

LIMITAÇÃO NUTRICIONAL E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE IPÊ-ROXO EM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NA OMISSÃO DE NUTRIENTES

NUTRITIONAL LIMITATION AND GROWTH OF IPE-PURPLE IN DISTROPHIC YELLOW LATOSOL IN NUTRIENTE OMISSIONS

Adalberto Alves Silva¹, Jairo André Schlindwein²

1. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus de Ji-Paraná, Rondônia, Brasil;

2. Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Rondônia, Brasil.

* Autor correspondente: e-mail: adalberto.alves@ifro.edu.br

Recebido: 25/03/2018; Aceito: 08/08/2018

RESUMO

O estudo objetivou caracterizar os aspectos nutricionais e os efeitos causados pela omissão de nutrientes e calagem no crescimento inicial de mudas de ipê-roxo empregando a técnica de omissão de nutrientes. Para tanto, foi conduzido experimento em casa de vegetação no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), com o substrato o Latossolo Amarelo distrófico de textura média e baixa fertilidade natural. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com 11 tratamentos dispostos em 4 blocos. Adotaram-se os seguintes tratamentos: Completo 1 (C1 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12 e calcário), completo 2 (C2 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12) e tratamento completo omitindo-se um elemento por vez (completo 1 menos nitrogênio, C1-N; completo 1 menos fósforo, C1-P; completo 1 menos potássio, C1-K; completo 1 menos enxofre, C1-S; completo 1 menos magnésio, C1-Mg; completo 1 menos cálcio, C1-Ca; completo 1 menos micro, C1-FTEBR 12; completo 1 menos calcário, C1-calcário; completo 2 menos cálcio, C2-Ca; completo 2 menos magnésio, C2-Mg e solo natural). Determinaram-se os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea, além das variáveis, altura, diâmetro do coleto, massa seca (aérea, radicular e total), relação R/PA, crescimento relativo (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os resultados indicam ser P e N os nutrientes prioritários à nutrição da espécie. Os nutrientes N, P, K e Ca apresentaram teores elevados para o tratamento C1 e a omissão individual de Ca e Mg aumentaram a absorção de N e P.

Palavras chave: Nutrição mineral, Espécies florestais, Avaliação nutricional, Fertilidade do solo.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the nutritional aspects and effects caused by the omission of nutrients and liming on the initial growth of seedlings of ipe-roxo employing the omission of technical nutrients. To this end, the experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Institute of Rondônia (IFRO), Campus Ji -Paraná, for a period of 100 days using as substrate the Yellow Latosol of medium and low fertility natural texture. The experimental design was randomized blocks (DBC) with 11 treatments arranged in four blocks. Adopted to the following

treatments: Full 1 (C1 fertilized with N, P, K , S, Mg, Ca , FTEBR -12 and limestone) , full- 2 (C2 fertilized with N, P, K, S, Mg, ca, FTEBR -12) and complete treatment omitting an element at a time (complete one less nitrogen , C1- N; full one less match, C1-P, complete one less potassium, C1-K , full 1 less sulfur, C1-S, full 1 less magnesium, C1-Mg; complete one less calcium, C1-Ca; complete one less micro, C1- FTEBR 12; full 1 less limestone, C1-scale, full second less calcium, C2-Ca; complete 2 less magnesium, C2-Mg and natural soil). Determinaram-se os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea, além das variáveis, altura, diâmetro do coleto, massa seca (aérea, radicular e total), relação R/PA, crescimento relativo (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). The results indicate P and N be the priority nutrients nutrition of specie. The nutrients N, P, K and Ca showed high contents C1 to the treatment and individual omission of Ca and Mg increased uptake of N and P.

Keywords: Mineral nutrition, Forest species, Soil fertility and Nutritional evaluation.

1. INTRODUÇÃO

O ipê (*Handroanthus*) pertence à família das bignoniáceas, sendo uma espécie florestal de grande importância, pois apresenta madeira de alto valor comercial, resistência ao ataque de insetos e umidade, além de reconhecido valor medicinal [1].

As informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais, especialmente espécies nativas, são escassas [2]. A procura por mudas de espécies nativas, a exemplo do ipê, vem crescendo no Brasil, em decorrência da utilização em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas, preservação permanente bem como em projetos de urbanização, devido ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta [3]. De acordo com [4] são necessários mais estudos relacionados à nutrição mineral de espécies nativas da região amazônica dentre elas o ipê.

A ocupação do espaço amazônico ocorreu como estratégia do Governo Federal

para desenvolver a Amazônia, tendo como premissa, a expansão da fronteira agrícola e criação bovina, no entanto, o que mais se viu foi à extração predatória dos recursos florestais com práticas fundadas na derrubada da floresta e o uso do fogo [5].

O processo intensivo de desflorestamento na região amazônica requer a necessidade de estudos, relacionados às condições e exigências nutricionais de espécies florestais nativas, de modo a fornecer subsídios para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, que associado ao manejo florestal adequado garanta o suprimento de matéria prima para exploração sustentável dos recursos madeireiros e não madeireiros [6].

O conhecimento das exigências nutricionais de espécies nativas da região é fundamental para produção de mudas de qualidade, tendo em vista que o solo impactado da região amazônica geralmente apresenta baixa fertilidade, elevada acidez e alta saturação por Al o que compromete o

desenvolvimento da maioria das espécies florestais. A produtividade é limitada quando a quantidade de nutrientes é baixa ou ausente no solo. Assim, identificar e estudar os nutrientes mais requeridos na fase inicial de mudas possibilita o desenvolvimento das espécies nas condições de campo [7].

O desconhecimento das exigências nutricionais de espécies nativas da região compromete o sucesso de projetos de recuperação e recomposição florestal, bem como é fator limitante para a produção de mudas com qualidade de modo a reduzir o replantio e, conseqüentemente, aumento de custos. Nesse sentido, é necessário priorizar a produção de mudas de qualidade garantindo a sobrevivência, adaptação e competição com as espécies invasoras [8]. Portanto, o estudo do requerimento nutricional de espécies florestais nativas por meio da omissão de nutrientes, é procedimento importante para determinar a real necessidade nutricional e de calagem de modo a oferecer a quantidade de nutrientes para o adequado desenvolvimento da planta. Diante do exposto a presente

pesquisa teve por objetivo caracterizar o teor de nutrientes e o efeito da calagem sobre o crescimento de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) pela omissão de macro e micronutrientes em Latossolo Amarelo distrófico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação por um período de 100 dias, no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Câmpus Ji-Paraná, no período de janeiro a abril de 2017, utilizando-se como substrato o Latossolo Amarelo distrófico, textura média, com baixa fertilidade natural, coletado na camada de 20-60 cm de profundidade no município de Ji-Paraná, nas coordenadas geográficas 10° 96' 67" S e 61° 98' 01" W.

O solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 4 mm de malha para utilização no ensaio experimental. As análises químicas e textura foram realizadas de acordo com o método proposto pela [9] e estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do Latossolo Amarelo antes da aplicação dos tratamentos.

Características	Unidade	Resultado
Potencial hidrogeniônico (pH)	-----	4,90
Matéria Orgânica (MO)	g.kg ⁻¹	6,30
Fósforo (P)	mg.dm ⁻³	1,00
Potássio (K)	cmol _c .dm ⁻³	0,04
Cálcio (Ca)	cmol _c .dm ⁻³	0,13
Magnésio (Mg)	cmol _c .dm ⁻³	0,20
Acidez total (H+Al)	cmol _c .dm ⁻³	2,80
Alumínio (Al)	cmol _c .dm ⁻³	0,42
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	cmol _c .dm ⁻³	3,58
Saturação por alumínio (m)	%	35
Saturação por bases (V)	%	22
Soma das bases (SB)	cmol _c .dm ⁻³	0,77
Argila	g.kg ⁻¹	92
Silte	g.kg ⁻¹	409,3
Areia	g.kg ⁻¹	498,7

Para correção do substrato aplicou-se a quantidade equivalente a 2 t.ha⁻¹ de corretivo, utilizando-se a mistura de CaCO₃ e MgCO₃ na proporção 1:4 com 100% de PRNT, aplicado 30 dias antes do transplante. Após a adição de calcário o solo foi acondicionado em sacos de polietileno com umidade de 17%, do peso seco do substrato, de modo que ocorresse a solubilização e reação do calcário com o solo [10].

As sementes de ipê-roxo foram coletadas diretamente de árvores matrizes no município de Ji-Paraná/RO. Os frutos foram selecionados de acordo com seu estado fitossanitário. Para a produção de mudas as sementes foram semeadas em bandejas de polietileno de 4 cm de profundidade tendo como substrato areia esterilizada em

autoclave a 120°C por 2 horas. Ao atingir altura aproximada de 12 cm, surgimento do primeiro par de cotilédones e precedida homogeneização quanto à altura e diâmetro do coleto, as plântulas foram transplantadas para vasos de polipropileno com 6 dm³.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 11 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 44 parcelas e uma planta por vaso, por intermédio da técnica de omissão de nutrientes. Os tratamentos foram: Completo 1 (C1 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12 e calcário), completo 2 (C2 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12) e tratamento completo omitindo-se um elemento por vez (completo 1 menos nitrogênio, C1-N; completo 1 menos fósforo, C1-P; completo 1

menos potássio, C1-K; completo 1 menos enxofre, C1-S; completo 1 menos magnésio, C1-Mg; completo 1 menos cálcio, C1-Ca; completo 1 menos micro, C1-FTEBR 12; completo 1 menos calcário, C1-calcário; completo 2 menos cálcio, C2-Ca; completo 2 menos magnésio, C2-Mg e solo natural).

Após a incubação foi realizada a adubação do substrato realizado de acordo com [11]. As concentrações dos macronutrientes empregados para a adubação, expressa em mg.kg⁻¹ de substrato, aplicados na forma de reagentes p.a foram: 150 de N, 450 de P, 150 de K, 50 de Ca, 40 de S, 80 de Mg. As fontes utilizadas foram a saber: CH₄N₂O, H₂PO₄, KCl, CaSO₄, Na₂SO₄, MgSO₄ respectivamente. A adubação com N ocorreu durante o transplante das plântulas (50% da dose); o restante aos quinze e trinta dias após a primeira aplicação [13]. Para a adubação com micronutrientes empregou-se o fertilizante FTEBR-12 na dosagem de 150 mg.kg⁻¹ de solo o que corresponde a 13,5; 2,7; 1,2; 4,5; 3 e 3 mg por tratamento de Zn, B, Cu, Fe e Mn respectivamente, exceto para os tratamentos nos quais estes foram omitidos.

Transcorridos 120 dias de transplante foi realizado medições biométricas, a altura (H) foi determinada com régua graduada em centímetros tendo como referência o nível do solo ao ápice da gema apical. O diâmetro do coleto (D) foi aferido empregando-se paquímetro digital PROFIELD®, graduado em milímetros, com precisão de 0,01mm

tomado a um centímetro do solo. Para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR) as mudas foram separadas das raízes, secos em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até obtenção de massa constante aferida em balança analítica com precisão de 0,001g. A relação raiz/parte aérea R/PA foi calculada dividindo-se a massa seca da raiz pela massa seca da parte aérea.

A relação entre os dados biométricos da planta: massa seca total (MST), altura (H), diâmetro do coleto (D), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR), corresponde ao índice de qualidade de Dickson (IQD), importante variável de qualificação que leva em consideração a incorporação, distribuição e equilíbrio da biomassa, determinado através da equação:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

O crescimento relativo correspondente massa seca aérea e radicular, calculado pela multiplicação por 100 do valor obtido em cada tratamento na omissão de nutriente e dividido pelo valor do tratamento completo C1 tomado como referência [9].

Após a pesagem, a parte aérea de cada tratamento foi triturada em moinho de aço inoxidável tipo Willey e submetidos a digestão nitroperclórica e sulfúrica para

posterior análise química do tecido vegetal, sendo determinados os teores de N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, B, Cu, Fe e Mn, conforme método proposto por [13 e 9].

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e às médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, empregando o software estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (pt).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CRESCIMENTO DE PLANTAS E MASSA SECA

O tratamento com omissão de P foi limitante para o crescimento em altura, diâmetro e produção de MSPA com valores semelhantes à testemunha (Tabela 2). O ipê-roxo na omissão de P cresceu 82,9% a menos em altura e 77,6% o diâmetro do coleto quando comparado com o tratamento

completo C1(Tabela 5). Segundo [14] ocorre deficiência drástica de nutrientes quando há redução de mais de 40% do parâmetro avaliado em relação ao tratamento completo—fato ocorrido na omissão de P e calcário (Tabela 2).

Assim o ipê-roxo e exigente por P, pois o ambiente natural da espécie apresenta baixa disponibilidade de P. Resultados similares para espécies florestais conduzidos em casa de vegetação e na omissão de macro e micronutrientes foram obtidos por [15] para o paricá (*Schizolobium amazonicum*) e para a acácia-australiana (*Acaciamangium*) [16], registraram intensa limitação de P e N para o desenvolvimento das espécies. O P é de extrema importância para a nutrição de ipê, pois participa no armazenamento, transporte de energia e fixação de N em nucleotídeos e ácidos nucléicos [18].

Tabela 2. Crescimento em altura de plantas, diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e relação raiz parte aérea (R/PA) para mudas de ipê-roxo.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	R/PA	IQD
Teste	6,62 e	2,42 d	0,31 h	0,27 e	0,59 g	0,87 a	0,15 e
C1	40,75 a	14,82 a	40,30 a	9,53 a	49,83 a	0,23 c	7,14 a
C1-N	17,42 d	6,62 c	7,41 g	3,76 d	10,95 f	0,53 b	2,40 d
C1-P	6,97 e	3,31 d	0,42 h	0,36 e	0,78 g	0,89 a	0,23 e
C1-K	31,50 b	10,50 b	12,56 f	3,61 d	16,24 e	0,28 c	2,49 d
C1-S	40,12 a	13,60 a	39,41 b	9,30 a	48,46 a	0,23 c	6,67 a
C1-Micro	33,62 b	11,36 b	18,10 e	6,70 c	24,80 d	0,37 c	4,38 c
C1-Calcário	7,10 e	3,45 d	0,44 h	0,35 e	0,76 g	0,83 a	0,24 e
C2	32,75 b	12,73 a	29,14 c	9,38 a	38,52 b	0,33 c	7,00 a
C2-Mg	27,75 c	11,60 b	24,27 d	7,83 b	32,10 c	0,32 c	5,72 b
C2-Ca	31,87 b	11,80 b	38,39 b	9,25 a	48,39 a	0,25 c	6,90 a
CV(%)	9,76	14,09	4,61	6,85	5,17	18,93	9,42

Números seguidos pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As plantas de ipê-roxo, submetidas à omissão de N, sofreram redução em altura (57,25%), diâmetro do coleto (55,33%) e produção de MSPA (81,61%) quando comparado ao tratamento completo C1 (Tabela 2). O N participa dos processos metabólicos e sua inibição afeta a síntese proteica, pois reduz a divisão celular prejudicando o crescimento das plantas [12]. Resultados semelhantes, através do método de omissão de nutrientes para espécies florestais, foram obtidos por [19] para o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e [20] para o cedro-australiano (*Toona ciliata*).

As plantas de ipê-roxo sob o tratamento completo C1, apresentaram elevada produção de massa seca, ao contrário o tratamento com solo natural (Teste) o qual teve o desenvolvimento drasticamente reduzido, 130 vezes para a MSPA e 35 vezes para MSR em relação ao tratamento C1 (Tabela 2). Resultados similares foram observados por [21] trabalhando com sangra-d'água (*Croton urucurana*). (Figura 1).

O maior valor para R/PA foi obtido no tratamento testemunha, na omissão de P e na omissão de calcário para o ipê-roxo. Em ambiente de baixa fertilidade a relação R/PA é 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 [22].

O índice de qualidade de Dickson (IQD), o tratamento completo C1 apresentou maior valor não diferindo dos tratamentos com omissão de C2, Ca e S, enquanto os menores valores ocorreram na omissão de P, calcário e no tratamento testemunha (Tabela 2). De acordo com [23] quanto maior for o valor de IQD melhor será a qualidade das mudas.

O crescimento relativo para MSPA e MSR a omissão de P, Mg e calcário foram os tratamentos que mais restringiram a produção de massa seca, tanto da parte aérea como radicular

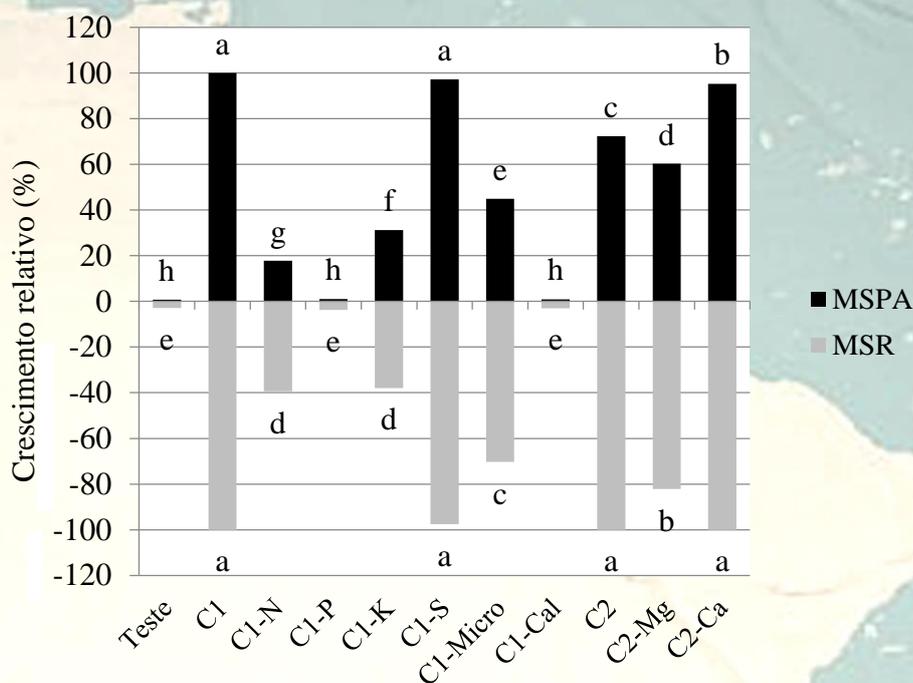


Figura 1. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea (MSPA) e sistema radicular (MSR) de ipê-roxo. Letras iguais, para a mesma variável (MSPA ou MSR), não diferem pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

A omissão da calagem torna-se mais evidente quando é comparado à altura, MSPA e MST, entre os tratamentos C1 e C2, pois o tratamento C1 com calagem produziu melhor resultado, enquanto o C2 sem correção da acidez foi menor (Figura 1). O tratamento C2, por não ter tido fornecimento de calcário, não teve o pH corrigido e, conseqüentemente, a disponibilidade de algum nutriente deve ter sido comprometida. A calagem é fator limitante para a espécie em estudo, pois o solo empregado apresentou características ácidas. A correção do pH do solo e a conseqüente elevação da saturação por bases é fundamental, principalmente em solos com elevada acidez, pois quanto menor for o pH menor será a capacidade de troca de cátions

diminuindo a disponibilidade e absorção dos nutrientes pelo sistema radicular da planta [24].

3.2 TEOR DE NUTRIENTES ACUMULADO NO TECIDO FOLIAR

Os teores mais baixos de macro e micronutrientes absorvidos pelas plantas, estão associados à testemunha e aos tratamentos com omissão de cada nutriente, exceto nos tratamentos: C1-N, e C2-Mg e Fe.

As plantas de ipê-roxo que receberam tratamento completo C1 apresentaram teor de N na massa seca da parte aérea de $19,95 \text{ g.kg}^{-1}$ e na omissão (C1-N) $10,67 \text{ g.kg}^{-1}$. (Tabela 3). O baixo teor de N encontrado no tratamento C1-N contribuiu para a redução na produção da massa seca (aérea e radicular),

crescimento em altura e diâmetro do coleto. O teor de N, no presente estudo, foi superior ao valor encontrado por [17] para o próprio ipê-roxo, no qual obteve $1,25 \text{ g.kg}^{-1}$, empregando o Latossolo Amarelo em casa de vegetação por um período de 110 dias e inferior ao encontrado por [19] para o umbuzeiro (27 mg.kg^{-1}). Contudo, foi semelhante à pesquisa conduzida por [25] para o cedro-australiano (*Toona ciliata*) $18,8 \text{ g.kg}^{-1}$, no qual o baixo teor de N afetou a produção de massa seca foliar.

A omissão de calcário provocou a maior redução no teor de N, seguido por P e micronutrientes, enquanto houve aumento na omissão de Mg, Ca e K (Tabela 3). A redução em 57% no teor de N no tratamento na omissão de calcário (C1-Cal.), em relação ao tratamento completo C1, contribuiu para redução da produção de massa seca, tanto da parte aérea como do sistema radicular. A redução no teor de N na omissão de P deve estar associado à interação iônica de sinergismo, pois o suprimento inadequado de P pode ocasionar redução na absorção dos íons NO_3^- e NH_4^+ , diminuir a translocação do NO_3^- para a parte aérea [23].

O tratamento com omissão de P obteve teor de $1,36 \text{ g.kg}^{-1}$, enquanto o tratamento completo C1 ($2,05 \text{ g.kg}^{-1}$), valor equivalente ao encontrado para a testemunha (Tabela 3), o que explica a pequena produção de massa seca e redução severa no crescimento em altura e diâmetro do coleto,

cujo efeito negativo foi mais intenso do que o provocado pela omissão de N. Estes resultados concordam com o proposto por [26] para umburana (*Umburana acreana*), cujo elemento apresentou a menor quantidade no tecido foliar.

A omissão de P está associada à redução dos teores de N, K e Mg para as espécies analisadas em relação ao tratamento C1 e, portanto, podem induzir a outras deficiências nutricionais nas plantas evidenciado pelo baixo desenvolvimento. A resposta do P como elemento limitante a absorção de nutrientes refletiu no reduzido desenvolvimento das plantas, as quais obtiveram as menores respostas nos tratamentos em que o P foi omitido, pois é elemento essencial para o desenvolvimento da planta e sua ausência não pode ser substituída por outro elemento [7].

As plantas submetidas ao tratamento C1 apresentaram teor foliar para o K de $16,20 \text{ g.kg}^{-1}$, enquanto que na omissão foi de $5,15 \text{ g.kg}^{-1}$ (Tabela 3), valor superior ao obtido por Sousa et al. (2006) para o ipê-roxo ($1,32 \text{ g.kg}^{-1}$) e por [10] para a copaíba (*Copaifera langsdorffii*) $4,39 \text{ g.kg}^{-1}$, porém semelhante ao valor encontrado por [27] para o pequi (*Caryocar brasiliense*) $15,4 \text{ mg.kg}^{-1}$. Observou-se redução no teor de K na omissão de P e aumentou nos tratamentos, C2-Ca e C2-Mg em relação ao tratamento C1, como consequência da redução no efeito competitivo dos íons Ca^{+2} e Mg^{+2} [12].

Tabela 3. Teor de macro e micronutrientes absorvidos pela massa seca da parte aérea em mudas de ipê-roxo na omissão de nutrientes.

Tratamento	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹				
	N Zn	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	
T1(teste)	18,62 b	1,15 d	8,18d	6,42f	1,01 e	1,40 f	27,10 c	3,13f	151,17 a	250,45 f	17,22 c
T2(C1)	19,95 b	2,05 c	16,20 b	9,87c	1,62 b	2,22 c	30,49 b	5,12d	161,75 a	453,75 c	29,46 b
T3(C1-N)	10,67 d	2,00 c	15,60 b	10,27 c	1,50 c	2,07 d	30,57 b	5,40d	156,25 a	298,75 e	29,83 b
T4(C1-P)	12,66 c	1,36 d	9,36d	7,71e	1,23 d	2,25 c	30,44 b	4,30e	165,24 a	225,19 f	34,50 a
T5(C1-K)	20,12 b	2,80 a	5,15e	14,97 a	2,02 a	2,47 a	29,70 b	8,52b	160,00 a	466,25 c	32,73 b
T6(C1-S)	19,07 b	2,00 c	14,70 c	11,10 b	1,60 b	1,82 e	29,46 b	4,62e	155,00 a	437,50 c	30,08 b
T7(C1-Mi.)	18,55 b	2,35 b	14,60 c	11,42 b	1,60 b	2,32 b	23,60 d	3,76f	151,25 a	373,50 d	17,83 c
T8(C1-cal.)	8,55e	1,90 c	14,43 c	6,56f	1,42 c	2,21 c	31,21 a	10,27 a	170,21 a	625,25 a	38,42 a
T9(C2)	19,40 b	1,97 c	15,40 b	8,65d	1,50 c	2,10 d	32,29 a	8,01b	158,75 a	526,25 b	35,35 a
T10(C2Mg)	22,22 a	2,07 c	18,70 a	7,35e	1,45 c	2,32 b	30,17 b	7,02c	151,25 a	568,75 b	36,37 a
T11(C2Ca)	22,57 a	2,02 c	16,30 b	6,40f	1,58 b	2,22 c	30,13 b	5,10d	143,75 a	432,50 c	36,47 a
CV(%)	7,46	7,75	6,90	5,91	6,54	4,61	3,35	9,5	8,45	9,39	11,77

Números seguidos pelas mesmas letras, nas colunas para o ipê-roxo e o ipê-amarelo, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observou-se aumento no teor foliar para o Mg quando foi omitido K, seguido por Ca (Tabela 3), possivelmente pela redução na inibição competitiva entre K e Mg e redução do efeito antagônico entre os íons Ca⁺² e Mg⁺², o que corrobora com os estudos realizados por [28] para a aroeira-do-sertão e [29] com a candeia (*Eremanthus erithropappus*) nos quais a omissão de K e Ca favoreceram a absorção de Mg.

Os menores teores de Ca foram obtidos nos tratamentos nos quais ocorreu a omissão do próprio nutriente, seguido pelas omissões de calcário e Mg. Por outro lado, os maiores valores ocorreram na omissão de K em comparação ao tratamento completo C1 (Tabela 3). A elevada concentração de Ca nas ausências de K e Mg possivelmente está relacionada com a redução no mecanismo de inibição competitiva e do antagonismo entre os nutrientes [13]. Resultados semelhantes

foram obtidos por estudos realizados por [17] em mudas de ipê-roxo, [29] para a candeia (*Eremanthus erithropappus*) e [15] para o paricá (*Schizolobium amazonicum*) nos quais a absorção de Ca foi potencializada na ausência de K, Mg e N.

No tratamento completo C1 o teor de S ($2,22 \text{ g.Kg}^{-1}$) foi 24 vezes maior do que o valor obtido por [17] para o ipê-roxo ($0,09 \text{ g.Kg}^{-1}$), no entanto, foi 4 vezes inferior ao encontrado por [27] em plantas de favela (*Dimorphandra mollis* Benth). O teor de S absorvido no tecido foliar na sua omissão não afetou o desenvolvimento das plantas, pois os valores registrados para a produção de massa seca, crescimento em altura e diâmetro foram semelhantes ao tratamento completo C1 (Tabela 3). Alguns autores encontraram resultados semelhantes empregando a técnica da omissão de nutrientes em casa de vegetação empregando como substrato o Latossolo Amarelo distrófico, como por exemplo, [25] para o cedro-australiano (*Toona ciliata*).

O teor de Fe não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3). A concentração de Fe presente no solo natural, provavelmente supriu a demanda inicial das plantas.

A maior concentração de B ocorreu no tratamento C2, enquanto o menor teor foi obtido no tratamento testemunha e sob

omissão de Mg. [17] Obtiveram para o ipê-roxo, teor de $133,14 \text{ mg.kg}^{-1}$ para o tratamento completo, valor muito superior ao encontrado, nesta pesquisa, para o mesmo tratamento ($30,49 \text{ mg.kg}^{-1}$).

O teor de Cu foi maior no tratamento com omissão de calagem e menor na omissão de micronutrientes. Resultados semelhantes foram obtidos por [30] estudando o efeito dos micronutrientes no desenvolvimento do mogno (*Swietenia macrophylla*) e por [31] para o açai (*Euterpe oleracea*) observaram que a omissão de Cu afetou a produção de massa seca das espécies.

O maior teor de Zn, encontrado no tecido foliar das plantas para a espécie ocorreu nos tratamentos em que foram omitidos calcário, Ca e Mg (Tabela 6), provavelmente devido a diminuição do efeito de inibição competitiva entre Zn e os íons Ca^{2+} e Mg^{+2} [23]. Resultado semelhante foi relatado por [19] para o umbu (*Spondias tuberosa*) no qual o teor de Zn foi favorecido pela omissão dos nutrientes Ca e Mg.

A maior absorção de Mn ocorreu na omissão de calcário, $625,25 \text{ mg.kg}^{-1}$, enquanto a menor concentração foi encontrada para os tratamentos em que foram omitidos P e N (Tabela 6). Os maiores teores de Mn encontrados no tecido foliar do ipê corroboram com os valores encontrados para o eucalipto, 650 mg.kg^{-1} [13].

4. CONCLUSÕES

O ipê-roxo é exigente por nutrientes, sendo necessário o fornecimento via adubação para garantir o desenvolvimento das mudas. Os nutrientes P, N e K foram os que mais limitaram a produção de MSPA. A omissão de S não limitou o crescimento, pois não alterou a qualidade das mudas. Os nutrientes N, P, K e Ca apresentaram teores elevados para o tratamento completo, bem como a omissão individual de Ca e Mg elevou o teor no tecido foliar. A correção da acidez é imprescindível para o cultivo e sobrevivência das espécies, pois a omissão de calcário limitou o crescimento das mudas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO, J. O. P.; CARVALHO, M.S.P.; BAIAM, A.M.V.; MIRAIIDA, I.L.; SOARES, M.H.M. **Informações básicas sobre ecologia e silvicultura de cinco espécies arbóreas da Amazônia brasileira**. Belém: Entrapa Amazônia Oriental, 2001.
- [2] CARPANEZZI, A. A.; BRITO J. O.; FERNANDES, P.; JARK FILHO, W. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas. **E. S. A. "Luiz de Queiroz "Piracicaba**, v. 23, p. 225 – 232, 1976.
- [3] LORENZI, H. Árvores Brasileiras: **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa / SP. Editora Plantarium, 5ª ed. v.1, 368 p,2008.
- [5] OTT, A. M. T. **Dos projetos de desenvolvimento, ao desenvolvimento dos projetos: o PLANAFLORO em Rondônia**. 2002. 284 p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [6] VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K. **Germinação de sementes de pau-de-balsa**. Pesquisa agropecuária brasileira (PAB), v. 26, n. 10, p. 1685 - 1689, 1991.
- [7] RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Pofatos, 343p, 1991.
- [8] CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.
- [9] EMBRAPA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, 2 ed. Embrapa solos informação tecnológica, 627p, 2009.
- [10] GUEDES, M. G.M. **Desenvolvimento inicial e composição mineral de copaíba cultivada em Latossolo Amarelo, textura média, sob omissão de nutrientes**. 2008. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. 2008.
- [11] RENÓ, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. do. 1997. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32(1): 17-25.
- [12] MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos & Adubações: Adubos Minerais e Orgânicos Interpretação da análise do Solo prática de adubação**. São Paulo: Nobel, 2002.
- [13] MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.
- [14] SANCHES, P.A. 1981. **Suelos de los trópicos: características y manejo**. San José: IICA. 660pp.
- [15] MARQUES, T. C. L. S., CARVALHO, J. G., LACERDA, M. P. C., Mota, P. E. F. Exigências Nutricionais do Paricá (*Schizolobium mazonicum*, herb.) na Fase de Muda. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.

- [16] BRAGA, F. A.; VALE, F.R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v.19 , n.1, p.18-31, 1995.
- [17] SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R.L.G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.
- [18] EPSTEIN, E; BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. p. 401.
- [19] BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E., HICKMANN, C.; DUARTE, R.F.; AMARAL, D. C.; ARAÚJO, B. H.; LACERDA, J. J. J.; DECETTI, S. F. C. Caracterização de sintomas visuais e crescimento de mudas de cedro australiano sob deficiências nutricionais. **Dourados**, v.7, n.24, p.289-299, 2014.
- [20] 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.) **Revista Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 347-352, jul./set. 2011.
- [21] MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic, 2011. 649 p.
- [22] TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6 ed. São Paulo: Andrei, 2007.
- [23] MORETTI, B. S.; NETO, A. E. F.; PINTOS, S. I. C.; FURTINI, I.V.; MAGALAES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, 2011.
- [24] 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**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 55-59, 2005.
- [25] SILVA, M. L. S; TREVISAN, A. R. **Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas**. *Informações agronômicas*, nº 149, p. 10-16, 2013.
- [26] VIEIRA, C. R. **Crescimento inicial de espécies florestais na omissão de macronutrientes**. 2011. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- [27] CARLOS, L. VENTURIN, N.; GRISI, R. L.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAURO, B.G; FARIAS, G. E. S. crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. Santa Maria. **Ciências Florestais**, v. 24, n. 1, p. 13-21, 2014.
- [28] MENDONÇA, A .V.R.; NOGUEIRA F.D.; VENTURIM, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuval* Fr. All. (Aroeira do sertão). **Revista Cerne**, v.5, n.2, p.65-75, 1999.
- [29] VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G. de.; NOGUEIRA, F.D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropapus* (DC.) Mcleish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, maio./ago. p. 211-219, 2005.
- [30] SILVA, A. A; SCHLINDWEIN, J. A; RIBEIRO, W.O. Avaliação do Crescimento inicial de Mudas de ipê-roxo em Latossolo Amarelo distrófico em Ji-Paraná/RO. In: **REUNIÃO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL**, 2, 2014, Porto Velho. Anais. Porto Velho, 2014. 380-136.
- [31] 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 Amazônia**, Manaus, v. 37, n.3 p. 371-376, 2007.
- [32] VIEGAS, I.J.M.; CAPUCHO, D.A.; THOMAZ, M.A.A.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; PINHEIRO, E. 2004. Limitações nutricionais para o cultivo de açazeiro em Latossolo Amarelo textura média, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26(2): 382-384.