

NPK, limestone and agricultural gypsum in the production of seedlings of *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

André de Paulo Evaristo^{1*} Cemilla Cristina Alves do Carmo² Flaviane Aparecida Santana³ Letícia Cordeiro Arêdes⁴ Jairo Rafael Machado Dias⁵

¹ Engenheiro Florestal (Universidade Federal de Rondônia); Pós graduado em Metodologia e didática do Ensino Superior (Faculdade de Rolim de Moura), São Francisco do Guaporé, Rondônia, Brasil.

² Engenheira Florestal (Universidade Federal de Rondônia); Mestranda em Ciência Florestal (Universidade Federal do Acre), Rio Branco, Acre, Brasil.

³ Engenheira Florestal (Universidade Federal de Rondônia); Pós graduanda em georreferenciamento (Faculdade de Rolim de Moura), Alta Floresta D'Oeste, Rondônia, Brasil.

⁴ Engenheira Florestal (Universidade Federal de Rondônia); Pós graduanda em georreferenciamento (Faculdade de Rolim de Moura), Costa Marques, Rondônia, Brasil.

⁵ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia; Doutor em Agronomia Tropical; Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Original Article

*Corresponding author:
andrepaoloevaristo@hotmail.com

Keywords:

Dickson Quality Index

Mineral nutrition of plants

Pau-de-balsa

Palavras-chave:

Índice de qualidade de Dickson

Nutrição mineral de plantas

Pau de balsa

Received in

2020/11/20

Accepted on

2020/12/31

Published in

2021/01/12



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i4.11115>



ABSTRACT: Pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb.) is a pioneer, fast-growing Amazonian tree species with several potential uses. This study aimed to evaluate *Ochroma pyramidale* seedlings submitted to combinations of nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), limestone and agricultural gypsum. The experiment consisted of a completely randomized design, with eight treatments, five replications and four seedlings per repetition, totaling 160 plants. The treatments were: witness; NPK; NPK + limestone; NPK + limestone + agricultural gypsum; N; N + limestone; N + agricultural gypsum and N + limestone + agricultural gypsum. Seedling growth was conducted under greenhouse conditions, using 2.38 dm³ plastic bags. Seventy days after transplant, plant height (H), root length (CR), collar diameter (DC), number (NF) and leaf area (AF), Falker chlorophyll index (ICF), root dry matter (MSR), aerial part (MSPA) and total (MST), plant height/collar diameter ratio (RAD), aerial dry matter/ root dry matter ratio (RPAR), plant height/aerial dry matter (H/MSPA) and Dickson Quality Index (IQD) were evaluated. Fertilization with NPK, regardless of the presence of limestone and agricultural gypsum, provided greater vegetative growth and pau-de-balsa seedlings quality.

NPK, calcário e gesso na produção de mudas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

RESUMO: O pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.) é uma espécie amazônica, pioneira, de rápido crescimento e com diversas potencialidades de uso. Objetivou-se avaliar mudas desta espécie submetidas a combinações de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), calcário e gesso agrícola. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições e quatro mudas por repetição, em um total de 160 plantas, cujos tratamentos testados foram: Testemunha; NPK; NPK + Calcário; NPK + Calcário + Gesso Agrícola; N; N + calcário; N + Gesso Agrícola e N + Calcário + Gesso agrícola. As mudas foram conduzidas em casa de vegetação, em sacolas plásticas com capacidade de 2,38 dm³ e, aos 70 dias após transplante avaliou-se: altura da planta (H), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), número (NF) e área de folhas (AF), Índice de Clorofila Falker (ICF), matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST), relação altura da planta com diâmetro do coleto (RAD), relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca das raízes (RPAR), relação altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A adubação com NPK, independente da presença do calcário e gesso agrícola, proporcionou maior crescimento vegetativo e qualidade das mudas de pau-de-balsa.

Introdução

A Amazônia brasileira possui grande diversidade de espécies madeireiras, muitas das quais apresentam-se com elevado potencial econômico de exploração, seja para suprir o mercado nacional ou internacional. Em outro viés, surgiram iniciativas para cultivo em reflorestamento, tanto para fins madeireiros como para recomposição de áreas degradadas. Entre essas espécies encontra-se o pau de balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.).

O pau-de-balsa pertence à família Malvaceae, é nativa e pioneira do bioma amazônico, apresenta rápido crescimento e múltiplos usos. A madeira tem potencial para produção de papel e celulose, uso energético, isolante térmico, construção de barcos e jangadas, brinquedos e caixotaria. A paina, que envolve as sementes, pode ser usada para encher travesseiros e colchões. É espécie ornamental e indicada para a composição de sistemas pastoris, melhoramento de solos e na recuperação de áreas degradadas (Leão *et al.* 2008; Caldeira 2017; Santin 2018). Uma etapa importante para sua implantação em povoamentos florestais é a produção de mudas saudáveis, pois mudas sujeitas a nutrição mineral inadequada podem ter seu crescimento prejudicado pela falta ou desequilíbrio nutricional.

Plantas equilibradas nutricionalmente apresentam seus processos metabólicos em condições de propiciar tanto o desenvolvimento e crescimento adequado da planta como a produção de proteção contra agentes herbívoros (Taiz *et al.* 2017). Estudos com mudas de pau-de-balsa envolvendo omissão nutricional (Santana 2017; Evaristo *et al.* 2020) e crescimento inicial em campo (Soares *et al.* 2019) evidenciaram o nitrogênio como elemento mais requerido pela espécie. Além disso, ambientes com baixa disponibilidade de P e a baixa irradiância podem afetar intensa e negativamente a fotossíntese de plantas jovens de pau-de-balsa (Cunha *et al.* 2016) e a espécie apresenta maior crescimento de mudas em solos corrigidos com calagem (Tucci *et al.* 2010).

Na avaliação da qualidade de mudas florestais, algumas características são utilizadas para estimar seu vigor, como altura, diâmetro do coleto, comprimento da raiz e acúmulo de biomassa. Em geral, esses atributos podem ser manejados no viveiro por meio da aplicação correta de nutrientes, por exemplo. Estes elementos contribuem para maior rusticidade e maior probabilidade de sobrevivência das mudas após o plantio no local definitivo (Gomes e Paiva, 2013). Os elementos minerais essenciais são, geralmente, classificados como macro e micronutrientes, conforme suas concentrações relativas nos tecidos vegetais.

Fazem parte do primeiro grupo o nitrogênio (N), constituinte de inúmeras moléculas das plantas, fósforo (P), compõe moléculas diversas e papel central em reações que envolvem ATP, potássio (K),

desempenha um papel importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais, cálcio (Ca), constituinte da lamela média das paredes celulares e atua como mensageiro secundário que inicia as respostas vegetais aos estímulos ambientais, magnésio (Mg), participa na formação da molécula de clorofila, e enxofre (S), é um constituinte de várias coenzimas e vitaminas (Taiz *et al.* 2017).

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, com 50% de luminosidade, no *Campus* de Rolim de Moura da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). O clima da região é caracterizado como tropical chuvoso do tipo Am segundo classificação de Köppen e apresenta altitude entre 200 e 300 metros, temperatura anual média de 25°C e precipitação anual de 2.200-2.500 mm (Alvares *et al.* 2013).

O substrato utilizado para formação das mudas foi coletado da camada subsuperficial de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico presente em um povoamento de seringueira, localizado na área experimental da UNIR. O solo utilizado apresentou as seguintes características: Teor de argila de 52 %; M.O. = 23 g.dm⁻³; pH em água= 5,0; P= 1,10 mg.dm⁻³; K= 0,14 cmol_c.dm⁻³; Ca= 0,32 cmol_c.dm⁻³; Mg= 0,29 cmol_c.dm⁻³; Al= 0,69 cmol_c.dm⁻³; H= 4,81 cmol_c.dm⁻³; H + Al: 5,50 cmol_c.dm⁻³; soma de bases= 0,80 cmol_c.dm⁻³; CTC a pH 7= 6,30 cmol_c.dm⁻³; saturação de bases= 12% e de alumínio de 11%.

Para produção das mudas, as sementes, obtidas de uma árvore matriz situado na área do Projeto Viveiro Cidadão (<https://ecopore.org.br/novo/>), foram colocadas para germinar em sementeira, com o uso de solo e vermicultura na proporção 2:1. As plântulas foram transplantadas para sacolas plásticas, com capacidade de 2,38 dm³, quando apresentavam dois pares de folhas bem desenvolvidos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído por oito tratamentos, cinco repetições e quatro plantas por repetição. Os tratamentos foram: Testemunha (T1); NPK (T2); NPK + Calcário (T3); NPK + Calcário + Gesso Agrícola (T4); N (T5); N + Calcário (T6); N + Gesso Agrícola (T7) e N + Calcário + Gesso Agrícola (T8).

Como fonte de N foi utilizada sulfato de amônia, para P super fosfato simples e para K cloreto de potássio, nas quantidades de 100 mg.dm⁻³, 150 mg.dm⁻³ e 150 mg.dm⁻³, respectivamente. A quantidade de calcário foi determinada pelo método de saturação por bases (80%) (Roquim, 2010) e gesso agrícola na medida de ¼ do valor da calagem. O calcário, gesso e fósforo foram aplicados no momento de preparo do substrato em dose única, o K, dissolvido em água, foi dividido em duas aplicações, no dia do transplante e 30 dias após, e o

N aplicado em três parcelas, sendo aos 20, 40 e 60 dias após o transplante (DAT), também dissolvido em água.

As características avaliadas aos 70 DAT, foram: altura da planta (H) e comprimento da raiz (CR) em cm, medidos com régua milimetrada; diâmetro do coleto (DC) em mm, mensurado com o uso de paquímetro digital; número de folhas (NF); Índice de Clorofila Falker (ICF), realizado com clorofilômetro ClorofiLOG, modelo CFL 1030; área foliar (AF), mensurada através do software AFSOft; matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST), obtidos através da secagem das mudas em estufa de circulação forçada a 70 °C até peso constante; relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD); da matéria seca da parte aérea e

matéria seca das raízes (RPAR); da altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA); e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Dickson *et al.*, 1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat 7.7.

Resultados e discussão

Houve efeito significativo para todas as características biométricas estudadas, excetuando-se a relação entre matéria seca da parte aérea e raiz (RPAR) e relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) (Tabela 1).

Tabela 1 - Altura (H), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), Índice de Clorofila Falker (ICF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), área foliar (AF), relação altura e diâmetro do coleto (RAD), relação entre matéria seca da parte aérea e raiz (RPAR), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e relação entre altura e matéria seca da parte aérea (H/MSPA) de mudas de pau de balsa submetidas a combinações de nitrogênio, fósforo, potássio (NPK), calcário e gesso agrícola, aos 70 dias após transplante.

Tratamentos	H	CR	DC	NF	ICF	MSPA	MSR	MST	AF	RAD	RPAR	IQD	H/MSPA
	----- cm -----	----- mm -----	----- g -----	----- (cm ²) -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
T1	5,80b	35,73b	3,34c	4,2b	31,62c	0,84b	0,25c	1,09c	31,74b	1,73b	4,32	0,35b	9,92
T2	31,79a	51,82a	9,48a	5,6a	33,98b	7,84a	2,59a	10,43a	237,31a	3,38a	4,71	0,72a	4,66
T3	30,65a	46,40a	8,74a	5,7a	33,49b	6,71a	1,91b	8,62b	234,07a	3,49a	3,91	0,63a	7,53
T4	28,10a	43,39a	7,91b	5,7a	32,88b	6,54a	1,72b	8,26b	222,89a	3,48a	4,16	0,66a	5,04
T5	6,60b	32,09b	3,36c	4,3b	39,05a	1,01b	0,33c	1,35c	37,70b	1,95b	5,75	0,33b	14,71
T6	7,40b	34,87b	3,93c	4,2b	38,83a	1,34b	0,32c	1,66c	56,10b	1,84b	4,22	0,43b	8,27
T7	10,77b	39,19b	4,38c	4,5b	39,24a	1,80b	0,50c	2,30c	59,67b	2,32b	3,89	0,44b	12,32
T8	5,36b	29,61b	3,62c	3,9b	38,92a	1,16b	0,25c	1,41c	50,92b	1,46b	4,62	0,40b	14,68
CV ⁽¹⁾ (%)	24,83	16,71	15,09	13,98	3,44	31,89	48,90	34,53	24,45	17,59	41,01	20,81	77,26
Valor de F ⁽²⁾	47.13	6.71	48.67	6.78	35.27	39.04	18.80	34.17	56.82	19.58	0.54 ^{ns}	10.71	1.42 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott⁽²⁾, ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ Coeficiente de variação. ^{ns}: não significativo.

A ausência de efeito significativo para RPAR indica que todas as mudas, independente da adubação recebida, apresentaram mesmo padrão de distribuição de matéria seca entre parte aérea e raiz, fato este também observado por Fonseca *et al.* (2002) e Tucci *et al.* (2010) avaliando mudas de crindiúva (*Trema micrantha* (L.) Blume) e pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw.), respectivamente. As mudas não devem apresentar parte aérea muito superior à da raiz quando forem destinadas ao plantio, porque podem absorver água em quantidades insuficientes para o seu desenvolvimento (Silva *et al.* 2014).

Analisando os valores de H/MSPA, observa-se que todos os tratamentos não diferiram quanto ao acúmulo de matéria seca em razão de sua altura. Gomes e Paiva (2013) salientam que este quociente

não é muito utilizado para avaliar o padrão de qualidade de mudas, embora possa contribuir no prognóstico do potencial de desenvolvimento da muda pós-plantio, no qual valores menores indicam maior lignificação e maior chance de sobrevivência. Para os autores, mudas com maior número de folhas podem apresentar índices de H/MSPA menores, o que foi constatado nesse estudo. Cruz *et al.* (2006) observaram valores mínimos de 0,84 e 0,87 em mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) que receberam diferentes doses de nitrogênio aos 14 e 28 dias, respectivamente.

A altura de mudas é um dos parâmetros mais utilizados e de fácil obtenção na avaliação de mudas florestais, sendo influenciado diretamente pelos tratamentos silviculturais aplicados durante esta fase (Gomes e Paiva 2013). Os tratamentos T2, T3 e T4

que receberam NPK, com ou sem a adição de calcário e gesso, demonstraram crescimento médio em altura acima de 60%, quando comparado aos demais. Evaristo *et al.* (2020) ao avaliarem o crescimento de mudas de pau-de-balsa (*O. pyramidale*), aos 60 dias após o transplante, observou redução do crescimento em altura quando omitido N, P, K e Mg, de forma isolada, na adubação.

De maneira similar, Nascimento *et al.* (2014) verificaram que mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), conduzidas sob omissão de nutrientes, apresentam redução no crescimento em altura quando da ausência de N e P, enquanto a ausência de K induziu o aumento deste parâmetro. Os autores atribuem os resultados ao possível acúmulo de K no período de aclimação, quando as mudas receberam solução completa, e pela pequena demanda deste nutriente pela espécie. Já Vieira *et al.* (2013) verificaram efeitos significativos na associação entre P e K em mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.), onde na ausência de K, o fornecimento de P garantiu o crescimento em altura das mudas.

Para o diâmetro de coleto (DC), a média de T4 foi estatisticamente menor que T2 e T3 e superior aos demais tratamentos. Isso pode ser decorrente da inibição não competitiva entre os nutrientes, já que este tratamento recebeu K, calcário e gesso, elevando as concentrações de K^+ e Ca^{2+} e induzindo a deficiência de magnésio (Mg^{2+}), haja vista que nesse tipo de interação a presença de um determinado nutriente diminui a absorção de outro (Oliveira *et al.* 2016). Ademais, Evaristo *et al.* (2020) verificaram que mudas de pau de balsa (*O. pyramidale*) apresentaram menor DC na supressão de N, e a supressão de Mg também reduziu o crescimento dessa variável, se comparada ao tratamento que recebeu todos os nutrientes. A correção do solo não apresentou efeitos significativos na absorção de N, P e K em mudas de pau de balsa (*O. lagopus*) conduzidas sob diferentes doses de calcário (Tucci *et al.* 2010).

A relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto (RAD) é considerada um dos parâmetros morfológicos mais interessantes para prever o crescimento de mudas após o seu plantio no campo, podendo ser aplicada para muitas espécies florestais. Além de exprimir o equilíbrio de crescimento das mudas, os seus valores são de fácil obtenção, além de não ser um método destrutivo (Gomes e Paiva, 2013). Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram médias superiores aos demais tratamentos. Esse resultado pode ser decorrente das relações existentes entre os nutrientes fornecidos a esses tratamentos. Rocha *et al.* (2013) verificaram em mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, que o aumento das doses de P proporcionou maior absorção de N, contribuindo

para o crescimento em altura das mudas, e consequente elevação da RAD.

Entretanto, os valores médios de RAD de todos os tratamentos foram inferiores aos encontrados por Campos e Uchida (2002) para pau de balsa (*Ochroma lagopus* (Cav. Ex. Lam) Urban) avaliado aos 61 dias após a repicagem, cultivado sob diferentes níveis de sombreamento, cujos valores ficaram entre 6,97 e 9,82. Delgado (2012) indica a faixa entre 3,7 e 5,0 para RAD na produção de mudas de Ingá-vera (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.) com bom equilíbrio, tendo, nesse intervalo, o diâmetro do colo compatível com a altura. Assim, se comparados aos valores citados, todos os tratamentos produziram mudas equilibradas. Mudanças com RAD menores podem apresentar maior capacidade de sobrevivência e estabelecimento no local de plantio definitivo (Gomes e Paiva, 2013).

Para que haja adequado desenvolvimento da parte aérea, as plantas desenvolvem extenso sistema de raiz e sua proliferação depende, especialmente, da disponibilidade de água e nutrientes no microambiente que as circunda (Taiz *et al.* 2017). Os tratamentos que receberam NPK, adicionados de calcário e gesso ou não, apresentaram maiores médias para o comprimento radicular (CR), possivelmente pelo fato de P e K atuarem no crescimento de tecidos meristemáticos (Gomes e Paiva, 2013).

Mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*) responderam significativamente a doses crescentes de K, enquanto a adição de diferentes doses de calcário não apresentou a mesma tendência para a espécie (Silva *et al.* 2013). Já mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) sofreram efeito ascendente no CR conforme as doses de P foram aumentadas (Araújo *et al.* 2018). Santos (2015) e Evaristo *et al.* (2020) não verificaram diferença estatística para CR avaliando a omissão de nutrientes em jatobá (*H. courbaril*) e pau-de-balsa (*O. pyramidale*), respectivamente.

A fotossíntese é a principal função atribuída às folhas (Taiz *et al.* 2017). Os resultados indicaram que tanto o número de folhas (NF) quanto à área foliar (AF) se apresentaram superiores nos tratamentos T2, T3 e T4. Em contrapartida, esses tratamentos apresentaram os menores valores para o índice de clorofila (ICF). Isso pode ter ocorrido porque os tratamentos com menor AF e NF tiveram que investir em maior quantidade de clorofila por área para aumentar a eficiência da fotossíntese necessária ao seu desenvolvimento.

A supressão de N, P e total de nutrientes proporcionou a redução da AF em mais de 90%, quando comparado à solução completa, em mudas de pau de balsa (*O. pyramidale*) (Evaristo *et al.*, 2020). Já mudas de jatobá (*H. courbaril*) diminuiu em 75% a sua área foliar na supressão de N, em comparação

ao tratamento que recebeu todos os nutrientes (Santos 2015). Este é um parâmetro importante na avaliação de mudas de espécies florestais, pois o aumento da AF otimiza o uso da energia solar no processo de fotossíntese, e porque a quantidade de foto assimilados, que são convertidos em biomassa, é, de maneira geral, proporcional a AF, favorecendo a análise da produtividade (Pinto *et al.* 2011; Navroski *et al.* 2016).

Em seus estudos com mudas de jatobá (*H. courbaril*) e baru (*Dipteryx alata* Vogel), Santos (2015) e Silva *et al.* (2016), respectivamente, verificaram que o NF foi reduzido nas mudas conduzidas na ausência de N, P, K, Ca e Mg para ambas as espécies, e na omissão total de nutrientes para o jatobá e de ferro para o baru. Mudas de mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) apresentaram a mesma tendência na supressão isolada de P e de todos os nutrientes (Silva 2017).

As clorofilas são pigmentos que exprimem a eficácia do processo fotossintético e da adaptabilidade e crescimento dos vegetais em diversos ambientes e sua quantificação, de forma indireta pelo Índice de Clorofila Falker (ICF), pode ser utilizada como ferramenta rápida e não destrutiva no monitoramento do teor de N foliar, auxiliando na tomada de decisão do viveirista (Albuquerque *et al.* 2014; Monteiro *et al.* 2015). Mudas de jatobá tiveram o IFC influenciado negativamente quando omitido N, cuja omissão desse nutriente promoveu reduções em torno de 63,5%, em relação ao tratamento controle (Nascimento *et al.* 2014). Isso decorre da importância do N para o processo fotossintético, visto que este nutriente é constituinte de inúmeros componentes celulares, inclusive a clorofila (Taiz *et al.* 2017). Contrastando com esses resultados, Silva (2017) verificou que o índice de clorofila total de mudas de mogno-brasileiro em omissão de P foi superior aos demais tratamentos (solução completa, omissões de N, K, S, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e total), atribuindo o resultado ao baixo desenvolvimento foliar apresentado pela espécie na ausência do nutriente.

A matéria seca da raiz (MSR) foi superior no T2 em relação aos demais tratamentos, enquanto T3 e T4 não diferiram entre si. Isso refletiu na matéria seca total (MST), que apresentou a mesma tendência. Santana (2017), estudando sintomas de deficiência nutricional em mudas de pau-de-balsa, constatou que as omissões isoladas de N, P e K proporcionaram redução tanto no vigor vegetativo quanto no desenvolvimento do sistema radicular. A espécie apresentou redução na MST na omissão total, de N, P, K, Ca e Mg, quando comparado à solução com todos os nutrientes, sendo que a omissão de N e P se apresentaram estatisticamente iguais a omissão total, indicando que estes nutrientes são requeridos em maior quantidade pela espécie (Evaristo *et al.* 2020).

Santos (2015) retratou que, considerando todas as características biométricas avaliadas, a omissão de N proporcionou nas mudas de jatobá desempenho semelhante à omissão total dos nutrientes essenciais, sendo inferiores aos demais tratamentos (solução completa, omissão de P, K, Mg e Ca) para maioria das características biométricas avaliadas. Resultado semelhante foi exposto por Nascimento *et al.* (2014), em que a deficiência de N gerou as maiores reduções de MSR e MST em mudas de jatobá, quando comparado a omissão de P, K e solução completa. Em mudas de mogno-brasileiro, a omissão de P se assemelhou a omissão de todos os nutrientes e produziu MSR 58,83% menor do que o tratamento completo (Silva 2017). Em contrapartida, em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) as omissões de Ca, K e P foram os tratamentos com menor incremento de matéria seca, com redução em mais de 90% em relação ao tratamento completo (Tanure *et al.* 2017).

Mudas de açaí demonstraram comportamento crescente em função de doses de P, enquanto mudas de teca apresentaram comportamento quadrático para MSR, MSPA e MST em razão do aumento da saturação de bases do solo (Araújo *et al.* 2018; Oliveira *et al.* 2018). Rocha *et al.* (2013) obtiveram comportamento quadrático para MSPA, MSR e MST em função das doses de P em mudas clonais de eucalipto. Os autores destacaram que doses de P superiores a 4 mg planta⁻¹ prejudicam o desenvolvimento e qualidade das mudas, e que adubação fosfata adequada aumenta em 30% a chance de sobrevivência de mudas de eucalipto em campo.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é considerado por Fonseca *et al.* (2002) como sendo um bom indicador de qualidade das mudas, porque no seu cálculo é levado em consideração a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários outros parâmetros relevantes empregados para avaliar mudas. Quanto mais elevado for o valor desse índice maior será a qualidade das mudas (Gomes e Paiva 2013).

De encontro a esse pressuposto, neste estudo, todos os tratamentos avaliados apresentaram IQD superior ao mínimo recomendado por Gomes e Paiva (2013), que indicam valor de 0,20 para mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*, mostrando que os indivíduos produzidos, com o uso das diferentes combinações de adubações ou com sua ausência, apresentaram mínima qualidade para plantio.

Entretanto, mesmo apresentando IQD satisfatório, os tratamentos T1, T5, T6 e T8 não apresentaram altura média adequada e apenas T2 e T3 obtiveram valores de diâmetro do colo classificados como adequados de acordo com Dantas *et al.* (2010). Isso indica que os parâmetros morfológicos e as relações que se destinam à avaliação da qualidade das mudas não devem ser

usados de forma isolada para classificar o padrão da qualidade destas, sendo importante sempre observar os valores obtidos para cada espécie e as condições ambientais de cultivo (Fonseca *et al.* 2002; Azevedo *et al.* 2010).

Conclusão

Houve maior incremento vegetativo e qualidade nas mudas de pau-de-balsa submetidas à adubação com NPK, independente da presença do calcário e do gesso agrícola.

Referências

Albuquerque TCS, Rodrigues CA, Chagas EA, Souza AG, Souza OM (2014) Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas de camucamu fertirrigadas. In: XXIII congresso brasileiro de fruticultura, Cuiabá, MT. *Anais...* Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/998297/1/TRA3943TeresinhaCostaSilveiradeAlbuquerque.pdf>. Acesso em 10 Mai. 2020.

Alvares C, Stape J, Sentelhas P, Gonçalves J, Sparovek G (2013) Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728. doi: 10.1127 / 0941-2948 / 2013/0507

Araújo CS, Rufino CPB, Bezerra JLS, Andrade Neto RC, Lunz, AMP (2018) Crescimento de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* mart.) submetidas a diferentes doses de fósforo. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 5(1): 102-111.

Azevedo IMG, Alencar RM, Barbosa AP, Almeida NO (2010) Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. *Acta amazônica*, 40(1): 157-164. doi: 10.1590/S0044-59672010000100020.

Caldeira RAPF (2018) *Propriedades da madeira de pau-de-balsa em duas idades*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 24 p.

Campos MAA, Uchida T (2002) Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3): 281-288.

Cunha, HFV, Gonçalves JFC, Santos Junior UM, Ferreira MJ, Peixoto PHP (2016) 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*, 44(109): 215-230. doi: dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.21

Cruz CAF, Paiva HN, Guerrero CRA (2006) Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, 30(4): 537-546. doi: 10.1590/S0100-67622006000400006.

Dantas LP, Pompei NC, Guido TSS, Ressutti W (2010) *Replante de pau-de-balsa e seus impactos ambientais*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Anhembí Morumbi, 78p.

Delgado LGM (2012) *Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos*. Dissertação, Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", Botucatu/SP. 99p.

Dickson A, Leaf AL, Hosner JF (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36: 10-13.

Evaristo AP, Santana FA, Vieira AS, Almeida MA, Santos MM, Dias JRM (2020) Crescimento inicial e qualidade de mudas de pau-de-balsa submetidas à deficiência nutricional. *Agrarian*, 13:151-159. doi: 10.30612/agrarian.v13i48.8251

Fonseca ÉP, Valéri SV, Miglioranza É, Fonseca NAN, Couto L (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(4): 515-523. doi: 10.1590/S0100-67622002000400015.

Gomes JM, Paiva HN (2013) *Viveiros florestais: Propagação sexuada*. Viçosa: Ed. UFV, 116 p.

Leão NVM, Freitas ADD, Carrera RHA (2008) *Pau-de-balsa Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban. Manaus: Rede de Sementes da Amazônia. nº 19, 2 p.

Monteiro EB, Barbosa GCK, Silva AC, Tanaka AA, Schmitt JS, Souza AP, Ferneda BG, Sabino M, Koelln MFB, Dias TKR (2015) Teores de clorofila em mudas de seis espécies florestais tropicais sob quatro condições de sombreamento. In: 5º Congresso Florestal Paranaense., Curitiba, PR. *Anais...* Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282651316_Teores_de_Clorofila_de_em_Mudas_de_Seis_Especies_Florestais_Tropicais_sob_quatro_condicoes_de_Sombreamento. Acesso em 10 Fev. 2020.

Nascimento HHC, Pacheco CM, Lima DRM, Silva EC, Nogueira RJMC (2014) Aspectos ecofisiológicos de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em resposta a supressão de N, P e K. *Scientia Forestalis*, 42(103): 315-328.

- Navroski MC, Nicoletti MF, Lovatel QC, Pereira MO, Tonett EL, Mazzo MV, Meneguzzi A, Felipe D (2016) Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Revista Agrarian*, 9(31): 26-33.
- Oliveira R, Souza NF, Pietroski M, Ferbonink GF, Caione G (2018) Mudas de *Tectona grandis* produzidas em diferentes níveis de saturação por bases do solo. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(2): 31-38. doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.2234>
- Oliveira TC, Avila MAP, Malvestitti Neto A, Oliveira E, Moura GJD, Sartori RH (2016) Compreendendo a interação dos nutrientes para uma adubação eficiente. *Campo e Negócios Grãos*, 13: 19-21.
- Pinto SIC, Furtini Neto AE, Neves JCL, Faquin V, Moretti BS (2011) Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35: 523-533. doi: 10.1590/S0100-06832011000200021.
- Rocha JHT, Pietro MR, Borelli K, Backes C, Neves MB (2013) Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. *Cerne*, 19(4): 535-543. doi: 10.1590/S0104-77602013000400002.
- Roquim CC (2010) *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. 1. ed. – Campinas: Embrapa monitoramento por satélite, 26 p.
- Santana FA (2017) *Sintomas visuais de deficiência nutricional em mudas de pau-de-balsa*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 36p.
- Santin JC (2018) *Avaliação silvicultural de pau-de-balsa*. Dissertação, Universidade Federal De Mato Grosso, Sinop, 84 p.
- Santos MM (2015) *Aspectos biométricos em mudas de *Hymenaea courbaril* l. submetidas a deficiência nutricional*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 27 p.
- Silva DSN, Venturin N, Rodas CL, Macedo RLG, Venturin RP, Melo LA (2016) Growth and mineral nutrition of baru (*Dipteryx alata* Vogel) in nutrient solution. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(12): 1101-1106. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1101-1106.
- Silva JS (2017) *Limitações nutricionais em mudas de mogno brasileiro cultivadas no Latossolo amarelo de Cruz das Almas-BA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz Das Almas/BA, 46 p.
- Silva PMC, Uchôa SCP, Barbosa JBF, Bastos VJ, Alves JMA, Farias LC (2013) Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). *Revista Agro@ambiente Online*, 7(1): 63-69. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v7i1.842.
- Silva VF, Brito KSA, Nascimento ECS, Ferreira AC, Baraculy JGV (2014) Qualidade de mudas oleaginosas em diversos substratos provenientes de agroindústrias. *Agropecuária Científica no Semi-Arido*, 10(3): 41-46. doi: 10.30969/acsa.v10i3.548.
- Soares AP, Viera CR, Weber OLS (2019) Características morfológicas e nutricionais de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). *Profiscientia*, 13: 113-125.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A [Org.] (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 888 p.
- Tanure LPP, Silva EB, Pereira GAM, Nardis BO, Ferreira EA (2017) Requerimento, acúmulo e distribuição de macronutrientes em mudas de pinhão-manso. *Cultura Agronômica*, 26(3): 443-455. doi: 10.32929/2446-8355.2017v26n3p443-455.
- Tucci CAF, Lima HN, Gama AS, Costa HS, Souza PA (2010) Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw., bombacaceae). *Acta Amazônica*, 40: 543-548. doi: 10.1590/S0044-59672010000300013.
- Vieira CR, Weber OLS, Scarmuzza JF (2013) Influência da adubação NPK no crescimento em altura e diâmetro de mudas de *Schizolobium amazonicum*. In: IV Congresso Brasileiro De Gestão Ambiental, 2013, Salvador, BA. *Anais...* Bauru: IBEAS, 2013. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/XI-084.pdf>. Acesso em 20 Mar. 2020.