10.30612/agrarian.v13i48.8251

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Crescimento inicial e qualidade de mudas de pau-de-balsa submetidas à deficiência nutricional

Initial growth and quality of pau-de-balsa's seedlings submitted to nutritional deficiency

André de Paulo Evaristo[1], Flaviane Aparecida Santana[1], Amanda da Silva Vieira[1], Maxuel dos Santos Almeida[1], Mayara Mendonça Santos[1], Jairo Rafael Machado Dias[1]

[1] Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Rua Rondônia, 4880, Cidade Alta, São Francisco do Guaporé – RO, 76.935-000. E-mail: andrepauloevaristo@hotmail.com

Recebido em: 03/06/2018 Aceito em:12/02/2019

Resumo: O pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.) é uma essência florestal de rápido crescimento, sendo matéria prima empregada em várias indústrias e na recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial e a qualidade de mudas de pau-de-balsa submetidas à deficiência nutricional. O experimento foi realizado no período de 03/07/2016 a 29/10/2016, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos, usando soluções nutritivas, foram: completa, contendo todos os nutrientes essenciais (SC); omitindo-se: nitrogênio (-N); fósforo (-P); potássio (-K); cálcio (-Ca); magnésio (-Mg) e omitindo-se todos os nutrientes (OT). Aos 60 dias após o transplante (29/10/2016), avaliou-se a altura, diâmetro do colo, relação H/Dc, número de folhas, comprimento de raiz, biomassa seca da parte aérea, raiz e total, área foliar e índice de qualidade de Dickson das mudas. Em todas as omissões nutricionais ocorreu redução da altura. O diâmetro do colo não foi afetado pela omissão de cálcio. O crescimento radicular não sofreu influência das omissões nutricionais. O número de folhas, a biomassa, a área foliar e o índice de qualidade de Dickson apresentaram menores médias quando da supressão de N, P e de todos os nutrientes. O N e o Ca foram os nutrientes mais e menos limitante ao crescimento e à qualidade das mudas, respectivamente.

Palavras-chave: *Ochroma pyramidale*, produção de mudas, índice de qualidade de Dickson, nutrição mineral de plantas

Abstract: The pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb.) is a forest essence that rapid growth, being raw material used in various industries, and for the use in the recovery of degraded areas. The objective of this study was to evaluate the initial growth and the quality of pau-de-balsa seedlings submitted to nutritional deficiency. The experiment was carried out from 07/07/2016 to 10/29/2016, in a greenhouse. The experimental design was a completely randomized design with seven treatments and three replications. The treatments, using nutritive solutions, were: complete, containing all essential nutrients (SC); omitting: nitrogen (-N); phosphorus (-P); potassium (-K); calcium (-Ca); magnesium (-Mg) and omitting all nutrients (OA). The seedlings were evaluated at 60 days after transplanting (29/10/2016) for height, stem diameter, root length, dry shoot, root and total biomass, leaf area and Dickson quality index. In all nutritional omissions, there was a reduction in height. The stem diameter was not affected by the omission of Ca. Root growth was not influenced by nutritional omissions. The leaf number, biomass, leaf area and Dickson quality index presented lower averages in the suppression of N, P and all nutrients. N and Ca were the most and least limiting nutrients in the growth and quality of the seedlings respectively.

Keywords: *Ochroma pyramidale*, seedling production, Dickson quality index, mineral nutrition of plants

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Introdução

O pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.), pertence à família Malvaceae, da classe das Angiospermas. É conhecido por diversos nomes comuns oriundos de diferentes regiões, como pau-balsa, balsa, pata de lebre ou pau de jangada. Tem ocorrência desde o Sul do México até a Bolívia e na Amazônia Brasileira, sendo uma espécie que apresenta rápido crescimento (Ferraz et al., 2008).

Dentre as possibilidades de seu uso, destacam-se a utilização da madeira na construção naval, no revestimento de iates, aérea e civil, como isolante térmico e acústico, na produção de maquetes, caixotaria, artesanatos, na fabricação de papel, celulose e laminados. A pluma, que reveste as sementes, possui utilidade na fabricação de almofadas, travesseiros, salva-vidas e flutuadores e, as folhas, na produção de fitoterápicos (Weirich, 2008).

Relacionado aos estudos de nutrição mineral dos vegetais, a técnica do nutriente faltante (ensaios com omissão nutricional) em mudas de espécies florestais amazônicas é uma importante ferramenta para o desenvolvimento da silvicultura ou outras formas de produção florestal, porque proporcionam subsídios para o manejo adequado destas plantas em fase de viveiro. Dentre os nutrientes minerais comumente utilizados em experimentos com omissão nutricional destacam-se o nitrogênio, o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg), uma vez que são os exigidos em maior quantidade pelos vegetais (Taiz e Zeiger, 2009).

Essa metodologia é bastante difundida devido à sua eficiência e relativa facilidade de execução, sendo utilizada em diversos experimentos com variadas espécies, tais como a cerejeira (*Amburana acreana*) (Vieira et al., 2011), o mogno (*Swietenia macrophylla*) (Wallau et al., 2008) e o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) (Santos, 2015), sendo comum nas espécies estudadas, o N e P, tido como os nutrientes que mais limitam as essências florestais durante a fase de produção de mudas.

Nesse sentido, unindo a praticidade e eficiência do uso da técnica do elemento faltante aos efeitos da carência dos nutrientes nos vegetais, é possível desenvolver estudos que permitam vislumbrar em mudas, através dos parâmetros morfológicos e o índice de qualidade de Dickson, como estas se desenvolvem na supressão de determinado nutriente ou com a presença de todos. Essa atividade pode, entre outras funções, auxiliar na tomada de decisão por parte de produtores de mudas quanto ao uso da adubação no processo produtivo.

Para o pau-de-balsa, por sua vez, observam-se comumente na literatura, estudos relacionados à quebra de dormência das sementes (Martins Netto, 1994; Ramos et al., 2006; Alvino e Rayol, 2007; Santos et al., 2016), os efeitos do uso de calcário (Tucci et al., 2010), níveis de sombreamento durante a produção de mudas (Santos et al., 2014) e sua avaliação de crescimento em campo (Barbosa et al., 2012).

Dessa forma, apesar do sucesso em programas de reflorestamento, o pau-de-balsa carece de informações nutricionais, principalmente durante a fase de produção de mudas, etapa que exerce grande influência sobre o crescimento, desenvolvimento e distribuição da biomassa vegetal na planta, quando adulta (Gomes e Paiva, 2011). Assim, pesquisas que envolvam a nutrição mineral são fundamentais para o sucesso desta atividade na Amazônia. Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento inicial e a qualidade de mudas de pau-de-balsa submetidas à deficiência nutricional durante a fase inicial de estabelecimento.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação instalada na Universidade Federal de Rondônia, Campus Rolim de Moura, durante o período 03/07/2016 a 29/10/2016. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Am, tropical chuvoso, apresentando temperatura anual média de 25˚C e precipitação anual entre 2.200 e 2.500 mm (Alvares et al., 2013).

As sementes de pau-de-balsa foram coletadas em uma árvore matriz da região e 250 foram colocadas para germinar, em bandejas plásticas, utilizando-se como substrato areia tratada, no dia 07/08/2016, sendo

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

transplantadas para os baldes plásticos, 15 dias após germinação, que ocorreu em sete dias, em média. Procurou-se uniformizar ao máximo as plantas que apresentassem parte aérea e sistema radicular nas mesmas condições de crescimento. A areia foi tratada com imersão em uma solução contendo ácido clorídrico a 1M sob concentração de 2,1 $ml.L^{-1}$ de água destilada, durante 20 dias, seguida de lavagem constante, para eliminação de matéria orgânica e outros agentes que pudessem interferir na produção das mudas.

O experimento foi conduzido em baldes plásticos com capacidade para 16 litros, preenchidos totalmente com a areia tratada e irrigados com água destilada, conforme necessidade, mantendo a umidade próxima a capacidade de campo, e submetidos a rodízios periódicos no interior da casa de vegetação (SANTOS, 2015). Ainda, a cada 10 dias foram fertilizados com solução nutritiva modificada proposta por Clark (1975). O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5, sendo realizado o ajuste com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) a 0,5M, quando necessário.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos, três repetições e três plantas por recipiente, totalizando 63 plantas. Os tratamentos foram constituídos por soluções nutritivas, sendo: completa, contendo todos os nutrientes (SC); omitindo-se nitrogênio (-N); fósforo (–P); potássio (–K); cálcio (–Ca); magnésio (–Mg) e omitindo-se todos os nutrientes (OT).

Aos 60 dias após o transplante (DAT), em 29/10/2016, as plantas foram avaliadas quanto à altura (H, em cm), em relação ao nível do substrato, com uso de régua graduada e diâmetro do colo (Dc, em mm), utilizando-se de paquímetro digital. Selecionou-se uma planta por balde para avaliações destrutivas, sendo estas: comprimento de raiz (CR, em cm), usando régua graduada, massa seca da parte aérea, raiz e total (MSPA, MSR e MST, em g), mediante seccionamento das partes e secagem em estufa de circulação forçada a 65 ˚C por 36 horas, seguida de pesagem em balança analítica; área foliar (AF, em cm^2), mediante uso do software AFSoft, utilizando a folha mediada de cada muda, e índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme fórmula abaixo:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{Dc} + \frac{MSPA}{MSR}}$$ (Dickson et al., 1960)

Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total, em g; H/DC = relação altura/diâmetro do colo; MSPA/MSR = relação massa seca da parte aérea/massa seca radicular.

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat 7.7.

Resultados

Os tratamentos com omissão de algum ou de todos os nutrientes apresentaram altura de plantas e diâmetro de colo inferior ao tratamento que recebeu todos os nutrientes (SC), com exceção da omissão de Ca para diâmetro do colo. A relação altura/diâmetro do colo foi inferior na supressão de P, K e Ca. Ocorreu menor número de folhas na ausência de N, de P e de todos os nutrientes. O comprimento de raiz de mudas de pau-de-balsa não foi influenciado pelas omissões nutricionais (Tabela 1).

A omissão de nutrientes, de maneira isolada (omissões nutricionais individuais) e conjunta (omissão conjunta de todos nutrientes, simultaneamente) afetou negativamente a produção de massa seca (raiz, parte aérea e total), além da área foliar e IQD (Tabela 2).

O índice de qualidade de Dickson indicou que as omissões dos nutrientes, de forma isolada ou conjunta, influenciaram negativamente na qualidade de mudas de pau-de-balsa e, que os menores valores biométricos apresentados pela omissão de N e de P demonstraram que esses nutrientes foram os que mais contribuíram para o incremento biométrico das mudas de pau-de-balsa (Tabela 2). Isso pode ser confirmado pela ordem de limitação nutricional (Tabela 3).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Altura de plantas (H), diâmetro do colo (Dc), relação altura/diâmetro do colo (H/Dc), número de folhas (NF) e comprimento de raiz (CR) de mudas de pau-de-balsa submetidas à solução nutricional completa (SC) e às omissões de N, P, K, Ca, Mg e total de nutrientes (OT), 60 após o transplante, Rolim de Moura – RO, 2017

Tratamentos	H (cm)	Dc (mm)	H/Dc	NF	CR (cm)
SC	5,33 a	4,22 a	1,26 a	5,77 a	7,83 a
OT	1,56 c	1,33 d	1,19 a	3,88 b	7,40 a
-N	1,87 c	1,28 d	1,51 a	3,11 b	5,63 a
-P	1,23 c	1,83 c	0,76 b	2,00 b	4,80 a
-K	2,23 c	2,37 c	0,68 b	4,68 a	8,96 a
-Ca	4,07 b	4,25 a	0,95 b	5,33 a	7,96 a
-Mg	3,84 c	3,28 b	1,20 a	5,00 a	8,13 a
CV(1) (%)	24,98	16,06	19,20	21,99	38,29
Média geral	2,88	2,65	1,12	4,25	7,25
Valor de F(2)	13,74**	26,90**	3,88*	6,13**	0,85ns

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott(2), ao nível de 5% de probabilidade. (1) Coeficiente de variação. **, * e ns: significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Tabela 2. Massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST), área foliar (AF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de pau-de-balsa submetidas à solução nutricional completa (SC) e às omissões de N, P, K, Ca, Mg e total de nutrientes (OT), 60 após o transplante, Rolim de Moura – RO, 2017

Tratamentos	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	AF (cm²)	IQD
SC	0,10 a	1,03 a	1,13 a	36,62 a	0,10 a
OT	0,02 c	0,03 d	0,05 d	1,60 c	0,02 c
-N	0,01 c	0,03 d	0,04 d	2,21 c	0,01 c
-P	0,01 c	0,04 d	0,05 d	2,23 c	0,01 c
-K	0,05 b	0,38 c	0,43 c	20,41 b	0,05 b
-Ca	0,06 b	0,69 b	0,75 b	23,94 b	0,06 b
-Mg	0,05 b	0,55 b	0,60 b	25,11 b	0,05 b
CV(1) (%)	44,96	41,71	40,96	43,73	45,48
Média geral	0,05	0,39	0,44	16,02	0,05
Valor de F(2)	7,17**	16,76**	16,28**	11,99**	6,43**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott(2), ao nível de 5% de probabilidade. (1) Coeficiente de variação. **: significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 3. Ordem de limitação nutricional para as características biométricas e qualidade de mudas de pau-de-balsa submetidas à solução nutricional completa (SC) e às omissões de N, P, K, Ca, Mg e total de nutrientes (OT), 60 após o transplante, Rolim de Moura – RO, 2017

PARÂMETROS AVALIADOS	LIMITAÇÃO NUTRICIONAL
Altura de plantas	P=OT=N=K=Mg>Ca>SC
Diâmetro de colo	N=OT>P=K>Mg>SC=Ca
Relação altura/diâmetro do colo	K=P=Ca>OT=Mg=SC=N
Número de folhas	OT=N=P>K=Mg=Ca=SC
Comprimento de raiz	P=N=OT=SC=Ca=Mg=K
Massa seca da parte aérea	N=OT=P>K>Mg=Ca>SC

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Massa seca da raiz	N=P=OT>K=Mg=Ca>SC
Massa seca total	N=OT=P>K>Mg=Ca>SC
Área foliar	OT=N=P>K=Ca=Mg>SC
Índice de qualidade de Dickson	N=P=OT>K=Mg=Ca=SC

Discussão

Para a altura de plantas, Santos (2015) e Corcioli et al. (2016) demonstraram resultados distintos em estudos com jatobá e mogno-africado (*Khaya ivorensis*) em que as omissões de N e total de nutrientes foram os tratamentos que reduziram o crescimento das plantas em relação às omissões nutricionais de P, K, Ca e Mg para ambas as espécies e de S, Fe, B, Cu, Mn, Zn e Mo para o mogno-africano, sendo ambos os experimentos conduzidos em areia.

Já Vieira et al. (2011) constataram que as omissões de N, P, K, Ca, Mg e S não influenciaram a altura das mudas de cerejeira comparativamente à solução completa, atribuindo esse fato a condução do experimento ter sido em substrato orgânico, que proporcionou crescimento das mudas mesmo na ausência dos macronutrientes.

A omissão de N foi o tratamento que provocou maior redução no diâmetro das mudas no período avaliado, se comparando à omissão total. Essa diminuição no desenvolvimento vegetativo das mudas, na supressão de N, é decorrente da inibição de síntese proteica, fato que influência diretamente no processo de divisão celular (Malavolta, 2006). Corroborando com esse resultado, Vieira et al. (2014) e Santos (2015) concluíram que o N foi o que proporcionou menor diâmetro em mudas de mogno-africano (*Khaya anthotheca* Welv.), e jatobá, respectivamente, quando omitido na nutrição das plantas utilizando areia como substrato.

De forma distinta, o Ca não restringiu o crescimento do diâmetro do colo das mudas, semelhante ao tratamento com a presença de todos os nutrientes (solução completa). Esse comportamento pode ser atribuído ao fato do Ca ser imóvel nos tecidos vegetais e expressar os sintomas de deficiência nas regiões de maior atividade meristemática, sejam em pontos de crescimento da parte aérea ou radicular (Faquin, 2005).

Contrapondo aos resultados verificados, Araújo et al. (2016) verificaram que em mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), conduzidas em LATOSSOLO AMARELO, apenas a omissão de todos os nutrientes restringiu o crescimento em diâmetro das mudas, quando comparado à testemunha (solução completa).

O valor resultante da divisão da altura de uma muda pelo seu respectivo diâmetro exprime o seu equilíbrio de crescimento. Também pode indicar o quão rustificada e lignificada está a muda e quanto menor for seu valor maior são as chances de sobrevivência e estabelecimento em campo (Gomes e Paiva, 2011). Verificaram-se menores médias na supressão de P, K e Ca. Nestes tratamentos, o crescimento em diâmetro foi superior à altura, o que influenciou nos resultados. Marana et al. (2008) salientaram que, para este índice, valores maiores indicam crescimento excessivo da parte aérea e menores, supressão deste crescimento, conforme vislumbrado neste estudo.

A quantidade de folhas em mudas pode ser indicativo de seu crescimento, visto que é o sítio principal do processo fotossintético, sendo que, genótipos com maior quantidade de folhas tendem a apresentar maior crescimento, em função da maior disponibilidade de fotoassimilados (Faria et al., 2002). A omissão total de nutrientes, supressão de P e de N foram os tratamentos com menores médias. Skrebsky et al. (2008) e Santos (2015) obtiveram o N como nutriente mais limitante em mudas de ginseng-brasileiro (*Pfaffia glomerata* (Spreng.)) e jatobá para este parâmetro, assemelhando-se à omissão de todos os nutrientes. Já Maia et al. (2014) constataram quantidade menor de folhas em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) quando omitido N, P, K, Ca, Mg e S, comparado ao tratamento completo e de micronutrientes suprimidos separadamente.

A não significância das médias para comprimento de raiz pode ser atribuída à grande variação dos valores dentro dos tratamentos. Federer (1957) *apud* Oliveira et al. (2009), elucidou que experimentos com valores elevados de CV podem não atribuir diferença

entre os tratamentos, mesmo quando elas possam existir. Santos et al. (2014) não encontraram diferença para extensão de raízes em mudas de pau-de-balsa, mesma espécie deste estudo, submetidas a níveis de sombreamento.

Em contrapartida, Guariz et al. (2012) verificaram em mudas de mamona, conduzidas em solução nutritiva, que a omissão de Mo, N e S afetaram negativamente o comprimento de raiz das mudas, se comparadas a solução completa e omissão isolada de B, Cu, Ca, Mg, Fe, P, Mn, Zn e K. Os autores atribuíram essa redução ao processo de fixação do N, haja vista que este nutriente é constituinte de vários compostos, e o Mo e o S ser necessário neste processo.

Houve menor acúmulo de biomassa da raiz na omissão total, N e P, sugerindo que estes são requeridos em maior quantidade pela espécie para o desenvolvimento radicular. Contrastando com esses resultados, Wallau et al. (2008) e Vieria et al. (2014) não encontraram diferença na produção de massa seca radicular na omissão dos nutrientes em mudas de mogno e mogno africano, respectivamente. Para os autores, isso pode ter ocorrido devido ao fornecimento dos nutrientes através da solução completa na fase de adaptação das mudas no período pós transplantio, o que pode ter sido suficiente para o desenvolvimento inicial das plantas.

Já Silva et al. (2009) verificaram que mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) reduziram a biomassa seca na omissão de Ca e Mg, conduzidas em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Vieira et al. (2011) verificaram que mudas de cerejeira exprimiram menor média de massa seca na supressão de P, em experimento usando areia como substrato. Santos (2015) notaram que o N foi o mais limitante na produção de biomassa total de mudas de jatobá.

A limitação na altura, diâmetro, número de folhas, produção de massa seca e área foliar por parte da omissão de N é decorrente da sua importância para os vegetais, sendo considerado o nutriente mais exigido pelas plantas, participando da constituição de inúmeros componentes celulares, como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos, e, por isso, sua deficiência inibe o crescimento vegetal (Taiz e Zeiger, 2009).

Carlos et al. (2014) não verificaram diferença na produção de massa seca total em mudas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), sob omissão nutricional de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn, em vasos contendo LATOSSOLO VERMELHO Amarelo. Silva et al. (2009) obtiveram o Ca e o Mg como maiores limitantes para biomassa de pinhão-manso. Wallau et al. (2008) verificaram, utilizando solução nutritiva, o N como mais significante na redução da massa seca acumulada, estudando omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, em mudas de mogno.

Quanto à área foliar, houve redução em mais 90% na supressão de N, P e total de nutrientes, quando comparado à solução completa. Araújo et al. (2016) verificaram menores valores quando mudas de açaí não receberam N, P, K e Mg, enquanto Santos (2015) quantificou menor área foliar de mudas de jatobá na supressão de N. Maia et al. (2014) constataram menor média na área foliar de mudas de pinhão-manso quando omitido N, P, K, Ca, Mg e S, se comparado ao tratamento completo e supressão de micronutrientes separadamente.

A redução verificada na altura, diâmetro e número de folhas das mudas, bem como na produção de biomassa e área foliar proporcionado pela omissão de P foi, possivelmente, decorrente da participação deste nutriente em compostos importantes das células vegetais, que participam da respiração, fotossíntese e integração da membrana vegetal. Além disso, compõe nucleotídeos atuantes no metabolismo energético da planta, DNA e RNA. Sua deficiência provoca redução no crescimento em plantas jovens e má formação das folhas (Taiz e Zeiger, 2009).

Corroborando com a redução provocada pela omissão de P no atual estudo, Cunha et al. (2016) verificaram que mudas de pau-de-balsa, fertilizadas com P, demonstraram maiores taxas de crescimento absoluto e relativo em ambientes de baixa e alta irradiância, evidenciando a importância desse nutriente para a espécie.

Foi descrito por Fonseca et al. (2002) que mudas de crindiúva (*Trema micranta*) com maiores IQD apresentaram maiores valores de

diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total. Nesse sentido, notou-se que os resultados observados no estudo corroboram com os resultados dos autores, visto que a solução completa, que apresentou maior IQD, também proporcionou os maiores resultados para os demais parâmetros descritos. Carlos et al. (2014) constataram em mudas de pequi, avaliadas 180 dias após transplantio, maiores valores do IQD nos tratamentos com omissão de Zn, N, S, Mg e testemunha (solo natural). Para os autores, esses resultados indicam que a espécie não é muito exigente na sua fase de formação de mudas, não necessitando, portanto, de adubação durante a sua formação.

Constatou-se a igualdade na ordem de limitação nutricional dos tratamentos apenas no comprimento radicular, embora o P e o N tenderam a apresentar valores inferiores aos demais tratamentos. De igual forma, esses dois nutrientes foram os mais limitantes no crescimento e qualidade das mudas, equiparando-se à omissão total nas avaliações.

Espécies florestais nativas, como o pau-de-balsa, caracterizada como pioneira, exprimem crescimento rápido, e, por consequência, apresentam limitação no crescimento de forma rápida quando submetidas à omissão de nutrientes, como verificado neste estudo. Esse fato favorece estudos com a espécie e verificação em campo do seu desenvolvimento, a fim de orientar viveiristas e produtores na tomada de decisão quanto à nutrição mineral das plantas.

Conclusões

O N e P foram os mais limitantes no crescimento inicial e índice de qualidade de Dickson, em mudas de pau-de-balsa. O Ca foi o menos exigido durante a fase de formação das mudas.

Referências

ALVARES, C.; STAPE, J; SENTELHAS, P.; GONÇALVES, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ALVINO, F. O.; RAYOL, B. P. Efeito de diferentes substratos na germinação de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (Bombacaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.1, p.71-75, 2007.

ARAÚJO, F. R. R.; VIÉGAS, I. J. M.; CUNHA, R. L. M.; VASCONCELOS, W. L. F. Nutrient omission effect on growth and nutritional status of assai palm seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.46, n.4, p.374-382, 2016.

BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C. Q. B. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.3, p.477-483, 2012.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; 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., p.13-21, 2014.

CLARK, J. Characterization of phosphatase of intact maize roots. **Journal of Agricultural and Foods**: Chemistry, Washington, v.23, n.3, p.458-460, 1975.

CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. Deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro. **Cerne**, v.22, n.1, p.121-128, 2016.

CUNHA, H. F. V.; GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JUNIOR, U. M.; FERREIRA, M. J.; PEIXOTO, P. H. P. Biomassa, trocas gasosas e aspectos nutricionais de plantas jovens de pau de balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lamb.) Urb.) submetidas à fertilização fosfatada em ambientes contrastantes de irradiância. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.44, n.109, p.215-230, 2016.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine

seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005, 186 p.

FARIA, W. S.; GAIVA, I. X.; PEREIRA, W. E. Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 458-462, 2002.

FERRAZ, I. D. K.; FERREIRA, S. A. N. ;CAMARGO, J. L. C. **Pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban.** Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia. nº 19, 2008.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais**: Propagação sexuada. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 116 p.

GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. R. S.; CAMPANHARO, W. A.; SPERANDIO, H. V. Descrição sintomatológica de deficiência nutricional na mamona durante seu desenvolvimento inicial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v.7, n.2, p.07-12, 2012.

MAIA, J. T. L. S.; BONFIM, F. P. G.; GUANABENS, R. E. M.; TRETIN, R.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. Omissão de nutrientes em plantas de pinhão-manso cultivadas em solução nutritiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, n.5, p.723-731, 2014.

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

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p. 39-45, 2008.

MARTINS NETTO, D. A. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (cav.) Urb.) – Bombacaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.59-162, 1994.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de-balsa). **Acta Amazônica**, v.36, n.1, p.103-106, 2006.

SANTOS, D. G. J.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; ALMEIDA, A. P. F.; XAVIER, F. M. Superação de dormência em sementes de pau de balsa (*Ochroma pyramidale*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v.11, n.3, p.18-22, 2016.

SANTOS, M. M. **Aspectos biométricos em mudas de *Hymenaea courbaril* L. submetidas a deficiência nutricional**. 27 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2015.

SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JÚNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. P. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.129-136, 2014.

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

SKREBSKY, E. C.; NICOLOSO, F. T.; MALDANER, J.; RAUBER, R.; CASTRO, G. Y.; JUCOSKI, G. O.; SANTOS, D. R. Caracterização das exigências nutricionais de mudas de *Pfaffia glomerata* em Argissolo Vermelho distrófico arênico pela técnica do nutriente faltante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.989-996, jul., 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848 p.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; GAMA, A. S.; COSTA, H. S.; SOUZA, P. A. Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw., bombacaceae). **Acta Amazônica**. v.40, p.543–548, set., 2010.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento de mudas de mogno africano. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.2, n.3, p.72-83, 2014.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F.; COSTA, A. C.; SOUZA, T. R. Descrição de sintomas visuais em função das deficiências de macronutrientes em mudas de Cerejeira (*Amburana acrean*a). **Floresta**, Curitiba, v.41, n.4, p.789-796, 2011.

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

WEIRICH, N. E. **Diretrizes técnicas para cultivo do pau de balsa (*Ochroma pyramidale*) no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: SEDER-MT, 2008. 22p.