massa da parte aérea das mudas de cumbaru foram K e Mg; enquanto Ca, K, Mg e S foram os mais requeridos para a produção de massa na parte radicular.

Palavras-chave: Nutrição de plantas; elemento faltante; Cerrado.

ABSTRACT

Meet the nutritional requirements of plants allows intervene with fertilization practices most appropriate to the needs of each species. In this context, the objective was to identify visual symptoms of macronutrient deficiencies in cumbaru seedlings cumbaru (*Dipteryx alata* Vogel.) and growth of seedlings in nutrient solutions. The seedlings were grown in sand until they reach 20 cm in height. After this period, were transplanted into PVC tubes with sand and subjected for 15 days to the adaptation period with a complete nutrient solution. Then submitted on seven treatments: complete nutrient solution and the omission of N, P, K, Ca, Mg and S, in a completely randomized design with three replications. The seedlings were evaluated for height and diameter every 30 days and the symptoms of deficiency were identified every 15 days. After 90 days, the plants were dried, weighed and milled for analysis of macronutrient content. The nutrients most required in mass production of shoots of cumbaru seedlings were K and Mg; while the most required for mass production in the root were Ca, K, Mg and S.

Keywords: Plants nutrition; missing element; Cerrado.

INTRODUÇÃO

Algumas espécies do Cerrado podem vir a constituir potenciais fontes de exploração econômica, desde que a pesquisa de sistemas de cultivo, manejo e desenvolvimento de tecnologias viabilizem seu aproveitamento (Barbosa, 1996). Das espécies nativas do Cerrado, o cumbaru (*Dipteryx alata*) destaca-se pela amplitude de ocorrência e pela sua integração com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais (Corrêa et al., 2000).

D. alata é uma espécie da família leguminosa de ocorrência natural em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, regiões onde ocorrem as vegetações do tipo Cerrado e Floresta Latifoliada Semidecídua. Possui madeira de alta resistência ao apodrecimento e ao ataque de organismos xilófagos (Lorenzi, 1992). No entanto, pouco se conhece sobre as técnicas de produção de mudas da espécie e suas exigências nutricionais. São escassos os estudos sobre o cumbaru, apesar de ser uma espécie com grande potencial para uso em recomposição florestal e de apresentar madeira para fins econômicos.

A escassez de informações nutricionais não ocorre apenas com a *D. alata*, estende-se também para a maioria das espécies florestais nativas. Entretanto, a tendência é o aumento das pesquisas com as espécies nativas, pois, antes de qualquer implantação florestal devem-se obter informações da fertilidade do solo, a fim de atender às exigências nutricionais das espécies que serão plantadas.

Segundo Sarcinelli et al. (2004), o conhecimento das exigências nutricionais das espécies florestais permite a identificação e correção de suas deficiências no solo. Isso porque os nutrientes têm funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas. Dessa forma, quando um dos elementos essenciais não está presente em quantidades satisfatórias, ou em condições que o tornam pouco disponível, a sua deficiência promove

alterações no metabolismo das plantas. Os sintomas de carências minerais são mais ou menos característicos para cada nutriente, da espécie/cultivar e de fatores ambientais (Coelho et al. 2002).

Uma das maneiras de identificar os nutrientes mais requeridos por determinada espécie, bem como os sintomas que esta pode apresentar no caso de deficiência de algum nutriente é a técnica do elemento faltante. De acordo com Chaminade (1972) essa técnica fornece informações sobre quais nutrientes estão deficientes, qual a importância relativa dessa deficiência; qual a velocidade de redução da fertilidade do solo; etc.

Silva et al. (2009) verificaram que o Ca, Mg e K são os nutrientes mais limitantes para *Jatropha curcas* L. Silva et al. (2011) estudando *Azadirachta indica* A. Juss. concluíram que N, P, K, Ca e Mg são primordiais para a produção de matéria seca total. Wallau et al. (2008), trabalhando em plantas cultivadas em solução nutritiva completa observaram, em mudas de *Swietenia macrophylla* King., que as maiores concentrações foliares encontradas foram de N, seguido de Ca, K, S, Mg e P na parte aérea; e K, seguido de N, Ca, S, Mg e P nas raízes. O que expressa a alta demanda por N, K e Ca pelas mudas de mogno na fase inicial de desenvolvimento. Quanto aos micronutrientes, Silva et al. (2007), verificaram que o Cu corresponde ao mais limitante para o desenvolvimento de mudas de *S. macrophylla*.

Dessa forma, faz-se necessário desenvolver pesquisas que permitam obter conhecimentos sobre as características dos sintomas visuais relacionadas às deficiências nutricionais para cada espécie. Portanto, esse estudo teve por objetivo descrever a sintomatologia das deficiências nutricionais e identificar os macronutrientes limitantes para o crescimento de mudas de *D. alata* Vogel. (cumbaru).

MATERIAL E MÉTODOS

A produção das mudas de *D. alata* foi realizada no viveiro da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), com sementes coletadas de árvores do campus da Universidade, semeadas em canteiro de 1,20 m x 3,00 m, a pleno sol, contendo areia, sem tratamento de dormência. Após 20 dias iniciou-se a germinação e as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de 20 x 10 cm contendo areia, mantendo irrigação diária.

Ao atingir 20 cm de altura (20 dias após a germinação) as mudas foram transportadas para a casa de vegetação da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ) da UFMT, situada nas coordenadas 15°36'39"S e 56°3'54"O, construída de material telado tipo sombrite branco e coberta com telha de amianto, sem controle de temperatura. O clima local é do tipo tropical úmido, com precipitação média de 1300 mm e temperatura média de 26°C. As mudas foram transplantadas para tubos de PVC de 40 cm de comprimento preenchidos com areia previamente lavada e tratada com hipoclorito, esses tubos foram vedados com tela e colocados sob recipiente plástico para evitar perda de material e as mudas receberam irrigação diariamente, permanecendo por 15 dias em período de estabelecimento.

Após esse período, as mudas foram submetidas às aplicações de solução completa em nutrientes com ¼ de força (25% da concentração de nutrientes sugerida na metodologia), conforme recomendação de Sarruge (1975), para garantir que todas iniciariam o experimento nas mesmas condições nutricionais. Essas aplicações se deram a cada cinco dias, com 50 mL de solução completa. Nesse período, no dia em que se aplicou a solução não ocorreu a irrigação. O pH da solução foi mantido a 5,9±0,1 e quando necessário foram feitas as correções com HCl 1,0M ou NaOH 1,0M.

Encerrado o período de aplicação da solução completa, as mudas foram submetidas às

soluções completa e com omissões de nutrientes, sendo 50 mL da solução com 100% de força (100% da concentração de nutrientes sugerida na metodologia), conforme recomendação de Sarruge (1975) e preparadas com reagentes puros (P.A.), com renovação a cada cinco dias e mantendo o pH a 5,9±0,1 durante todo o experimento. A solução completa, segundo Sarruge (1975) teve a seguinte composição: N – 210 mg/L; P – 31 mg/L; K – 234 mg/L; Ca – 200 mg/L; Mg – 48 mg/L; S – 64 mg/L. Nesse período, a irrigação se deu uma vez por dia com 50 mL de água, exceto no dia de aplicação das soluções, em que a mesma não foi realizada.

Os sete tratamentos testados foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 21 parcelas: C (solução nutritiva completa; N (omissão de N); P (omissão de P); K (omissão de K); Ca (omissão de Ca); Mg (omissão de Mg) e S (omissão de S).

As sintomatologias visuais de deficiências foram descritas a cada 15 dias durante 90 dias, enquanto, a caracterização morfológica foi realizada a cada 30 dias, com medições em altura (H) e diâmetro de colo (DC). A altura da parte aérea, em cm, foi medida com régua graduada, a 5 cm da superfície do solo. O diâmetro, em mm, foi medido com paquímetro digital PROFIELD®, na região do coleto. Aos 90 dias, as mudas foram retiradas e seccionadas em partes aérea e radicular. As raízes foram lavadas e, em seguida, todo o material foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C. Ao atingirem peso constante, o material seco foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0005g (unidade que designa o erro de linearidade ao proceder com a pesagem nessa balança), obtendo-se a massa seca.

O material seco, proveniente das partes foliar e radicular, foi moído e submetido às digestões nitro-perclórica e sulfúrica. 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 fotometria de chama de emissão;

Ca e Mg por quelatometria com EDTA, sendo que os teores dos mesmos foram obtidos por diferença. Para essas determinações utilizou-se a metodologia de Malavolta et al. (1997).

Para o processamento e análise dos dados utilizou-se o software Assistat 7.6 beta (Assistat, 2013), e a análise de variância e comparações múltiplas de médias pelo teste Tukey considerando significância de 95% ($p > 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biometria e produção de massa seca

A altura, o diâmetro de colo e a produção de massa seca em mudas de *D. alata* submetidas a diferentes soluções nutritivas durante três meses estão apresentados na Tabela 1. As avaliações mensais não demonstraram significância de crescimento em altura e diâmetro. Quanto à produção de massa, observou-se que o tratamento completo proporcionou a maior produção tanto na parte aérea quanto na parte radicular.

Tabela 1. Altura (H, em cm), diâmetro de colo (DC, em mm), massa seca das partes aérea (MSPA, em g) e massa seca da raiz (MSPR, em g) de mudas de *Dipteryx alata* em soluções com omissão de macronutrientes

Table 1. Height (H, in cm), diameter (DC, in mm), aerial dry mass (MSPA, in g) roots dry mass (MSPR, in g) parts of *Dipteryx alata* seedlings in omission of macronutrients

Tratamento	Biometria							
	H30	H60	H90	DC30	DC60	DC90	MSPA	MSPR
Completa	31,33 a	39,33 a	40,33 a	3,09 a	4,08 a	4,23 a	3,57 a	1,87 a
-N	25,67 a	30,00 a	32,33 a	3,89 a	4,15 a	4,37 a	2,54 bc	1,44 ab
-P	29,33 a	32,33 a	32,33 a	3,84 a	4,13 a	4,35 a	2,51 bc	1,15 ab
-K	19,00 a	25,00 a	26,33 a	3,38 a	3,79 a	4,13 a	2,17 cd	0,63 b
-Ca	23,33 a	29,33 a	32,00 a	3,29 a	3,47 a	3,88 a	2,90 b	0,92 b
-Mg	21,67 a	28,67 a	30,00 a	3,24 a	3,30 a	3,64 a	1,88 d	0,88 b
-S	27,67 a	29,00 a	30,67 a	3,64 a	4,04 a	4,66 a	2,41 bc	0,98 b
CV (%)	21,95	19,71	18,62	13,10	9,56	9,02	7,30	26,80

H30 – Altura aos 30 dias; H60 – altura aos 60 dias; H90 – altura aos 90 dias; DC30 – diâmetro de colo aos 30 dias; DC60 – diâmetro de colo aos 60 dias; DC90 – diâmetro de colo aos 90 dias; MSPA – massa seca da parte aérea; MSPR – massa seca da parte radicular. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Omissão de N - Reduziu o crescimento em altura das mudas de *D. alata* em 20% (em comparação com o tratamento completo), porém sem significância. Quanto à massa das partes aérea e radicular, houve redução significativa de 29% na massa aérea e de 33% na radicular, ao comparar com o tratamento completo. A redução no crescimento das plantas em omissão de N é esperada porque, em geral, esse é o elemento mais requerido, devido às funções que exerce no metabolismo das espécies vegetais.

De acordo com Marschner (1995) e Malavolta et al. (1997) grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento, pois esse elemento, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucléicos, enzimas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

A redução na produção de massa das mudas ao omitir N ocorre porque a omissão de N reduz o processo de divisão celular, afetando o crescimento da planta (Malavolta, 2006). Um exemplo disso foi o resultado obtido por Barroso et al. (2005) no estudo com *Tectona grandis* Linn. F. Os autores observaram que, a falta de N foi determinante na redução do peso da matéria seca da parte aérea da espécie, devido às suas funções que o elemento exerce nas plantas, semelhante ao ocorrido nas mudas de *D. alata*.

Omissão de P - A omissão de P promoveu a redução do crescimento em altura das mudas em 20%. A massa aérea foi reduzida em 28% e; na parte radicular em 38%, comparado ao tratamento completo. Rocha Filho et al. (1978), encontraram quedas de 69% na produção de massa de mudas de *E. urophylla* S.T. Blake, quando cultivadas sob carência de P em relação à solução completa. O P é um elemento requerido para a formação das raízes, por isso, sua omissão afeta o crescimento e isso, posteriormente, influenciará na absorção dos demais nutrientes e água.

Autores como Silveira et al. (2002), estudando clones de *E. grandis* Hill. Ex Maiden e *E. urophylla* e, Wallau et al. (2008) ao estudar mudas de *S. macrophylla*, verificaram pouca redução no crescimento em altura quando as mudas foram submetidas à omissão de P. Isso acontece, de acordo com Wallau et al. (2008), porque as sementes contêm uma reserva de P (P-fitina) que pode fornecer quantidade suficiente desse nutriente, na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Sarcinelli et al. (2004), ao trabalharem com omissão de macronutrientes em *Acacia holosericea* A. Cunn ex G. Don., verificaram que, possivelmente, a reserva de P inorgânico foi suficiente para que não houvesse manifestação de deficiência nutricional de P nas plantas com P faltante durante todo o período de cultivo com supressão desse macronutriente. O que pode ter ocorrido neste estudo, principalmente no desenvolvimento em diâmetro das mudas de *D. alata*.

Omissão de K – Em termos percentuais, a omissão de K foi a que mais limitou o crescimento em altura das mudas de *D. alata*, redução de 35% comparado ao tratamento completo, porém, pouco limitou o crescimento em diâmetro. A massa aérea foi reduzida em 39% e; em 66% na parte radicular, comparado com o tratamento completo. Salvador et al. (1994) e Wallau et al. (2008) também verificaram redução no crescimento de mudas de *Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. e *S. macrophylla*, respectivamente, quando submetidas à omissão de K.

Omissão de Ca – Nesse tratamento, o crescimento em altura foi de 79% comparado ao tratamento completo. A massa seca na parte aérea foi limitada pela omissão de Ca, com redução de 19%; e de 51% na parte radicular, comparado ao tratamento completo. Salvador et al. (1994) e Wallau et al. (2008) também observaram redução no crescimento de *T. grandiflorum* e *S. macrophylla*, respectivamente, ao omitir Ca. Barroso et al. (2005) verificaram que a massa seca da parte aérea de *T. grandis* foi reduzida pela ausência de todos os macronutrientes, mas a omissão de Ca reduziu em 80% a produção de matéria seca, com relação à solução completa.

A omissão de Ca afeta o crescimento das plantas porque o elemento possui baixa mobilidade nas plantas, por isso, se concentra principalmente nas raízes, onde exerce funções no crescimento radicular. No entanto, esse crescimento é importante para a absorção do Ca porque o mesmo é realizado principalmente por interceptação radicular, como comentado por Malavolta et al. (1997). Dessa forma, afeta também a absorção dos demais nutrientes.

Omissão de Mg - O crescimento em altura reduziu 26% em relação ao tratamento completo. Com relação ao diâmetro de colo, a redução foi de 14%. Além disso, observaram-se os menores valores em massa seca na parte aérea (redução de 47%) e, uma das menores na parte radicular (redução de 53%). Maffei et al. (2000) também verificaram redução de crescimento nas mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook. em omissão de Mg. O

crescimento das plantas é afetado em situações de deficiência de Mg porque o elemento compõe as clorofilas e, conseqüentemente, o processo fotossintético das mesmas.

Omissão de S – O crescimento em altura foi limitado em 24%, ao omitir S. Porém, não ocorreu redução no crescimento em diâmetro. Quanto à massa seca na parte aérea, a redução foi de 39% e, em de 47% na parte radicular. Maffeis *et al.* (2000) e Barroso *et al.* (2005) também verificaram redução no crescimento das mudas de *E. citriodora* e *T. grandis*, respectivamente, ao omitir S. Isso pode ocorrer porque o elemento faz parte da composição de proteínas importantes para o crescimento das plantas.

Os tratamentos -K e -Mg foram os que mais limitaram a produção de massa seca na parte aérea: -Mg>-K>-S>-P>-N>-Ca>Completo. Em relação à parte radicular, -K, -Ca, -Mg e -S foram os que mais limitaram, seguindo a ordem: -K>-Mg>-Ca>-S>-P>-N>Completa.

Sintomatologia visual da deficiência de macronutrientes

Nitrogênio – As mudas apresentaram enrugamento nas bordas das folhas e pontos com coloração verde claro começando pelas folhas velhas, provavelmente devido à redução da síntese de clorofila. Os sintomas progrediram, posteriormente, para coloração clara e manchas cloróticas ou necrosadas, tanto em folhas novas, quanto em folhas velhas. Além disso, as mudas apresentaram nova inserção com folhas deformadas ou atrofiadas.

Sintomas semelhantes foram observados por Marques *et al.* (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* Herb. e Silveira *et al.* (2002) em clones híbridos de *E. grandis* com *E. urophylla*. De acordo com Simões & Couto (1973), esses sintomas acontecem porque o N está presente em compostos que são de importância fisiológica no metabolismo, como a clorofila, os nucleotídeos, os fosfotídeos, os alcalóides e enzimas, reguladores e vitaminas.

Fósforo – As mudas apresentaram folhas velhas com pequenos pontos verdes mais claros, passando para uma coloração mais clara que as folhas normais, com tom verde amarelado. Algumas dessas folhas apresentaram enrugamento mais acentuado. Observou-se ainda, nova inserção com folhas mal formadas. Os sintomas observados foram semelhantes com os verificados em *T. grandis*, por Barroso *et al.* (2005).

Potássio - As mudas apresentaram folhas velhas com coloração mais clara, seguido de necrose das bordas. Algumas mudas apresentaram o ápice atrofiado (devido à queima) ou com folhas mal formadas. Benedetti *et al.* (2009), mencionam que a necrose nas folhas das mudas com deficiência de K pode ser causada pelo acúmulo de putrescina. Rocha Filho *et al.* (1978) também encontraram faixas cloróticas nas bordas e ápice das folhas de híbridos de *E. urophylla*.

Cálcio - As mudas apresentaram folhas com pequenas manchas de coloração verde amarelada que progrediram para amarelecimento total com alguns pontos cloróticos, ou folhas com coloração verde claro. Algumas dessas folhas tornaram-se enrugadas após dois meses de aplicação da solução nutritiva.

O enrugamento das folhas também foi observado por Barroso *et al.* (2005) em *T. grandis*; por Sarcinelli *et al.* (2004) em *A. holosericea* e por Silveira *et al.* (2002) em clones híbridos de *E. grandis* com *E. urophylla*.

Magnésio – Observaram-se folhas verdes com zonas mais claras próximas às nervuras, progredindo para tom mais amarelado, passando para amarelecimento total das folhas. Algumas apresentaram ainda, folhas com bordas necrosadas, enrugamento de folhas e ápice foliar atrofiado.

Segundo Manica (1999), em plantas com deficiência de Mg, as folhas mais velhas apresentam coloração verde-clara, progredindo para o aparecimento de manchas amareladas

ou folhas completamente amarelas e avermelhadas ao longo das margens.

Enxofre – Observaram-se mudas com folhas com coloração em tom verde mais claro, que progrediu para manchas amareladas por todo o limbo foliar, e em seguida, bordas necrosadas. As folhas apresentaram enrugamento e nova inserção com folhas mal formadas. Marques et

al. (2004) também observaram folhas novas com coloração verde-claro, progredindo para o amarelo intenso, em mudas de *S. amazonicum*.

Concentração de macronutrientes

As médias das concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular das mudas de *D. alata* estão apresentadas nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Concentrações de macronutrientes, em g kg⁻¹, na parte aérea de mudas de *Dipteryx alata* submetidas às omissões de nutrientes

Table 2. Concentration of macronutrients, in g kg⁻¹, in shoots of *Dipteryx alata* seedlings submitted to the omission of nutrients

Tratamento	Concentração na parte aérea					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	20,44 ab	8,34 a	6,00 b	4,67 ab	5,00 a	1,03 a
-N	15,96 ab	8,89 a	7,00 a	4,17 abcd	2,50 b	0,90 a
-P	15,12 b	5,00 b	5,83 b	4,03 bcd	5,00 a	0,74 a
-K	20,16 ab	8,50 a	5,00 c	4,90 a	2,00 b	1,26 a
-Ca	19,97 ab	8,13 a	5,83 b	3,83 cd	3,00 ab	0,80 a
-Mg	25,57 a	8,33 a	7,00 a	3,47 d	1,50 b	0,79 a
-S	20,53 ab	7,49 ab	5,67 bc	4,57 abc	3,00 ab	0,75 a
CV (%)	17,92	11,80	4,42	6,97	27,55	29,89

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Concentrações de macronutrientes, em g kg⁻¹, na parte radicular de mudas de *Dipteryx alata* submetidas às omissões de nutrientes

Table 3. Concentration of macronutrients, in g kg⁻¹, in roots of *Dipteryx alata* seedlings submitted to the omission of nutrients

Tratamento	Concentração na parte radicular					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completa	13,07 b	6,53 b	4,00 bc	4,80 a	3,00 b	1,12 a
-N	12,79 b	7,10 b	4,33 ab	4,57 a	5,50 a	0,78 a
-P	16,80 ab	6,10 b	3,67 cd	4,67 a	3,00 b	0,70 a
-K	19,97 a	5,50 b	3,50 d	4,67 a	2,00 b	1,13 a
-Ca	15,12 ab	10,08 a	4,50 a	4,73 a	3,00 b	1,12 a
-Mg	19,79 a	9,48 a	4,50 a	4,77 a	2,50 b	0,53 a
-S	15,31 ab	9,21 a	4,00 bc	4,73 a	2,00 b	1,01 a
CV (%)	11,76	8,82	3,78	1,80	28,87	25,72

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A maior concentração de N se deu na parte aérea das mudas, o que evidencia sua fácil mobilidade, nesse caso, as menores médias para N foram verificadas ao omitir P. Contrariamente a esse resultado, ao omitir Mg, houve aumento da concentração de N, nas partes aérea e radicular das mudas. Apesar disso, em todos os tratamentos se observou concentrações de N dentro da faixa adequada,

segundo recomendação de Malavolta et al. (1997) para espécies florestais. O que indica que, o período de adaptação pode ter contribuído para manter os níveis de N nas plantas durante a fase de omissão do nutriente, explicando-se assim, a falta de significância das médias de crescimento no tratamento -N. Ou, a eficiência de utilização do N em solos com baixas concentrações desse elemento. Na

parte radicular também houve aumento de N nas omissões de P, K, Ca e S, e redução na omissão de N. Duboc et al. (1996) também verificaram diminuição na absorção de N em tratamento com omissão de P. As observações no tratamento -N foram parecidas com as de Barroso et al. (2005), que verificaram redução do teor de N no sistema radicular de *T. grandis* em omissão de N.

A concentração de P foi significativamente reduzida pela omissão de P na parte aérea, nesse caso, a omissão de S também diminuiu a concentração do nutriente, se comparado ao tratamento completo. Enquanto que, as omissões de N, K, Ca e Mg, promoveram o aumento da concentração de P. No entanto, em todos os tratamentos se observou concentrações de P maiores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997). O que explica porque não houve redução no crescimento em altura e diâmetro das mudas ao omitir P. Na parte radicular, observou-se aumento da concentração de P ao omitir Ca, Mg e S e; redução na omissão de N, P e K e no tratamento completo.

As maiores concentrações de K foram encontradas na parte aérea das mudas de *D. alata*. No entanto, ao omitir K, sua concentração também diminuiu significativamente, tanto na parte aérea, quanto na radicular. Houve aumento da concentração de K, com as omissões de N e Mg na parte aérea; e de Ca e Mg, na parte radicular. Resultados semelhantes foram observados por Barroso et al. (2005), que verificaram, na ausência de K, redução do teor de K na parte aérea e no sistema radicular em mudas de *T. grandis*. Nesse caso, as concentrações de K foram menores que as recomendadas para espécies florestais, segundo Malavolta et al. (1997), entre 10 e 15 g.kg⁻¹ de K, mesmo no tratamento com solução completa. O que explica a redução no crescimento das mudas de *D. alata* em solos deficientes de K.

Em relação às concentrações de Ca, observou-se que, ao omitir K houve aumento da concentração de Ca na parte aérea. Isso ocorre,

como citado por Malavolta et al. (1980), porque a absorção de Ca pode ser diminuída mediante o alto conteúdo de K, Mg e NH₄ no meio, o que também foi observado por Souza et al. (2006). Nas omissões de P, Ca e Mg, houve redução da concentração de Ca. No entanto, segundo Malavolta et al. (1997), Ca na parte aérea de espécies florestais deve estar entre 3,0 e 12 g.kg⁻¹, portanto, suas concentrações nas mudas de *D. alata* estiveram dentro da faixa adequada em todos os tratamentos. Comparando-se parte aérea e parte radicular, verificou-se que, as concentrações de Ca foram maiores na parte radicular, evidenciando a pouca mobilidade do macronutriente, já verificada por Malavolta (1980), afetando a absorção dos demais nutrientes e, conseqüentemente seu crescimento.

As médias para as concentrações de Mg foram significativamente iguais a do tratamento completo, ao omitir P na parte aérea das mudas. Nas omissões de N, K e Mg houve redução do teor de Mg. Contrariamente ao ocorrido na parte radicular, em que, houve maior absorção de Mg na omissão de N, enquanto os outros tratamentos foram significativamente iguais. Barroso et al. (2005) também observaram em *T. grandis* que, a omissão de Mg resultou na redução do teor de Mg, além de aumento de Zn na parte aérea, bem como diminuição de K e aumento de Ca e Zn no sistema radicular. As concentrações de Mg devem estar entre 1,5 e 5 g.kg⁻¹, de acordo com Malavolta et al. (1997), portanto, todos os tratamentos apresentaram concentrações adequadas, por isso, não houve redução significativa no crescimento das mudas de *D. alata* ao omitir Mg.

Com relação ao S, não houve diferença de concentração tanto na parte aérea quanto na radicular. Seguindo a recomendação de Malavolta et al. (1997), em que a concentração de S deve estar entre 1,4 e 2,0 g.kg⁻¹, observa-se que, em nenhum tratamento a concentração esteve dentro da faixa adequada, o que afetou a produção de massa das mudas de *D. alata*.

CONCLUSÕES

Os macronutrientes que mais limitaram o crescimento inicial das mudas de *D. alata* foram: K, Mg e S para a produção de massa seca da parte aérea e K, Ca, Mg e S, na radicular. Nos tratamentos com omissões em que se observou pouca limitação no crescimento, as plantas provavelmente obtiveram reservas desses macronutrientes da própria semente ou as adquiriu durante o período de adaptação, apresentando eficiência na utilização desses elementos durante os primeiros 90 dias de crescimento das mudas de *D. alata*.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. S. 1996. **Sistema biogeográfico do cerrado**: alguns elementos para sua caracterização. Goiânia: UCG. 44 p.
- BARROSO, D.G.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; PEREIRA, R.C.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, L.C. 2005. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, 29(5):671-679.
- BENEDETTI, E.L.; WINK, C.; SANTIN, D.; SEREDA, F.; ROVEDA, L.F.; SERRAT, B.M. 2009. Crescimento e sintomas em mudas de espinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Floresta**, 39(2):335-342.
- CHAMINADE, R. 1972. Recherches sur fertilité et la fertilisation des sols en régions tropicales. **Agronomie Tropicale**, 27(9):891-904.
- COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAM, D.; CASELA, C.R.; RIBAS, P.M. 2002. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: Associação de Pesquisa de Fosfato e Potassa. (Arquivo do agrônomo, 14).
- CORRÊA, G.C.; NAVES, R.V.; ROCHA, M.R.; ZICA, L.F. 2000. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 30(2):5-11.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R. 1996. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). **Revista Cerne**, 2(2):31-47.
- LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum. 352p.
- MAFFEIS, A.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O. 2000. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, 57:87-98.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p.
- MALAVOLTA, E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.
- MALAVOLTA, E. 2006. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 638p.
- MANICA, I. 1999. **Fruticultura tropical 5**: abacaxi. Porto Alegre: Cinco Continentes. 501p.
- MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. 2004. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, 10(2):184-195.
- MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press. 889p.
- ROCHA FILHO, J.V.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. 1978. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 35(1):19-34.
- SALVADOR, J.O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G.A. 1994. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, 51(3):407-414.
- SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JÚNIOR, E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L.S. 2004. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, 28(2):173-181.
- SARRUGE, J.R. 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, 1(3):231-233.
- SILVA, W.G.; TUCCI, C.A.F.; HARA, F.A.S.; SANTOS, R.A.C. 2007. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*) em Latossolo amarelo. **Acta Amazônica**, 37(3):371-376.
- SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; RESENDE JUNIOR, P.S. 2009. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44(4):392-397.

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

SILVEIRA, R.L.V.A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E.N.; SGARBI, F.; BRANCO, E.F. 2002. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, 8(2):107-116.

SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z. 1973. Efeito da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria Angustifolia* (BERT.) O. ktze cultivado em vaso. **Ipef**, (7):3-39.

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