

ADUBAÇÃO MINERAL DO IPÊ-ROXO (*Tabebuia impetiginosa*)

MINERAL FERTILIZATION OF IPÊ-ROXO (*Tabebuia impetiginosa*)

Patrícia Aparecida de Souza¹ Nelson Venturin² Renato Luiz Grisi de Macedo³

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Sandwith), foi conduzido um experimento em casa de vegetação, em substrato de Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade. Foram utilizados dez tratamentos dispostos em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições e uma planta por vaso; usando-se a técnica do nutriente faltante. Foi aplicado um tratamento completo com (N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), outros oito com omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn) e um como testemunha (substrato natural). Foram avaliadas as seguintes características aos 110 dias do plantio: altura da parte aérea, diâmetro de colo e produção de matéria seca. Os resultados obtidos nas condições do presente estudo permitiram concluir que: a) os nutrientes P e N devem ser prioritários aos estudos de fertilização mineral da espécie; b) seqüência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de ipê-roxo em relação ao tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P> N> S> B> Zn> Mg> Ca> K.

Palavras-chave: Bignoniaceae; elemento faltante; mudas.

ABSTRACT

In order to study nutritional aspects and lack of nutrients on the development of plants, a greenhouse experiment was carried out with seedlings of ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Sandwith). As substrate, an oxisol with low nutrients availability was used and distributed in 10 treatments: a complete one (N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn), the others lacking one element in each treatment (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -B and -Zn) and a control (natural substrate). The following characteristics were assessed: diameter growth, plant height and dry matter production. Based on the results, it was concluded that: a) the N and P nutrients must be priority in mineral fertilization of this species; b) sequence of demand nutrition presented by the *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Sandwith seedlings in relation to the complete treatment, considering the production of dry matter of the aerial part in decreasing order was: P> N> S> B> Zn> Mg> Ca> K.

Keywords: Bignoniaceae; missing element; seedlings.

INTRODUÇÃO

A *Tabebuia impetiginosa*, conhecida vulgarmente como ipê-preto, ipê-rosa-de-folha-larga, ipê-rosado, ipê-roxo-da-casca-lisa, ipeúna, ipê-de-minas e pau-d'arco é uma espécie caducifólia, da família Bignoniaceae, podendo atingir até 15 m de altura e 30 cm de DAP. Suas folhas são compostas, folioladas, foliólos coriáceos, pubescentes em ambas as faces e levemente serreadas até o ápice (Carvalho, 1994).

A espécie apresenta habitat característico de Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, sendo freqüente no cerradão, cerrado, caatinga e mata seca (Carvalho, 1994), com ocorrência desde o Piauí e Ceará, até Minas Gerais, Goiás e São Paulo (Lorenzi, 1992). É classificada como secundária tardia a clímax (Carvalho, 1994) e muito utilizada para recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 1992).

Em geral, as espécies florestais apresentam características distintas de comportamento, sobretudo, quanto às exigências nutricionais. O conhecimento do comportamento nutricional peculiar a cada espécie gera maior produtividade, economia e menores impactos ambientais nos plantios florestais.

1. Engenheira Florestal, Dr^a., Pesquisadora e Professora do Programa Desenvolvimento Científico Regional/CNPq – Universidade Federal do Amazonas – Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Amazonas, Rua Pico das Águas, 654, Apartamento 402, Bairro São Geraldo, CEP 69011-970, Manaus (AM). patriciaapsouza@yahoo.com.br
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). Bolsista do CNPq. venturin@ufla.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). Bolsista do CNPq. rgrisi@ufla.br

Recebido para publicação em 13/09/2004 e aceito em 23/08/2006.

Uma maneira rápida e econômica de se realizar esses estudos é pela utilização da técnica do nutriente faltante que avalia qualitativamente um dado nutriente no solo. Essa técnica é simples e segura para a identificação de deficiências nutricionais. Consiste em avaliar o desenvolvimento de uma espécie em casa de vegetação ou em campo, por meio de um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários em doses adequadas) e uma série de tratamentos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez (Sanches e Salinas, 1981). Para evitar que o resultado seja influenciado pela deficiência de outros nutrientes, adiciona-se fonte dos demais nutrientes, em quantidades não-limitantes e nem tóxicas (Braga, 1983).

De acordo com Chaminade (1972), essa técnica indica quais são os nutrientes que se apresentam deficientes, a importância relativa dessa deficiência e a velocidade de redução da fertilidade do solo. Para Malavolta (1980), ela apresenta uma referência semiquantitativa da necessidade de adubação.

De acordo com Pritchett (1979), experimentos em vasos constituem-se num instrumento rápido e seguro em programas de fertilização e nutrição florestal. Mas, a extrapolação, para o campo de resultados obtidos sob condições de casa de vegetação, deve ser feita com a devida cautela, visto que as condições ambientais poderão ser bastante divergentes, influenciando, decisivamente, nos resultados (McClung *et al.*, 1958).

A metodologia da técnica do nutriente faltante já foi utilizada por vários autores que estudaram diversas espécies florestais. Entre esses, McClung *et al.* (1958) avaliaram seis solos de cerrado de São Paulo e Goiás. Utilizando gramíneas e leguminosas, esses autores detectaram o P como o nutriente mais limitante.

De maneira similar, Martins e Braga (1977) caracterizaram a fertilidade de cinco latossolos do Triângulo Mineiro para o plantio da soja, obtendo diferenças significativas entre os solos.

Garlipp e Balloni (1980), Gonçalves e Fazzio (1981) estudaram a técnica do nutriente faltante no campo com *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e Capitani *et al.* (1983), com *Pinus oocarpa* Shiede e *Pinus caribaea* Marelet var. *hondurensis* Barret & Golfari.

A produção de matéria seca total das plantas de *Cordia goeldiana* Huber foi afetada pelos tratamentos com omissão de N, P, Ca, K, S e Mg (Frazão, 1985) e *Prosopis juliflora* DC. pela omissão de N, K, P, Mg e Ca (Haag *et al.*, 1986).

Carniel *et al.* (1993) observaram, em resposta à adubação em campo, que *Cecropia* sp., *Stenolobium stans* Seem., *Senna macranthera* (Cool.) H.S. Irwin & Barneby, *Senna multijulga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby e *Peltophorum dubium* Taub. tiveram o crescimento afetado pela omissão de P, com exceção de *Stenolobium stans*. A *Senna macranthera* e *Peltophorum dubium* mostraram as maiores restrições no crescimento, quando da omissão de N. Todas as espécies mostraram um baixo requerimento de K e Mg, elevada exigência nutricional para S. A omissão de Ca não afetou os teores foliares do nutriente.

Duboc *et al.* (1996b) verificaram que N, P, Ca e S foram limitantes ao crescimento da *Copaifera langsdorffii* Desf. em solo com pequena disponibilidade desses nutrientes. As plantas mostraram um pequeno requerimento para Mg, K, B e Zn, porque a disponibilidade original desses elementos no solo estudado era satisfatória. As omissões de K, Ca, Mg afetaram a absorção de S pelas plantas. Para a *Hymenaea courbaril* L. foram o N, P, Ca, Mg, S e K. A disponibilidade de B e Zn no solo adubado com esses elementos foi superior às exigências das plantas que apresentaram sintomas de toxidez ou desequilíbrio (Duboc *et al.*, 1996).

Venturin *et al.* (2005) relataram que a ausência dos nutrientes P e N afetou drasticamente o crescimento das mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). E que os teores de K, Ca, S, B e Zn na matéria seca da parte aérea foram reduzidos nas omissões desses nutrientes.

Silva *et al.* (2005) observaram que as omissões dos nutrientes N, P e Ca foram as que mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro das mudas de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). E que as mudas sob omissão de N e P apresentaram menor produção de MSPA.

Este trabalho tem por objetivo avaliar as exigências nutricionais e o efeito da omissão de nutrientes sob o crescimento de mudas de *Tabebuia impetiginosa*, em casa de vegetação, usando-se a técnica do nutriente faltante.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, na Universidade Federal de Lavras (UFLA) no Departamento de Ciências Florestais. Como substrato, foi utilizado um Latossolo Vermelho Amarelo, de baixa fertilidade natural, coletado no município de Itumirim, MG, a uma profundidade de 20 a 40 cm, evitando-se a camada fértil do solo que poderia mascarar o efeito dos fertilizantes.

O solo foi seco ao ar, passado em peneira de 5 mm e armazenado em sacos plásticos. Foram tomadas amostras para determinações físicas e químicas do material do solo, antes e depois de se adicionarem os nutrientes, e os resultados constam da Tabela 1.

As análises físicas do solo constaram de: determinação da textura (Método do Densímetro) e da densidade de partículas (Método do Balão Volumétrico), realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras. As análises químicas foram feitas pelos seguintes métodos: pH (H₂O – Relação 1:2,5); matéria orgânica (Método de Walkley e Black); Ntotal (Método de Kjeldahl por destilação a vapor); P e K (HCl 0,05 molc L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 molc L⁻¹), segundo Vettori (1969); Ca, Mg, Al e H + Al (extrator KCl 1 molc L⁻¹); Zn, Cu, Fe e Mn (HCl 0,05 molc L⁻¹ + H₂SO₄ 0,25 molc L⁻¹) segundo Viets Junior e Lindsay (1973); S (Ca (H₂PO₄)₂ · H₂O + 500 ppm P), conforme Tedesco *et al.* (1985); B (água quente) segundo descrição de Jackson (1970) e areia, silte e argila (Método do Densímetro). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1).

TABELA 1: Componentes químicos e físicos do solo ao natural e após a adubação com macro e micronutrientes.

TABLE 1: Chemical and physical components of the natural soil and after fertilization with macro and micronutrients.

Parâmetros	Solo Natural	Adubação Completa
pH ¹	5,3	5,6
Mat. Org. (g .dag ⁻¹) ²	0,3	0,4
N total(mg. m ⁻³) ³	3,0	21,0
P (mg.dm ⁻³) ⁴	1,0	56,0
K (mg.dm ⁻³) ⁴	11,0	28,0
S (mg.dm ⁻³) ⁵	1,4	12,0
Ca (cmol _c .dm ⁻³) ⁶	1,0	2,0
Mg (cmol _c .dm ⁻³) ⁶	0,10	0,3
Al (cmol _c .dm ⁻³) ⁶	0,10	1,8
H + Al (cmol _c .dm ⁻³) ⁶	1,30	1,6
Zn (mg.dm ⁻³) ⁸	1,35	3,0
Cu (mg.dm ⁻³) ⁸	20,8	28,0
Fe (mg.dm ⁻³) ⁸	11,3	15,0
Mn (mg.dm ⁻³) ⁸	1,4	1,6
B (mg.dm ⁻³) ⁷	0,2	0,6
Areia (g.dag ⁻¹) ⁹	66,0	66,0
Silte (g.dag ⁻¹) ⁹	10,0	10,0
Argila (g.dag ⁻¹) ⁹	24,0	24,0

Em que: 1 = H₂O relação 1:2,5; 2 = método de Walkley e Black; 3 = método de Kjeldahl, por destilação a vapor; 4 = extrator de HCl 0,05 mol_c L⁻¹ + H₂SO₄ 0,25 mol_c L⁻¹; 5 = extrator Ca (H₂PO₄)₂ · H₂O + 500 ppm P; 6 = extrator KCl 1 mol_c L⁻¹; 7 = água quente; 8 = extrator HCl 0,05 mol_c L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol_c L⁻¹; 9 = método do Densímetro.

As sementes de ipê-roxo foram coletadas em árvores selecionadas no campo e colocadas a germinar em um substrato composto por uma mistura de um terço de solo esterilizado, um terço de casca de arroz carbonizada e um terço de areia. Ao emitirem quatro pares de folhas, foram transplantadas duas mudas por vaso, com capacidade de 4 litros de solo. Após 30 dias foi feito o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso.

A umidade dos vasos foi mantida, com água deionizada, a 60% da capacidade de campo e aferida diariamente, como proposto por Freire *et al.* (1980). Os vasos tiveram os fundos tampados para evitar a perda de nutrientes.

Foram testados dez tratamentos, dispostos em um delineamento em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições, um vaso por repetição e uma planta por vaso. Os tratamentos foram os seguintes: T (Testemunha, substrato natural), C (Completo – contendo todos os nutrientes, que são: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e B), -N (Completo menos nitrogênio), -P (Completo menos fósforo), -K (Completo menos potássio), -Ca (Completo menos cálcio), -Mg (Completo menos magnésio), -S (Completo menos enxofre), -Zn (Completo menos zinco) e -B (Completo menos boro).

A adubação completa consistiu em: N = 150mg/Kg de solo, P = 200mg/Kg, K = 150mg/Kg, Ca = 75 mg/Kg, Mg = 15 mg/Kg, S = 50 mg/Kg, B = 0,5 mg/Kg, Cu = 1,5 mg/Kg, Zn = 1,4 mg/Kg, Mn = 20 mg/Kg, e Fe = 25 mg/Kg. O N foi parcelado, aplicando-se 1/3 no plantio (repicagem) e o restante em doses iguais aos 20, 50 e 80 dias. O K foi aplicado aos 20 dias após a repicagem em dose única.

Aos 110 dias após o plantio, foram avaliados: diâmetro do colo, a altura da parte aérea e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. O diâmetro foi tomado no coleto e a altura, do solo até ao ápice da planta. Depois de medidos os diâmetros e as alturas, as mudas foram cortadas rente ao solo e pesadas. O sistema radicular foi separado do solo, lavado e pesado. Ambos, raízes e parte aérea foram secas em estufa com circulação de ar a 70°C até obtenção de peso constante. Na matéria seca da parte aérea foram determinadas também às concentrações de macro e micronutrientes, segundo Sarruge e Haag (1974). As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias segundo Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das plantas

Para a *Tabebuia impetiginosa*, o tratamento completo apresentou bom crescimento em altura, não diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, dos tratamentos com a omissão de Mg, Ca e B, indicando que possivelmente a espécie não seja tão exigente para esses nutrientes (Tabela 2). A omissão de B e de Zn para a *Hymenaea courbaril* apresentaram crescimento superior ao tratamento completo (Duboc *et al.* 1996a) e para a *Trema micrantha* Blume a omissão de Zn superou o tratamento completo (Venturin *et al.*, 2000).

Venturin *et al.* (2005), utilizando a técnica do nutriente faltante, para a espécie florestal candeia (*Eremanthus erythropappus*), observaram que, para a altura, o tratamento completo igualou-se aos tratamentos com omissão de Mg, Ca, B, K, S e Zn.

As plantas de *Tabebuia impetiginosa* crescidas no tratamento testemunha tiveram o desenvolvimento afetado em todos os parâmetros avaliados, para a espécie os nutrientes mais limitantes foram o P e N (Tabela 2). Por meio da técnica do nutriente faltante várias espécies florestais já foram estudadas, indicando-se assim os elementos mais limitantes ao desenvolvimento destas, entre elas cita-se: a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze que foram o N e P (Simões e Couto, 1973); o *Eucalyptus citriodora* Hook. o S, Ca, e P (Haag *et al.*, 1977); o *Pinus caribaea* o N e P (Martinez *et al.*, 1986); *Acacia mangium* Willd. P, N e S, o *Platycyamus regnellii* Benth. o P, N, Ca e S, a *Tibouchina granulosa* Cogn. o Ca, N, P e S, a *Aspidosperma polyneuron* o S, P e K (Braga *et al.*, 1995); a *Copaifera langsdorffii* o N e P (Duboc *et al.*, 1996b); o *Peltophorum dubium* o N, P, S e Ca (Venturin *et al.* 1999); para o *Myracrodruon urundeuva* M. Alemão o Ca e P (Mendonça *et al.*, 1999); a *Trema micrantha* o N, P e B (Venturin *et al.*, 2000), a *Eremanthus erythropappus* P e N (Venturin *et al.*, 2005) e *Spondias tuberosa* o N, P e Ca (Silva *et al.*, 2005).

Observa-se que, para todas as espécies estudadas, os nutrientes N e P foram considerados primordiais para o seu desenvolvimento. O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, sendo o mais importante dos macronutrientes. Na planta, ele é inicialmente reduzido à forma amoniacal e combinado nas cadeias orgânicas, formando o ácido glutâmico, este, por sua vez, está incluído em mais de uma centena de diferentes aminoácidos (Raij, 1991). O nitrogênio é parte de aminoácidos, proteínas, clorofila, alcalóides, amidas, coenzimas e vitaminas e outros compostos. Sendo constituinte estrutural de aminoácidos e proteínas e constituinte ou ativador de enzimas, e participa dos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação e diferenciação celulares e herança (Malavolta *et al.*, 1989). O nível de nitrogênio na planta influencia a absorção ou a distribuição de praticamente todos os nutrientes (Malavolta e Violante Netto, 1989).

O fósforo participa de um grande número de compostos das plantas, essenciais em diversos processos metabólicos (Raij, 1991). Apresenta função estrutural, como ésteres de carboidratos, fosfolipídeos, coenzimas e ácidos nucleicos e participa dos processos de armazenamento e transferência de energia, e fixação simbiótica de nitrogênio (Malavolta *et al.*, 1989). O nitrogênio e o fósforo são macronutrientes primários essenciais ao desenvolvimento das plantas (Raij, 1991).

TABELA 2: Altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR), e relação raiz/parte aérea (R/PA) de mudas de *Tabebuia impetiginosa* em função da omissão de nutrientes.

TABLE 2: Height, diameter, dry matter production of shoot (DMPS) and root (DMPR), and rate root/shoot (R/S) of *Tabebuia impetiginosa* seedlings in lacking nutrient.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Completo	25,98 a	8,38 a	9,62 a	24,58 a	2,69 b
Testemunha	6,30 c	3,14 c	0,23 c	0,31 c	1,36 b
N	7,84 c	3,80 c	0,68 c	2,52 c	3,95 a
P	6,40 c	3,18 c	0,41 c	0,67 c	1,66 b
K	21,30 b	8,02 a	9,63 a	23,48 a	2,84 b
Ca	27,06 a	7,80 a	9,26 a	20,34 b	2,89 b
Mg	27,66 a	7,76 a	9,12 a	12,56 b	1,11 b
S	19,32 b	7,26 b	6,59 b	17,64 b	2,82 b
B	23,08 a	8,48 a	8,36 a	24,39 a	3,20 a
Zn	20,06 b	8,20 a	9,02 a	26,69 a	3,14 a

Em que: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; MSPA = matéria seca da parte aérea; MSSR = matéria seca do sistema radicular; R/A = relação raiz/parte aérea.

O maior crescimento em diâmetro de colo foi apresentado pelo tratamento completo, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a omissão de B, Zn, K, Ca e Mg. Resultado semelhante foi observado por Venturin *et al.* (2005) para a candeia (*Eremanthus erythopapus*), em que o tratamento completo para o crescimento em diâmetro se igualou aos tratamentos com a omissão de K, Ca, Mg, B e Zn.

A maior produção média de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi apresentada pelo tratamento completo, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a omissão de K, Ca, Mg, Zn e B. E a menor produção de MSPA foi apresentada pelo tratamento com a omissão de P e N e a testemunha (Tabela 2). Silva *et al.*, (2005) também encontraram menor produção de MSPA para as mudas de umbu (*Spondias tuberosa*) quando da omissão de N e P.

A maior produção de matéria seca do sistema radicular (MSSR) foi obtida no tratamento completo, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a omissão de Zn, B e K. Os tratamentos com a omissão de Ca, S e Mg não diferiram estatisticamente entre si. Para a *Copaifera langsdorffii* a MSPA foi mais afetada pela omissão de nutrientes do que a matéria seca do sistema radicular (MSSR). As omissões de B e Zn proporcionaram maior produção de MSSR quando comparado ao tratamento completo, possivelmente em razão de um efeito de toxidez de B e Zn (Duboc *et al.*, 1996b).

Nos ambientes que apresentam baixa fertilidade, a relação R/PA é maior. É uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes nessas condições (Clarkson, 1985). Os tratamentos que apresentaram maiores relações R/PA foram o N, B e Zn; para a *Copaifera langsdorffii* foram o N, P e a testemunha (Duboc *et al.*, 1996b). Para o *Peltophorum dubium*, a relação foi mais afetada pela testemunha, P, N e S (Venturin *et al.*, 1999); para a *Trema micrantha*, a omissão do nutriente N, favoreceu uma maior produção de raízes (Venturin *et al.*, 2000) e para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), foram o completo, N, S e Zn (Venturin *et al.*, 2005).

Os tratamentos que apresentaram os menores valores de R/PA foram o Mg, testemunha e P; para a *Acacia mangium* foram o Mg, N, S, completo, K e Ca, para o *Platycyamus regnellii*, foram o micro, completo, K, Ca, S, P, Mg e N. A *Tibouchina granulosa* manteve sua relação R/PA equilibrada entre os tratamentos, para a *Aspidosperma polyneuron*, foram a testemunha, S, P, e K (Braga *et al.*, 1995) e a *Hymenaea courbaril* manteve a relação equilibrada entre os tratamentos (Duboc *et al.*, 1996a). Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), foram K, Ca, Mg e B (Venturin *et al.*, 2005).

O crescimento da parte aérea e radicular do ipê-roxo, quanto à matéria seca (Tabela 2), foi reduzido pela ausência de N e P, e a relação raiz/parte aérea foi mais afetada na supressão de P, sendo estatisticamente igual ao Mg e a testemunha. Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*) foram Mg, K, Ca e B (Venturin *et al.*, 2005).

A seqüência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de ipê-roxo em relação ao tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P > N > S > B > Zn > Mg > Ca > K.

Nutrição mineral das plantas

O teor de N foi maior no tratamento com omissão de K e P, e menor nos tratamentos testemunha e completo (Tabela 3). Em relação ao P, isso ocorreu porque houve um efeito de concentração, pois a produção de matéria seca deste foi muito baixa (Tabela 2). Para o *Copaifera langsdorffii* a omissão de P diminuiu a absorção de N pelas plantas (Duboc *et al.*, 1996b). O nível crítico de N proposto por Dias *et al.* (1991) é de 1,52 g. dag⁻¹, os tratamentos completo, testemunha, com a omissão de B e Zn ficaram abaixo desse nível, incluindo o tratamento com a omissão deste na adubação, o que também foi observado para a *Trema micrantha* (Venturin *et al.*, 2000).

O nutriente P não foi encontrado nos tratamentos testemunha e na omissão deste. Os demais tratamentos apresentaram valores estatisticamente iguais, exceto o tratamento com a omissão de Zn (Tabela 3). Para o P, as concentrações em todos os tratamentos foram menores que o nível crítico de 0,45 g. dag⁻¹ (Dias *et al.*, 1990). O mesmo resultado foi obtido por Venturin *et al.* (2000), para a *Trema micrantha*.

O teor de K foi maior no tratamento com omissão de Ca, S, B, Mg, N e o tratamento completo, e menor na testemunha, P e na omissão do nutriente (Tabela 3). O teor de K mais elevado no tratamento com a omissão de Ca deve-se, provavelmente, à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre esse nutriente e o K, favorecendo sua absorção (Malvolta, 1976; Malvolta *et al.*, 1989). Para a *Copaifera langsdorffii*, o maior teor de K na MSPA das plantas foi encontrado no tratamento com a omissão de S (Duboc *et al.*, 1996b); para o *Peltophorum dubium*, foi na omissão de Ca, S e P (Venturin *et al.*, 1999); para o *Myracrodruon urundeuva*, na omissão de calagem, Ca, Mg, Zn e Cu, Fe e Mn (Mendonça *et al.*, 1999). Para o K, os tratamentos testemunha e a omissão de P ficaram abaixo de nível crítico proposto por Dias *et al.* (1991) 0,40 g.dag⁻¹, incluindo o tratamento com a omissão do mesmo na adubação.

O nutriente Ca não foi encontrado nos tratamentos testemunha e com omissão de P. O teor de Ca foi maior no tratamento com omissão de N, K e Zn, e menor nos tratamentos completo, com a omissão de Mg, B e o próprio nutriente (Tabela 3). O maior teor de Ca, no tratamento com a omissão de K, pode estar associado à inibição competitiva existente entre o K e o Ca no processo de absorção (Malvolta, 1976; Malvolta *et al.*, 1989). De acordo com Malvolta e Violante Netto (1989), é quase-impossível teores elevados dos dois nutrientes na matéria seca da parte aérea, então, a ausência de K pode ter favorecido a absorção de Ca pelas mudas de ipê-roxo.

Observa-se pela Tabela 3, que a omissão Ca favoreceu a absorção de K, confirmando a existência de antagonismo entre tais nutrientes. Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o teor mais elevado de Ca foi encontrado com a ausência de Mg (Venturin *et al.*, 2005).

O nutriente Ca não foi encontrado nos tratamentos testemunha e com omissão de P. O teor de Ca foi maior no tratamento com omissão de N, K e Zn, e menor nos tratamentos completo, com a omissão de Mg, B e o próprio nutriente (Tabela 3). O maior teor de Ca, no tratamento com a omissão de K, pode estar associado à inibição competitiva existente entre o K e o Ca no processo de absorção (Malvolta, 1976; Malavolta *et al.*, 1989). De acordo com Malavolta e Violante Netto (1989), é quase-impossível teores elevados dos dois nutrientes na matéria seca da parte aérea, então, a ausência de K pode ter favorecido a absorção de Ca pelas mudas de ipê-roxo. Observa-se pela tabela 3, que a omissão Ca favoreceu a absorção de K, confirmando a existência de antagonismo entre tais nutrientes. Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o teor mais elevado de Ca foi encontrado com a ausência de Mg (Venturin *et al.*, 2005).

O nível crítico de Ca proposto por Dias *et al.* (1990) é de 0,69 g. dag⁻¹ foi superado por todos os tratamentos, e o tratamento com a sua omissão na adubação obteve um valor semelhante ao nível crítico.

TABELA 3: Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas *Tabebuia impetiginosa*.

TABLE 3: Concentration of nutrients in shoot dry matter of *Tabebuia impetiginosa*.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
g.kg ⁻¹						Mg.kg ⁻¹					
Compl	1,25c	0,10b	1,32a	1,17b	0,24b	0,09b	133,14b	6,57a	37,72b	70,12b	688,25a
Test.	1,24c	-	0,09c	-	-	0,06c	-	-	-	-	-
N	1,43b	0,15a	1,29a	2,15a	0,37a	0,11a	257,78a	4,68b	51,97b	61,33b	1,23d
P	2,23a	-	0,09c	-	-	0,06c	119,69b	-	-	-	-
K	2,47a	0,14a	0,27c	2,10a	0,52a	0,09b	162,11a	6,57a	89,13a	140,51a	690,38a
Ca	1,58b	0,13a	1,47a	0,69b	0,23b	0,09b	131,20b	7,51a	56,30a	143,25a	550,19b
Mg	1,68b	0,12a	1,35a	0,89b	0,10b	0,09b	92,79b	8,46a	73,03a	119,79a	730,74a
S	1,58b	0,13a	1,44a	1,79a	0,29b	0,07c	125,23b	4,68b	52,58b	99,84b	70,16c
B	1,46b	0,13a	1,41a	0,89b	0,24b	0,08b	24,44c	5,62b	34,62b	73,06b	588,43b
Zn	1,45b	0,10b	1,17b	1,56a	0,30b	0,08b	134,80b	1,84b	40,20b	18,51c	715,87a

Em que: Trat. = tratamentos; Compl. = completo; Test. = testemunha; letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O nutriente magnésio não foi encontrado nos tratamentos-testemunha e com a omissão de P. O teor de Mg foi maior no tratamento com a omissão de K e N, e menor nos demais tratamentos (Tabela 3), possivelmente pela redução da inibição competitiva entre estes e o Mg (Malavolta e Violante Netto, 1989). Para a *Hymenaea courbaril*, o teor de Mg na MSPA foi maior sob omissão de S, Ca e K (Duboc *et al.*, 1996a); para o *Peltophorum dubium*, pelas omissões de K, Ca e S (Venturin *et al.*, 1999); para o *Myracrodruon urundeuva*, os maiores teores de Mg foram encontrados nos tratamentos completo, com a omissão de calagem, Ca, K, Zn e Cu, Fe e Mn (Mendonça *et al.*, 1999). Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o maior teor de Mg foi favorecido pela ausência dos nutrientes K e Ca (Venturin *et al.*, 2005).

O nível crítico de Mg, proposto por Dias *et al.* (1990) é de 0,34 g. dag⁻¹, só foi superado pelos tratamentos com a omissão de N e K.

O teor de S foi baixo em todos os tratamentos. Mas, o que apresentou teor mais alto de S foi o tratamento com omissão de N. Os mais baixos foram à testemunha, a omissão de P e a omissão do mesmo (Tabela 3). Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o maior teor de S foi encontrado pela omissão de N (Venturin *et al.*, 2005).

O teor de B foi maior no tratamento com a omissão de N e K e menor no tratamento com a omissão do nutriente (Tabela 3). Em relação ao N, isso ocorreu porque houve um efeito de concentração, pois a produção de matéria seca deste foi muito baixa (Tabela 2). Para o *Copaifera langsdorffii*, o teor mais alto de B foi alcançado pelo tratamento com a omissão de N (Duboc *et al.*, 1996b); para o *Peltophorum dubium*, foram a omissão de S, N e P (Venturin *et al.*, 1999). Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o maior teor de B foi encontrado no tratamento com a omissão de N (Venturin *et al.*, 2005).

O teor de Cu foi maior no tratamento com a omissão de Mg, não diferindo estatisticamente dos tratamentos completo e com a omissão de K e Ca. O teor de Mn foi maior no tratamento com a omissão do nutriente K, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a omissão de Ca e Mg e menor nos demais tratamentos (Tabela 3).

O teor de Zn foi maior no tratamento com a omissão do nutriente Ca, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a omissão de K e Mg e o menor no tratamento com omissão do nutriente (Tabela 3). Para a *Copaifera langsdorffii*, o teor de Zn foi maior nos tratamentos com a omissão de Mg, Ca, K, B e P (Duboc *et al.*, 1996); para o *Myracrodruon urundeuva*, foi a omissão de calagem, P, Ca e Mg (Mendonça *et al.*, 1999).

O teor de Fe foi maior no tratamento com a omissão do nutriente Mg, não diferindo estatisticamente dos tratamentos completos e com a omissão de K e Zn, e o menor no tratamento com a omissão de N. O tratamento Completo apresentou os menores teores de N, seguido pela testemunha. O tratamento com omissão do nutriente N apresentou o menor teor de Fe, e o tratamento com a omissão do nutriente Zn apresentou menor teor de Cu (Tabela 3).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitiram concluir que:

- a) Os nutrientes P e N devem ser prioritários aos estudos de fertilização mineral da espécie.
- b) A seqüência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de ipê-roxo em relação ao tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P> N> S> B> Zn> Mg> Ca> K.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, F.A.; VALE, F.R.; VENTURIN, N. *et al.* A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p.18-32, 1995.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**: ensaios de campo. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- CAPITANI, L.R.; SPELTZ, G.E.; CAMPOS, W.O. Adubação fundamental por omissão em *Pinus oocarpa* Schiede e *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis Barret e Golfari, em Romaria-Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982. Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982.
- CARNIEL, T.; LIMA, H.N.; VALE, F.R. do, *et al.* Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos...**, Goiânia: SBCS, 1993. p. 209-210.
- CARVALHO, P.H.R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. 674p.
- CHAMINADE, R. Recherches sur fertilité et la fertilisation des sols en régions tropicales. **L'Agronomie Tropicales**, Paris, v. 27, n. 9, p. 891-904, sept. 1972.
- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...**, Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p. 45-75.
- DIAS, L.E.; ALVAREZ V.V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium*: 1. Resposta a Calcário e Fósforo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. v. 3, p. 449-453.
- DIAS, L.E.; ALVAREZ V.V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Will: 2 Resposta a Nitrogênio e Potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 11-22, 1991.

- DUBOC, E. VENTURIN, N. VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 31-47, 1996b.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Nutrição do jatobá (*Hymenae courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Haene) Lee et lang). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996a.
- FRAZÃO, D.A.C. **Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana* Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em latossolo amarelo distrófico, Belterra, Pará**. Piracicaba, 1985. 194f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, G.V. *et al.* Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solo da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 518, 1980.
- GARLIPP, R.C.D.; BALLONI, E.A. Estudo sobre o efeito da omissão de nutrientes em plantios de *Eucalyptus grandis* (Rodésia). **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 8, n. 26, p. 21-22, 1980.
- GONÇALVES, J.C.; FAZZIO, E.C.M. Efeito da omissão de nutrientes minerais em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 9, n. 28, p. 21-23, 1981.
- HAAG, H.P.; SIMÕES, J.W.; OLIVEIRA, G. D. de, *et al.* Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. **IPEF**, Piracicaba, n. 14, p. 59-68, jul. 1977.
- HAAG, H.P.; MEDEIROS, A.A. de; FRANÇA, A.F. de S. Desnutrição de macronutrientes em plantas de algaroba. **IPEF**, Piracicaba, n. 32, p. 53-55, 1986.
- JACKSON, M.L. **Análise química de solos**. 2. ed. Barcelona: Omega. 1970. 662p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 1992. 352p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTI NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e abubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS-Associação Brasileira para a Pesquisa da Avaliação da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS-Associação Brasileira para a Pesquisa da Avaliação da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 220p.
- MARTINEZ, H.E.P.; HAAG, H.P.; BRUCKNER, C.H. Macronutrientes em *Pinus caribae* Morelet II. Níveis internos sob suficiência e sob omissão. **Anais da E.S.A Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 43, p. 97-146, 1986.
- MARTINS, O.; BRAGA, J. M. Caracterização da fertilidade de cinco latossolos sob vegetação de cerrado no Triângulo Mineiro. **Ceres**, Viçosa, v. 24, n. 136, p. 596-607, 1977.
- MCCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M.; GALO, J.R. *et al.* Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade em solos de diferentes campos de São Paulo e Goiás. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 29-44, 1958.
- MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, N. *et al.* Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.
- PRITCHETT, W.L. **Propertiers and management of forest soils**. New York: John Wiley, 1979. 500p.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres : POTAFOS-Associação Brasileira para a Pesquisa da Avaliação da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.
- SANCHES, P.; SALINAS, J.G. Low- input tecnology for maneging oxisols and ultisols in Tropical America. **Advances in Agronomy**, v. 34, p. 279-406, 1981.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- 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.
- SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z. do. Efeitos da omissão na alimentação do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 7, p. 3-40, out. 1973.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1985. 52p. (Boletim Técnico ; 5).

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 34, p. 441-448, mar. 1999.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A. de; VENTURIN, R.P.; MACEDO, R.L.G. de. Avaliação nutricional da candiúva (*Trema micrantha* L. Blumes) em casa de vegetação. **Floresta**, Curitiba, v. 29, n. 1/2, p. 15-26, 2000.

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. 2005. p. 211-219, 2005.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1969. 34p. (Boletim Técnico ; 7).

VIETS JUNIOR, F.G.; LINDSAY, W.L. Testing soils for zinc, copper, manganese and iron. In: Soil testing and plant analysis. **Madison: Soil Science Society of America**, 1973. p. 329-488.