



**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL
DE MUDAS DE PATA-DE-VACA
(*Bauhinia forficata* Link) EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E
POTÁSSIO.**

MARIA REGINA CINTRA RAMOS

1999

MARIA REGINA CINTRA RAMOS

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE
PATA-DE-VACA (*Bauhinia forficata* LINK) EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador:

Prof. PhD José Eduardo Brasil P. Pinto

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

1999

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Ramos, Maria Regina Cintra

Crescimento e nutrição de mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) em função da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio / Maria Regina Cintra Ramos.
-- Lavras : UFLA, 1999.

41 p. : il.

Orientador: José Eduardo Brasil P. Pinto.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pata-de-vaca – *Bauhinia forficata*. 2. Nutrição mineral. 3. Muda. 4. Planta medicinal. 5. NPK. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título

CDD-583.323

-633.883323

MARIA REGINA CINTRA RAMOS

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS
DE PATA-DE-VACA (*Bauhinia forficata* LINK) EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 13 de agosto de 1999.

Prof. Antonio Claudio Davide

UFLA

Prof. Antonio Eduardo Furtini Neto

UFLA



Prof. PhD José Eduardo Brasil P. Pinto

UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

**Dedico este trabalho aos
meus filhos
Maurilio, Lucas, Mateus e Henrique
que, compreensivos e carinhosos,
me permitiram concluir
este trabalho.**

**Aos meus pais,
meus irmãos, em especial à
Márcia, com seu apoio no início
da minha caminhada e
ao Dedé, que nos deixou.
Com muito amor.**

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade.

Ao meu orientador, José Eduardo Brasil Pereira Pinto, pela amizade, confiança e incentivo.

Aos Professores Antonio Claudio Davide pelo apoio durante a condução dos trabalhos experimentais e pela amizade; Antonio Eduardo Furtini Neto, coorientador muito paciente, permitiu-me a definição deste estudo.

Aos colegas de mestrado e amigos conquistados ao longo do curso.

Ao Evaldo, funcionário dedicado e companheiro de trabalho.

À Rosângela Azevedo Costa, por sua dedicação e apoio, tanto nos trabalhos experimentais como nos caseiros.

À Maria Cristina W. Vieira, proprietária da Fazenda Lagoa, no município de Monte Belo –MG., em que se localiza o Centro Sul Mineiro de Estudos e Preservação da Natureza, pela atenção e carinho.

À CAPES, pela concessão de bolsa.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Foliar, pelas orientações prestadas.

A todos que contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRAT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Características gerais da planta.....	4
2.2 Importância do N, P e K para as plantas.....	6
2.3 Nutrição mineral de mudas em viveiros.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Obtenção de sementes.....	10
3.2 Semeadura e repicagem.....	10
3.3 Solo.....	11
3.4 Tratamento e delineamento experimental.....	11
3.5 Condução do experimento.....	14
3.6 Análises estatísticas.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Crescimento das plantas.....	16
4.2 Teores e acúmulos de nutrientes.....	32
5 CONCLUSÕES.....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36

RESUMO

RAMOS, Maria Regina Cintra. Crescimento e Nutrição Mineral de Mudanças de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) em função da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. Lavras: UFLA, 1999, 41p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

Este experimento, realizado em casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, MG, durante 110 dias, teve como finalidade estudar os efeitos da fertilização do solo com fósforo, nitrogênio e potássio sobre o crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link, cultivadas em Latossolo Vermelho-Escuro (LE), distrófico, textura argilosa. Os 24 tratamentos deste experimento constaram de três doses de nitrogênio: 0, 75 e 150 mg N.dm⁻³, quatro doses de fósforo: 0, 100, 200, 400 mg P. dm⁻³ e duas doses de potássio: 0 e 100 mg K.dm⁻³, quando foi utilizado um esquema fatorial 3x4x2, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 repetições. Todos os vasos receberam calagem, fixada em 3 toneladas de calcário por hectare, quando se utilizou carbonato de cálcio e de magnésio, puros, na relação Ca:Mg de 4:1. Foi aplicada, para todas as parcelas, uma fertilização básica com 0,8 mg B.dm⁻³; 1,5 mg Cu.dm⁻³; 4,0 mg Fe.dm⁻³; 3,0 mg Mn.dm⁻³; 5,0 mg Zn.dm⁻³; 0,15 mg Mo.dm⁻³ e 50 mg S/dm³ de solo. A unidade experimental consistiu de duas plantas por vaso, de plástico e sem furos, com capacidade de 3,6 dm³. Após a aplicação dos tratamentos, o solo foi incubado por um período de 30 dias. O crescimento das mudas foi avaliado pelas características: altura, diâmetro à altura do colo (coletados aos 30 e 105 dias após a semeadura), pelo peso da matéria seca da parte aérea, do limbo, de raízes e total (medidos após o corte das plantas) e pela relação raiz/parte aérea. O diâmetro à altura do colo é o parâmetro mais observado pelos viveiristas para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo. A dose de 148,26 mg P. dm⁻³ proporcionou um diâmetro de 4,0 mm. Houve resposta positiva e quadrática para a matéria seca do limbo em função da adição de P e N ao solo, quando 90% da produção máxima (7,91 g de MS) foram conseguidas aplicando-se 189,59 mg P.dm⁻³ e 75 mg N.dm⁻³. A *B. forficata* mostrou-se responsiva à adubação mineral, em relação ao crescimento das mudas, nas condições deste estudo. O fósforo foi o elemento que apresentou maior resposta, seguido do nitrogênio e potássio.

Comitê Orientador: José Eduardo Brasil P. Pinto – UFLA (Orientador), Antonio Eduardo Furtini Neto – UFLA.

ABSTRACT

RAMOS, Maria Regina Cintra. Growth and nutrition of Paw-of-cow seedlings (*Bauhinia forficata* Link) in terms of the application of different doses of N, P and K. Lavras: UFLA, 1999, 41p. (Dissertation – Master Program in Agronomy).

This experiment, was accomplished in a greenhouse at the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras, MG, for 110 days and was designed to study the effects of the fertilization of the soil with phosphorus, nitrogen and potassium on the seedling growth of *Bauhinia forficata* Link, cultivated in Dark-Red Latosol, dystrophic, clayey texture. The 24 treatments of this experiment consisted of 3 doses of nitrogen: 0, 75 and 150 mg N.dm⁻³, 4 doses of phosphorus : 0, 100, 200, 400 mg P. dm⁻³ two doses of potassium : 0 and 100 mg K.dm⁻³, when a 3 x 4 x 2 factorial scheme was used, in a completely randomized design (CRD), with five replications. All the pots were given liming, fixed at 3 tons of limestone per hectare, when pure calcium and magnesium carbonate was utilized at the Ca: Mg ratio of 4:1. A basic fertilization of 0.8 mg B.dm⁻³; 1.5 mg Cu.dm⁻³; 4.0 mg Fe.dm⁻³; 3.0 mg Mn.dm⁻³; 5.0 mg Zn.dm⁻³ and 0.15 mg Mo.dm⁻³ was applied. The experimental unit consisted of two plants per pot, of plastic, without holes, with a capacity of 3.6 dm³. After the application of the treatments, the soil was incubated for a 30-day period. The seedling growth was evaluated by the characteristics: height, at the stem diameter (collected at 30 and 105 days after sowing) by the weight of the dry matter of the aerial part, leaf blade, roots and total (measured after the cut of the plants) root/aerial part ratio. The stem diameter is the parameter most observed by the nurserymen to indicate the capacity of cutting survival in the field. The dose of 148.26-mg P. dm⁻³ provided a diameter of 4.0mm. There was a positive and quadratic response for the dry matter of the leaf blade in terms of the addition of P and N to the soil, when 90% of the maximum yield (7.91 g of DM) was obtained by applying 189.59 mg P.dm⁻³ and 75 mg N.dm⁻³. *B. forficatas* showed itself responsive to the mineral fertilization, in relation to cutting growth under the conditions of this study. . P was the element, which presented the greatest response, followed by nitrogen and potassium.

Guidance Committee: José Eduardo Brasil P. Pinto – UFLA (Advisor), Antônio Eduardo Furtini Neto.

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de medicamentos fitoterápicos é relativamente pequeno. Alcançou em 1995, 4% do mercado farmacêutico nacional, estimado em 8 bilhões de dólares (segundo o SINDUSFARM) e um crescimento médio de 10% ao ano (Trentini, 1997). Este crescimento é explicado pois, segundo Di Stasi (1996) (pág. 18), verifica-se um retorno à medicina tradicional e folclórica em suas mais variadas manifestações.

Para que a indústria de fitoterápicos ganhe seu espaço e reconhecimento deve-se superar alguns obstáculos, dentre eles o estudo de plantas nacionais, fornecimento de matéria prima com qualidade, padronização dos produtos, entre outros (Trentini, 1997). Desta forma, o plantio de espécies nativas, com finalidade econômica, farmacológica ou conservacionista requer uma série de cuidados que dependem do conhecimento prévio de suas características fisiológicas e exigências edáficas e ecológicas nas diversas etapas de seu ciclo (Engel, 1989).

No Brasil praticamente não existe cultivo de plantas medicinais e as espécies vegetais de interesse são coletadas por mateiros, que não sabem, na maioria das vezes, identificar corretamente uma espécie vegetal, nem a época ideal para a coleta (Bacchi, 1996).

Mais importante que domesticar uma planta medicinal, realizando seu cultivo, é mostrar-se sensível à percepção do ambiente natural em que habita e buscar, a partir daí, a otimização na produção de seus princípios ativos desejáveis (Pimenta, 1997).

As plantas são submetidas a diversos fatores que influem na elaboração de princípios ativos e condicionam seu aproveitamento medicinal pelo homem.

Como o ambiente influencia diretamente a expressão dos genes, que por sua vez comandam o metabolismo secundário, a produção dos princípios ativos

pode ser ativada ou desativada, de acordo com as condições climáticas, edáficas, nutricionais, ataque de pragas, fatores decisivos para o sucesso de um cultivo (Montanari Jr., 1998).

A nutrição mineral é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O P é elemento importante na fase inicial de crescimento da maioria das espécies, pois participa como fonte de energia de todos os processos metabólicos no decorrer do crescimento da planta; o N, elemento estrutural de muitos compostos como vitaminas, proteínas e aminoácidos e constituinte de todas as enzimas; compostos que contem nitrogênio perfazem 5 a 30% do peso da matéria seca das plantas (Kramer e Kozlowski, 1960); o K representa um papel vital na fotossíntese, além de mostrar, também, função fundamental ao ativar mais de 60 sistemas enzimáticos em plantas.

Em estudos com quatro espécies arbóreas nativas: canafistula, cedro, jacaré e pau-ferro, Renó *et al.* (1997) verificaram a necessidade do fornecimento dos nutrientes N, P e S, via fertilização, para garantir o desenvolvimento inicial das mesmas, no solo estudado. Faria *et al.* (1995) verificaram elevada resposta do *Peltophorum dubium* (angico-amarelo) à adição de pequenas doses de P e que a adição de P e a inoculação micorrízica favoreceram o acúmulo de N nas mudas, notadamente quando adubadas com nitrogênio. Espécies arbóreas da família Caesalpinoideae, como o angico (*Pelthoporum dubium.*), cassia (*Senna multijuga*) e o fedegoso (*Senna macranthera*) responderam positivamente ao P, sendo estas respostas relacionadas aos teores de P na planta, conforme mostrado por Rocha (1995).

A pata-de-vaca, um dos nomes vulgares da *Bauhinia forficata*, é uma espécie arbórea recomendada para recuperação de ecossistemas degradados (Lorenzi, 1992) e de baixa fertilidade e o sucesso do seu crescimento e estabelecimento é, geralmente, limitado pela elevada acidez e pela deficiência acentuada de nutrientes, notadamente de fósforo (Faria *et al.*, 1995a).

Em comparação à maioria das outras culturas, o conhecimento agrônômico sobre as plantas medicinais encontra-se em seus estágios iniciais e, além de buscar a otimização dos fatores de produção, o cultivo das mesmas não pode ser encarado como uma agricultura convencional: aqui buscam-se traços de princípios ativos e não quilos de grãos (Pimenta, 1997).

No momento, não existem ainda recomendações de práticas agronômicas que assegurem a produção de teores altos e padronizados de fármacos pelas plantas. Nesta perspectiva de intensificação do cultivo de plantas medicinais, conhecer os efeitos do meio ambiente – e por consequência as práticas agronômicas – sobre a produção de fármacos, torna-se de fundamental importância para a obtenção de produtos fitoterápicos eficazes e seguros (Santos, 1997).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento e a composição mineral da *Bauhinia forficata* Link em função da aplicação de N, P e K na fase de mudas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características gerais da planta

Pata-de-vaca, pata-de-boi, , unha-de-vaca ,unha-de-boi, mororó, miroró, unha-de-anta, são sinonímias populares da *Bauhinia forficata* Link, como também de algumas das várias espécies do gênero *Bauhinia* pertencentes à família Leguminosae-Caesalpinoideae (Lorenzi, 1992; Corrêa Júnior, Ming e Scheffer, 1994 e Bragança, 1996).

A pata-de-vaca é utilizada como antidiabética por habitantes que moram em áreas cobertas pelo cerrado em todo território (Gavilanes, 1998). Estas propriedades efetivas contra a diabete estão em fase de pesquisa.

É uma espécie arbórea, de 5 a 9 m de altura, com ramos frágeis e tronco tortuoso de 30-40 cm de diâmetro, folhas glabras ou levemente pubescentes na face dorsal, divididas até acima do meio, de 8-12 cm de comprimento; acúleos quase sempre gêmeos (Lorenzi, 1992). Possui flores brancas e frutos tipo vagem, compridos e glabros, contendo sementes lenticulares, pretas, com aproximadamente 1 cm de comprimento. Carvalho (1994) descreve as folhas como alternas, simples, ovadas, coriáceas, com até 10 cm de comprimento por até 6 cm de largura, bilobadas, com dois lóbulos em forma de “pata”, característica. Limbo liso, brilhante na face superior, com glândula na base. Já as flores, Carvalho (1994) descreve como hermafroditas; a inflorescência é em racemo axilar, sendo as flores com pétalas de até 9 cm de comprimento e com dez estames compridos.

Floresce a partir do final do mês de outubro, prolongando-se até janeiro (Lorenzi, 1992). A maturação dos frutos, legumes perfeitos de 15-35 cm de comprimento e 2-3 cm de largura, ocorre durante os meses de julho - agosto. A floração e a frutificação iniciam aos dois anos de idade, quando em plantios (Carvalho, 1994).

A pata-de-vaca é uma espécie que vem sendo recomendada para plantios mistos em áreas degradadas destinadas à recomposição da vegetação arbórea (Lorenzi, 1992) e, também, empregada como ornamental (Gavilanes, Brandão e Cardoso, 1991).

Espécie muito comum nas bordas das matas, capoeiras (manchas esparsas ao longo das faixas de mata ou dos cerradões) e em terrenos cultivados, preferencialmente em planícies aluviais úmidas ou início de encostas; citada como espécie presente na Serra da Canabrava (MG) e região do Triângulo Mineiro (Lorenzi, 1992 e Brandão *et al.*, 1995).

Esta espécie encontra-se em locais que sofrem com queimadas anuais (Shacht, Long e Gobena, 1992). Além de insetos, aves, roedores e primatas que consomem parte de suas sementes, tem seu crescimento dificultado pela aridez do solo na época da produção das sementes (inverno), que se constitui em barreira para a germinação das sementes (Brandão e Cunha, 1991).

Segundo Lorenzi (1992), esta espécie ocorre no Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. E em estudos feitos por Shacht, Long e Gobena (1992), em mata estudada no nordeste do Ceará, constituída por espécies típicas da caatinga, o mororó (*Bauhinia forficata*) é uma das cinco espécies que representam mais ou menos 90% do total das árvores/ha, sendo uma das leguminosas encontradas neste local.

O tipo de dispersão da *Bauhinia forficata*, bem como de outras espécies do gênero (Brandão e Cunha, 1991 e Carvalho, 1994) é autocórica, apresentando deiscência abrupta, permitindo assim que suas sementes sejam lançadas. Esta característica é uma reação da natureza à preservação da espécie, que é faneroépigea, isto é, os cotilédones libertam-se dos tegumentos tornam-se foliáceos (Beltrati e Paoli, 1989). Nas plântulas, segundo os mesmos autores, observa-se que as primeiras folhas já mostram a forma característica, semelhante às da planta adulta. As sementes de *Bauhinia forficata* apresentam

impermeabilidade à água, como muitas sementes de leguminosas, porém muitas germinam sem tratamento pré - germinativo (Carvalho,1994). Beltrati e Paoli (1989) testaram o efeito da permeabilidade do tegumento de sementes de *Bauhinia forficata* intactas e sementes escarificadas mecanicamente com lixa de papel e observaram que 100% das sementes escarificadas germinaram na presença de luz e 96% no escuro.

A *Bauhinia forficata* é uma espécie plástica quanto a solos, ocorrendo em quase todos os tipos, preferindo os profundos, permeáveis e férteis, devendo-se evitar os solos pantanosos e os excessivamente rasos e pedregosos (Carvalho, 1994). Segundo o mesmo autor, a *Bauhinia forficata* não se associa com *Rhizobium* como a maioria das leguminosas, o que diminui a aquisição do nitrogênio e fósforo pela planta, sendo condição limitante para o seu desenvolvimento.

2.2 Importância do N, P e K para as plantas

A maior parte das investigações sobre o papel desempenhado pelos vários elementos tem sido realizada com plantas herbáceas, porque seu ciclo curto permite períodos experimentais menores, facilitando os trabalhos, mas estudos com lenhosas são feitos baseando-se na hipótese razoável de que os vários elementos desempenham as mesmas funções tanto nas plantas herbáceas como nas lenhosas (Kramer e Kozlowski ,1960).

É bem conhecido o papel essencial do nitrogênio como constituinte dos aminoácidos, que são as unidades constituintes das proteínas. Aparece numa variedade de outros compostos, como as purinas e os alcalóides e em muitas vitaminas.

As proteínas do vegetal adulto (ou de órgãos maduros) encontram-se em estado de equilíbrio dinâmico e são continuamente desdobradas e sintetizadas. Faltando N para a planta a partir dum dado momento, o elemento acumulado em

órgãos mais velhos, folhas principalmente, é redistribuído, sendo enviado para órgãos mais novos (Malavolta, 1985). A deficiência do N é acompanhada pela incapacidade de sintetizar quantidades normais de clorofila, o que traz como consequência a clorose das folhas mais velhas e em casos extremos a clorose da folhagem mais nova (Kramer e Kozlowski, 1960).

Os papéis fundamentais do P na vida da planta são a sua participação nos chamados compostos ricos de energia, de que é exemplo mais comum o trifosfato de adenosina, ATP, produzido nas fosforilações oxidativas e fotossintéticas e, em menor grau, nas que se dão ao nível de substrato. O ATP participa das reações de síntese de proteínas, de síntese e desdobramento de óleos e gorduras, do trabalho mecânico, da absorção salina.

O P é absorvido na forma iônica ($H_2PO_4^-$), permanecendo em maior proporção nesta forma, no xilema, e se redistribui facilmente na planta, como o N, principalmente quando sobrevem a sua falta. O fósforo é um elemento essencial exigido em pequenas quantidades (quando comparado com os outros macronutrientes), mas é muito importante, pois trata-se do elemento que mais limita a produção vegetal no Brasil. Além de se apresentar em baixa disponibilidade natural, o P sofre reações intensas de precipitação e de adsorção no solo (Vale, Guedes e Guilherme, 1995).

Para um crescimento vigoroso e saudável, as plantas necessitam absorver grandes quantidades de K. O Potássio, um elemento altamente móvel, está envolvido na maioria, senão em todos os processos biológicos da planta, sem se tornar parte de algum composto orgânico. O mecanismo de seu envolvimento em muitos processos é obscuro. Contrastando com outros elementos que estão envolvidos na formação da estrutura celular, o K atua no suco celular. Sua alta mobilidade permite seu movimento rápido de célula para célula, ou de tecidos mais velhos de planta para tecidos de desenvolvimento recente e para órgão de armazenagem. A insuficiência de K para atender às

necessidades de todas as partes da planta diminui o crescimento e sujeita as culturas a particularidades indesejáveis, tais como aumento de doenças, quebra de talos ou ramos e susceptibilidade a outras condições de estresse (Raij, 1990).

Quando se procuram respostas da planta aos macronutrientes N, P e K, a correção do pH torna-se necessária, pois sabe-se que, à medida que se eleva o pH para valores próximos a 7,0, a disponibilidade dos macronutrientes primários, secundários e do boro tende a aumentar (Lopes e Guilherme, 1992).

Trabalhos experimentais com as leguminosas tropicais, no Brasil, têm mostrado que elas podem desenvolver-se em solos relativamente ácidos, que tenham uma certa quantidade de Ca e Mg, desde que não encerrem níveis tóxicos de Al e Mn (Malavolta *et al.*, 1974).

2.3 Nutrição mineral de mudas em viveiro

Vários são os fatores que levam a uma boa produção de mudas em viveiros tais como genótipo da espécie em produção, condições ambientais corretamente controladas, recipientes e substratos usados para condução das mudas e principalmente os nutrientes que estas plantas exigem no início de seu desenvolvimento para se conseguir mudas morfológica e fisiologicamente bem formadas que, quando plantadas em local definitivo, proporcionarão árvores saudáveis.

O substrato, onde a muda será plantada e se desenvolverá, além de suporte da parte aérea, é de onde as plantas retiram os nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento, e estes devem estar contidos no substrato ou serem acrescentados posteriormente através de adubações em cobertura (Carvalho, 1994).

Deve-se observar o nível ótimo do nutriente no substrato. Entende-se por nível ótimo aquele que acima do mesmo a muda passa a ficar mais sensível às variações climáticas no campo.

Para se avaliar o estado nutricional das mudas no viveiro e ter conhecimento da relação entre a concentração do nutriente e o crescimento da planta num período definido, é necessário o uso de análises foliares. Estas análises darão suporte para determinar os níveis críticos para cada espécie e tipo de solo e, às vezes, até para cultivares diferentes dentro de uma mesma espécie (Carvalho, Lopes e Guedes, 1997). Nível crítico inferior, às vezes chamado simplesmente de nível crítico, nível crítico fisiológico ou teor limiar, corresponde em geral a teores associados com a intensidade máxima de crescimento (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), ou ainda, segundo Smith (1962), àquele teor no qual o nutriente está ligeiramente acima do ponto de crescimento limitante.

Dias, Alvarez e Jucksch (1991) em estudos com mudas de táxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), verificaram que o nível crítico de P no solo, para obtenção de 90% da produção máxima de matéria seca, de mudas com 190 dias, é de cerca de 26,1 mg P/dm³.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção de sementes

As sementes foram colhidas na Fazenda Lagoa, município de Monte Belo – MG, situada a 918m de altitude, 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste.

Na coleta de sementes, em 31 Julho de 1997, quando as vagens da maioria das árvores estavam secas, tomou-se o cuidado de colhê-las num maior número de árvores possível e observando se as matrizes eram sadias. Depois as sementes foram armazenadas em câmara fria para aguardar o início do experimento.

Pensando na correta identificação da espécie estudada, foram colhidas partes das plantas, no local da coleta das sementes, e feita uma excisada do material que se encontra-se depositado no Herbário ESAL (Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA) estando registrado sob o número : 15.596.

3.2 Semeadura e repicagem

A semeadura foi feita em bandejas, contendo areia de espessura média, autoclavada a 120°C durante 20 minutos.

O tegumento da semente foi escarificado mecanicamente (Beltrati e Paoli, 1989) com lixa, tomando-se o cuidado de evitar danos ao embrião e, conseqüentemente, à plântula, ou seja, foi escarificada na parte superior e oposta ao eixo embrionário.

Após germinação e estabelecimento da maioria das plântulas, estas foram repicadas para os vasos, colocando-se 2 plantas por unidade experimental (vaso).

3.3 Solo

O solo utilizado como substrato neste experimento foi coletado na camada superficial (0-20 cm), de um Latossolo Vermelho-Escuro (LE), distrófico, textura argilosa, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo suave ondulado (Chagas, 1994), situado no distrito de São Sebastião da Vitória-MG na área sob influência dos reservatórios das hidrelétricas da CEMIG de Camargos/Itutinga-MG.

Após a coleta o solo foi seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm e retiradas amostras compostas para análises químicas (EMBRAPA, 1997) e físicas (Camargo *et al.*, 1986) realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo/UFLA (Tabela 1).

TABELA 1. Atributos do Latossolo Vermelho - Escuro utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

pH	P	K	S-SO ₄ ⁻²	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	m	V
(H ₂ O)mg.dm ⁻³cmol _c .dm ⁻³cmol _c .dm ⁻³				
4,9	1	17	7,2	0,5	0,2	0,0	4,0	0,7	0,7	4,7	0,0	16
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Carbono	Mat. Org.	Argila	Limo	Areia			
.....mg.dm ⁻³%.....								
0,09	1,6	19,6	2,7	0,4	1,4	2,5	56	31	13			

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

Com base na análise de solo, todos os vasos receberam calagem, sulfato de cálcio e uma fertilização com micronutrientes.

A calagem foi aplicada para elevar a saturação por bases (V%) para 50% (Lopes, 1991), utilizando-se como fonte carbonato de cálcio e carbonato de magnésio (p.a.), na relação Ca:Mg de 4:1.

O experimento foi arranjado num esquema fatorial $3 \times 4 \times 2$, com 5 repetições, sendo os fatores: 3 doses de nitrogênio (0, 75 e 150 mg N.dm⁻³), 4 doses de fósforo (0, 100, 200, 400 mg P. dm⁻³) e duas doses de potássio (0 e 100 mg K.dm⁻³) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com rodízio semanal da posição dos vasos na casa de vegetação.

Para aplicação dos tratamentos e fertilização básica, as fontes dos nutrientes foram as seguintes: fósforo - H₃PO₄ (contendo fósforo calculado em 459,78 g de P/ 1000 ml); potássio: KCl; nitrogênio: NH₄NO₃; enxofre: CaSO₄.2H₂O; e os micronutrientes: CuSO₄.5H₂O, FeSO₄.7H₂O, MnSO₄.H₂O, ZnSO₄.7H₂O, [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O], sais p.a. e o ácido bórico (H₃BO₃).

Após a aplicação dos tratamentos, o solo foi incubado, em condições de umidade ajustada para 60% do volume total de poros (VTP), com água deionizada, por um período de 30 dias, quando, foram retiradas amostras de cada unidade experimental para nova caracterização química (Tabela 2).

A unidade experimental consistiu de vasos plásticos sem furos, com capacidade de 3,6 dm³ e duas plantas por vaso.

TABELA. 2 Caracterização química do solo após aplicação dos tratamentos (UFLA, Lavras – MG, 1999).

Amostra (*)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
pH em água	6,0	5,9	5,9	5,8	6,1	5,6	5,5	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,1	5,3	5,5	5,2	5,0	4,9
P (mg.dm ⁻³)	1	3	5	10	2	3	6	10	1	3	6	10	1	3	6	11	2	4	5	17	1	4	5	16
K (mg.dm ⁻³)	16	17	16	19	97	100	98	103	17	16	17	16	100	94	100	105	19	17	19	17	94	83	84	84
Ca ⁽¹⁾	2,4	2,4	2,5	2,3	2,2	2,5	2,2	2,3	2,2	2,1	2,2	2,0	2,3	2,4	2,4	2,2	1,9	2,3	2,2	2,6	2,3	2,2	2,3	1,8
Mg ⁽¹⁾	0,9	0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,4	0,6	0,4	0,8
Al ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H + Al ⁽¹⁾	2,3	2,9	2,9	2,9	2,6	2,9	3,6	2,9	2,6	2,6	2,6	3,2	2,6	2,6	2,9	2,9	2,9	3,2	3,6	3,6	2,9	3,2	3,6	4,0
S ⁽¹⁾	3,3	3,1	3,1	3,0	3,2	3,3	3,2	3,3	2,9	2,8	2,7	2,7	3,1	3,1	3,2	3,1	2,7	3,0	2,9	3,3	2,9	3,0	2,9	2,8
t ⁽¹⁾	3,3	3,1	3,1	3,0	3,2	3,3	3,2	3,3	2,9	2,8	2,7	2,7	3,0	3,0	3,2	3,1	2,7	3,0	2,9	3,3	2,9	3,0	2,9	2,8
T ⁽¹⁾	5,6	6,0	6,0	5,9	5,8	6,2	6,8	6,2	5,5	5,4	5,3	5,9	5,7	5,7	6,1	6,0	5,6	6,2	6,5	6,9	5,8	6,2	6,5	6,8
m.(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V (%)	59	52	52	51	56	53	47	53	53	52	51	46	54	55	52	51	49	49	45	48	50	48	45	43
(mg.dm ⁻³)	31,8	29,6	31,8	29,6	29,6	26,5	25,5	37,5	25,5	21,7	22,6	22,6	21,7	24,5	24,5	22,6	18,9	24,5	24,5	27,6	24,5	24,5	21,7	21,7

(*) Cada amostra corresponde a um tratamento. Cada tratamento está especificado na tabela 3 com os resultados do crescimento da *B. forficata*.

(1) Cmol. . dm⁻³

3.5 Condução do experimento

Sendo a *Bauhinia forficata* uma espécie heliófita (Carvalho, 1994), o experimento foi conduzido em casa de vegetação, sem sombrite, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, MG.

O enxofre e os micronutrientes foram fornecidos para todos os tratamentos nas seguintes doses por dm^3 de solo: 50 mg S; 0,8 mg de B; 1,5 mg Cu; 4,0 mg Fe; 3,0 mg Mn; 5,0 mg Zn e 0,15 mg Mo.

Após a repicagem das plantas, a umidade do solo nos vasos foi mantida com irrigações, com água deionizada, controladas por pesagens diárias dos vasos.

O experimento foi conduzido por 110 dias e o crescimento das mudas avaliado através da altura da planta e diâmetro do colo, aos 30 e 105 dias após a semeadura, além da matéria seca do limbo, da parte aérea, de raízes e total, tomados ao final do experimento. O corte das plantas foi feito rente ao coleto e o material vegetal separado em raízes, caules, pecíolo e limbo, secos em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante para determinação da matéria seca nos diversos tratamentos.

A matéria seca total (MST) foi determinada pela soma da matéria seca do limbo (MSL), pecíolo, caules e raízes (MSR). Para obtenção da matéria seca da parte aérea (MSPA) considerou-se o somatório da matéria seca do limbo (MSL), pecíolo e caule.

A análise de macro e micronutrientes nas folhas foi efetuada posteriormente. Utilizou-se apenas o limbo seco e moído nestas análises, efetuadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA (Tabela 7). O teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método Kjeldahl, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1989). No extrato obtido por digestão nitroperclórica (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), foram dosados os teores totais de P, por colorimetria; os de Ca e Mg e micronutrientes, por

espectrofotometria de absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; os de S total, por turbidimetria (Blanchar, Rehm e Caldwill, 1965). O B foi extraído por incineração e determinado por colorimetria de curcumina (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989).

A quantidade de nutrientes acumulados na parte aérea foi calculada com base no teor dos mesmos nos tecidos (neste estudo utilizou-se o limbo foliar), através de análises foliares e na produção de matéria seca da parte aérea.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a estudos de regressão. As equações de regressão foram ajustadas às médias da altura das plantas(H), do diâmetro do caule, da produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), do limbo (MSL), das raízes (MSR) e total (MST), em função das doses de P; e às médias da altura das plantas (H), da matéria seca do limbo (MSL) e total (MST) em função das doses de P, dentro das doses de N. A partir das equações obtidas estimaram-se as doses de P e N para a produção máxima e 90% da máxima, considerada a dose de máxima eficiência econômica. Foi usado o programa estatístico SANEST.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento das plantas

O crescimento das mudas de *Bauhinia forficata* foi favorecido pelo fornecimento dos nutrientes N e P e não foi favorecido pelo fornecimento do K. As plantas sem adubação apresentaram crescimento reduzido.

A altura (H), diâmetro do caule à altura do colo (D), matéria seca do limbo (MSL), produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), produção de matéria seca da raiz (MSR), produção de matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) da *Bauhinia forficata* em função da aplicação de N, P e K ao solo podem ser observados na Tabela 3.

Uma vez que a interação entre doses de P e doses de N (Tabela 4) foi significativa (1%) para as variáveis H, MSL e MSPA, foram ajustadas equações de regressão em função das doses de P e dentro das doses de N para estas variáveis (Figuras 1 e 2).

Verificou-se efeito da interação N e K para a MSL e MSPA e efeito do K para os teores de K e Ca.

Pela tabela 3 verifica-se que, nos tratamentos que receberam K, o crescimento das mudas de *B. forficata* foi diminuído, demonstrado pela diminuição da MST nos tratamentos com 100 mg K.dm⁻³ e na ausência de N. Teores mais altos e quantidades acumuladas também mais altas de K (Tabela 7), acompanhados de uma redução no crescimento das mudas, caracterizam um “efeito concentração” (Jarrel e Beverly, 1981).

Como doses de K não foram significativas para os outros parâmetros avaliados, esta interação não foi discutida nos resultados deste trabalho.

TABELA 3 . Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* aos 110 dias após a semeadura (UFLA, Lavras – MG, 1999)

Tratamentos			Altura	Diâmetro	Matéria Seca				
N	P	K	H	D	Limbo	Parte Aérea	Raiz	Total	R/PA
mg/dm ³			cm	mm	g/vaso				
0	0	0	9.8	0.3	0.48	0.78	1.45	2.23	1.86
0	100	0	18.9	0.4	2.33	3.74	4.74	8.48	1.27
0	200	0	20.9	0.4	2.94	4.53	5.84	10.37	1.29
0	400	0	20.1	0.4	2.45	3.85	6.23	10.08	1.62
0	0	100	10.4	0.3	0.57	0.88	1.45	2.33	1.65
0	100	100	19.4	0.4	2.36	3.53	4.39	7.92	1.24
0	200	100	17.4	0.4	2.25	3.60	5.59	9.19	1.55
0	400	100	18.6	0.4	2.12	3.35	5.02	8.37	1.50
75	0	0	10.9	0.3	0.50	0.80	1.26	2.06	1.58
75	100	0	17.9	0.4	2.95	4.28	4.00	8.27	0.93
75	200	0	24.6	0.4	3.40	5.15	5.38	10.56	1.04
75	400	0	24.4	0.4	3.43	5.44	6.17	11.61	1.13
75	0	100	10.5	0.3	0.39	0.66	1.19	1.85	1.80
75	100	100	21.7	0.4	3.37	5.06	4.29	9.35	0.85
75	200	100	27.3	0.5	4.11	6.60	6.48	13.08	0.98
75	400	100	25.5	0.5	4.30	6.79	5.47	12.26	0.81
150	0	0	11.4	0.3	0.60	0.92	1.20	2.12	1.30
150	100	0	20.1	0.4	2.65	3.99	3.43	7.43	0.86
150	200	0	28.5	0.4	4.08	6.22	5.68	11.90	0.91
150	400	0	24.3	0.4	3.63	5.23	4.64	9.87	0.89
150	0	100	11.6	0.3	0.56	0.86	1.36	2.22	1.58
150	100	100	17.5	0.4	2.35	3.26	2.75	6.00	0.84
150	200	100	24.3	0.4	3.89	6.01	5.71	11.72	0.95
150	400	100	27.9	0.5	4.04	6.23	5.34	11.57	0.86

*Parte Aérea = Limbo + Pecíolo + Caule

TABELA 4. Resumo das análises de variância dos diversos parâmetros avaliados (UFLA, Lavras – MG, 1999).

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio						
		Altura	Diâmetro	Mslimbo	Ms p.aérea	Ms raízes	Ms total	Raiz/P.A.
Doses N	2	172.2131**	0.00340 ns	9.2205**	19.2559**	4.0011 ns	15.813 ns	2.4561**
Doses P	3	1108.463**	0.1435**	55.409**	131.449**	124.694**	510.505**	2.4388**
Doses K	1	0.00918 ns	0.00394 ns	0.1546 ns	0.8021 ns	0.2017 ns	0.1993 ns	0.0018 ns
DNxDP	6	42.63472*	0.00151 ns	2.1402**	4.9731**	1.3257 ns	9.2267 ns	0.1318 ns
DNxDK	2	23.6176 ns	0.00349 ns	1.2834*	4.2119*	1.0589 ns	8.7794 ns	0.0571 ns
CV%		20.70	12.93	26.0	29.59	36.92	30.49	22.42
Média		19.327	0.386	2.490	3.822	4.129	7.951	1.233

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Doses N	2	12.2395**	0.0137**	0.3693**	0.0087 ns	833121.0 ns	0.0099**
Doses P	3	1.3923**	0.1291**	0.3047**	1.3324**	833518.5 ns	0.0084**
Doses K	1	0.1976 ns	0.00008 ns	29.1267**	4.6138**	835166.1 ns	0.0003 ns
DNxDP	6	1.1283**	0.00288*	0.1829**	1.0292**	833157.8 ns	0.0024**
DNxDK	2	0.3231 ns	0.00128 ns	0.4778**	0.0063 ns	833177.8 ns	0.0006ns
CV%		10.67	20.92	16.77	11.15	*****	22.32
Média		3.920	0.153	1.378	3.329	-82.90	0.091

ns: não significativo; * : significativo -5% ; ** : altamente significativo- 1%

CV%: coeficiente de variação



FIGURA 1 . Crescimento de mudas de *B. forficata*, nas diferentes doses de P, dentro das doses de N (PxN) (UFLA, Lavras – MG, 1999).



FIGURA 2. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* nas diferentes doses de N, dentro das doses de P (NxP) (UFPA, Lavras - MG, 1999)

Ao utilizar equações de regressão para representar a progressão do crescimento ao longo do ciclo, permite-se avaliar, de forma mais precisa, variações no padrão de crescimento de plantas em relação a um atributo (variáveis : altura, matéria seca) em função de tratamentos ou de variabilidade genética (Benincasa, 1986).

Os efeitos da aplicação do P em mudas de *Bauhinia forficata* no diâmetro do caule pode ser visto na Figura 3. As plantas apresentaram resposta quadrática de crescimento do diâmetro do caule em função dos tratamentos com P.

De acordo com o critério de que a dose considerada de máxima eficiência econômica é aquela que proporcione 90% da produção máxima (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), obteve-se a dose de 148,26 mg P.dm⁻³, que proporcionou um diâmetro do caule de 4,0 mm. Para a obtenção de 100% da produção máxima, deverá ser usada uma dose de 308,33 mg P.dm⁻³ para se obter um diâmetro de caule de 4,5 mm.

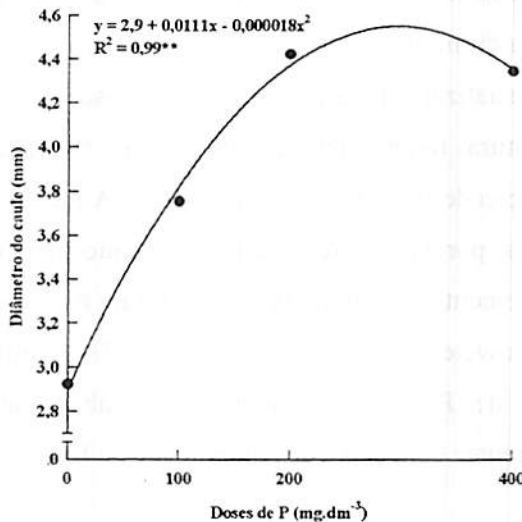


FIGURA 3 . Resposta do diâmetro do caule da *Bauhinia forficata* a doses de P (UFLA, Lavras – MG, 1999).

Comparando os resultados obtidos neste experimento com trabalhos de Faria *et al.*(1995a), que trabalharam com a resposta da *Albizia lebbbeck* (L.) Benth a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio, verifica-se que aquela leguminosa arbórea é bem menos exigente em P que a *B. forficata*, na fase inicial de seu desenvolvimento, pois, em todas as variáveis de crescimento analisadas, inclusive diâmetro à altura do colo, os maiores incrementos de resposta à adição de P foram obtidos com a aplicação de 30 mg/kg de P em solo, sendo os demais incrementos muito pequenos.

Daniel *et al.*(1997) reportaram que o diâmetro do colo é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, sendo importante auxiliar na definição de doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas.

Os efeitos da aplicação do P na altura da planta de *Bauhinia forficata* estão nas Figuras 2 e 4. Pode-se observar que, à medida que se adiciona P no solo, ocorre alto incremento da variável altura em mudas de *B. forficata*, especialmente até a dose em torno de 200 mg.dm⁻³ de P, a partir da qual este incremento tendeu a diminuir.

Pode-se visualizar (Figura 4) que na ausência de nitrogênio, os incrementos em altura foram menores do que na sua presença, dentro do intervalo de aplicação de P de 0 a 200 mg P. dm⁻³. À medida que se aumentou a dose de P aplicada, porém, na presença do nitrogênio (nas doses de 75 e 150 mg N.dm⁻³), os incrementos na altura das mudas foram maiores e semelhantes.

Segundo Howeler, Sieverding e Saif (1987), a infecção micorrízica reduz a exigência de P externo, aumentando a habilidade das plantas em sobreviver em ambientes com baixa disponibilidade de fósforo.

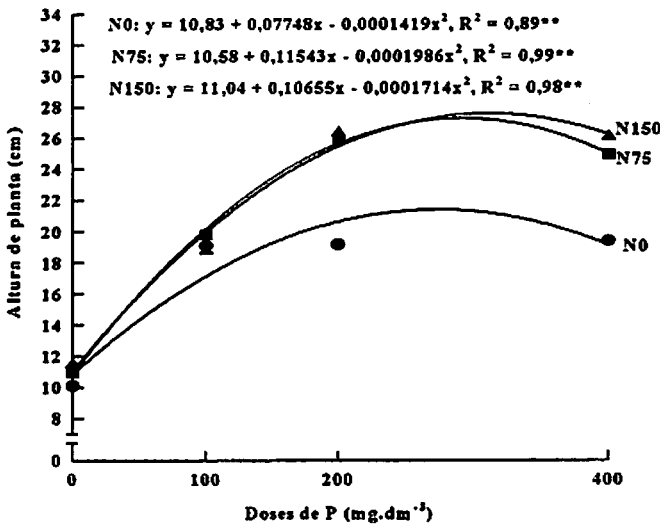


FIGURA 4. Resposta da Altura de plantas de *Bauhinia forficata* às doses de P e dentro das doses de N (UFLA, Lavras – MG, 1999).

A *B. forficata* não nodula, não se associando com *Rhizobium* (Carvalho, 1994), diminuindo a capacidade de aproveitamento de P por esta espécie. Desta forma, a alta disponibilidade de P, nos tratamentos, influenciou positivamente o seu desenvolvimento inicial em todos os parâmetros estudados. Em trabalho realizado por Pereira *et al.* (1996), com espécies arbóreas, foi constatado que o crescimento das espécies não colonizadas por fungos micorrízicos foi limitado no solo que não recebeu adubação nitrogenada, mesmo com adubação fosfática e que responderam em crescimento à adição de N ao solo, que ocorreu também com a espécie estudada neste trabalho, mostrando a interação entre estes dois nutrientes.

Raina, Pharsi e Prasad (1990) estudaram a aplicação de nutrientes no desenvolvimento de *Acacia catechus*. Em todas as fases de crescimento, em geral, a taxa de crescimento relativo (TCR) era mais alta quando era aplicado o

N e aplicações de P aumentaram o crescimento em altura das mudas. Já o N, combinado com P, aplicado uma vez a cada 3 semanas, aumentou a TCR, quando comparado com aplicações isoladas de um ou outro elemento, mostrando o efeito da interação entre estes nutrientes, conforme foi também observado no presente trabalho.

A presença do N e P combinados promoveram maior incremento no crescimento de *Acacia catechus*, devido à produção de uma maior área fotossintética, num determinado intervalo de tempo, o que levou à uma maior produção de biomassa; o mesmo efeito provavelmente ocorreu com a *B. forficata* durante o tempo de condução do presente trabalho.

Com as equações obtidas, foram estimadas as doses equivalentes a 90% e 100% da altura máxima. Quando aplicadas as doses de 150,31, 173,31 e 183,95 mg P.dm⁻³, na presença de 0, 75 e 150 mg N . dm⁻³ de solo obtiveram-se 90% da altura máxima. Em alturas de 19,27, 24,35 e 24,84 cm, respectivamente, (conseguidas com a aplicação das doses citadas) pôde-se perceber que as alturas conseguidas com a aplicação de 75 e 150 mg N/dm³ foram semelhantes. Pode-se afirmar, através dos dados anteriores, que a aplicação de doses de 173,31 mg P.dm⁻³ e 75 mg N. dm⁻³ proporcionou alturas de 24,35 cm, ou seja, um acréscimo de 230 % em relação ao tratamento testemunha.

Quando aplicadas as doses de 273,00, 290,61 e 310,82 mg P.dm⁻³, na presença de 0, 75 e 150 mg N . dm⁻³ de solo, obtiveram-se 100% da altura máxima, ou seja, as alturas 21,41, 27,35 e 27,60 cm, respectivamente.

A resposta do P foi aumentada pela adição de N no solo, logo a interação P x N significativa revela que a produção foi limitada pela disponibilidade do N, confirmando que, na prática da adubação, é amplamente conhecida, como a “Lei do Mínimo”, de Liebig, isto é, a produção fica limitada pelo nutriente que se encontra em menor disponibilidade no solo (Alcarde, Guidolin e Lopes, 1991). Tal comportamento pode estar associado à diminuição

de proteínas e de biomassa, consequentemente, produzindo mudas com alturas menores.

Sobre a matéria seca do limbo (MSL), os efeitos da adição do P e N ao solo podem ser vistos na Figura 5 em que se pode observar uma resposta positiva de maneira quadrática, ou seja, à medida que é aplicado P ao solo, nos diferentes tratamentos, ocorre um elevado incremento da matéria seca do limbo, especialmente até a dose de 200 mg.dm⁻³ de P, a partir da qual tendeu a diminuir. Este incremento é maior na presença de nitrogênio, cuja as doses de 75mg.dm⁻³ e 150 mg.dm⁻³ responderam de maneira semelhante.

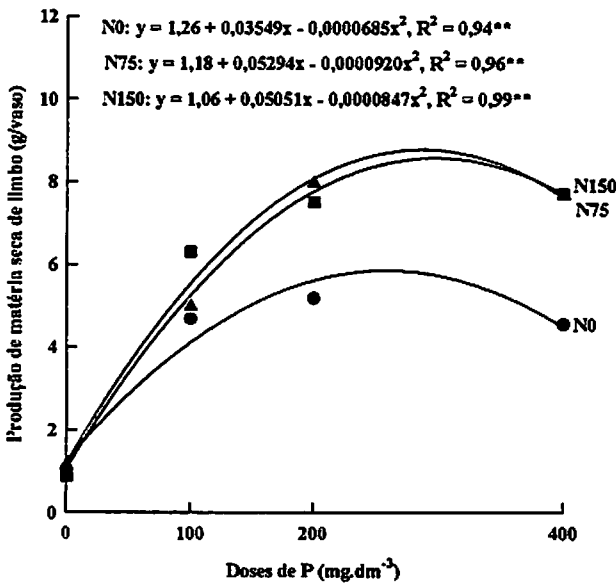


FIGURA 5 . Resposta da Matéria Seca do Limbo (MSL) de folhas de *B forficata* às doses de P, dentro das doses de N (UFLA, Lavras – MG, 1999).

Esta resposta pode ser comprovada pela elevada significância dos coeficientes das equações de regressão ajustadas para peso seco do limbo como variável dependente das doses de P nos diferentes níveis de N.

As doses de máxima eficiência econômica calculadas a partir das equações de regressão, estão demonstradas na Tabela 5. Observa-se que 90% da produção máxima de matéria seca do limbo (7,91 g) foi conseguida quando se aplicaram 189,59 mg P.dm⁻³ e 75 mg N.dm⁻³.

TABELA 5. Matéria seca do limbo(MSL) e matéria seca da parte aérea (MSPA), estimados pelas equações de regressão equivalentes a 90% e 100% da produção máxima.

		90%			100%		
		ON	75N	150N	ON	75N	150N
MSL	Dose de P mg/dm ³	166,49	189,59	197,39	259,05	287,72	298,17
	MSL g/vaso	5,27	7,91	7,73	5,86	8,79	8,59
MSPA	Dose de P mg/dm ³	167,65	193,74	196,70	260,74	292,86	296,53
	MSPA g/vaso	8,24	12,26	11,64	9,16	13,62	12,93

Reis *et al.* (1997) observaram este mesmo comportamento quadrático à aplicação de P, em seus estudos com mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia), e a dose de P de 220 mg.dm⁻³ de substrato foi a que proporcionou 90% de produção máxima, com base na produção de matéria seca.

A resposta das mudas de *B. forficata*, expressa pela matéria seca da parte aérea (Figura 6) à aplicação de P ao solo, é semelhante à resposta expressa pela matéria seca do limbo e à altura das plantas. Estas variáveis responderam de maneira quadrática à aplicação de doses de P, ou seja, observou-se aumento de crescimento das mudas com aumento das doses de P, até atingirem um máximo (Tabela 5).

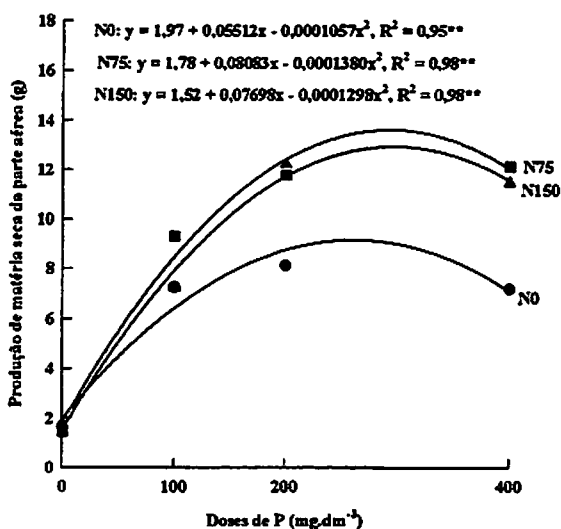


FIGURA 6 . Resposta da Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) de plantas de *B. forficata* às doses de P, dentro das doses de N (UFLA, Lavras – MG, 1999).

No crescimento inicial da Acácia (*Acacia mangium* Wills.), Faria *et al.* (1996) observaram que a resposta desta espécie à adição de P ao solo foi muito elevada até a dose de 120 mg P.kg⁻¹ de solo, decrescendo na dose de 480 mg de P.kg⁻¹ e que aumentos na produção de matéria seca da parte aérea atingiram valores superiores a 1.200% sobre as plantas sem P. Os aumentos na produção de matéria seca da parte aérea das mudas de *B. forficata* atingiram valores superiores a 850% quando comparadas às plantas sem P, mostrando que esta espécie também apresentou elevada resposta à adição de P.

A matéria seca da parte aérea estimada pela equação de regressão equivalente a 90% da produção é de 12,26 g/vaso, quando se aplicam 193,74 mg P. dm⁻³ e 75 mg N.dm⁻³, considerada a dose de máxima eficiência econômica para esta característica.

A adição de doses maiores de N diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea (Figura 6), caracterizando o que diz a “Lei do Mínimo”, pois com a aplicação de doses maiores de N, o P passou a ser o elemento limitante da produção, nas condições apresentadas neste experimento.

Espécies arbóreas da família Caesalpinoideae, também pioneiras, como o angico (*Pelthoporum dubium.*), cassia (*Senna multijuga*) e o fedegoso (*Senna macranthera*), conforme mostrado por Rocha (1995), responderam positivamente ao P, sendo estas respostas relacionadas aos teores de P na planta, quando os maiores incrementos de produção foram conseguidos com a aplicação de baixas doses de P no solo.

Faria *et al.* (1995b) observaram a elevada resposta do angico amarelo (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub) à adição de pequenas doses de P(os maiores incrementos ocorreram com a aplicação de 30mg P.kg⁻¹), em sua fase inicial de crescimento, indicando que esta espécie , assim como as espécies estudadas por Rocha (1995), possuem baixo requerimento de P na fase inicial de crescimento. Com a espécie em estudo, *B. forficata*, que conseguiu seus maiores incrementos (13,62 g matéria seca da parte aérea/vaso) com a aplicação de 292,86 mg P.dm⁻³ solo (Tabela 5), pode-se dizer que possui elevado requerimento de P na fase de mudas, adaptando-se menos a ambientes de baixa fertilidade, quando comparada com as espécies citadas acima.

Pode-se visualizar pela Figura 7 que a matéria seca da raiz teve resposta quadrática à aplicação de P no solo, independente das doses de N e da aplicação de K ao solo, ou seja, à medida que se aumentaram as doses de P, houve aumento na produção de matéria seca das raízes.

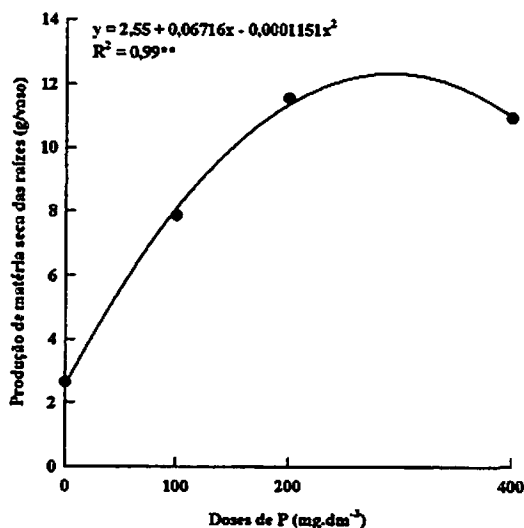


FIGURA 7. Resposta da Matéria Seca da Raiz(MSR) de plantas de *B. forficata* às doses de P (UFLA, Lavras – MG, 1999).

Esta resposta pode ser visualizada também através da análise de variância (Tabela 4), onde se vê que a matéria seca das raízes foi significativa apenas para doses de P.

À medida que se aumentou as doses de P, houve aumento na produção de matéria seca das raízes até um ponto de máxima, onde se obteve 12,35 g de matéria seca de raiz com a aplicação de 291,75 mg P.dm⁻³ (valores estimados pelas equações de regressão equivalentes a 100% da produção).

Comparando a resposta da matéria seca total (Figura 8) com a matéria seca das raízes (Figura 7) pode-se perceber que, quando se aplicam em torno de 290 mg P.dm⁻³ ao solo, obtêm-se 24,22 g de matéria seca total e 12,35 g de matéria seca de raiz (valores estimados pelas equações de regressão).

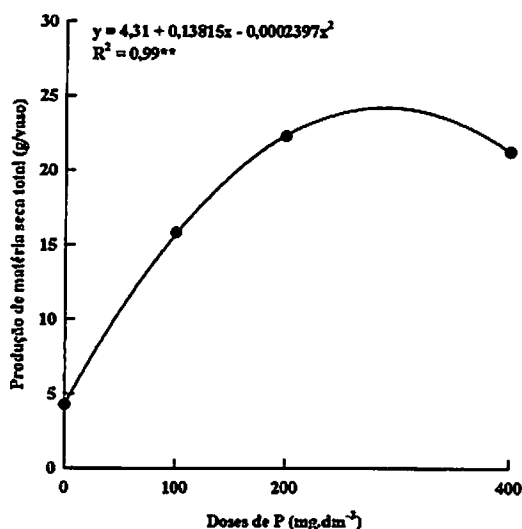


FIGURA 8. Resposta da Matéria Seca Total (MST) de plantas de *B. forficata* às doses de P (UFLA, Lavras – MG, 1999).

O peso da matéria seca total (MST) das plantas de *B. forficata* (Figura 8) apresentou resposta quadrática à aplicação de P, independente das doses de N e da aplicação de K, ou seja, aumentou à medida que se aplicou P ao solo, nos diferentes tratamentos, onde os maiores incrementos se deram até a dose em torno de 200 mg.dm⁻³. A dose que proporcionou 90% da produção máxima foi de 187,79 mg P.dm⁻³, quando se obtiveram 21,80 g de matéria seca total (estimadas pelas equações de regressão).

Quando aplicada a dose de 187,79 mg de P obteve-se um acréscimo de 506 % de matéria seca total, quando comparadas com plantas que não receberam P no substrato.

Com doses menores de P a uma relação R/PA é maior, as mudas apresentaram a parte aérea definhada, quando alocou maior quantidade de fotossintatos para as raízes. Consequentemente, a muda terá capacidade de explorar maior volume de solo (Figura 9), condição importante no início do desenvolvimento das plantas.

A limitação do suprimento de nutriente torna as raízes o principal dreno de fotossintatos, o que favorece seu crescimento em relação à parte aérea (Marschner, 1991).

A diminuição da relação R/PA está relacionada com uma melhor nutrição de P (Daniel *et al.*, 1997).

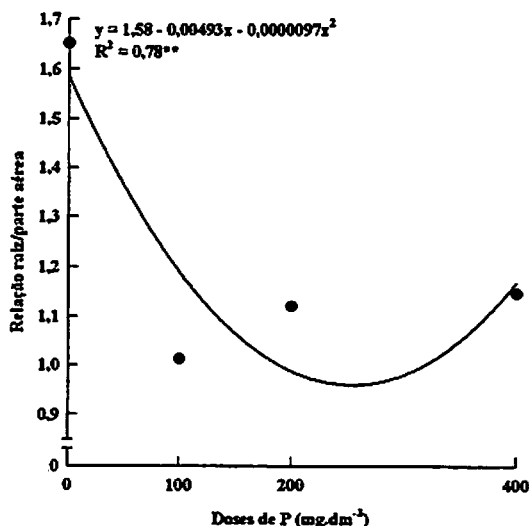


FIGURA 9. Relação Raiz/Parte Aérea(R/PA) de plantas de *B. forficata* em função da aplicação de P (UFLA, Lavras – MG, 1999).

À medida que se aplicou P no solo, a razão R/PA diminuiu. Nota-se que as plantas produziram maior quantidade de parte aérea do que raízes, pois

direcionou seus fotossintatos preferencialmente para o crescimento da parte aérea.

Depois do ponto mínimo, a relação R/P.A. foi aumentada novamente. Este aumento está associado à menor produção de biomassa da parte aérea, nas doses mais elevadas de P (Figura 6).

Renó *et al.*(1997) mostraram também que a omissão de N e P foi altamente restritiva ao crescimento da parte aérea e afetou em menor grau o crescimento das raízes do cedro, pau-ferro e jacaré, elevando a relação R/P.A. destas espécies, que confirma os resultados do presente trabalho.

4.2 Teores e acúmulos de nutrientes

Como mostrado na tabela 7, nos tratamentos com 0 e 75 mg N.dm⁻³ de solo, à medida que foram aumentadas as doses de P, o N diminuiu seus teores e o acúmulo de nutrientes aumentou. Devido à uma maior produção de MSL, causada pela aplicação de P (Figura 6), caracteriza-se um efeito de diluição como demonstrado por Jarrel e Beverly (1981) em estudos de nutrição de plantas, onde constataram que a adição de fósforo diminuía a concentração de N nas plantas.

Faria *et al.*(1995 a) demonstraram que a aplicação de P em mudas de *Albizia lebbbeck* reduziu os teores de N, K e Zn e aumentou os teores de P e S, dependendo das doses aplicadas. Neste estudo, com *B. forficata*, a aplicação de P reduziu os teores de N, K e Ca e aumentou os de P e S.

Quando comparamos os teores e acúmulos de nutrientes (Tabela 7) percebemos que os menores teores de K e Ca na matéria seca do limbo observados, quando colocados 150 mg N. dm⁻³ solo, na presença de P, em relação ao tratamento com 75 mg N.dm⁻³ solo podem também ser explicados pelo efeito da diluição dos nutrientes nos tecidos da planta uma vez que houve maior produção de biomassa (MSPA) nesta condição (Figura 6).

Para os teores de Mg não houve mudanças significativas (Tabelas 4 e 7) quando a planta foi tratada com N e, ou P.

TABELA 7 - Teores e acúmulo de nutrientes em g/kg e g/vaso, respectivamente, na matéria seca do limbo de *B. forficata* em função das doses de P e N (média de 10 repetições = 2 doses de potássio x 5 repetições) (UFLA - Lavras, MG. 1999).

Teores de Nutrientes (g/kg)						
Doses de P	N	P	K	Ca	Mg	S
.....0 N.....						
0	40,55	0,59	12,77	31,15	3,40	0,70
100	32,48	1,67	14,79	31,54	3,97	0,89
200	28,46	1,59	11,84	34,36	4,43	0,67
400	29,79	1,46	13,17	35,70	4,34	0,68
.....75 N.....						
0	45,10	0,60	17,55	36,50	3,90	0,65
100	43,79	1,89	15,69	31,63	4,43	0,98
200	39,86	1,94	13,38	31,49	4,66	1,07
400	41,69	2,14	12,93	34,55	4,64	1,19
.....150N.....						
0	40,25	0,50	12,65	40,30	4,15	0,65
100	42,68	1,93	14,12	31,27	4,38	1,17
200	42,43	1,94	12,66	29,80	4,52	1,11
400	43,35	2,17	13,80	31,59	4,38	1,21
DMS*	4,89	0,38	2,70	4,34	0,62	0,24
Acúmulo de Nutrientes (g/vaso)						
Doses de P	N	P	K	Ca	Mg	S
.....0 N.....						
0	42,44	0,57	13,57	32,75	3,54	0,73
100	147,81	7,82	67,88	147,27	18,80	4,09
200	142,54	8,56	57,66	180,11	23,92	3,48
400	131,85	6,56	57,39	165,51	20,40	3,04
.....75 N.....						
0	40,49	0,54	15,13	33,09	3,55	0,59
100	272,02	11,83	100,82	198,07	26,28	6,04
200	293,93	14,09	102,27	236,16	34,41	7,92
400	318,88	16,86	107,26	261,37	34,76	8,85
.....150N.....						
0	46,74	0,58	14,62	46,84	4,38	0,69
100	211,32	9,63	61,66	158,96	23,29	5,82
200	337,80	15,50	99,49	236,98	36,36	8,85
400	332,40	16,55	107,59	243,10	33,37	9,25
DMS*	50,55	3,27	23,62	54,04	8,30	1,60

DMS(s) da interação NxP (Tukey,5%)

5 CONCLUSÕES

A *Bauhinia forficata* mostrou-se altamente responsiva, em relação ao crescimento, à adubação mineral, na fase de muda.

Na fertilização inicial, o fósforo foi o nutriente de maior resposta, seguido pelo nitrogênio e potássio.

A aplicação conjunta dos nutrientes N e P aumentou o crescimento inicial das mudas de *Bauhinia forficata*, com incrementos acima de 400% de matéria seca da parte aérea, em relação à testemunha.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTAR, A. H.; AHMAD, K. U. Anti-ulcerogenic evaluation of the methanolic extracts of some indigenous medicinal plants of Pakistan in aspirin-ulcerated rats. *Journal of Ethnopharmacology*, Lausanne, v.46, p. 1 - 6, 1995.
- ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas** por J. C. Alcarde. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1992. p. 10-15. (Boletim Técnico, 6)
- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1991. p.11-18.(Boletim Técnico, 3)
- ALMEIDA, E. R. Estudo preliminar da ação hipoglicemiante do extrato metanólico da *Bauhinia cheilantha*. Steud (Fabaceae) em ratos. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 3., 1997, Campinas. Resumos... Campinas: CPQBA - INICAMP, 1997. p.126
- BACCHI, E. M. Controle de qualidade de fitoterápicos. In: Di STASI, L.C.(org.) **Plantas Medicinais: arte e ciência, um guia de estudo interdisciplinar**. São Paulo: UNESP, 1996. p. 169-185.
- BARROS, R.F.M.; ANDRADE, L.H.C.; SILVA, N.H. Efeito da radiação solar e disponibilidade de nutrientes sobre a produção de cumarinas em *Justicia pectoralis* Jacq. Var. *Stenophylla* Leonard. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 12. 1992, Curitiba. **Anais...**Curitiba:UFPR, 1992. p. 220.
- BELTRATI, C.M.; PAOLI, A.A.S. Morfologia, anatomia e desenvolvimento das sementes e plântulas de *Bauhinia forficata* Link. (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v.49, n.2, p.583-590, maio 1989.
- BENINCASA, M.M.P., **Análise de crescimento de plantas (Noções Básicas)**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1986. p.16-17.
- BLANCHAR, R.W.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.29, n.1, p.71-72, Jan./Fev. 1965.

- BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. **Nutrition of plantation forests**. London : Academic Press, 1984. 516 p.
- BRAGANÇA, L.A.R. de. **Plantas medicinais antidiabéticas: uma abordagem multidisciplinar**. Niterói: EDUFF, 1996. 300 p. Plantas brasileiras usadas no tratamento do diabetes, p.145 – 180.
- BRANDÃO, M.; CUNHA, L.H.S.de. **Dispersão de plantas lenhosas do cerrado. II – Germinação e desenvolvimento. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.15, n.168, p. 38-46, 1991.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J.P.; GROSSI, M.A. *et al.* **Cobertura Vegetal da Serra de Canabrava, Município de Sacramento - MG. Daphne**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.49, jan. 1995.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. *et al.* **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: IAC, 1986. 94p.
- CARVALHO, J.G. de; LOPES, A.S.; GUEDES, G.A. de A. **Métodos de diagnose da fertilidade do solo e de avaliação do estado nutricional das plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1997. 116p.
- CARVALHO, P. E. R., **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo, PR.: EMBRAPA – CNPF, 1994. 640p.
- CHAGAS, C. da S. **Associação de Latossolo Variação Una e Latossolo Vermelho-Escuro: efeito diferencial da orientação dos estratos de rochas pépticas pobres**. Lavras: ESAL,1994.125p.(Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CORRÊA JÚNIOR, C.; MING L.C.; SCHEFFER M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A. *et al.* **Aplicação de Fósforo em Mudas de *Acacia mangium* Willd. Revista Árvore, Viçosa - MG, v.21, n.2, p.163-168, 1997.**

- DIAS , L. E.; ALVAREZ V., V. H.; JUCKSCH, I. Formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) : 1. Resposta a calcáreo e fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p.69-70, jan. 1991.
- DI STASI, L.C. Arte, ciência e magia. **Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar.** Luiz Claudio Di Stasi organizador. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. p. 15-21
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- ENGEL, Vera Lex. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** Piracicaba: ESALQ, 1989. 202p.(Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais).
- FARIA, M.P.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R. do. *et al.* Crescimento Inicial da Acácia em Resposta a Fósforo, Nitrogênio, Fungo Micorrízico e Rizóbio. *Revista Árvore*, Viçosa v. 20 , n.2 , p. 209-216, 1996.
- FARIA, M.P.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R. do. *et al.* Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio I *Albizia lebbek* (L.) Benth. *Revista Árvore*, Viçosa, v.19, n.3, p.293-307, 1995a.
- FARIA, M.P.; VALE, F.R. do; SIQUEIRA, J.O. *et al.*, Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. II *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Revista Árvore*, Viçosa, v.19,n.4,p.433-446, 1995b.
- GAVILANES, M. L. Potencialidade medicinal de espécies do cerrado. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS – FITOTERÁPICOS: Uma visão multidisciplinar, 4.,1998, Alfenas. Anais... Alfenas: UNIFENAS, 1998. p.15.
- GAVILANES, M. L., BRANDÃO, M.; CARDOSO, C. Plantas da formação cerrado, com possibilidades de ser empregadas como ornamentais em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.21-28, 1991.

- HOWELER, R.H.; SIEVERDING, E.; SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, The Hague, v. 100, n.1/3, p.249-283, 1987.
- JARREL W.M.; BEVERLY R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, Riverside v.34, p. 197 – 224, 1981.
- KRAMER P.J.; KOZLOWSKI T.T. *Fisiologia das árvores*. Tradução de Antônio Manuel Azevedo Gomes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745p. Cap. 9: Nutrição mineral, p.269,328. Tradução de: *Physiology of trees*.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. *Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos*. 2.ed. rev. e atual. São Paulo: ANDA 1992. p. 3-22. (Boletim Técnico, 4)
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (coord.) *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EDUSP, 1985. p. 97-113.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. de. *et al. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo: Pioneira, 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Pastagens.p.583-621.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 4.ed. San Diego : Academic Press, 1991. 674p.
- MONTANARI JR.,I. A Pesquisa Agrícola com Plantas Mediciniais. In: SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE LAVRAS, 15., 1998, Lavras. Palestra... Lavras: UFLA, Set.1998.
- PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA. J.O.; CURI, N. *et al. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio*, *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v.8, n.1, p.59-65, 1996.

- PIMENTA, D. S. A Botânica e a interdisciplinaridade no controle de qualidade dos fitoterápicos. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 3., 1997, Ouro Preto, MG. Anais... Ouro Preto: UFOP, 1997. p. 42.
- RAIJ, B. VAN. Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1990.
- RAINA, A K.; PHARASI, S C.; PRASAD K.G. Application of nutrients on growth of *Acacia catechu* in nursery bed. India: Ecology and Conservation Division, 1990.
- REIS, M.G.F.; REIS, G.G.dos; LELES, P.S.S. *et al.* Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (Jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. Revista *Árvore*, Viçosa -MG, v.21, n.4, p.463-471, 1997.
- RENÓ, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. *et al.* Limitações Nutricionais ao Crescimento Inicial de Quatro Espécies Arbóreas Nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.1, p.17-25, Jan. 1997.
- ROCHA, R. C. Desenvolvimento de espécies arbóreas com e sem micorrização transplantadas para solo degradado contendo doses crescentes de Fósforo. Lavras: UFLA, 1995. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- SANTOS, R. H. S. Conhecimento agrônomo e qualidade de plantas Medicinais. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: UFOP, 1997. p. 44.
- SCHACHT, W.H; LONG, J.N.; GOBENA, A . Aboveground biomass accumulation in coppicing woodland, northeast Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.55, p.201-208, 1992.
- SMITH, P.F. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.13, p.81-108, 1962.
- TRENTINI, A.M.M. Registro, controle de Qualidade e Comércio de Fitoterápicos. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: UFOP, 1997. p.23-25.

VALE, F.R.do; GUEDES, G.A.de A.; GUILHERME, L.R.G. Manejo da fertilidade do solo. Lavras: UFLA – FAEPE, 1995.