



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE PARICÁ EM DIFERENTES
SATURAÇÕES POR BASES E DOSES DE FÓSFORO**

ANDRÉ LUIZ BRESSIANI

CUIABÁ – MT
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE PARICÁ EM DIFERENTES
SATURAÇÕES POR BASES E DOSES DE FÓSFORO**

ANDRÉ LUIZ BRESSIANI
Engenheiro Florestal

Orientadora: Prof^a. Dra. OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER
Co-orientadora: Prof^a. Dra. WALCYLENE L. M. P. SCARAMUZZA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Mato Grosso, para
obtenção do título de Mestre em Agricultura
Tropical.

CU I A B Á - MT
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

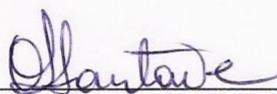
Título: CRESCIMENTO DE MUDAS DE PARICÁ EM DIFERENTES SATURAÇÕES POR BASES E DOSES DE FÓSFORO

Autora: ANDRÉ LUIZ BRESSIANI

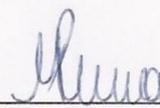
Orientadora: Prof^a. Dra. OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER

Aprovado em 02 de março de 2010.

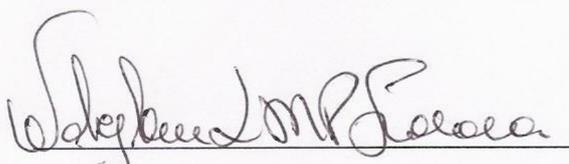
Comissão Examinadora:



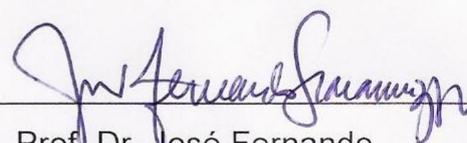
Prof^a. Dra. Oscarlina Lúcia dos Santos Weber (FAMEV/UFMT)
(Orientadora)



Prof^a. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli
(UNEMAT/ZOOTECNIA)



Prof^a. Dra. Walcyrene Lacerda Matos
P. Scaramuzza (FAMEV/UFMT)
(Co-orientador)



Prof. Dr. José Fernando Scaramuzza
(FAMEV/UFMT)

***"As pessoas que vencem neste mundo são as que procuram as circunstâncias de que precisam e, quando não as encontram, as criam."
(Bernard Shaw)***

A Deus e a Nossa Senhora, pela saúde, proteção e força em todos os momentos,

AGRADEÇO

À minha família, pelo carinho, incentivo e apoio,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- À minha prezada orientadora, Professora Oscarlina Lúcia dos Santos Weber, pela atenção, incentivo, apoio na realização desse trabalho e confiança depositada nesse tempo de convivência;
- À minha estimada co-orientadora, Professora Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza, pela amizade, dedicação, orientação e incentivo nesses anos de convivência;
- Ao professor José Fernando Scaramuzza, pelos ensinamentos prestados e pela ótima amizade;
- À professora Maria Aparecida Pereira Pierangeli, pela atenção e contribuições prestadas;
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical;
- Aos amigos Cyro Matheus Favalessa, Ernani Lopes Possato, Fabiana Rocha, Lorena de Souza Tavares e Márcio Roque, minha gratidão e respeito pelo incentivo, apoio e acima de tudo pela amizade fortalecida a cada dia;
- Aos técnicos do Laboratório de Solos e de Nutrição Mineral de Plantas/UFMT, Severiana, Maria Minervina, Berenice, pela amizade e auxílio nas análises laboratoriais;
- Aos amigos do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/UFMT, Ana Paula, Jader, Francis e Leonardo, pela colaboração e pelos bons momentos que me proporcionaram;
- Aos colegas de pós-graduação, pelos bons momentos de convivência, em especial, os amigos Fábio Kempim Pittelkow e Franciele Coroline de Assis Valadão;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;
- À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex. Ducke	11
2.1.1 Características silviculturais e aspectos econômicos	12
2.2 Efeito da calagem no solo	13
2.3 Cálcio, magnésio e fósforo na planta	16
2.4 O fósforo e o efeito da adubação fosfatada no solo	19
2.5 Resposta da adubação em espécies florestais	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Local e espécie estudada	22
3.2 Delineamento experimental	22
3.3 Substrato utilizado no experimento	23
3.4 Execução do experimento	23
3.5 Variáveis analisadas	25
3.6 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo no crescimento da planta	26
4.2 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo no solo	29
4.3 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo na concentração de cálcio, magnésio e fósforo nas plantas	34
5 CONCLUSÕES	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PARICÁ EM DIFERENTES SATURAÇÕES POR BASES E DOSES DE FÓSFORO

RESUMO - A acidez do solo e a baixa disponibilidade de fósforo são fatores limitantes para a produtividade dos cultivos silviculturais no Brasil. Nessa situação, o uso de corretivos e fertilizantes é uma prática fundamental no processo de formação de mudas, não só para a redução da acidez do solo, mas também como fonte de nutrientes indispensáveis ao crescimento inicial das plantas. Objetivou-se, neste estudo, avaliar a influência de diferentes saturações por bases e de diferentes doses de fósforo sobre o crescimento de mudas da espécie florestal paricá. O experimento foi instalado em casa de vegetação, cujos tratamentos foram representados por um fatorial de cinco saturações por bases (23, 33, 43, 53 e 63%) por três doses de fósforo (180, 360 e 540 mg dm⁻³) na forma de superfosfato triplo, dispostos em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Aos 120 dias após a semeadura, foram feitas medições de altura e diâmetro do coleto de todas as plantas, as quais foram colhidas, separadas em parte aérea e raiz e postas a secar para obtenção da massa seca e das concentrações de Ca, Mg e P. Para cada unidade experimental, amostra do solo foi coletada para a análise química residual. O diâmetro das mudas de paricá não variaram com a calagem e adubação fosfatada. O paricá foi tolerante à acidez e sensível à saturação por bases. A calagem teve efeito positivo na altura e negativo na produção de massa seca da parte aérea e da raiz das mudas de paricá. As concentrações de Ca, Mg e P nos tecidos vegetais de mudas de paricá variaram com a calagem e fosfatagem. Com a adubação fosfatada houve aumento na altura e na produção de massa seca da parte aérea e da raiz das mudas de paricá. A maior produção de massa seca da parte aérea e da raiz foram estimadas nas doses respectivas de 510,48 e 533,29 mg dm⁻³ P, em condição natural do solo.

Palavras-chave: calagem, fosfato, *Schizolobium amazonicum*, pinho cuiabano.

GROWTH OF PARICÁ SEEDLINGS IN DIFFERENT BASES SATURATION AND PHOSPHORUS DOSES

ABSTRACT - Soil acidity and low phosphorus availability are limiting factors to productivity of forestry plantations in Brazil. In this situation, the use of lime and fertilizer is a practice in the process of the seedlings production, not only to reduce soil acidity, but also as a source of nutrients essential to the initial growth of plants. The objective of this study was to evaluate the influence of different bases saturation and phosphorus doses on the growth of seedlings of forest species paricá. The experiment was carried out in greenhouse and the treatments were represented by of five bases saturation (23, 33, 43, 53 and 63%) by three phosphorus doses (180, 360 and 540 mg dm⁻³) in the form of triple superphosphate, arranged in a completely design at random, with four replications. At 120 days after sowing, measurements were made of height and diameter of all plants, which were harvested, separated into shoot and root and left to dry to obtain the dry mass and concentrations of Ca, Mg and P. For each experimental unit, soil sample was collected for chemical analysis residual. The diameter of the paricá seedlings did not vary with liming and phosphorus fertilization. The paricá was acid tolerant and sensitive to bases saturation. Liming had a positive effect on height and negative in the dry mass production of shoot and root of paricá seedlings. The concentrations of Ca, Mg and P in plant tissues of paricá seedlings varied with lime and phosphorus fertilization. With phosphate was no increased in height and dry mass production of shoot and root of seedlings paricá. The highest production of dry mass of shoot and root were estimated in the respective doses of 510.48 and 533.29 mg dm⁻³ P, in the natural condition of the soil.

Keywords: lime, phosphate, *Schizolobium amazonicum*, pine cuiabano.

1. INTRODUÇÃO

O paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) é uma espécie de porte elevado, sua madeira tem coloração clara, com baixa densidade, de fácil propagação e de crescimento rápido, qualidades essas que confere à espécie viabilidade para industrialização e reflorestamento.

Dada à facilidade na produção, ao excelente ritmo de crescimento e ao bom índice de estabelecimento no campo, o paricá reúne ótimas qualidades silviculturais, e uma das maneiras de aumentar sua produtividade é por meio da adubação e do conhecimento de suas exigências nutricionais.

A acidez do solo é reconhecida como um dos principais fatores que causam a baixa produtividade dos cultivos agrícolas e silviculturais no Brasil, particularmente em Mato Grosso. Isso se deve, principalmente, aos elevados teores de alumínio e em alguns casos de manganês, bem como aos baixos teores de cálcio e magnésio de seus solos.

Em solos ácidos a absorção de diversos nutrientes é dificultada, necessitando de correções que visam beneficiar o desenvolvimento das plantas, sendo assim, a prática da calagem atenua ou elimina os efeitos negativos da acidez do solo.

A produção de mudas é uma das fases mais importantes do cultivo de espécies arbóreas. Mudanças de qualidade adequada são fundamentais no crescimento e desenvolvimento dessas espécies. Para que se produzam essas mudas é necessário o conhecimento das características das espécies,

notadamente seus requerimentos nutricionais e suas respostas à correção do substrato e à adição de fertilizantes.

O uso de corretivos e fertilizantes é, portanto, uma prática fundamental no processo de formação de mudas, não só para a redução da acidez do solo, mas também como fonte de nutrientes indispensáveis ao crescimento inicial das plantas, especialmente quando se utiliza na preparação de substrato para produção de mudas material de solos ácidos e pobres em nutrientes.

A resposta à prática da calagem em espécies florestais pode ou não ocorrer, dependendo das características de cada uma, principalmente no que se refere à tolerância à acidez e a necessidade nutricional. Desse modo, objetivou-se, neste estudo, avaliar a influência de diferentes saturações por base e doses de fósforo sobre o crescimento de mudas da espécie florestal paricá.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke

O *Schizolobium amazonicum* pertencente à família Caesalpiniaceae é conhecido vulgarmente no Brasil como paricá, bandarra, pinho cuiabano, guapuruvu da amazônia, dentre outros. É uma espécie pioneira que possui tronco reto, ramificação dicotômica, folhas longipeciouladas, bipinadas, grandes (de 60 a 150 cm de comprimento), inflorescência em panículas terminais com flores de coloração amarela clara (Ducke, 1949), podendo atingir dimensões próximas de 40 m de altura e 100 cm de DAP, espécie monóica, com casca verde quando jovem e esbranquiçada nos adultos, com o período de floração entre maio a julho e o de frutificação de agosto a outubro (Carvalho, 2008).

O fruto é uma criptosâmara, em forma espatulada, oblanceolada, aberta até o ápice, mede de 6 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 3 cm de largura (Oliveira e Pereira, 1984). Sua semente é anátropa, aplanada, ovalada, com ápice arredondado, base atenuada, cor de café, com o bordo mais escuro, medindo de 16 a 21 mm de comprimento por 11 a 14 mm de largura com o hilo localizado na base e oposto à rafe e a micrópila em posição lateral ao hilo (Carvalho, 2008).

Possui madeira com alburno de cor creme amarelado e cerne de cor marrom claro, densidade entre 0,30 a 0,62 g cm⁻³ (Paula, 1980). Por ser uma

espécie de baixa densidade, rápido crescimento e por apresentar madeira de coloração clara, o paricá vem comprovando sua viabilidade para reflorestamento (Marques et al., 2006) e para a fabricação de chapas de compensados (Vidaurre et al., 2004) e laminados (Bortoletto Júnior e Belini, 2002). Além disso, fornece matéria-prima para a obtenção de celulose e papel, com excelente resistência após o branqueado (Pereira et al., 1982).

Esta espécie tem uma larga distribuição geográfica ocorrendo na Amazônia, em áreas de floresta primária e secundária de terra firme e várzea alta dos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso (Ducke, 1949; Oliveira e Pereira, 1984; Rondon, 2002).

Segundo Carvalho (2008), os locais de sua ocorrência possui precipitação pluvial média anual de 1.600 a 3.000 mm, temperatura média anual entre 24,8 a 26,6°C, solos de baixa fertilidade química, com pH em água próximo de 4,5 com baixos teores de potássio e fósforo. Crespo et al. (1995) observaram a ocorrência dessa espécie em solos que se caracterizam por possuir uma baixa fertilidade natural, baixo conteúdo de matéria orgânica, pH entre 3,7 e 5,5 e baixa capacidade de troca catiônica com níveis de saturação de alumínio entre 70 a 80%.

2.1.1 Características silviculturais e aspectos econômicos

O paricá é uma espécie de rápido crescimento e essencialmente heliófila, que não tolera baixas temperaturas, o qual é bastante intolerante ao sombreamento, sendo reduzido seu crescimento sob tais condições (Rondon, 2002). De acordo com Pereira et al. (1982), a espécie não tem problemas quanto à produção de mudas, devido ao excelente poder germinativo (85%). Possui crescimento monopodial, ainda que a céu aberto, com fuste reto e limpo, devido à boa derrama natural (Carvalho, 2008). Rondon (2002) verificou maior crescimento da espécie quando plantadas a pleno sol nos espaçamentos de 4 x 3 ou 4 x 4 m, sendo que até o terceiro ano foi altamente vulnerável ao vento, o qual pode provocar danificações nas árvores.

O paricá pode ser cultivado em sistemas agroflorestais como espécie florestal principal em consórcio com fruteiras, culturas anuais, plantas semi-perenes e também outras espécies madeireiras nobres que possuem crescimento mais lento (Quisen et al., 1999). São comumente encontradas consorciadas temporalmente ou espacialmente com café (*Coffea arabica* L), cacau (*Theobroma cacao*), goiaba (*Psidium guajava*), pupunha (*Bactris gasipaes*), guaraná (*Paullinia cupana* Kunth), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), acerola (*Malpighia glabra*), mogno (*Swietenia macrophylla* King), cedro-rosa (*Cedrela odorata*), teca (*Tectona grandis*), freijó (*Cordia* spp.), cerejeira (*Torresia acreana*), ipês (*Tabebuia* sp.) e castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), entre as culturas anuais ou semiperenes destacam-se: mandioca, arroz, milho, feijão, banana, abacaxi e pimenta-do-reino (Souza et al., 2003).

Rossi et al. (1999), ao trabalharem com áreas de regeneração natural, observaram um incremento médio anual (IMA) de $38,86 \text{ m}^{-3} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para árvores com sete anos de idade. De modo geral, a produtividade do paricá tem alcançado de 25 a $30 \text{ m}^{-3} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, podendo ser aumentada com o processo de melhoramento genético aliada a outras práticas silviculturais (Marques et al., 2006).

Essa espécie está entre as 20 mais transportadas com o uso do DOF (Documento de Origem Florestal), com um volume total de 227.149 m^3 representando um valor de R\$ 58.932.075,79, e um valor médio de R\$ 259,44 m^{-3} (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, 2009).

2.2 Efeito da calagem no solo

Grande parte dos solos do Brasil são ácidos, esses solos contêm, de modo geral, teores tóxicos de Al^{3+} e às vezes, de manganês, bem como teores baixos de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , assim, em solo ácido, diversos nutrientes têm sua absorção dificultada (Raij, 1991).

A participação de Ca^{2+} total no solo varia de 1,0 a 250 g kg^{-1} , sendo que solos calcários, em ambiente árido, contêm maiores teores desse nutriente (Lopes, 1998). O Ca^{2+} pode se encontrar nas formas trocável e solúvel, sendo a primeira em solos mais argilosos como cátion dominante no complexo de troca (65%), por esse fato os solos argilosos possuem mais Ca^{2+} que os arenosos. Por participar do fenômeno de troca de cátions (CTC), é retido como Ca^{2+} (trocável) nas superfícies com cargas negativas das argilas e da matéria orgânica do solo (Vitti et al., 2006).

O Ca^{2+} no solo apresenta-se, principalmente, nas seguintes formas: carbonatos metamórficos ou sedimentares, os últimos sendo em partes de origem biológica; sulfatos; e silicatos, estando presente em teores mais altos em alguns minerais primários, como anortita, augita, epidoto e apatita, e mais baixos nos secundários, o Ca^{2+} também é constituinte da matéria orgânica (Malavolta, 1980). Minerais como dolomita, calcita, apatita e feldspatos cálcicos são as maiores fontes de Ca^{2+} no solo (Korndörfer et al., 2003).

O magnésio no solo aparece em forma iônica Mg^{2+} , em solução e como cátion trocável. Nos solos brasileiros o magnésio trocável (Mg^{2+}) varia entre os limites de 0,002 e 0,015 g kg^{-1} (Malavolta, 1980). O Mg^{2+} participa da estrutura de micas e minerais de argila do tipo 2:1, encontrados em solos menos intemperizados, onde em condições de boa drenagem, os teores de Ca^{2+} predominam na soma de bases, vindo a seguir, em teores mais baixos, o Mg^{2+} e depois o K^+ . O Mg^{2+} participa, em aproximadamente, 20% do complexo de troca de solos argilosos (Vitti et al., 2006).

Tal como acontece com o Ca^{2+} e o K^+ , o Mg^{2+} aparece no solo em diferentes formas: minerais primários (silicatos de piroxênio, anfibólios, olivina e turmalina), muscovita e biotita, carbonatos e sulfatos (dolomita, calcários dolomíticos e magnesianos, e magnesita), minerais secundários (montmorilonita, illita, clorita e vermiculita) e constituinte da matéria orgânica (Malavolta, 1980).

A quantidade de calcário ou corretivo a ser utilizada, para adequar a acidez do solo à condição desejada, depende do tipo de solo e do sistema de produção estabelecido. Assim, a necessidade de calagem (NC) é a

quantidade de corretivo necessária para diminuir a acidez do solo, de uma condição inicial até um nível desejado. Para estimar a necessidade de calagem, ou seja, a dose de calcário a ser recomendada, são usados os seguintes métodos: da curva de incubação; da neutralização da acidez trocável; da solução tampão (SMP); do pH e do teor de matéria orgânica do solo; da neutralização da acidez trocável e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis e por fim, da saturação por bases (Sousa et al., 2007).

O método da saturação por bases se destaca por ter a importante característica de considerar a facilidade dos cálculos e a flexibilidade de adaptação para diferentes culturas. A saturação por bases expressa a parte da CTC ocupada por cálcio, magnésio, potássio e sódio (Raij, 1991).

Dentre os benefícios de uma correta prática de calagem, destacam-se: diminuição da toxidez de H^+ , Al^{3+} e Mn^{2+} ; aumento da mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente, aumento da disponibilidade de nutrientes, notadamente N, S, P e B; aumento da disponibilidade de cálcio e magnésio, por adição direta ao solo; aumento da disponibilidade de fósforo e molibdênio, presentes em formas fixadas e de menor disponibilidade no solo; estímulo à atividade microbiana (Vale et al., 1995). Sousa et al. (2007) acrescenta ainda, que a calagem propicia condições para melhor crescimento do sistema radicular, aumentando, dessa forma, a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

O material corretivo mais utilizado na neutralização da acidez dos solos é o calcário, constituído de carbonatos de cálcio e magnésio, assim com a presença de CO_2 ocorre a dissolução do carbonato, ocasionando a neutralização da acidez, representada por H^+Al , deixando o solo com cálcio no lugar dos cátions de caráter ácido. O hidrogênio é hidrolisado em forma de H_2O , e o alumínio é precipitado como hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) e o CO_2 é desprendido. A velocidade de reação do calcário depende do grau de acidez do solo, da granulometria do corretivo e do grau de afinidade da mistura do calcário com o solo (Sousa et al., 2007).

Natale et al. (2007), com o objetivo de avaliar os efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira (*Psidium*

guajava L.), verificaram que a calagem promoveu melhoria dos atributos químicos do solo ligados à acidez, elevando o pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB e V%, e diminuindo o H+Al, até 60 cm de profundidade, tanto na entrelinha como na linha da cultura.

2.3 Cálcio, magnésio e fósforo na planta

O cálcio é absorvido pelas raízes como Ca^{2+} sendo sua absorção diminuída por altos teores de K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+ (Malavolta, 1980). O transporte do Ca^{2+} no solo até as raízes ocorre não apenas pelo fluxo de massa, mas também por interceptação radicular (Prado, 2008).

O Ca^{2+} é comumente encontrado nos tecidos vegetais, sendo que a maior parte do Ca^{2+} nas plantas ocorre formando ligações intermoleculares nas paredes celulares e membranas, contribuindo, assim, para a estabilidade estrutural e o movimento intercelular de vários metabólitos (Vitti et al., 2006).

Ao contrário dos outros macronutrientes, uma alta proporção de Ca^{2+} na planta encontra-se nas paredes celulares, isso é devido ao Ca^{2+} integrar a lamela média das paredes celulares, sendo também requerido para alongação e divisão celular e isto se reflete drasticamente no crescimento radicular (Malavolta et al., 1997). A concentração de Ca na planta pode variar de 1,0 a 5,0 g kg^{-1} , entretanto, pode atingir até 100 g kg^{-1} em folhas velhas (Prado, 2008).

O cálcio é um macronutriente que participa de várias funções nas plantas em processos metabólicos, tais como: estrutura e funcionamento de membranas, absorção iônica, reações com hormônio vegetais e ativação enzimática (via calmodulina) e mensageiro secundário, em funções estruturais como: pectato (lamela média), carbonato, oxalato, fitato e camodulinas, e em funções de ativação enzimática como: ATPases, α amilase, fosfolipase D, e nuclease (Prado, 2008).

O Ca^{2+} é pouco móvel no floema, sua distribuição entre os órgãos da planta praticamente não ocorre, podendo existir, simultaneamente, carência do elemento nas partes mais novas da planta e excesso nas partes mais

velhas, assim, a deficiência de Ca^{2+} mostra-se inicialmente nos tecidos mais jovens como gemas e pontas de raiz. O Ca^{2+} é absorvido pelas raízes como Ca^{2+} sendo a absorção diminuída por altas concentrações (Malavolta, 1980).

A falta de cálcio afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz: aparecem núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos constrictos, divisões amitóticas, cessa o desenvolvimento, há escurecimento e morte das células (Malavolta et al., 1997). Segundo Raij (1991), os principais sintomas de deficiência de Ca são amarelecimento de uma região da margem das folhas novas, crescimento não uniforme (formas tortas) e murchamento das folhas com colapso do pecíolo.

O transporte do Mg^{2+} no solo até as raízes ocorre em razão do fluxo de massa (85%). Esse movimento é dependente da dinâmica da água no sistema solo-planta, movido pela transpiração da planta. Na planta o Mg^{2+} encontra-se em sua grande parte na forma solúvel, o que explica sua redistribuição nas plantas pelo floema (Prado, 2008).

A absorção do magnésio pelas plantas se faz na forma de Mg^{2+} , sendo sua absorção diminuída por altos teores de Ca^{2+} e K^+ , o aumento da concentração de um elemento implica na diminuição da absorção do outro, esse efeito conhecido como “antagonismo”, pode ser tão severo que o excesso de absorção de um elemento pode causar deficiência ou falta do outro (Malavolta et al., 1997).

Os teores nas folhas das plantas normais variam pouco entre as espécies, estando em geral na faixa de 1,5 a 5,0 g kg^{-1} na massa seca (Boaretto et al., 1999). No entanto, de acordo com Prado (2008), o Mg^{2+} na planta pode variar de 1,5 a 3,0 g kg^{-1} .

O magnésio é um macronutriente que participa de várias funções nas plantas em processos metabólicos, tais como: absorção iônica, fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, síntese orgânica, balanço eletrolítico e estabilidade dos ribossomas, em funções de ativação enzimática como: tioquinase acética, quinase pirúvica, hexoquinase, enolase desidrogenase isocítrica, descarboxilase piruvato, carboxilase de ribulose, sintetase de fosfopiruvato e sintetase e transferase de glutamilo, em função

estrutural da clorofila. Aproximadamente metade do Mg^{2+} contido nas folhas pode estar formando clorofila, pois essa possui um átomo central de Mg^{2+} . Por participar nas reações de fosforilação o Mg^{2+} contribui para a entrada de P nas plantas, como elemento “carregador” de P (Malavolta et al., 1997).

A deficiência de Mg^{2+} afeta parte do metabolismo das plantas, sendo a clorose internerval das folhas velhas o sintoma inicial, seguido da redução da fotossíntese decorrente da menor síntese de clorofila. Em casos extremos de deficiência, são observadas necroses inclusive nas folhas novas (Malavolta, 1980). Raij (1991) relatou como principais sintomas de deficiência desse nutriente clorose das folhas (inicialmente as mais velhas), clorose internerval e às vezes necrose (em algumas espécies a clorose é seguida pelo desenvolvimento de cor alaranjada, vermelha ou roxa).

O fósforo é absorvido da solução do solo predominantemente por meio da difusão na forma de $H_2PO_4^-$ ou HPO_4^{2-} , entretanto, em razão da reação ácida dos solos brasileiros prevalece a forma $H_2PO_4^-$, essa é a forma que predomina durante o processo de absorção (Prado, 2008). O fosfato não é reduzido nas plantas, sendo utilizado apenas na forma completamente oxidada de ortofosfato. Após sua absorção, o fosfato permanece como fósforo inorgânico (Pi) ou é esterificado por meio de um grupo hidroxil em cadeia de carbono como éster simples de fosfato (açúcar) ou preso a outro fosfato por ligações pirofosfato de alta energia (ATP) (Marschner, 1995).

O fósforo é um macronutriente que participa de várias funções nas plantas em processos metabólicos, tais como: armazenamento e transferência de energia, absorção iônica, sínteses (proteica), multiplicação e divisão celular, fotossíntese, herança genética e fixação de nitrogênio, e em funções estruturais, como: ésteres de carboidratos, fosfolípidios, coenzimas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (Malavolta et al., 1997).

As concentrações de P nas plantas em geral variam de 0,5 a 3,0 $g\ kg^{-1}$ de massa seca e concentrações entre 1,0 e 1,5 $g\ kg^{-1}$ são consideradas adequadas para crescimento normal das plantas (Dechen e Nachtigall, 2007).

Por ser o P móvel no sentido ascendente e descendente da planta, sua deficiência provoca crescimento retardado, devido afetar vários

processos como: metabolismo de carboidratos, síntese protéica e de ácidos nucléicos, processos esses ligados a transferência e transformação de energia (Malavolta et al., 1997). Cor amarelada, verde-azulada ou manchas pardas nas folhas, atraso no florescimento e aumento de pigmentos roxos (em algumas espécies) são os principais sintomas de deficiência de P (Raij, 1991).

2.4 O fósforo e o efeito da adubação fosfatada no solo

O fósforo constitui cerca de 0,12% da crosta terrestre, encontrando-se suas maiores reservas em sedimentos marinhos, solos, fosfato inorgânico dissolvido nos oceanos e rochas tais como apatita (Stevenson e Cole, 1999).

O fósforo no solo pode ser dividido em quatro categorias: P na forma iônica e em compostos na solução do solo; P adsorvido na superfície dos constituintes minerais do solo; minerais cristalinos e amorfos de P; e P componente da matéria orgânica (Barber, 1984).

Em solos tropicais, o P é o nutriente limitante para a produção agrícola. Por ter baixa mobilidade no solo, o P freqüentemente é o fator que restringe o crescimento das plantas. A retenção do P no solo, em forma lábil (P-disponível) ou não-lábil (P-não trocável), ocorre tanto pela precipitação do P em solução com formas iônicas de Fe^{3+} , Al^{3+} e Ca^{2+} , como, principalmente, por adsorção nos óxidos e hidróxidos de Fe e Al presentes, em geral, em maiores quantidades em solos tropicais mais intemperizados devido a quantidade maior de argila (Novais e Smith, 1999).

Os solos brasileiros possuem baixos teores de fósforo disponível, devido à isso, quase sempre se obtêm respostas significativas à sua aplicação (Raij, 1991). Existem diversas fontes disponíveis para a realização da adubação fosfatada. As fontes mais solúveis de P são: superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfato monoamônico, fosfato diamônico e os termofosfatos (Novais et al., 2007).

Segundo Novais e Smith (1999), as condições favoráveis para a solubilização dos fosfatos são: suprimento de prótons pela planta (rizosfera); solos com grande dreno-Ca (grande CTC efetiva e CTC pH-dependente) e

baixas concentrações de P e de Ca em solução; solos com menor fator capacidade de fósforo (FCP), como os mais arenosos, em que o dreno-P predominante seja a planta.

Para Novais et al. (2007), a capacidade de dreno-Ca do solo é de grande importância, pois o aumento de cálcio na solução do solo inibe a dissolução dos fosfatos devido ao aumento da concentração de cálcio nas vizinhanças das partículas de fosfato, e também reage com o fósforo disponível formando fosfato de cálcio. Robinson et al. (1992) avaliaram o efeito do dreno-Ca em diferentes amostras de solos na dissolução de fosfatos naturais reativos durante 60 dias, e concluíram que, a dissolução dos fosfatos foi altamente dependente do dreno-Ca. Os autores detectaram que o aumento de duas vezes no dreno-Ca aumentou de 44 a 120% a dissolução dos fosfatos. Do mesmo modo, Robinson et al. (1994) ao aumentarem a CTC, e por conseguinte, o dreno-Ca, verificaram maior dissolução dos fosfatos.

2.5 Resposta da adubação em espécies florestais

A fertilização dos solos utilizados em plantios de espécies florestais melhora a produtividade, a qualidade e o estabelecimento dos plantios florestais, com o intuito de alcançar o potencial máximo de crescimento e a otimização de insumos, as necessidades nutricionais de algumas espécies florestais, em fase de mudas, são estudadas (Fernández et al., 1996).

Uma série de fatores externos (do meio) e internos (da planta) tem sido enumerada como influentes no processo de absorção iônica radicular (Faquin, 1994). Dentre eles, a presença de cátions e ânions em diferentes concentrações na solução do solo e as várias interações entre esses íons durante a absorção, como a inibição (competitiva e não competitiva), antagonismo e sinergismo (Malavolta, 1980; Marschner, 1986).

Venturin et al. (1996) avaliando as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes em plântulas de *Copaifera langsdorffii*, observaram que o N, P, Ca²⁺ e Mg²⁺ são nutrientes limitantes ao crescimento dessa

espécie. E, que, outros como K^+ , B e Zn^{2+} têm pouca demanda pela mesma. Dados semelhantes em relação a esses nutrientes foram observados por Duboc et al. (1996), quando avaliou-se o requerimento nutricional do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.).

Venturin et al. (2005), ao avaliarem os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish), verificaram que a ausência de P e N afetou o crescimento das plantas, e que a omissão desses nutrientes reduziram os teores de K^+ , Ca^{2+} , S, B e Zn^{2+} na massa seca da parte aérea.

O aumento na produção de massa seca com a adição de doses crescentes de fósforo foi observado por diversos autores em pesquisas realizadas para verificar a resposta da adubação fosfatada em espécies florestais. Assim, Schumacher et al. (2003) e Ceconi et al. (2006), ao trabalharem com as espécies *Peltophorum dubium* (canafístula), e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), respectivamente, verificaram que o melhor crescimento das mudas ocorreu com 360 mg dm^{-3} de fósforo. Enquanto que, Schumacher et al. (2004) tiveram a melhor resposta de crescimento com a dose de 450 mg dm^{-3} de fósforo em mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e espécie estudada

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá-MT. A espécie em estudo está classificada na divisão Angiospermae; classe Dicotyledoneae; ordem Fabales; família Caesalpinaceae; gênero *Schizolobium*; espécie *Schizolobium amazonicum* popularmente conhecida como paricá.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi disposto em delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial (5x3) com quatro repetições, num total de 60 unidades experimentais, sendo cinco saturações por bases 23 (testemunha), 33, 43, 53 e 63%, por três doses de fósforo 180, 360 e 540 mg dm⁻³ de P, como fonte desse nutriente utilizou-se o superfosfato triplo. Cada unidade experimental foi representada por um saco plástico, contendo solo e planta.

3.3 Substrato utilizado no experimento

Utilizou-se amostra de um Cambissolo Húmico coletada da camada de 0 a 0,20 m do distrito de São Vicente da Serra - município de Santo Antônio do Leverger-MT. A amostra foi passada em peneira de malha de 2 mm, e em seguida foi caracterizada quimicamente [pH, P, K, Ca, Mg, H, Al, soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), matéria orgânica], e fisicamente (granulometria) segundo metodologia descrita em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa (1997), sendo os resultados expressos na Tabela 1.

TABELA 1. Atributos químicos e físicos do solo antes da implantação experimental

pH (1:2,5) CaCl₂	P⁽¹⁾ -- mg dm ⁻³ --	K⁽¹⁾	Ca⁽²⁾	Mg⁽²⁾	Al⁽²⁾	H⁽³⁾ cmol _c dm ⁻³	CTC	SB
4,4	2,1	30	0,9	0,6	0,4	4,9	6,9	1,6
V	m		Areia⁽⁴⁾	Silte⁽⁴⁾	Argila⁽⁴⁾	M.O.⁽⁵⁾ -- g kg ⁻¹ --		
23	21,2		61,6	6,7	31,7	25,5		

CTC: capacidade de troca de cátions; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; M.O.: matéria orgânica. ⁽¹⁾ extraído com solução de HCl 0,05N e H₂SO₄ 0,025N (Mehlich); ⁽²⁾ extraído com solução de cloreto de potássio 1N; ⁽³⁾ extraído com solução de acetato de cálcio a pH=7; ⁽⁴⁾ dispersante NaOH, e determinação por densímetro; ⁽⁵⁾ oxidação com bicromato de potássio e determinação colorimétrica.

3.4 Execução do experimento

Foram utilizados sacos plásticos com capacidade de 5 dm³, tendo como substrato o solo com seus respectivos tratamentos. A semeadura foi realizada com três sementes, colocadas diretamente na parte central de cada saco, decorridos 20 dias da germinação, foi realizado desbaste das plantas, permanecendo apenas uma. Para o cálculo das doses de corretivos aplicadas em cada tratamento foi utilizado o método da saturação por bases conforme Raij (1991).

O corretivo agrícola utilizado foi o calcário dolomítico (PRNT 100%) contendo 53,4% de CaCO_3 e 41,8% de MgCO_3 na relação Ca:Mg de 1,07. O solo foi incubado por 50 dias, mantendo-se a umidade do solo próximo a 60% da capacidade máxima de retenção de água, inclusive para a testemunha que não recebeu calcário.

Para a adubação de fósforo utilizou-se o superfosfato triplo ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), contendo aproximadamente 44% de P_2O_5 e 14% de Ca. Foi realizada, também, uma adubação básica em solução aplicada dois dias antes do plantio, com: 100 mg dm^{-3} de N ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), 150 mg dm^{-3} de K (KCl) e 40 mg dm^{-3} de S (K_2SO_4). Aplicou-se uma solução de micronutrientes contendo respectivamente: 0,81; 3,66; 4,0; 1,33 e 0,15 mg dm^{-3} de B (H_3BO_3), Mn ($\text{MnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Zn ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e Mo ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), de acordo com a recomendação de Alvarez V. (1974).

Foram realizadas mais três adubações nitrogenadas, aos 35, 70 e 105 dias após a germinação, na dose de 20 mg dm^{-3} de N, por aplicação, utilizando-se como fontes do nutriente, nas duas primeiras aplicações, o NH_4NO_3 e, na última, o KNO_3 . Nessa última aplicação, juntamente com o N, foram adicionados 55,8 mg dm^{-3} de K, conforme sugerido por Garcia (1986).

As unidades experimentais foram irrigadas diariamente, e a umidade do solo foi mantida próxima a 70% da capacidade máxima de retenção de água até o final do experimento. Durante o experimento foi realizado monitoramento diário, seguido de tratos culturais (controle de ervas daninhas, pragas e doenças).

Aos 120 dias após a sementeira, as plantas foram medidas quanto à altura e ao diâmetro do coleto e separadas em parte aérea e raízes. Para cada unidade experimental, amostra do solo foi coletada para a análise química residual de acordo com Embrapa (1997). O material vegetal coletado foi lavado em água corrente e enxaguado em água deionizada para remoção do substrato e acondicionado em sacos de papel para secagem em estufa com circulação forçada de ar (65 – 75°C) até obtenção do peso constante. Após pesagem do material obteve-se o peso de massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, sendo em seguida moído para

determinação das concentrações de Ca, Mg e P, na parte área e raiz foram realizadas segundo Malavolta et al. (1997). Desse modo, utilizou-se a digestão nítrico-perclórica e a determinação por espectrofotometria de absorção atômica para o Ca e o Mg e colorimetria para o P.

3.5 Variáveis analisadas

Ao final do experimento foi analisado as seguintes variáveis: altura das plantas; diâmetro do coleto; massa seca parte área e da raiz; concentração de Ca, de Mg e de P na parte área e raiz; e alterações nos atributos químicos do solo.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e os fatores significativos foram ajustados a equações de regressão múltipla para as variáveis que tiveram interação, onde ajustou-se superfícies de resposta, nas quais as características avaliadas foram plotadas em função das saturações por bases e das doses de fósforo aplicadas. Enquanto para as variáveis que não tiveram interação, ajustou-se equações de regressão simples.

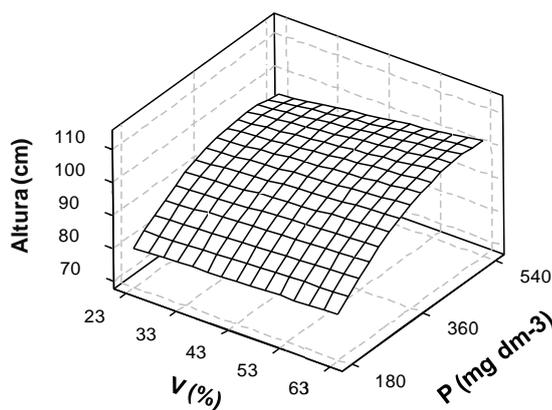
A adequação dos modelos foi testada e então, escolhidas as equações em que a variância foi constante e a distribuição normal dos resíduos pelo teste Ryan-Joiner, obteve uma probabilidade maior que 0,10 ($p > 0,10$) e coeficiente de determinação (R^2) maior ou próximo de 0,70, ou seja, o modelo explicando mais que 70% da variabilidade total dos dados (Johnson e Wichern, 1998; Hair Jr. et al., 2005). Todas as análises estatísticas e elaboração dos gráficos foram feitas pelo programa estatístico MINITAB 14.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo no crescimento da planta

Para o diâmetro das mudas de paricá não foi observado diferenças entre os tratamentos, sendo o valor médio de 9,74 mm. O diâmetro das plantas não refletiu o efeito da saturação por bases e dos teores de P disponíveis no solo nesse estágio de crescimento. Do mesmo modo, Costa et al. (2007), ao trabalharem com diferentes saturações por bases aliada à adubação com 300 mg dm⁻³ de P, não verificaram diferenças na mesma variável para o crescimento de mudas de fava de anta (*Dimorphandra mollis*).

A elevação da saturação por bases e a adição do adubo fosfatado ocasionaram aumento na altura das plantas (Figura 1). Para a saturação por bases de 63% acrescida da dose de 495,40 mg dm⁻³ de P, verificou-se maior valor estimado. As concentrações de P, de Ca e de Mg na parte aérea das plantas, proporcionaram estímulo para o crescimento em altura, isso porque o P age nos processos de transferência e armazenamento de energia, o Ca atua no crescimento meristemático e o Mg na atividade enzimática da planta (Malavolta et al., 1997 e Prado, 2008).



$$\hat{Y} = 51,7800 - 0,0250^{**}(V) + 0,1864^{**}(P) - 0,0002^{**}(P)^2 + 0,0004^{*}(V)(P)$$

$$R^2 = 0,89$$

FIGURA 1. Altura de mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).

**Significativo $p < 0,01$ e *Significativo $p < 0,05$.

A produção de massa seca decresceu com a elevação da saturação por bases e aumentou com a adição crescente de adubo fosfatado, essa tendência foi observada na parte aérea (Figura 2a) e na raiz (Figura 2b) das plantas. Os maiores valores estimados, para as variáveis massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, foram na saturação por bases de 23% com as dose de 510,48 e 533,29 mg dm⁻³ de P, respectivamente.

Essa redução na produção de massa seca da espécie, provavelmente, seja devido ao aumento nos valores de pH da solução do solo, pois, de acordo com Carvalho (2008), sua ocorrência natural limita-se a solos com condições de pH em água em torno de 4,5.

Costa et al. (2007) observaram redução linear na produção de massa seca da parte aérea e da raiz em mudas de fava de anta com o aumento das doses de calcário, e atribuíram esse fato, pela origem natural dessa espécie em solos ácidos e com baixa disponibilidade de cálcio e magnésio. Nicoloso et al. (2008) verificaram que o aumento do pH do solo acarretou declínio linear para a produção de massa seca de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride) e atribuíram a sua adaptação a solos ácidos.

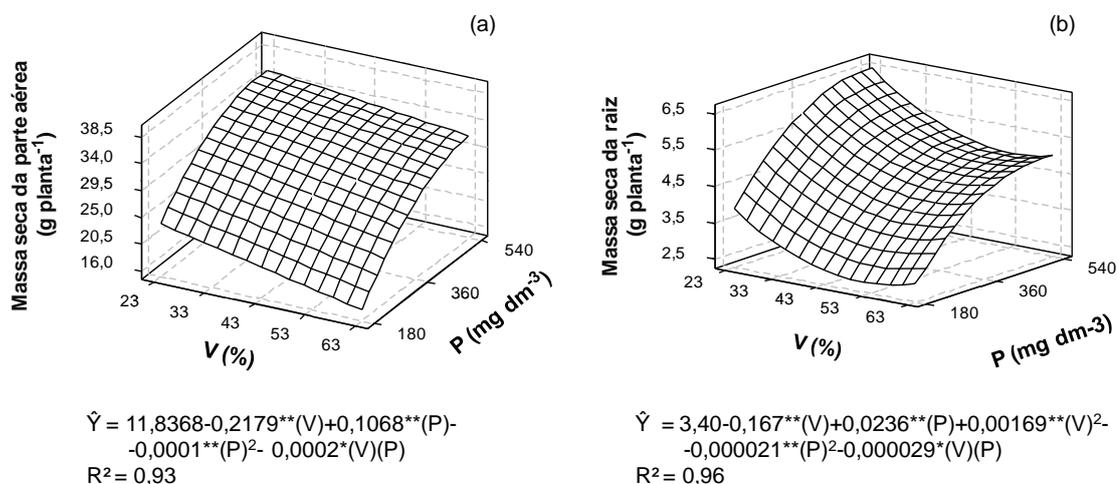


FIGURA 2. Massa seca da parte aérea (a) e da raiz (b) de mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).
 **Significativo $p < 0,01$ e *Significativo $p < 0,05$.

Infere-se também, que no tratamento sem aplicação de calcário, os teores de cálcio ($0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e de magnésio ($0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) contidos no solo utilizado juntamente com o cálcio proveniente do adubo fosfatado foram suficientes para o desenvolvimento da espécie. Pois, segundo Rosolem (1989), as raízes de plantas leguminosas possuem elevada capacidade de troca de cátions, que resulta em maior absorção de cátions como o Ca^{2+} e Mg^{2+} , ou porque, provavelmente, essa espécie não seja exigente na absorção desses nutrientes. Segundo Crespo et al. (1995) o paricá se desenvolve em solos de baixa fertilidade natural e baixa capacidade de troca catiônica, e com níveis de saturação de Al^{3+} entre 70 a 80%.

O aumento na produção de massa seca com a adição de doses crescentes de fósforo, deve-se ao fato desse nutriente participar de diversos processos metabólicos nas plantas. Esse resultado foi corroborado por Schumacher et al. (2003), Schumacher et al. (2004), e Ceconi et al. (2006), ao trabalharem com as espécies *Peltophorum dubium* (canafístula), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), respectivamente, em que verificaram melhor crescimento das mudas com a adição de fósforo ao solo.

Resende et al. (1999) avaliaram a resposta de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais ao fornecimento de P, e verificaram que as espécies pioneiras apresentam desenvolvimento mais acentuado que as secundárias, em resposta ao acréscimo de P no solo. É importante salientar que o *Schizolobium amazonicum* é uma espécie pioneira e, embora tenha sido observado resposta à aplicação de fósforo neste trabalho, nas condições de sua ocorrência natural os teores desse nutriente no solo são baixos (Carvalho, 2008).

4.2 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo no solo

Não foram observadas interações entre os tratamentos para magnésio, potássio, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC efetiva (t). Porém, com a elevação da saturação por bases, observou-se aumento de forma quadrática para magnésio, soma de bases e CTC efetiva, e redução de forma quadrática para a acidez potencial (Figura 3).

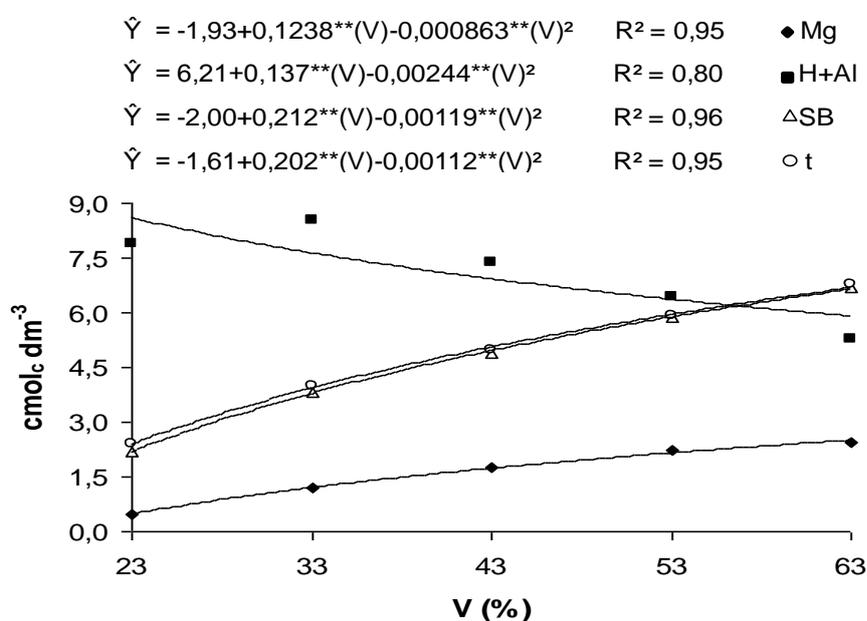


FIGURA 3. Efeito da saturação por bases (V) nos teores de magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB) e CTC efetiva (t), no solo após cultivo.

**Significativo $p < 0,01$

Esses resultados eram esperados, pois a calagem além de aumentar as bases do solo devido à adição de Ca^{2+} e Mg^{2+} , neutraliza o H^+ e Al^{3+} , o que reduz a acidez potencial quando cargas negativas no solo são geradas, e conseqüentemente, aumenta a capacidade de retenção de cátions (maior CTC efetiva). Com o intuito de verificar a influência da prática da calagem no solo, Luz et al. (2001) e Natale et al. (2007) observaram respostas semelhantes com a adição de doses crescentes de calcário ao solo.

Para a o potássio, verificou-se redução de forma quadrática com o aumento das doses de P no solo (Figura 4), devido esse a isso ocorreu aumento na produção de massa seca, e provavelmente, maior absorção de K pela planta. De acordo Prado (2008) isso se deve ao fato de que, a extração de potássio da solução do solo ocorre em razão da quantidade de massa seca acumulada, pois, as plantas necessitam manter uma ótima atividade enzimática e um bom funcionamento fisiológico na abertura e fechamento de estômatos, o que requer alta exigência desse nutriente na planta. Segundo Marschner (1995), nos estágios iniciais de crescimento, os teores de K nas plantas são mais elevados, pois os órgãos das plantas preferencialmente supridos pelo floema são as folhas novas e os tecidos meristemáticos.

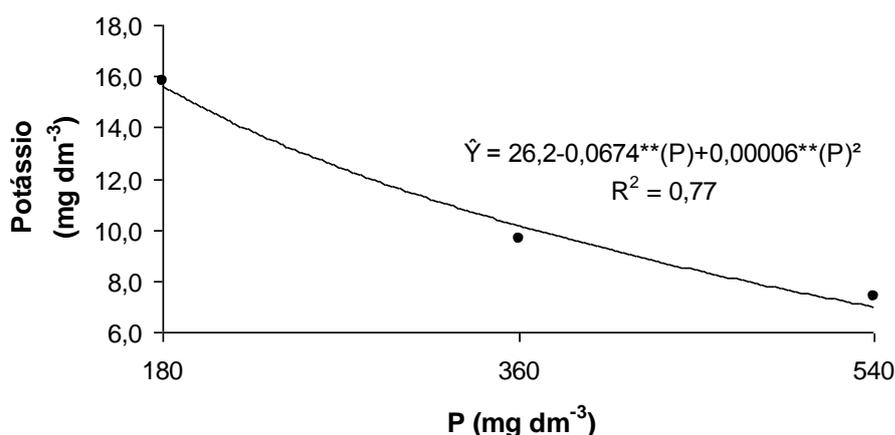


FIGURA 4. Teor de potássio no solo após cultivo em função das doses de fósforo (P).

**Significativo $p < 0,01$

Foram observadas interações entre os tratamentos para os valores de pH, saturação por bases (V), teores de Ca^{2+} , Al^{3+} e P. Com a elevação da saturação por bases e adição crescente de adubo fosfatado, houve aumento do pH (Figura 5a), da saturação por bases (Figura 5b) e dos teores de Ca^{2+} (Figura 5c).

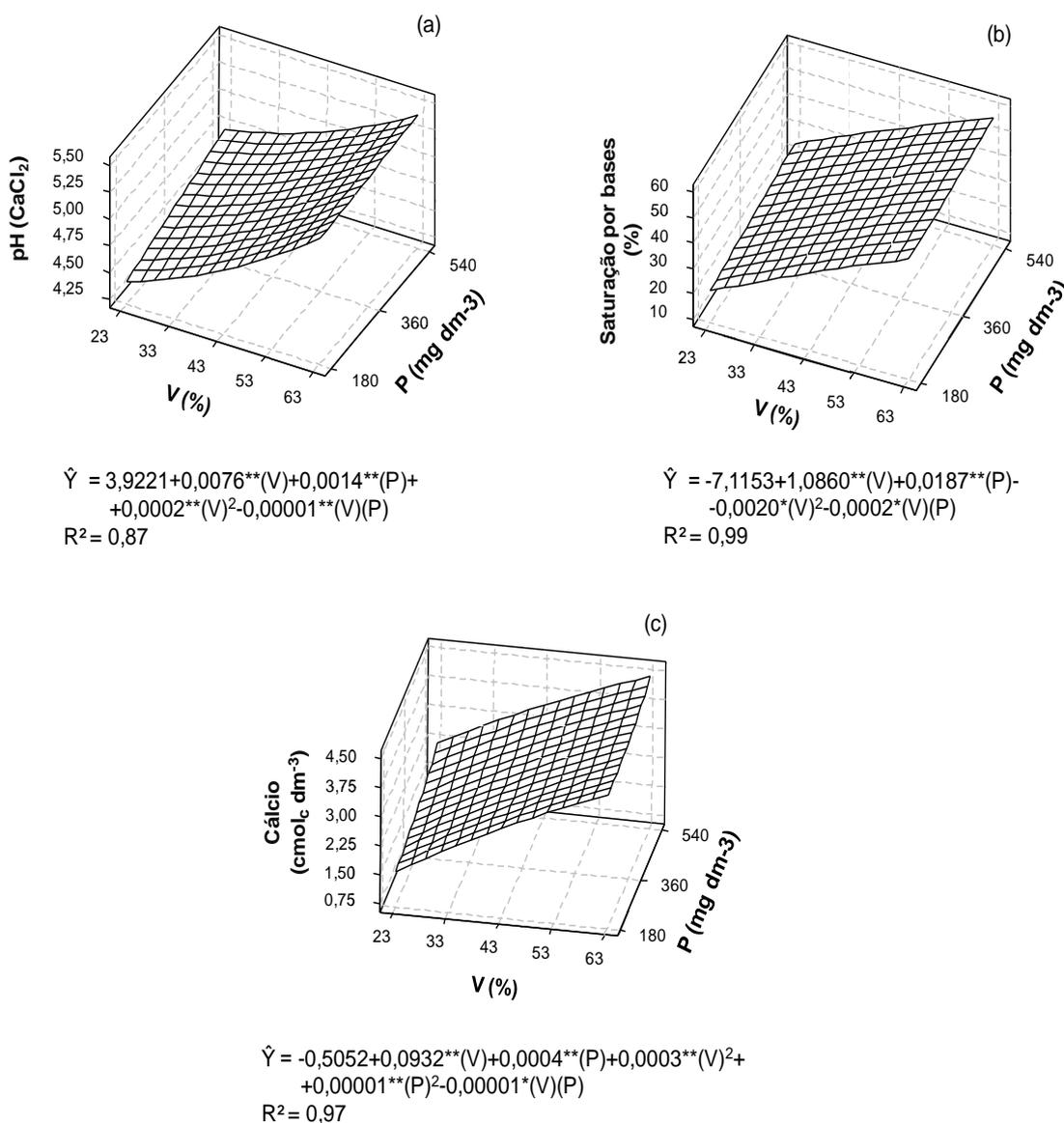
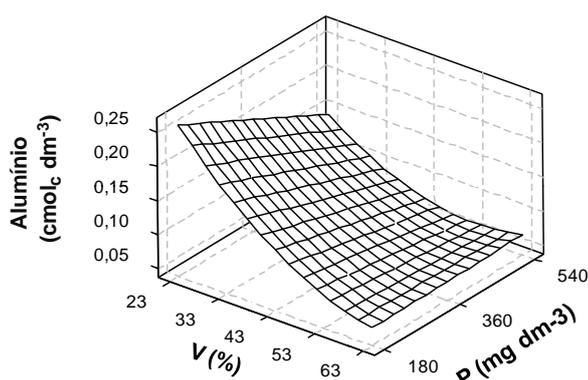


FIGURA 5. Valores de pH (a), da saturação por bases (b) e de teor de cálcio (c) no solo após cultivo de mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).
**Significativo $p < 0,01$ e *Significativo $p < 0,05$.

O aumento do pH, da saturação por bases e do teor de Ca^{2+} , foi devido à adição de carbonatos e óxidos de cálcio e magnésio contidos no calcário, bem como, pela incorporação no solo de cálcio contidos no superfosfato triplo. O efeito da adubação fosfatada no pH se deve ao fato do cálcio liberado aumentar a CTC efetiva, e conseqüentemente, aumento do pH, além disso, o fosfato adicionado precipita o Al^{3+} em forma de $(\text{AlH}_2\text{PO}_4^{2-})$ inibindo a geração de prótons na solução do solo, pois segundo Sousa et al. (2007) o Al^{3+} na solução do solo sofre hidrólise gerando acidez, ou seja, cada mol de Al^{3+} produz três moles de H_3O^+ . Respostas semelhantes foram observadas por Lima et al. (2008), ao trabalharem com doses crescente de fosfato de cálcio (CaHPO_4).

Com relação ao Al^{3+} verificou-se redução com a elevação da saturação por bases e com a incorporação da adubação fosfatada no solo (Figura 6), fato caracterizado pelo aumento do pH após a aplicação do corretivo, o que ocasiona precipitação do Al^{3+} na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Sousa et al., 2007). Outra explicação atribuída para a redução do Al^{3+} , foi devido à adição de adubo fosfatado, pois segundo Novais e Smyth (1999), a adição de fosfato ao solo proveniente da adubação fosfatada, forma fosfatos de alumínio precipitados ($\text{AlH}_2\text{PO}_4^{2-}$), e conseqüente, decréscimo dos valores de Al trocável.

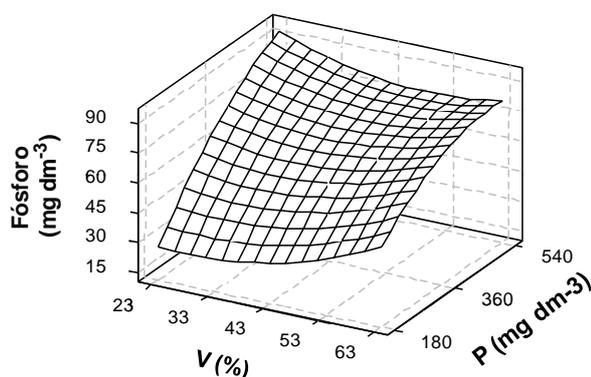


$$\hat{Y} = 0,5909 - 0,0139^{**}(V) - 0,0005^{**}(P) + 0,0001^{**}(V)^2 + 0,00001^{**}(V)(P)$$

$$R^2 = 0,87$$

FIGURA 6. Teor de alumínio no solo após cultivo de mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).
**Significativo $p < 0,01$.

Com relação ao teor de fósforo disponível no solo observou-se o aumento do mesmo devido à adição direta desse nutriente por meio da adubação fosfatada. Com a elevação da saturação por bases houve aumento desse nutriente nas doses entre 180 a 360 mg dm⁻³ de P, porém, a partir da dose de 360 mg dm⁻³ de P observou-se redução na disponibilidade de fósforo (Figura 7).



$$\hat{Y} = -27,66 - 0,7310^{**}(V) + 0,4441^{**}(P) + 0,0204^{**}(V)^2 - 0,0003^{*}(P)^2 - 0,0024^{**}(V)(P)$$

$$R^2 = 0,93$$

FIGURA 7. Teor de fósforo no solo após cultivo de mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).
**Significativo p<0,01 e *Significativo p<0,05.

De acordo com Robinson et al. (1994), a dissolução do superfosfato triplo, pode ocasionar aumento da concentração de Ca²⁺ e P nas vizinhanças das partículas de fosfato, tendendo a um equilíbrio e restringindo sua dissolução, assim, com o aumento da saturação por bases por meio da calagem, a CTC aumentou, por conseguinte, o dreno-Ca, o qual aumentou a dissolução do fosfato. Provavelmente, essa tendência tenha ocorrido no intervalo das doses de 180 a 360 mg dm⁻³ de P.

A disponibilidade de fósforo no solo segundo Novais e Smyth (1999), está diretamente ligada à capacidade de dissolução do fosfato, assim, para melhor solubilização do fosfato fatores como: alta CTC efetiva e CTC pH-

dependente; solos com grande dreno-Ca; com menor capacidade de adsorção de P (solos mais arenosos) e baixos teores de P e Ca^{2+} em solução, são de extrema importância. Assim, a intensificação do dreno-Ca (aumento da CTC), de modo geral, diminui o P-dreno (adsorção de P).

A redução na disponibilidade de fósforo a partir da dose de 360 mg dm^{-3} de P, pode ser explicado por Novais et al. (2007), segundo os autores doses elevadas, como a dose testada de 360 mg dm^{-3} de P, possivelmente compromete a dissolução do fosfato, isso se atribui ao provável aumento de fósforo na solução do solo quando comparado à capacidade de dreno-Ca do solo, reduzindo a dissolução do fosfato e, conseqüentemente, o teor de P disponível no solo. Reforçando essa idéia Robinson et al. (1992) observaram que o aumento de duas vezes no dreno-Ca causou aumento de 44 a 120% na dissolução dos fosfatos.

4.3 Efeito da saturação por bases e das doses de fósforo na concentração de cálcio, magnésio e fósforo nas plantas

Foram observadas interações entre os tratamentos para a concentração de cálcio, magnésio e fósforo na planta. Com a elevação da saturação por bases e com o acréscimo das doses de P, verificou-se aumento do cálcio na parte aérea (Figura 8a) e raiz (Figura 8b).

O aumento dos teores de cálcio no solo devido à adição direta desse nutriente por meio da calagem e da adubação fosfatada favoreceu a absorção de cálcio pela planta, e conseqüentemente, aumento desse nutriente na massa seca. Essas observações são corroboradas por Silva et al. (2008), ao testarem doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn) e por Lima et al. (2008), ao testarem doses crescente de fosfato de cálcio (CaHPO_4) na produção de mudas de palmito (*Euterpe edulis*).

Maiores concentrações de cálcio foram observados na parte aérea, quando comparadas às raízes, conforme Prado (2008) o cálcio é considerado um nutriente com baixa mobilidade na planta, e após a sua absorção, o mesmo é transportado até atingir o xilema e, daí, de forma passiva, para parte aérea (por meio da corrente transpiratória), portanto, órgãos com maiores taxa de transpiração recebem maior quantidade de cálcio. Marques et al. (2004), também encontraram maiores concentrações de cálcio na parte aérea de mudas de paricá cultivadas em solução nutritiva.

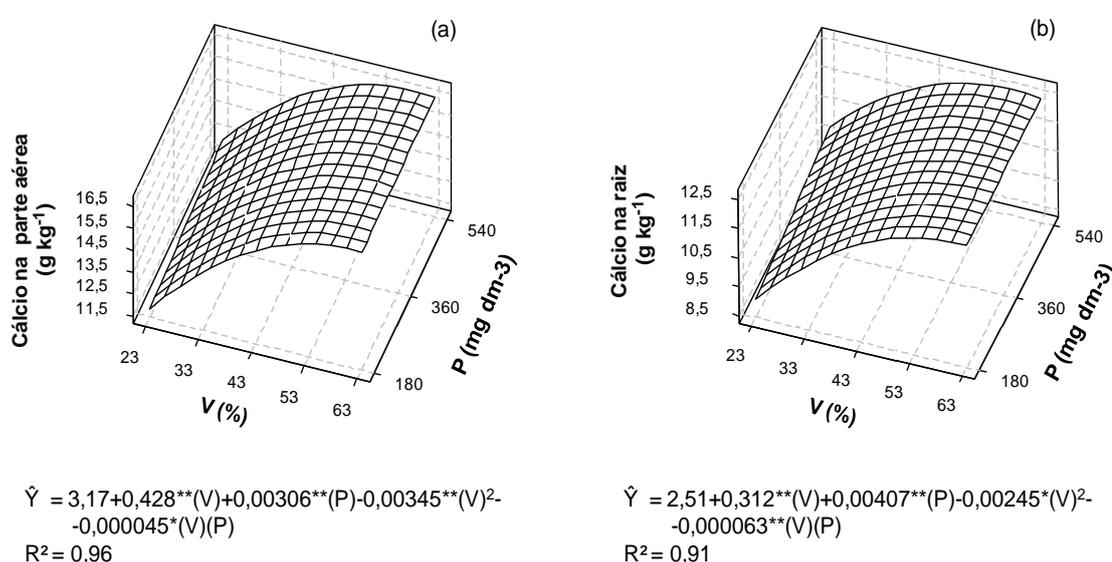


FIGURA 8. Cálcio da parte aérea (a) e da raiz (b) das mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).

**Significativo $p < 0,01$ e *Significativo $p < 0,05$.

Quanto ao magnésio na parte aérea (Figura 9a) e na raiz (Figura 9b), observou-se que a elevação da saturação por bases e a adição de adubo fosfatado aumentaram a concentração desse nutriente na planta.

A calagem proporcionou aumento nas concentrações de magnésio na massa seca das plantas devido à adição direta desse nutriente ao solo, ou seja, o aumento nos teores trocáveis desse nutriente no solo estimula a absorção do mesmo pela planta.

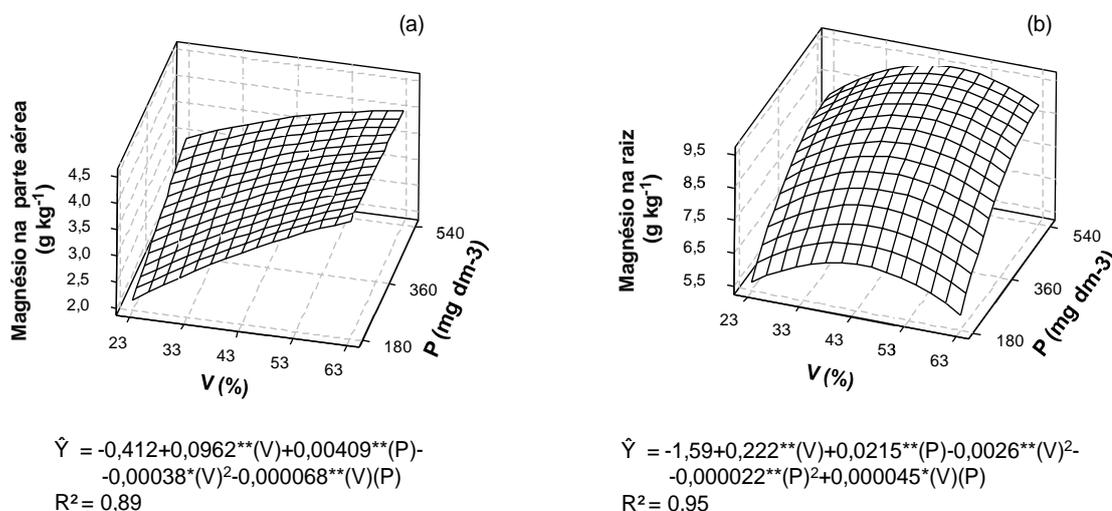


FIGURA 9. Magnésio da parte aérea (a) e da raiz (b) das mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P). **Significativo $p < 0,01$ e *Significativo $p < 0,05$.

O aumento nas concentrações de magnésio na massa seca das plantas com a adição da adubação fosfatada, pode ser devido ao magnésio participar das reações de fosforilação, agindo assim como elemento “carregador” do fósforo, ou seja, a entrada de fósforo na planta contribui para a entrada de magnésio (Malavolta, 1980).

Ao contrário do comportamento do cálcio na massa seca das plantas, observou-se maiores concentrações de Mg nas raízes, isso deve-se ao fato de ser esse nutriente considerado móvel no floema, e por ser a raiz constituída em porcentagem maior de células jovens que são supridas principalmente pelo floema Prado (2008). Segundo Malavolta (1980), de modo geral as concentrações de magnésio encontradas nas partes novas das plantas são maiores que os encontrados nas mais velhas, embora o inverso possa também ocorrer. Em seu trabalho com mudas de paricá cultivadas em solução nutritiva, Marques et al. (2004), também encontraram maiores concentrações de magnésio na raiz das plantas.

Para a concentração de fósforo na planta observou-se redução com a elevação da saturação por bases e aumento com acréscimo das doses de P, esse comportamento foi semelhante na massa seca da parte aérea (Figura 10a) e da raiz (Figura 10b).

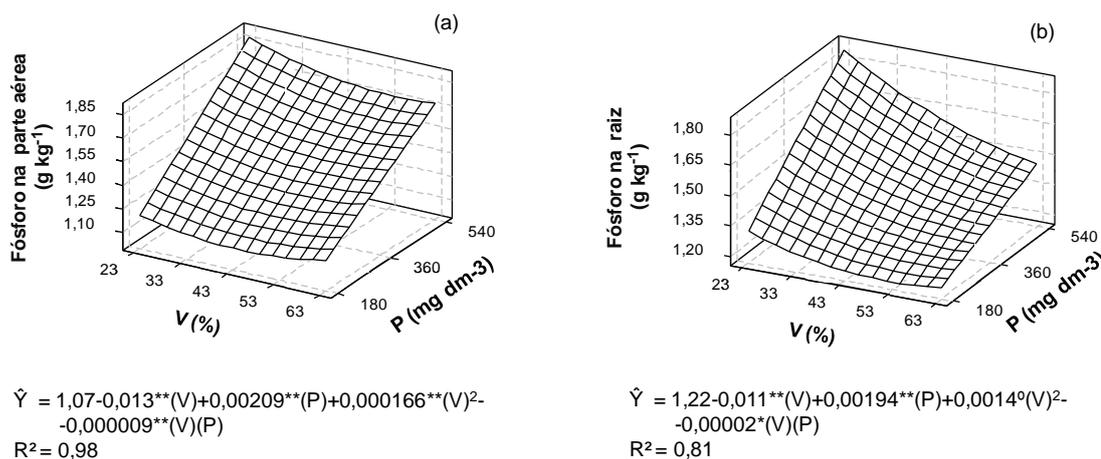


FIGURA 10. Fósforo da parte aérea (a) e da raiz (b) das mudas de paricá em função da saturação por bases (V) e de doses de fósforo (P).
 **Significativo p<0,01; *Significativo p<0,05 e °Significativo p<0,10.

A absorção de fósforo pela planta foi reduzida provavelmente devido à absorção elevada de cálcio, Prado (2008) explica que, altas concentrações de Ca no citoplasma formam sais insolúveis (Ca-ATP; Ca-fosfatos e calose), o que induz ao fechamento dos plasmodesmos, reduzindo o transporte radial de íons e inibindo a formação de enzimas importantes, como PEP carboxilase, fosfatases e frutose 1,6 bisfosfatase (síntese sacarose no citosol) e, conseqüentemente, redução da absorção de P.

Em trabalhos realizados com mudas de *Dimorphandra mollis*, Costa et al. (2007) e Carlos (2009), também observaram maior absorção de fósforo pelas plantas nos tratamentos com ausência de cálcio.

O aumento de fósforo na massa seca das plantas foi devido à adição direta desse nutriente no solo por meio da adubação fosfatada, ou seja, o

aumento do teor de fósforo disponível na solução do solo estimula a absorção do mesmo pela planta.

Gomes (2002), Lima et al. (2008) e Nobre (2008), ao trabalharem com doses crescentes de fósforo adicionado ao solo na produção de mudas de diversas espécies florestais observaram aumento da concentração de P na massa seca das plantas, e explicam que foi devido à incorporação de adubo fosfatado ao solo.

As concentrações semelhantes de fósforo na parte aérea e na raiz das plantas, foi devido ao fato de ser o fósforo um nutriente de grande mobilidade na planta (Malavolta et al., 1997).

5. CONCLUSÕES

Nas condições de estudo as conclusões foram:

1. O diâmetro das mudas de paricá não variaram com a calagem e adubação fosfatada;
2. O paricá foi tolerante à acidez e sensível à saturação por bases;
3. A calagem teve efeito positivo na altura e negativo na produção de massa seca da parte aérea e da raiz das mudas de paricá;
4. As concentrações de Ca, Mg e P nos tecidos vegetais de mudas de paricá variaram com a calagem e fosfatagem;
5. Com a adubação fosfatada houve aumento na altura e na produção de massa seca da parte aérea e da raiz das mudas de paricá;
6. A maior produção de massa seca da parte aérea e da raiz foram estimadas nas doses respectivas de 510,48 e 533,29 mg dm⁻³ P, em condição natural do solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V. H. **Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1974. 125p.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach**. New York: Wiley-Interscience, 1984. 398p.

BOARETTO, A.E.; CHITOLINA, J.C.; RAIJ, B.V.; SILVA, F.C.; TEDESCO, M.J.; CARMO, C.A.F.S. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, J. C. **Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, p.49-73, 1999.

BORTOLETTO JÚNIOR, G., BELINI, U.L. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake.) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.001-016, 2002.

BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; RAIJ, B.V.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R. Eficiência agrônômica de nove fosfatos em quatro cultivos consecutivos de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.315-319, 1991.

CARLOS, L. **Requerimentos nutricionais de mudas de favela, pequi, marolo e barbatimão**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2009. 57p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008, v.2, 628p.

CECONI, D.E.; POLETTI, I.; BRUN, E.J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.292-299, 2006.

COSTA, C.A.; SOUZA, G.A.; ALVES, D.S.; ARAÚJO, C.B.O.; FERNANDES, L.A.; MARTINS, E.R.; SAMPAIO, R.A.; LOPES, P.S.N. Saturação por bases no crescimento inicial e na produção de flavonóides totais da fava-d'anta. **Horticultura Brasileira**. Campinas, v.25,n.1, p.49-52, 2007.

CRESPO, T.R.; MINNICK, G.; VARGAS, J. Evaluación de algunas leguminosas en el trópico de Cochabamba, Bolivia. In: EVANS, D.O.; SZOTT, L.T., (Eds.). **Nitrogen fixing trees for acid soils: proceedings of a workshop**. Morrilton: NFTA / Winroch International, 1995, p.103-112.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição mineral de plantas. In: NOVAIS, R.F. de, et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 92-132p.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica II**: as leguminosas da Amazônia brasileira. 2.ed. Belém: IAN, 1949. 248p. (Boletim Técnico, 18).

DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R. Nutrição do jatobá (*Hymenala courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Haene) Lee et lang). **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.138-152, 1996.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 1994. 227p.

FERNÁNDEZ, J.Q.P.; RUIVO, M.L.P.; DIAS, L.E.; COSTA, J.P.V.; DIAS, R.R. Crescimento de mudas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e dose de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.4, p.425-431, 1996.

GARCIA, N.C.P. **Efeitos da calagem e de níveis de fósforo sobre o crescimento e composição mineral de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.)**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1986. 40p.

GOMES, K.C.O. **Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento e nutrição mineral de mudas de angico-branco e garapa**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2002. 63p.

HAIR JÚNIOR.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise Multivariada de Dados**, 5 ed., Porto Alegre, Bookman, 2005, 593p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2009. **Ibama em números**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/wp-content/files/ibama-em-numeros.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2009.

JOHNSON, R.A.; D.W. WICHERN. **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 4 ed., New Jersey, Prentice-Hall, 1998. 616p.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e fosfato – Potafós, 1998. p.79-85.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicato de Ca e Mg na agricultura**. 2 ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Agrárias, 2003. 21p. (Boletim Técnico, 1)

LIMA, L.S.H.; FRANCO, E.T.H.; SCHUMACHER, M.V. Crescimento de mudas de *euterpe edulis martius* em resposta a diferentes doses de fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.4, p.461-470, 2008.

LUZ, P.H.C; ONOFRE SOBRINHO, E.M.; HERLING, V.R.; CONTI, R.M.C.; BRAGA, G.J.; LIMA, C.G. Efeitos de tipos e doses de calcário nas características químicas do solo e do capim-Tobiatã (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1091-1097, 2001.

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

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.167-183, 2004.

MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G.; SIVIERO, M.A. **A Evolução do Conhecimento sobre o Paricá para Reflorestamento no Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 6p. (Comunicado Técnico, 158).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 672p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

NATALE, W.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.31, p.1475-1485, 2007.

NICOLOSO, F.T.; FORTUNATO, R.P.; FOGAÇA, M.A.F.; ZANCHETTI, F. Calagem e adubação NPKS: (I) Efeito no crescimento de mudas de grábia cultivadas em horizontes A e B de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1596-1603, 2008.

NOBRE, A.P. Respostas de mudas de *Gliricidia sepium* à aplicação de nitrogênio e fósforo. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008. 37p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa-DPS, 1999, 399p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F., et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.

OLIVEIRA, E.C.; PEREIRA, T.S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinioideae – *Martiodendron Gleason*, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia Aublet* e *Schizolobium* Vogel. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.36, n.60, p.35-42, 1984.

PAULA, J.E. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. **CNP-Atualidades**, Brasília, n.72, p.31-45, 1980.

PEREIRA, A.P.; MELO, C.F. M.; ALVES, S.M. O paricá (*Schizolobium amazonicum*): características gerais da espécie e suas possibilidades na indústria de celulose e papel. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16a, n.2, p.1340-1344, 1982.

PIAIA, F.L.; REZENDE, P.M.; FURTINI NETO, A.E.; FERNANDES, L.A.; CORRÊA, J.B. Eficiência da adubação fosfatada com diferentes fontes e saturações por bases na cultura da soja [*Glycine Max* (L.) merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.3, p.488-499, 2002.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008, 407p.

QUISEN, R.C.; ROSSI, L.M.B.; VIEIRA, A.H. **Utilização de bandarra (*Schizolobium amazonicum*) em sistemas agroflorestais**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 1999. 6p. (Circular Técnica, 42).

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2071-208, 1999.

RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.573-576, 2002.

ROBINSON, J.S.; SYERS, J.K.; BOLAN, N.S. Importance of próton supply and calcium-sick size in the dissolution of phosphate rock materials of different reactivity in soil. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.43, p.447-459, 1992.

ROBINSON, J.S.; SYERS, J.K.; BOLAN, N.S. A simple conceptual model for predicting the dissolution of phosphate rock in soil. **Journal Science Food Agriculture**, Oxford, v.64, p.397-403, 1994.

ROSSI, L.M.B.; QUISEN, R.C.; VIEIRA, A.H. Aspectos dendrométricos de povoamentos de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke em Rondônia. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 5., 1999, Curitiba. **Resumos... FOREST'99**. Curitiba: BIOSFERA, 1999. 1 CD-ROM.

ROSOLEM, C.A. Interpretação dos teores de bases trocáveis do solo. In: BULL, L.T.; ROSOLEM, C.A. (Eds.). **Interpretação de análise de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989, p.97-128.

SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.47, p.99-114, 2003.

SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rígida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.149-155, 2004.

SILVA, A.R.M.; TUCCI, C.A.F; LIMA, H.N.; SOUZA, P.A.; VENTURIN, N. Efeitos de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, p.295-302, 2008.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F., et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-274.

SOUZA, C. R.; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P.; VIEIRA, A.H. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 12p. (Circular Técnica, 18).

STEVENSON, F.J.; COLE, M.A. **Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. 2 ed. New York: Wiley e Son, 1999. 427p.

VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A.; GUILHERME, L.R.G. **Manejo da fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1995. 206p.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffi* Desf. (ÓLEO COPAÍBA). **Revista Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p.1-17, 1996.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G.; NOGUEIRA, F.D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2, p.211-219, 2005.

VIDAURRE, G.B; SILVA, A.N.; ROCHA, J.D.S.; BRITO, E.O. Produção de chapas de partículas de madeira de duas espécies nativas da mata atlântica e suas combinações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p.235-242, 2004.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.299-325.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)