

Resposta a adubação de mudas de copaíba na omissão de nutrientes em solução nutritiva

Waldelaine Rodrigues Hoffmam¹, Adalberto Alves da Silva^{*2}, Deilton Wellington Ribeiro Nogueira³, Guilherme de Andrade Prudencio⁴

¹Discente do Instituto Federal de Rondônia, Curso Técnico em Florestas, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil, ²Professor do Instituto Federal de Rondônia, Curso de Licenciatura em Química, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil, ³Técnico Florestal, Instituto Federal de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil, Discente do Instituto Federal de Rondônia, Curso de Licenciatura em Química, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

*adalberto.alves@ifro.edu.br

Recebido em: 03/10/2019 Aceito em: 20/11/2019 Publicado em: 13/12/2019

RESUMO

O presente estudo objetivou caracterizar os aspectos nutricionais e os efeitos causados pela omissão de nutrientes no crescimento inicial de mudas de copaíba, empregando a técnica da omissão de nutrientes. O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação, empregando como substrato areia e vermiculita (2:1), esterilizados em autoclave. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com 12 tratamentos dispostos em 4 blocos perfazendo 48 parcelas experimentais em recipientes de cano de PVC com uma planta em cada vaso. Foram utilizados 12 tratamentos a saber: completo (TC) e completo menos um elemento por vez (TC-N, TC-P, TC-K, TC-S, TC-Mg, TC-Ca, TC-B, TC-Zn, TC-Mn, TC-Fe e TC-Cu). Passados 120 dias, foram determinadas as variáveis altura e diâmetro do coleto. Após separação em parte aérea e radicular; posteriormente a secagem foram aferidos a massa seca (aérea, radicular e total), relação R/PA (raiz/parte aérea), crescimento relativo (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os resultados indicam os macronutrientes P, N e K prioritários à nutrição da espécie, bem como os micronutrientes Fe, Mn e Zn como mais limitantes e essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: Nutrição de plantas. Espécie nativa. *Copaifera langsdorffii*.

Response to copaiba seedling fertilization in nutrient omission in nutrient solution

ABSTRACT

The present study objectified the characterization of nutritional aspects and effects caused by the omission of nutrients in the early growth of copaiba's seedling, employing a nutrient omission technique. The present study was conducted in a greenhouse, using sand and vermiculite (2:1), sterilized in autoclave. The experimental layout was in randomized block design (RBD) with 12 treatments exposed in four blocks making 48 experimental plots in PVC containers with one plant on each vessel. On the experimentation, 12 treatments were used: complete treatments (CT) and complete treatments minus an element (CT-N, CT-P, CT-K, CT-S, CT-Mg, CT-Ca, CT-B, CT-Zn, CT-Mn, CT-Fe, and CT-Cu). After 120 days, the height and diameter variables of the seedling were determined. After the root, shoot and drying separation, the dried masses were measured (root, shoot and total), R/S (root/shoot) ratio, relative growth rate (RGR) and Dixon quality index (DQI). The results indicates that P, N and K macronutrients as a priority of the species nutrition as well as Fe, Mn and Zn micronutrients as the most limiting and essential to plant development.

Keywords: Plant nutrition. Native species. *Copaifera langsdorffii*.

INTRODUÇÃO

A copaíba (*Copaifera langsdorffii*) é uma espécie arbórea que produz resina-óleo de significado valor para a indústria química e farmacêutica em decorrência de suas propriedades medicinais (AZEVEDO, 2004). A espécie é conhecida como copaíba, a sua distribuição é bem ampla, sendo encontrada nos continentes Africanos, América Central e Sul. No Brasil são encontradas 12 espécies do gênero *Copaifera* sp. distribuída nos biomas da floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântico (AMARAL et al., 2010). Sendo, portanto, espécie útil na região amazônica devido a sua importância econômica e social com relação a extração do óleo. A copaíba é utilizada em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente e urbanização, graças ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta (LORENZI, 2008). Apresenta também, abundantemente, regeneração em clareiras naturais ou antrópicas, em áreas de queimadas, em solos aluviais de formação recente constituindo muitas vezes povoamentos puros (LORENZI, 2008).

O Brasil apresenta a maior biodiversidade do planeta, além do acervo genético que está sendo ameaçado pelo desmatamento, o nosso país é detentor de rica diversidade cultural étnica, que resultou em um grande acúmulo de conhecimento sobre as plantas medicinais passados de geração a geração, sobre o manejo e seu uso no tratamento de doenças (SHANLEY; MEDINA, 2005). O extrativismo sendo de grande importância nos estados da região amazônica, pois representa 20% da renda familiar no setor primário, não somente a exploração de madeira, mas pelo aproveitamento de frutos, plantas medicinais e óleos (CARVALHO et al., 1999).

A madeira da copaíba apresenta densidade de $0,70 \text{ g/cm}^3$, resistente a tensões, ao apodrecimento e ao ataque de cupins (LORENZI, 2008). Dos troncos das árvores do gênero *Copaifera* sp. extrai-se uma seiva mediante a aplicação de furos no tronco até atingir o cerne, fornecendo um óleo transparente utilizado pela população como remédio para várias enfermidades (LORENZI, 2008).

De acordo com o IBGE em 2010, a produção de óleo de copaíba no Brasil foi cerca de 580 toneladas, na região norte a produção foi de 578 toneladas, sendo que a maior produção se encontra no estado do Amazonas com 538 t, seguidos por Rondônia 12 t e Pará 28 t. A resina óleo de copaíba começou a ser exportada para outros países depois da Segunda Guerra Mundial, durante comercialização da

borracha, uns dos principais compradores são a França, Alemanha e Estados Unidos, pois apresenta alto valor comercial agregado nos produtos derivados de sua resina-óleo, cosméticos e medicamentos naturais (AZEVEDO, 2004; SHANLEY e MEDINA, 2005). As copaifeiras são raras, geralmente ocorrendo menos de uma árvore por hectare, sendo proibido o corte e a comercialização das copaifeiras (AMARAL et al., 2010).

Em razão das inúmeras vantagens da copaíba apontadas na literatura, e em função da carência de informações silviculturais mais precisas desta espécie, bem como estudo sobre técnicas de manejo que possibilitem uso adequado da espécie, é coerente afirmar a necessidade de um número maior de trabalhos científicos, motivo pelo qual se justifica a pesquisa (CARVALHO et al., 1999).

A árvore adulta atinge até 25 m de altura com tronco de até 60 cm de diâmetro tendo florescência nos meses de dezembro a março os frutos amadurecem de agosto a setembro (LORENZI, 2008).

A espécie apresenta raiz pivotante o que exige cuidados de modo a não ocorrer envelhecimento durante a produção de mudas em viveiro, o que contribui para a baixa sobrevivência das plantas na recomposição das matas ciliares (LOUREIRO, et al., 2000). Por apresentar essa característica, é espécie preferida em projetos de urbanização de modo a não danificar calçadas e asfaltamento, apresentando desenvolvimento rápido em solos não compactados, porém sucumbe em substrato com déficit hídrico e baixo nutriente.

A espécie vem sendo recomendada para recomposição de matas ciliares e em projetos de urbanização em conjunto com outras espécies nativas, a exemplo do ipê, dado o seu potencial econômico para exploração da madeira e recursos não madeireiros (SILVA; SCHLINDWEIN, 2018).

Nesse sentido a presente pesquisa objetivou caracterizar os aspectos nutricionais e os efeitos causados pela omissão de nutrientes no desenvolvimento inicial de mudas de copaíba, empregando a técnica do elemento faltante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal de Rondônia IFRO, Campus Ji-Paraná, por um período de 120 dias. As sementes de

copaíba foram coletadas nos municípios de Jaru, Machadinho d'Oeste e Vale do Paraíso no estado de Rondônia.

As sementes foram colhidas diretamente das árvores matrizes, utilizando podão, acondicionadas em saco de polietileno e encaminhadas ao laboratório de sementes para sua seleção, armazenamento e posterior análise. Após seleção prévia, foram armazenadas em recipientes de vidro e acondicionadas em refrigerador, de modo a preservar sua viabilidade de germinação. As sementes foram semeadas, após a quebra da dormência, em bandejas de polietileno tendo como substrato mistura de areia e vermiculita esterilizados em autoclave, a 120°C por duas horas na proporção de 2:1, permanecendo no viveiro florestal à temperatura ambiente até a germinação.

As plântulas foram transplantadas ao atingirem aproximadamente 12 cm de altura e dois pares de cotilédones para vasos de canos de PVC com dimensões de 10 cm de diâmetro por 40 cm de comprimento preenchidos completamente com o substrato.

As soluções nutritivas foram adicionadas duas vezes por semana, 50 mL, em cada tratamento. A umidade do substrato perdida por evapotranspiração foi repostada através da adição de água deionizada de modo a manter umidade em 17% do peso seco do substrato.

Para os tratamentos utilizou-se a técnica da diagnose por subtração que consiste na omissão dos macro e micronutrientes fundamentais ao desenvolvimento inicial das plantas, a saber: Tratamento completo (TC), adubado com N, P, K, Mg, Ca, S, B, Zn, Mn, Cu e Fe; Tratamento Completo menos nitrogênio (TC-N); Completo menos fósforo (TC -P); Completo menos potássio (TC -K); completo menos magnésio (TC -Mg), completo menos cálcio (TC -Ca); completo menos cobre (TC -Cu); completo menos enxofre (TC -S); completo menos zinco (TC -Zn); completo menos manganês (TC -Mn); completo menos boro (TC -B) e completo menos ferro (TC -Fe).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) com 12 tratamentos distribuídos em quatro blocos, perfazendo-se um total de 48 parcelas experimentais e uma planta por parcela.

As soluções nutritivas foram adaptadas, conforme método proposto por Sarruge (1975), cuja descrição está disposta na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química das soluções nutritivas, estoques e dos tratamentos

Sol. estoque	Conc.	TC*	Tratamentos (mL.L ⁻¹)										
			-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B	-Cu	-Mn	-Zn	-Fe
KH ₂ PO ₄	1 M	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
KNO ₃	1 M	5	-	5	-	5	3	3	-	-	-	-	-
Ca(NO ₃).4H ₂ O	1 M	5	-	5	5	-	4	4	-	-	-	-	-
MgSO ₄ .7H ₂ O	1 M	2	2	2	2	-	-	-	2	2	2	2	2
KCl	1 M	-	5	1	-	1	2	2	5	5	5	5	5
CaCl ₂ .2H ₂ O	1 M	-	5	-	-	-	1	1	5	5	5	5	5
NH ₄ H ₂ PO ₄	1 M	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NH ₄ NO ₃	1 M	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	1 M	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	1 M	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Solução a ¹	-	1	1	1	1	1	1	1	a-B	a-Cu	a-Mn	a-Zn	a-Fe
Fe-EDTA ²	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-

*TC= Tratamento Completo.

¹ Solução a (g/L): H₃BO₃ – 2,86; MnCl₂.4H₂O - 1,81; ZnCl₂ – 0,10; CuCl₂.2H₂O – 0,04.

² Dissolver 26,1g de EDTA dissódico em 89,6 mL de NaOH 1,0 M, misturar com 24,9 g de FeSO₄.7H₂O e completar o volume para 1.000 mL.

Os tratamentos com omissão de micronutrientes teve composição semelhante ao tratamento completo (TC), com exceção da solução a-B, solução a-Cu, solução a-Mn e solução a Zn, enquanto no tratamento menos ferro foi omitido a solução de Fe-EDTA.

As soluções estoque foram preparadas com reagentes puros para análise (P.A.), contendo a seguinte composição: N – 120 mg.L⁻¹; P – 31 mg.L⁻¹, K – 234 mg.L⁻¹; Ca – 200 mg.L⁻¹; Mg – 48 mg.L⁻¹; S – 64 mg.L⁻¹; B – 0,5 mg.L⁻¹; Cu – 0,02 mg.L⁻¹; Fe – 5,0 mg.L⁻¹; Mn – 0,5 mg.L⁻¹; Zn – 0,05 mg.L⁻¹ e Cu – 0,01 mg.L⁻¹.

As soluções nutritivas foram mantidas a pH entre 6 - 6,5, pois nessas condições facilita a disponibilidade e absorção pelas raízes dos nutrientes essenciais (MALAVOLTA et al., 1997). Quando necessário foi realizado as correções do pH adicionando pequenas porções de solução de HCl 1,0 mol.L⁻¹ ou NaOH 1,0 mol.L⁻¹.

Os parâmetros altura e diâmetro do coleto foram aferidos com régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Para obtenção da matéria seca, tanto a parte aérea como a radicular, foram separados e secos em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até atingir peso constante em balança analítica.

Após a secagem, as amostras em cada tratamento foram trituradas em moinho tipo Willy e realizado os procedimentos analíticos para determinação do teor de macronutrientes (N, P, K, S, Mg e Ca) e micronutrientes (Mn, Fe, Zn, Cu e B)

absorvidos pela massa seca parte aérea (MSPA) das plantas durante o período experimental.

O N foi determinado através do método semi-micro Kjeldahl, em extrato de digestão por ácido sulfúrico (H₂SO₄), seguida por destilação e titulação com NaOH. Extraídos por digestão nítricoperclórica, foram determinados os seguintes nutrientes: P- colorimetria; K- fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Mn e Fe – espectrometria de absorção atômica; S- turbidimetria. O teor de B foi determinado por espectrofotometria UV-VIS, após digestão seca por incineração (Malavolta et al., 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, por intermédio do software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas submetidas ao tratamento completo (TC) tiveram maior crescimento em altura, diâmetro do coleto e produção de massa seca (aérea, radicular e total) em relação aos demais tratamentos, em virtude da deficiência nutricional a qual as mudas foram expostas, o que denota a exigência nutricional da *Copaifera langsdorffii* na fase inicial de muda, pois a omissão de nutrientes nos tratamentos provocou redução significativa no desenvolvimento das plantas (Tabela 2).

Os tratamentos sob omissão de P e Fe foram os que mais afetaram o crescimento em altura e diâmetro do coleto, o que ocasionou reduções de 51,43% na altura e 65,74% para o diâmetro do coleto (Tabela 2 e Figura 1). Os resultados demonstram a importância do P para a nutrição da espécie, pois participa no armazenamento, transporte de energia e fixação de N em nucleotídeos e ácidos nucléicos (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Tabela 2 - Altura de plantas, diâmetro de coleto, massa seca da parte área (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e relação raiz parte área (R/PA) para mudas de copaíba conduzidas em vaso com diferentes tratamentos e nutrientes.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	R/PA	IQD
TC	28,83a	6,54a	6,35 a	3,60a	9,95a	2,48b	1,52a
TC-N	20,00d	3,35d	0,40 f	0,81d	1,21d	1,24c	0,18e
TC-P	14,00f	2,24e	1,58e	1,48c	3,07c	7,92a	0,44d
TC-K	19,22d	4,24c	1,41e	0,25d	1,66d	0,27d	0,15e
TC-S	20,20d	5,72b	5,82b	2,20b	8,03a	0,38d	1,40a
TC-Ca	24,50b	5,31b	4,54c	2,40b	6,94b	0,52d	1,06b
TC-Mg	19,20d	3,29d	3,34d	2,58b	6,01b	0,75d	0,84c
TC-B	17,00e	4,40c	0,60 f	0,60d	1,19d	1,48c	0,23e
TC-Fe	14,22f	4,21c	4,64c	0,30d	4,95c	7,38a	0,25e
TC-Mn	16,50e	5,58b	0,32e	0,31d	0,64e	7,07a	0,12e
TC-Zn	16,50e	5,70b	0,49e	0,45d	0,94e	2,12b	0,22e
TC-Cu	28,75a	5,31b	3,54d	0,52d	4,08c	0,52d	0,33d

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

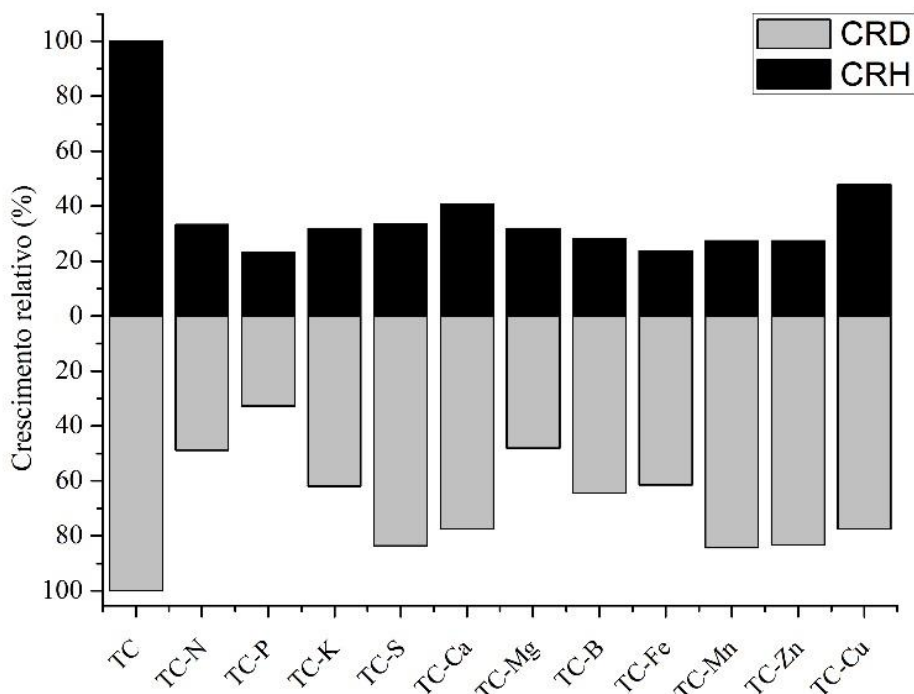
Apesar dos estudos sobre o requerimento nutricional da *Copaifera langsdorffii* serem incipientes, alguns autores analisaram a resposta quanto ao crescimento em altura e diâmetro para algumas espécies florestais conduzidos em casa de vegetação sob omissão de macro e micronutrientes foram desenvolvidos por Marques et al., (1990) para o paricá (*Schizolobium amazonicum*), Braga et al., (1995) para a acácia-australiana (*Acaciamangium*) e Souza et al., (2006) em mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), registraram intensa limitação de P para o desenvolvimento das plantas.

Os nutrientes mais exigidos pelas plantas de copaíba em relação ao tratamento completo (TC), considerando a altura de plantas foram em ordem crescente: P>Fe >Mn>Zn>B>K>Mg>S, enquanto para o diâmetro os mais exigidos foram: P>Mg>N>Fe (Figura 1).

Os maiores valores de IQD foram obtidos no tratamento completo e na omissão de S seguido por Ca e Mg e os menores valores nos tratamentos com omissão de P, N, K e Mn (Tabela 2). Nota-se que os maiores valores correspondem aos melhores tratamentos, como o tratamento completo obteve o maior valor, indica que a espécie de copaíba analisada é exigente do ponto de vista nutricional e, portanto, necessita de adubação. De acordo com Silva et al., (2013), quanto maior for o valor de IQD melhor será a qualidade das mudas. Para Fonseca et al., (2000) e Gomes et al., (2001) o uso do IQD é um ótimo parâmetro para qualificar as mudas, pois leva em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta. Estes mesmos autores, obtiveram os

melhores resultados para adubação com N, P, K para candiúva (*Trema micranta*) e cedro-doce (*Bombacopsis quinata*).

Figura 1 - Crescimento relativo de mudas de *Copaifera langsdorffii* em diâmetro (CRD) e altura (CRH).



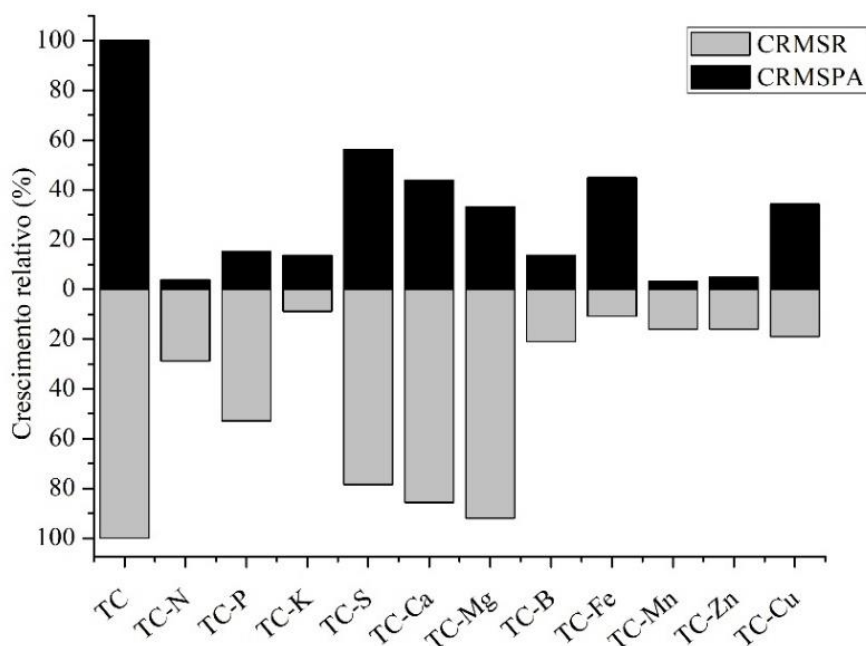
Os maiores valores para a relação R/PA foram obtidos no tratamento sob omissão de P, Fe e Mn (Tabela 2). Em ambiente de baixa fertilidade a relação R/PA tende a ser maior, pois possibilita que a planta busque maximizar a retirada de nutrientes do solo, através do engrossamento do sistema radicular o que provoca aumento de massa (MARSCHNER, 2011). Souza et al., (2018) em estudo realizado com a *Dipteryx alata* em Latossolo vermelho distrófico, em casa de vegetação, obtiveram os maiores valores para R/PA na omissão de N e P.

Com relação a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), verificou-se que os tratamentos sob omissão de N, P, K, Mn e Zn limitou severamente a incorporação de biomassa aérea afetando drasticamente o desenvolvimento das plantas (Figura 2). O N foi o elemento que mais restringiu a incorporação de biomassa com redução de 93,70 %, seguido por Mn com redução de 95% quando comparado ao tratamento completo.

O N é um dos macronutrientes mais importante para as plantas, pois encontra-se em maior quantidade, sendo importante na formação de proteínas, ácidos nucleicos e outros constituintes celulares facilitando a absorção de outros nutrientes essenciais (EPSTEIM e BLOOM, 2006). Resultados semelhantes foram encontrados em estudos

realizados por Silva e Schlindwein (2018) para o *Handroanthus impetiginosus* em Latossolo amarelo distrófico e por Silva et al., (2006) para mudas de *Spondias tuberosa* em que a omissão de N e P obtiveram a menor produção de MSPA.

Figura 2 - Crescimento relativo das mudas de *Copaifera langsdorffii* em relação à massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR).



Considerando a produção de massa seca radicular (MSR) a sequência de exigência nutricional, em ordem decrescente, foi: $K > Fe > Mn = Zn > B = Cu > N$, provocaram reduções na biomassa radicular superior a 50% em relação ao tratamento completo (TC), por outro lado, as plantas de *Copaifera langsdorffii* foram menos afetadas nos tratamentos com ausência de Mg, Ca e S. Tais resultados corroboram com os estudos realizados por Sorreano et al., (2011) trabalhando com sangra-d'água (*Croton urucurana*), Duboc et al., (1996) trabalhando com jatobá (*Hymenaea courbarill. var. stilbocarpa*) e Silva et al., (2007), para o mogno (*Swietenia macrophylla*).

De acordo com Silva e Delatorre (2009) em ambientes de baixa disponibilidade de nutrientes as plantas desenvolvem mecanismos de modificação relacionados a arquitetura do sistema radicular de modo a explorar e incorporar maior quantidade de nutrientes e água.

Nesse sentido, a omissão desses elementos acarretou limitação severa na incorporação da biomassa aérea e no crescimento radicular das plantas de *Copaifera*

langsdorffii, o que afetou a absorção de água e nutrientes, acarretando baixo desenvolvimento das plantas, evidenciado pelo desequilíbrio na relação MSPA/MSR (Figura 2).

CONCLUSÃO

De modo geral a *Copaifera langsdorffii*, na sua fase inicial de desenvolvimento, mostrou-se bastante exigente em relação ao requerimento nutricional. Os macronutrientes, N, P e K foram os que mais limitaram o desenvolvimento da espécie estudada. Com relação aos macronutrientes todos foram limitantes, porém as plantas foram mais afetadas na ausência de Fe, Zn e Mn respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao departamento de pesquisa do Instituto Federal de Rondônia, campus Ji-Paraná, pelo apoio financeiro indispensável na execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.; GAIA, P.; OLIVEIRA, W. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros**: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato. Imazon; Belém: PA Sebrae-AM, 2010, p. 180. Disponível em: <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/BoasPraticasManejo.pdf>. Acesso em: 02 de set. 2019.
- AZEVEDO, O. C. R. **Copaíba**: estrutura populacional, produção e qualidade do óleo-resina em populações nativas do Sudoeste da Amazônia. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2004.
- BRAGA, F. A.; VALE, F.R.; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 18-31, 1995.
- CARVALHO, O. P.; BAIMA, A. M. V.; SANTOS, L.S. Produção de óleo de copaíba na região do Tapajós. **Comunicado técnico**. Embrapa, n. 103, p. 1-3, 1999.
- DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F.R. do DAVIDE A.C. Nutrição do jatobá (*Hymenaeacoubari* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang). **Revista Cerne**, v. 2, n. 1, p.1 38-152, 1996.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. p. 401.
- FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L) Blume, *dedrelafissiliveli* e *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001
- IBGE. **Produção e extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, v. 25, p. 50, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarium, 2008. 368 p, 1v.

LOUREIRO, A. A.; RAMOS, K. B. L.; FREITA, C. A. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA-CPPF, 2000. 220 p, 4 v.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARQUES, R. **Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**. 1990. 110 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic, 2011. 649 p.

MATOS, L.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidades**. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009, p.340.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C.; OLIVEIRA, W. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros**: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato. Imazon; Manaus: Sebrae-AM, 2010, 180 p.

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

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005, 300 p.

SILVA E.B.; GONÇALVES, N.P.; PINHO, P.J. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo vermelho distrófico no Norte de Minas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 55-59, 2005.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.

SILVA, A. A.; SCHLINDWEIN, J. A. Limitação nutricional e crescimento de plantas de ipê-roxo em latossolo amarelo distrófico na omissão de nutrientes. **South American Journal of Basic Education, Technical and Tecnologic**, v. 5, n. 2, p. 154-166, 2018.

SILVA, P. M. C.; UCHOA, S. C. P.; BARBOSA, J. B. F.; BASTOS, V. J.; ALVES, J. M. A.; FARIAS, L. C. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 1, p. 63-69, 2013.

SILVA, W. G.; TUCI, C. A.F.; HARA, F. A. S.; SANTOS, R. A. C. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em latossolo amarelo. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3 p. 371-376, 2007.

SORREANO, M. C. M; MALAVE.; SILVA, D. H.; CABRAL. C. P; RODRIGUES, R. Deficiência de Macronutrientes em Mudas de Sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 347-352, 2011.

SOUZA, C. A. S.; TUCCI, C. A. F; SILVA, J. F.; RIBEIRO, W. O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 515-522, 2010.

SOUZA, F.; BRAGA, R. M.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, L. C. R. P. Exigências nutricionais de mudas de dipteryx alata sob limitação nutricional. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 102-114, 2018.

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

TUCCI, C. A.; HARA, F. A. S., FREITAS, R. O. Adubação e calagem para formação de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Ciências Agrárias**. v. 5, n. 3, p. 252-262, 2001.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K. Germinação de sementes de pau-de-balsa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1685 - 1689, 1991.