UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. E *Astronium fraxinifolium* Schott EM RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA

Raimundo Tomaz da Costa Filho
Engenheiro Florestal

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Junho de 2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. E *Astronium fraxinifolium* Schott EM RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA

Raimundo Tomaz da Costa Filho
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Valiengo Valeri

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril de 2010

Ficha Catalográfica

Costa Filho, Raimundo Tomaz da
C837c Crescimento de mudas de *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. e *Astronium fraxinifolium* Schott em resposta à calagem e adubação fosfatada / Raimundo Tomaz da Costa Filho. – –
Jaboticabal, 2010
xi, 48 f. ; il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veteriárias, 2010
Orientador: Sérgio Valiengo Valeri
Banca examinadora: Miguel Luís Menezes Freitas, Iraê Amaral Guerrini, Rinaldo César de Paula, Mara Cristina Pessoa da Cruz
Bibliografia

1. Sabiá e Gonçalo-alves. 2. Produção de mudas. 3. Latossolo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.0.2:631.85

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Raimundo Tomaz da Costa Filho nasceu em Parnaíba, Estado do Piauí em 04 de julho de 1951, filho de Raimundo Thomaz da Costa e Denize Machado Costa. Realizou o curso secundário (2º ciclo) no Colégio Paulo Ferraz, em Teresina-PI. Graduou-se em julho de 1976 pela Universidade Federal de Viçosa, em Engenharia Florestal. Obteve o título de mestre em Ciência Florestal, área de concentração em Silvicultura, em 1986, na Universidade Federal de Viçosa-MG. Especialista em Manejo Florestal pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, em 1990. Ingressou no curso de doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) da UNESP - Câmpus de Jaboticabal, em 2006. Iniciou a carreira profissional na Empresa Florestal Acesita em Minas Gerais, e desde 1981 é Professor Adjunto no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

Aos meus filhos,
Handrick, Jecsan, Saulo e Micaelle,
Pelo amor, compreensão e dedicação.

À Ketura, dedicada esposa,
Pelo estímulo e apoio.

Aos meus pais,
Raimundo Thomaz e Denize (In memoriam),
Pelo amor, dedicação aos filhos, exemplo
de vida e luta por toda convivência.

Aos meus irmãos,
Pela união e prazer de estarmos dialogando
e conjecturando.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, por sempre iluminar o meu caminho e por permitir mais uma conquista em minha vida.

À Universidade Federal do Piauí e a Universidade Estadual Paulista- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, e em especial ao Departamento de Produção Vegetal, pela oportunidade de tornar possível a realização deste curso.

Ao professor Dr. Sérgio Valiengo Valeri, pela orientação segura e objetiva proporcionada ao trabalho, apoio, paciência e amizade.

À professora Drª Mara Cristina Pessôa da Cruz, pelas orientações sobre o trabalho e amizade.

Aos Coordenadores do DINTER, professor Dr. Luíz Evaldo de Moura Pádua (Universidade Federal do Piauí) e professor Dr. Jairo Osvaldo Cazetta (Universidade Estadual Paulista), pelo apoio e confiança.

Aos professores Drs. Antonio Baldo Geraldo Martins, Domingos Fornasieri Filho, Edson Luís Mendes Coutinho, José Carlos Barbosa, Modesto Barreto e Renato Melo Prado, pelos ensinamentos, esclarecimentos e aproveitamento obtido no curso.

À bibliotecária Tíeko Takamiya Sugahara da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pelas correções das referências.

Ao doutorando Alan Rodrigues Panosso da FCAV/Unesp Departamento de Ciências Exatas, pelo apoio na organização dos resultados gráficos.

Aos colegas do curso, pela convivência saudável e integração: Orlando Piauilino, Paulo Roberto, Eulália Maria, Disraeli Rocha, Francisco Sinimbú, Hélio Lima, Francisco Abreu, Valdinar Bezerra, Francisco Brito, Raimundo José e Francisco Santana.

Ao professor M. Sc. José Carvalho Cordeiro da Universidade Federal do Piauí, pela valiosa colaboração no processamento das análises físicas e químicas do solo e determinações analíticas.

Ao pesquisador da EMBRAPA Meio Norte, Dr. Eugênio Celso Emérito de Araújo, pelo apoio ao disponibilizar equipamentos laboratoriais para aferição de dados.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí, pelo apoio e colaborações prestadas na condução deste trabalho.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS viii

LISTA DE FIGURAS ix

RESUMO x

ABSTRACT xi

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1. Caracterização das espécies 3
2.2. Importância da produção e qualidade de mudas florestais 5
2.3. A calagem na produção de mudas florestais 7
2.4. Adubação fosfatada 10

3. MATERIAL E MÉTODOS 13

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 17
4.1. Resultado das análises químicas do solo após os tratamentos 17
4.2. Crescimento das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia.* 18
4.3. Crescimento das plantas de *Astronium fraxinifolium.* 25

5. CONCLUSÕES 35

REFERÊNCIAS 36

APÊNDICE 46

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do Latossolo, coletado de 40 a 70 cm de profundidade. Teresina, PI, 2009..... . 14

Tabela 2. Resultado das análises químicas das porções de solo após aplicação dos tratamentos, antes do cultivo. Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, psamídico, coletado na camada de 40 a 70 cm. Teresina, PI, 2009. 18

Tabela 3. Resumo dos resultados: médias dos tratamentos e análises de variância para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), de plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* em função de doses de fósforo com e sem calcário e suas interações, 115 dias após o transplante. Teresina, PI, 2009. 19

Tabela 4. Resumo dos resultados: médias dos tratamentos e análises de variância para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), de plantas de *Astronium fraxinifolium* em função de doses de fósforo com e sem calcário e suas interações, 120 dias após o transplante. Teresina, PI, 2009. 28

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Crescimento em altura (a), diâmetro (b), número de folhas (c), área foliar (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e matéria seca das raízes (f) de plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*, em função de doses de P, com e sem calagem, aos 115 dias do cultivo. Teresina, PI, 2009. 23

Figura 2. Plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* (2a, 2b, 2c, 2d e 2e) aos 115 dias de cultivo, submetidas à doses de fósforo, com e sem calcário. Teresina, PI, 2009. 26

Figura 3. Plantas de *Mimosa casalpiniifolia* (3a e 3b) aos 115 dias de cultivo submetidas à doses de fósforo, com e sem calcário. Teresina, PI, 2009. 27

Figura 4. Crescimento em altura (a), diâmetro (b), número de folhas (c) área foliar (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e matéria seca das raízes (f) de plantas de *Astronium fraxinifolium*, em função de doses de P, com e sem calagem, aos 115 dias do cultivo. Teresina, PI, 2009. 31

Figura 5. Plantas de *Astronium fraxinifolium* (4a, 4b, 4c, 4d e 4e) aos 120 dias de cultivo, submetidas à doses de fósforo. Teresina, PI, 2009. 33

Figura 6. Plantas de *Astronium fraxinifolium* (6a e 6b) aos 120 dias de cultivo, submetidas à doses de fósforo, com e sem calcário. Teresina, PI, 2009..... 34

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Mimosa* caesalpiniifolia Benth. E *Astronium* fraxinifolium Schott EM RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA

RESUMO – O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da adição de calcário e adubo fosfatado na formação de mudas de *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. sem acúleos e *Astronium fraxinifolium* Schott. Plântulas com 10 dias de idade foram transferidas para sacos de plástico contendo 2,0 kg de subsolo de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico. Os experimentos foram conduzidos no município de Teresina – PI nos períodos de julho a outubro de 2008 e novembro de 2008 a março de 2009. Foram usadas duas doses de calcário e cinco doses de fósforo, combinadas em esquema fatorial 2 x 5. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e cada parcela continha três plantas. A quantidade de calcário foi calculada para elevar a saturação por bases a 50% com o uso de calcário dolomítico e as doses de fósforo foram 0, 30, 60, 90 e 120 mg kg^{-1} de solo. Foi cultivada uma planta por recipiente. As variáveis avaliadas foram: altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, massa de matéria seca da parte aérea e raízes. Para as plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*, conclui-se que: o os teores de cálcio e magnésio originais do solo estudado são suficientes para o crescimento normal destas plantas; recomenda-se a dose de 94 mg kg^{-1} de P para a produção de mudas, equivalente a 90% da dose estimada para promover o máximo crescimento de altura e diâmetro das plantas. Quanto ao crescimento das plantas de *Astronium fraxinifolium*, conclui-se que: o seu crescimento foi limitado pela omissão do fósforo e do calcário no solo; a calagem associada às doses de fósforo proporcionaram efeito positivo sobre o crescimento da maioria das variáveis; recomenda-se a dose de 65 mg kg^{-1} de P para a produção de mudas, equivalente a 90% da dose estimada para promover o máximo crescimento de altura e diâmetro das plantas; a aplicação do calcário resultou em menor requerimento da adubação fosfatada e promoveu maior crescimento das plantas do que os tratamentos com a omissão do calcário.

Palavras chave: sabiá, gonçalo-alves, produção de mudas, Latossolo.

GROWTH OF SEEDLINGS *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. AND *Astronium fraxinifolium* Schott IN RESPONSE TO LIME AND PHOSPHATE FERTILIZERS

ABSTRACT - This work aimed to evaluate the effects of liming and phosphate ferilizer in the initial growth of *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. without thorns and *Astronium fraxinifolium* Schott seedlings. Seedlings 10 days old were transferred to plastic bags containing 2.0 kg of a Haplustox soil. The experiments were carried out in Teresina municipality, Piaui State, Brazil from July to October 2008 and November 2008 to march 2009. Two liming doses and five phosphorus doses combined in a 2 x 5 factorial scheme were used. The experimental design used was the randomized blocks with four replications having each parcel three plants. The calculated lime amount was enough to elevate the base saturation to 50% and the phosphorus doses were: 0, 30, 60, 90, and 120 mg kg^{-1} soil. One plant per pot was cultivated. The evaluated variable were heigth, diameter, leaves number, leaf area, and aerial and roots dry mass. For *Mimosa caesalpiniifolia* plants, it is concluded that: the levels of calcium and magnesium of the soil are sufficient for normal growth of plants; the dose of 94 mg kg^{-1} of P is recommended to produce seedlings, equivalent to 90% of the estimated dose to promote maximum growth in height and diameter. For plants from *Astronium fraxinifolium,* concluded that: the growth was limited by the omission of phosphorus and lime in the soil, liming associated with phosphorus levels have provided positive effect on the growth of most variables; the dose of of 65 mg kg^{-1} of P is recommended to produce seedlings, equivalent to 90% of the estimated dose to promote maximum growth in height and diameter; liming resulted in a lower requirement of phosphate fertilizer and promoted greater plant growth than the treatments without liming.

Key words: sabiá, gonçalo-alves, production of seedlings, Oxisol.

1. INTRODUÇÃO

Mimosa caesalpiniifolia Benth. popularmente conhecida como sabiá é uma espécie florestal nativa da região Nordeste do Brasil que pertence à família Fabaceae-Mimosoideae (SOUZA & LORENZI, 2005). Planta de porte pequeno, cujo o nome vulgar sabiá decorre da cor da casca, parecida com a plumagem do conhecido pássaro das matas brasileiras do gênero Turdis (TIGRE, 1976).

O sabiá é uma planta de crescimento cespitoso, pois forma touceiras. Desde plantas jovens, os brotos que vão formar os céspitos começam a se desenvolver, sendo que o número de ramificações desde a base se situa entre três e oito, que resultam em alta produção de madeira (PAULA, 1983). A madeira dessa espécie é apropriada para usos externos, visto que apresenta excelente potencial para produção não só de estacas, como também de mourões e caibros. Cada planta produz até quatro caibros aproveitáveis, o que pode representar grande fonte de lucro (LÊDO, 1980). O Ceará é considerado o maior produtor e exportador de estacas de sabiá no Nordeste, concentrando a maior parte de sua produção na região norte do estado (LEAL JÚNIOR et al., 1999).

Como planta tolerante à luz, de crescimento rápido, alta capacidade de regeneração e resistente à seca é utilizada para plantios heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente, com aporte de nutrientes pela serrapilheira (COSTA et al., 1997; LORENZI, 2000).

Astronium fraxinifolium Schott conhecida vulgarmente como gonçalo-alves é uma espécie madeirável da floresta estacional pertencente a família Anacardiaceae, tem grande importância econômica por produzir madeira de qualidade e de elevado valor comercial (LORENZI, 2000).

Dentre outras espécies registradas em remanescentes de florestas estacionais decíduas no domínio do cerrado, o *Astronium fraxinifolium*, já se encontra na lista de espécies ameaçadas de extinção pelo IBAMA, tendo o seu corte proibido (SANTOS et al., 2007), o que denota a necessidade de planos de manejo para estimular a regeneração natural e plantios florestais.

Diversas das espécies nativas do nordeste brasileiro estudadas até o presente são promissoras para a recuperação de áreas degradadas, desde que suas exigências nutricionais e as limitações para o crescimento em plantios planejados sejam conhecidas. Dentre as limitações, destaca-se a baixa fertilidade do solo, em especial a baixa disponibilidade de nitrogênio e fósforo, que são altamente restritivos ao crescimento inicial e produção de massa vegetal das espécies nativas (FARIA, 1994; RENÓ, 1994; LIMA, 1995).

Com base em CARNEIRO (1995), várias pesquisas têm procurado definir padrões adequados de fertilidade para produção de mudas. Bons resultados de pesquisas de nutrição e adubação já foram obtidos para os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Entretanto, para as espécies florestais nativas, esses estudos são bem mais escassos e insuficientes, por causa do grande número de espécies que existem nos diferentes biomas brasileiros, sendo necessárias mais investigações, particularmente quando são usados substratos pobres em nutrientes (LIMA et al., 2000).

Considerando que as condições de ocorrência natural de *Mimosa caesalpiniifolia* e *Astronium fraxinifolium* se caracterizam por solos de acidez alta e baixos teores de nutrientes e que as espécies florestais nativas apresentam grande variabilidade quanto às suas exigências nutricionais, estudos sobre aplicação de calcário e fósforo revestem-se de grande interesse prático.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de doses de calcário e fósforo na formação de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) sem acúleos e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.) em ambiente protegido, usando subsolo de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico como substrato.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização das espécies

Sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) é uma espécie florestal nativa da região Nordeste que pertence à família Fabaceae-Mimosoideae (SOUZA & LORENZI, 2005). A planta possui folhas bipinadas, constituída por três a seis folíolos, opostos, geralmente composta por 4 a 6 foliololos elípticos a ovais e curvos, de folhagem relativamente densa e caducifólia, porém nos lugares mais úmidos permanece revestida de folhas o ano inteiro; flores brancas, pequenas, axilares, reunidas em espigas cilíndricas de 5 a 10 cm de comprimento e, às vezes, ordenadas em panículas terminais (RIZZINI e MORHS, 1976).

Na região Nordeste do Brasil, a floração, geralmente ocorre de março a abril e as plantas florescem antes de completar um ano de idade (MENDES, 1989). Os frutos são legumes articulados, planos, medindo de 7 a 10 cm de comprimento e de 10 a 13 mm de espessura.

As sementes são lisas e duras, medindo 5-8 mm de diâmetro e apresentam dormência tegumentar por impermeabilidade à água, que embora seja um mecanismo eficiente para garantir a sobrevivência e a perpetuação da espécie, constitui um fator limitante à sua propagação, tendo em vista que apenas pequenas porcentagens de sementes germinam em condições naturais (GONÇALVES et al., 2000). Neste caso, o tratamento mais indicado para eliminar a dormência é a imersão das sementes em água fervente durante dois minutos. O período de germinação de sementes tratadas com água fervente varia de 3 a 5 dias e a porcentagem de germinação está entre 70% e 90%. Um quilograma de sementes corresponde a cerca de 22.400 unidades. Sementes armazenadas nas condições naturais mantêm-se viáveis por cerca de 300 dias (MENDES, 1989).

A árvore é explorada como fonte de madeira, em decorrência de sua alta resistência físico-mecânica, apresentando alto peso específico básico (0,87g cm^3), alto poder calorífico, rendimento gravimétrico de carbonização a 420^+ 20°C de

41,1% com 73% de carbono fixo e teor de cinzas de 1,8% (DRUMOND et al., 1984). Pode apresentar características ornamentais e sua madeira é apropriada para usos externos, como mourões, estacas, portes, dormentes, lenha e carvão como alternativa energética (OLIVEIRA & DRUMOND, 1989).

É uma planta apícola por excelência, por produzir grande quantidade de pólen e abundante néctar. Sua primeira citação como planta importante na composição do mel ocorreu a partir de trabalhos realizados com amostras de méis no Estado do Ceará (FREITAS, 1991; NORONHA, 1997).

A folhagem e frutos maduros ou secos servem como fonte de alimentação para bovinos, caprinos e ouvinos pelo seu elevado valor nutritivo, já que o feno produzido com umidade de 13,91% possui 17,06% de proteína bruta, 0,28% de fósforo e 1,61% de cálcio, podendo ser usada para melhorar substancialmente as pastagens naturais do nordeste semi-árido brasileiro (BRAGA, 1976; COSTA, 1983; LIMA, 1996). A planta atinge até 8 m de altura e cerca de 20 cm de diâmetro à altura do peito (MENDES, 1989;).

Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) é uma espécie da família Anacardiaceae. As folhas são alternadas e compostas por 7 a 13 folíolos com até 13 cm de comprimento, sem pilosidade, que assumem coloração diferente ao longo do ano. A sua floração ocorre nos meses de julho-agosto e a frutificação em setembro (JENRICH, 1989). As inflorescências estão nas extremidades dos ramos na forma de panícula podendo conter mais de 500 flores pequenas, brancas ou amarelo-esverdeadas. As flores, com cerca de 2 mm de comprimento, podem ser femininas ou masculinas e são produzidas em árvores diferentes (dióica).

Ecologicamente é classificada como planta decídua, heliófila e pioneira que habita as matas secas e cerrados do Brasil Central, Nordeste e Hiléia Amazônica (LORENZI, 2000). Espécie de grande importância econômica por produzir madeira de qualidade, muito usada na construção civil, naval e indústria de móveis, pois usa-se para mobiliária de luxo, objetos de adorno e torneados (JENRICH, 1989).

O seu elevado valor comercial e a predominância na floresta estacional sugerem a possibilidade de implantação de planos de manejo nas diversas

regiões de ocorrência dessa espécie e de outras de valor econômico, e com isso assegurar a permanência de madeiras nobres no mercado (HAIDAR, 2008).

É uma árvore que atinge até 30 m de altura, com tronco reto, cilíndrico e de madeira muito pesada e durável. A casca é adstringente e utilizada contra diarréias e no tratamento de hemorróidas; as folhas possuem ação anti-séptica, indicadas no tratamento de úlceras da pele; as raízes, quando maceradas, e sob forma de infusão, podem ser usadas no tratamento de reumatismo (JENRICH, 1989).

Os frutos são secos alongado-arredondados ou alongado-finos, cinza-escuros, com cerca de 1,5 cm de comprimento, sendo adornados por uma estrutura membranácea, o cálice da flor, e com uma única semente cilíndrica (RIZZINI, 1978).

A espécie tem ocorrência ampla no cerrado brasileiro e apresenta desenvolvimento rápido no campo, chegando a atingir cerca de três metros aos dois anos de idade (LORENZI, 2000).

2.2. Importância da produção e qualidade de mudas florestais

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é importante para a formação de povoamentos, com grande repercussão na produtividade. Muitos trabalhos têm sido feitos no sentido de melhorar a qualidade, aliada com a redução de custos de produção de mudas (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

No Brasil, a produção de mudas apresentou avanços significativos, principalmente durante as duas últimas décadas (STURION & ANTUNES, 2000). O êxito de um reflorestamento depende diretamente das potencialidades genéticas das sementes e da qualidade das mudas produzidas. Estas, além de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento desejável. Entre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além das sementes, os recipientes e os substratos utilizados, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final (CARNEIRO, 1995).

JESUS (1987) ressalta que o substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, afetando profundamente a qualidade das mudas.

Em geral, as espécies florestais apresentam características distintas de comportamento, sobretudo quanto às exigências nutricionais a partir da produção de mudas (NODARI, 1984). O crescimento e a qualidade das mudas de espécies florestais nativas é imprescindível para sua sobrevivência após o plantio no campo e para efetivação dos reflorestamentos e práticas de enriquecimento de ecossistemas florestais degradados. Portanto, vários estudos são desenvolvidos para promover o crescimento e aumentar a qualidade das mudas. Uma das variáveis de interesse científico é o substrato usado para a formação das mudas. Quando se opta pelo uso de solo dá-se preferência para as camadas mais profundas, os subsolos, por serem isentos de sementes e microrganismos patogênicos. Entretanto, os subsolos são geralmente ácidos e contêm baixos teores de nutrientes (RAIJ, 1991).

O conhecimento do comportamento nutricional de cada espécie gera maior produtividade, economia e menores impactos ambientais nos plantios florestais (SOUZA et al., 2006). Entretanto, a produtividade das espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é frequentemente limitada por restrições nutricionais e hídricas, tornando imprescindível, para o sucesso da implantação destas espécies em solos marginais, o conhecimento das exigências nutricionais, o que permitirá a escolha de espécies adequadas a ambientes de baixa fertilidade (MARQUES et al., 2004).

O ambiente edáfico de ocorrência natural de *Mimosa caesalpiniifolia* e do *Astronium fraxinifolium* caracteriza-se por solos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e por solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo enquadrados na categoria de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, moderadamente profundos, com baixa capacidade de retenção de água, acidez elevada, baixos teores de nutrientes e de matéria orgânica (MENDES, 1989; EMBRAPA, 2006). Essas classes de solo distribuem-se em áreas de relevo plano

e suavemente ondulado no Estado do Piauí, com a paisagem de vegetação primária e secundária representada predominantemente por palmáceas (espécies dos gêneros *Orbignya*, *Astrocaryum*, *Copernicia* e *Acrocomia*) e formações florestais deciduais e semi-deciduais (floresta estacioanal/cerrado), tendo como exemplo o *Astronium fraxinifolium* e espécies da caatinga, dentre as quais *Mimosa caesalpiniifolia* (JACOMINE, 1986).

VENTURIN et al. (2000) deixam claro que em solos degradados e de baixa fertilidade natural, a correção da acidez e a melhora da fertilidade do solo são necessárias para garantir a sobrevivência e o crescimento normal das plantas. Porém, a carência de informações sobre as exigências nutricionais e resposta à fertilização de espécies arbóreas nativas limita as recomendações de corretivos e adubos.

A baixa fertilidade do solo está associada à escassez de bases trocáveis e ao excesso de alumínio e de manganês, condições que limitam o crescimento das plantas (MALAVOLTA, 1987). Além desses aspectos, os solos de baixa fertilidade apresentam, em geral, baixa disponibilidade de fósforo e baixo potencial de inóculo de microrganismos benéficos para as plantas como os fungos micorrízicos arbusculares (MELLO et al., 2008).

2.3. A calagem na produção de mudas florestais

A acidez é reconhecidamente um dos principais fatores de baixa produtividade dos solos brasileiros, sendo que solos ácidos contém teores tóxicos de Al^{3+} e, as vezes, Mn^{2+}, e teores baixos de Ca^{2+} e Mg^{2+}, além de diversos nutrientes terem sua absorção dificultada, do que se conclui que a correção da acidez dos solos tem efeitos benéficos que influenciam consideravelmente na produtividade das culturas (RAIJ, 1991).

Os teores de cálcio nos solos dependem do seu material de origem e do seu grau de intemperismo, e de lixiviação que ocorreu na formação dos solos (TANAKA et al., 1993).

Marschner (1986) e Foy (1984), citados por PRADO (2008), relatam que a acidez do solo, pela alta concentração de Al^{3+}, pode afetar a absorção de Ca^{2+} pelas plantas, principalmente como resultado do bloqueio ou competição nos sítios de troca. Assim, foi verificado que a toxicidade de Al^{3+} pode se manifestar como deficiência de Ca^{2+}, em conseqüência de redução do transporte de nutriente na planta, provocando um colapso nos pontos de crescimento em valores de pH menores que 5,5.

O cálcio é absorvido pelas raízes como cátion bivalente Ca^{+2}, sendo a absorção diminuída por altas concentrações de K^+, Mg^{2+} e $N\text{-}NH_4^+$ (MALAVOLTA et al., 1997). A maior parte do transporte do cálcio nas plantas é pelo xilema, das raízes para a parte aérea, sendo o movimento contrário, pelo floema, muito pequeno, devido ao fato do transporte via floema ocorrer pelo citoplasma das células, que têm baixa concentração de cálcio, atribuído a baixa permeabilidade das membranas (PRADO, 2008). O cálcio têm baixa solubilidade e concentração no floema, o que restringe a sua mobilidade, não sendo redistribuído com facilidade no vegetal quando há carência na planta (MALAVOLTA et al., 1997). Os mesmos autores mencionam que o cálcio estimula o desenvolvimento das raízes, aumenta a resistência a pragas e moléstias, auxilia a fixação simbiótica de nitrogênio e também no maior pegamento das floradas.

O cálcio também é indispensável para a germinação do grão de pólen e para crescimento do tubo polínico, atua como cofator de enzimas, ativando-as diretamente, ou então, ligando-se a proteína calmodulina e tornando-a um ativador de enzimas (MALAVOLTA, 1980; MENGEL & KIRKBY, 1987).

Em solos ácidos, a absorção de diversos nutrientes é dificultada, necessitando-se, assim, de correção da acidez, visando beneficiar o desenvolvimento das mudas. Em experimento realizado com as espécies florestais *Senna multijuga*, *Stenolobium stans*, *Anadenanthera falcata* e *Cedrela fissilis*, na fase de mudas, foi observado que estas espécies, quando cultivadas em solo em que foi adicionado alumínio, apresentaram tendência de menor absorção de Ca, Mg, K e P (FURTINI NETO et al., 1999).

É importante ressaltar que a resposta à pratica da calagem pode ou não ocorrer, dependendo das características de cada uma das espécies que se pretende produzir, principalmente no que se refere à tolerância à acidez. VALE et al. (1996) observaram comportamento muito distinto entre 15 espécies florestais em sua capacidade de desenvolver raízes no subsolo ácido, na tolerância à toxicidade de alumínio e à baixa disponibilidade de cálcio.

A saturação por bases expressa a proporção da CTC ocupada por cálcio, magnésio, potássio e sódio, e existe uma relação de seus valores com o pH. Essa relação muito estreita, tem sido demonstrada em muitos trabalhos e regiões do mundo (RAIJ, 1991).

Para manter um bom crescimento radicular das plantas, é necessário manter a concentração mínima de Ca no solo, entre 2,5-8,0 $mmol_c\ dm^{-3}$ (Adams & Massey, citados por PRADO, 2008). GOMES et al. (2008), avaliando a aplicação de calcário e fósforo na produção de mudas de garapa (*Apuleia leiocarpa*), observaram que as maiores doses de P aplicadas são especialmente importantes para níveis intermediários de saturação por bases (40 e 50%), quando o objetivo é promover incremento máximo das características avaliadas.

COSTACURTA (1996), ao avaliar os efeitos da aplicação de doses de cálcio em solução, na produção de matéria seca e na nutrição mineral de plantas jovens de seringueira, constatou aumento na produção de matéria seca em todas as partes da planta, com produção máxima de matéria seca total de 123,78 g $planta^{-1}$ obtida com aplicação de cálcio de 66,81 mg L^{-1}.

GARCIA (1986), trabalhando com plantas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em fase de crescimento inicial, objetivando verificar a resposta a presença ou a ausência de calagem das mesmas, em função de doses de fósforo, verificou aumento expressivo no crescimento em altura das plantas, diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea, pelas elevações das doses de fósforo na presença da calagem.

COSTA FILHO (1992), pesquisando resposta à calagem, fósforo e potássio por mudas de aroeira, concluiu que o cálculo da calagem com base no método do

Al, Ca e Mg trocáveis, utilizado em Minas Gerais, não é recomendável, porque subestima a necessidade de calagem desta espécie e constatou ainda que a calagem foi o fator que mais limitou o crescimento em altura das plantas com quaisquer doses de potássio ou fósforo.

DIAS et al. (1990) constataram que *Acacia mangium* Willd na fase de produção de mudas é pouco exigente em cálcio e magnésio, porém apresentou resposta positiva à adubação fosfatada.

2.4. Adubação fosfatada

Os solos tropicais apresentam normalmente baixa concentração de fósforo disponível e alto potencial de fixação desse elemento aplicado via fertilizantes, o que torna o fósforo um dos nutrientes que mais limita a produção das culturas no Brasil (PRADO, 2008).

O fósforo no solo ocorre em duas formas: orgânica e inorgânica. O fósforo orgânico representa no solo, 20 a 80% do P total, principalmente na forma de fitato, e geralmente aumenta com o conteúdo da matéria orgânica e com a diminuição do pH (RAGHOTHAMA, 1999). A maioria do P inorgânico ocorre na fração argila do solo. Encontra-se ligado ao cálcio, ferro e alumínio, na sua quase totalidade não assimilável pelas plantas. A apatita é a fonte de aproximadamente 95% do fósforo inorgânico no solo (RAIJ, 1991).

De acordo com GONÇALVES et al. (2000), os solos das regiões tropicais e subtropicais possuem pequenas reservas de nutrientes na forma de minerais primários, com baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de fósforo, elevado grau de agregação, e conseqüentemente, permeabilidade e potencial de lixiviação de bases muito elevados.

Conforme BARROS & NOVAIS (1990), sob o ponto de vista conceitual do suprimento de fósforo para a planta, três frações de fósforo têm sido consideradas: fosfato na solução do solo; fosfato da fração lábil (fosfato retido no solo, mas em equilíbrio com o da solução) e fosfato da fração não-lábil (fosfato

retido no solo, mas sem equilíbrio, a curto prazo, com o da solução). De acordo com RAIJ (1991), por causa da baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e da forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa para a fase sólida, na qual fica em parte como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil. O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio.

O fósforo é um elemento pouco móvel no solo e seu suprimento para as raízes é efetuado principalmente pelo processo de difusão, o qual depende da umidade do solo e da superfície radicular (GAHOONIA et al., 1994). Por sua vez, a umidade do solo interfere diretamente no desenvolvimento das raízes, influenciando direta e indiretamente no fornecimento de fósforo para as plantas (MACKAY & BARBER, 1985).

Devido à baixa mobilidade do fósforo no solo, o estudo de sua localização em relação à planta tem grande significado prático, principalmente em solos de extrema deficiência em fósforo, como é o caso daqueles utilizados em reflorestamento de eucaliptos no País. Assim, a aplicação desse nutriente, localizadamente, fará com que partes do sistema radicular possam estar em contato com áreas de alta concentração desse nutriente, enquanto outras estarão em área de muito baixa concentração (NOVAIS et al., 1990).

O baixo teor de fósforo na solução do solo, solos muito ácidos ou alcalinos, tipo e quantidade de argila predominante no solo, teor de umidade do solo, compactação do solo e temperaturas baixas na fase de emergência das plantas, afetam a absorção de fósforo pelas culturas, limitando, assim, a ação fotossintética das plantas (BENNETT, 1994). O fósforo é requerido para atividade fotossintética e transporte de carboidratos (ALAM, 1999; RAGHOTHAMA, 1999).

De acordo com TUCCI (1991), após a correção da acidez do solo, o fator nutricional que mais limita o crescimento das plantas é o baixo teor de fósforo disponível. Portanto, a prática da adubação fosfatada é recomendada na maioria dos casos de reflorestamento. Alguns autores constataram que as plantas respondem positivamente a doses de fósforo (DIAS et al., 1991; CHAVES et al.,

1995; REIS et al., 1997). Várias espécies florestais nativas usadas em reflorestamento, principalmente para recuperação de áreas degradadas, têm respondido positivamente a doses relativamente altas de fósforo. Em relação à aplicação de doses de fósforo, a de 360 mg kg^{-1} de P promoveu o maior crescimento das plantas tanto para canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) como para açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.), com base em SCHUMACHER et al. (2003) e CECONI et al. (2006), respectivamente.

MISSIO et al. (2004), ao analisarem as exigências nutricionais de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho Distrófico Arênico, verificaram que a dose de máxima eficiência técnica estimada à adubação de P na produção de matéria seca da planta foi de 204 mg kg^{-1} de solo e observaram que a alta disponibilidade de fósforo no solo favoreceu o crescimento da parte aérea em detrimento das raízes, bem como induziu o aparecimento de clorose foliar típica da deficiência de ferro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos com as espécies sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) conduzidos nesta pesquisa transcorreram nos períodos de 5 de julho a 28 de outubro de 2008 e 16 de novembro de 2008 a 16 de março de 2009, respectivamente, em um ambiente protegido por telado tipo sombrite, que permite 50% de retenção de luz, localizado em área do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, município de Teresina, cujas coordenadas geográficas são 5° 5' 13" de latiude sul e 42° 48' 42'' de longitude oeste, a uma altitude de 72 m (BAPTISTA, 1981).

O clima é do tipo Aw' da classificação de Köppen. A precipitação média é de 1324 mm e as médias de umidade relativa do ar e temperatura são de 72,7% e 28,5 °C, respectivamente (BASTOS & ANDRADE JÚNIOR, 2006). No período de condução do experimento com plantas de sabiá (julho a outubro), as temperaturas médias das mínimas e máximas diárias foram de 22 a 36 ºC e a umidade relativa média no período foi de 58,8%. Para as plantas de gonçalo-alves, no período de condução do experimento (novembro a março) as temperaturas médias das mínimas e máximas diárias foram de 22,1 a 29,2 °C e a umidade relativa média no período foi de 74,8%.

O solo usado foi comum aos dois experimentos, classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Psamítico, de textura média, horizonte A fraco, muito profundo, fase floresta secundária semi-caducifólia, com topografia regular, suavemente ondulado, com declividade em torno de 5% (EMBRAPA, 2006). O solo foi coletado da camada de 40 a 70 cm de profundidade. Foram feitas análises físicas e químicas da amostra original do solo com base no método descrito pela EMBRAPA (1997). Os resultados são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Atributos físicos e químicos do Latossolo, coletado de 40 a 70 cm de profundidade. Teresina, PI, 2009.

Composição granulométrica (Dispersão com NaOH1mol L^{-1}) g kg^{-1}				Textura	Densidade aparente (g cm^{-3})
Areia grossa (2–0,20mm)	Areia fina (0,20–0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila < 0,002 mm		
250	470	140	140	Areia franca	1,37

pH(1)	Ca^{2+}(2)	Mg^{2+}(2)	K^{+}(3)	Na^{+}	SB	Al^{3+}(2)	H^{+}	T	V %	P (3) mg kg^{-1}
---------- $mmol_c$ kg^{-1} ----------										
4,3	4,0	5,0	0,6	0,6	10	5,0	31	46	22	1

(1) H_2O 1:2,5
(2) Extrator: KCl 1mol L^{-1}
(3) Extrator: Mehlich

As sementes de *Mimosa caesalpiniifolia* usadas foram procedentes de um módulo experimental, plantado com árvores sem acúleos localizado no Centro de Pesquisa do Trópico Semi-árido (CPATSA) no município de Petrolina-PE. Foram selecionadas as sementes com classe de diâmetro de 3 a 4 mm, com uso de peneiras. A germinação das sementes ocorreu em bandejas de isopor, cada uma com 128 células e foi usado como substrato areia grossa. Onze dias após a emergência, procedeu-se a repicagem das plântulas para sacos de plástico com dimensões de 10,0 x 23,0 cm e capacidade para 2,0 dm^3 de solo.

Para o experimento com, *Astronium fraxinifolium,* as sementes foram coletadas no município de Teresina, de uma única árvore, e selecionadas de modo a uniformizá-las quanto ao comprimento e diâmetro. Essas sementes foram postas para germinar diretamente em sacos de plástico com as mesmas dimensões e capacidade descritas anteriormente. Foram semeadas 3 sementes por saco; dez dias após a semeadura procedeu-se o raleio das plântulas deixando uma por recipiente.

Para o preparo do solo conforme os tratamentos, procedeu-se de forma análoga para os dois experimentos: a quantidade total do solo usada em cada experimento foi dividida em dez porções de 24 kg, das quais cinco receberam

calcário. Cada porção foi subdividida em quatro quantidades de 6,0 kg que constituiu a unidade experimental, distribuída em três sacos de plástico.

A quantidade de calcário foi calculada para elevar a saturação por bases original de 22 para 50%. Como corretivo usou-se calcário dolomítico com 85% de PRNT, contendo 32% de CaO e 14% de MgO. Em seguida, as porções de solo permaneceram em incubação por 30 dias, mantendo o teor de água ao redor de 70% da capacidade de campo, inclusive das porções que não receberam calcário.

Ao final de 30 dias, as porções de solo foram novamente secadas ao ar e cada uma dividida em quatro partes iguais, as quais receberam uma das seguintes doses de fósforo: 0, 30, 60, 90 e 120 mg kg^{-1} de P, usando-se como adubo o superfosfato triplo (41% de P_2O_5) em pó.

Foram aplicados como adubação de base, 200 mg kg^{-1} de N, parcelados em quatro vezes, e 150 mg kg^{-1} de K, numa única dose, utilizando-se como adubos a uréia e o cloreto de potássio, aplicados simultaneamente ao fósforo, 20 dias antes da repicagem das plântulas. Aos 20 dias após a aplicação dos tratamentos e antes da repicagem das plântulas para o experimento com sabiá, foram colhidas pequenas porções de solo nas unidades experimentais de cada tratamento, obtendo-se 10 amostras de 480 g, cada uma, correspondentes aos tratamentos, as quais foram submetidas às análises químicas de pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e alumínio, com base no método preconizado pela EMBRAPA (1997). Os resultados estão expostos na Tabela 2.

Trinta dias depois, aplicou-se solução de micronutrientes de modo a adicionar 2,0 mg kg^{-1} de Zn, 0,5 mg kg^{-1} de Cu, 0,5 mg kg^{-1} de B, 1,5 mg kg^{-1} de Mn e 0,1 mg kg^{-1} de Mo, tendo como fontes, os respectivos adubos: sulfato de zinco, sulfato de cobre pentahidratado, ácido bórico, cloreto de manganês e molibdato de amônio.

Os tratamentos foram formados por cinco doses de fósforo e duas de calcário em um arranjo fatorial 2x5. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, e cada parcela foi composta por três mudas. Ao final de 115 dias de cultivo das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* e 120 dias para

o *Astronium fraxinifolium*, mediu-se a altura (cm) das plantas com uma régua graduada, diâmetro (mm) a 1,0 cm do coleto, medido com paquímetro digital de 0,05 mm de precisão, número de folhas (un.), área foliar (cm^2), obtida com medidor de área foliar de bancada, digital, modelo LI-3100, com resolução de 1,0 mm^2, matéria seca da parte aérea e raízes (g), auferida após atingir massa constante com 72 horas de secagem a 65 °C em estufa com circulação de ar forçada. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F para avaliação dos efeitos principais e das interações dos fatores estudados, além da análise de regressão polinomial para a escolha dos modelos, em função das doses de fósforo aplicadas, em um nível de significância de 5% e 1% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultado das análises químicas do solo usado após os tratamentos

Após 20 dias da aplicação das doses de fósforo e adubação de base as amostras de solo foram analisadas. A adição de doses crescentes de fósforo neste solo permitiu maior disponibilidade deste elemento na solução, fato que se constata pelo resultado das análises das amostras de solo realizadas após a aplicação dos tratamentos e antes do cultivo (Tabela 2). É importante ressaltar que os resultados das análises físicas do solo usado neste trabalho (Tabela 1) revelaram ser um solo franco arenoso com baixo teor de argila e, portanto, com menor adsorção e menor fator capacidade de fósforo. BARROS & NOVAIS (1990) relatam que o influxo de fósforo na raiz de uma planta depende do seu teor na solução do solo; observa-se menor influxo nos solos mais argilosos (maior fator capacidade) por manterem valores bem menores do nutriente na solução que os solos arenosos (menor fator capacidade).

Os teores de potássio no solo, em geral, foram maiores na ausência do calcário. Isto provavelmente devido menores teores de cátions trocáveis, pois o potássio em solução, o fator intensidade é controlado pelo teor trocável de cálcio e magnésio. RAIJ (1991) afirma que para um mesmo teor trocável, os teores em solução, a disponibilidade de potássio, serão maiores se menores forem os teores de cálcio e magnésio. Tal fato, observou-se de maneira inversa: com adição do calcário no solo ocorreu redução dos teores de potássio no solo (Tabela 2).

Os teores elevados de fósforo e potássio em algumas amostras, às vezes, além dos teores aplicados, revelados pelas analises, presume-se ter ocorrido em razão do método como foram coletadas as amostras o qual possibilitou a obtenção de amostras de solo em pontos de altas concentrações destes elementos (Tabela 2).

TABELA 2: Resultado das análises químicas das porções de solo após aplicação dos tratamentos, antes do cultivo. Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, psamídico, coletado na camada de 40 a 70 cm. Teresina, PI, 2009.

Tratamento	pH(1)	P(2)	K(2)	CA^{2+} + Mg^{2+}	Al^{3+}
		--------- mg kg^{-1} -------		--------- $mmol_c$ kg^{-1} --------	
Cal_0P_0	4,3	5	114	4,0	5,0
Cal_0P_1	4,3	41	130	4,0	5,0
Cal_0P_2	4,2	87	114	8,0	3,0
Cal_0P_3	3,8	111	98	8,0	4,0
Cal_0P_4	4,0	118	261	17,0	2,0
Cal_1P_0	5,7	3	114	21,0	0,0
Cal_1P_1	5,6	31	98	24,0	0,0
Cal_1P_2	5,5	75	98	24,0	0,0
Cal_1P_3	5,4	97	65	25,0	0,0
Cal_1P_4	5,5	161	82	26,0	0,0

(1) em H_2O (1:2,5)
(2) Extrator: Mehlich 1.
(3) Extrator: KCl 1N.
P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 = doses de fósforo, respectivamente, iguais a 0, 30, 60, 90 e 120 mg kg^{-1} de P.
$Cal_{0=}$ Sem calcário
$Cal_{1=}$ Com calcário

4.2. Crescimento das plantas de *Mimomosa caesalpiniifolia*

O efeito do fósforo (P) foi observado para todas as variáveis de crescimento das plantas. Houve efeito isolado da calagem (Cal) no crescimento em altura e no número de folhas das plantas. Para o número de folhas, houve efeito da interação P x Cal (Tabela 3). Houve efeito quadrático do fósforo para todas as variáveis. Apesar de ter ocorrido interação P x Cal apenas para número de folhas, foi feito o desdobramento dos graus de liberdade para todas as variáveis estudadas e ajustadas equações de segundo grau estimadoras dessas variáveis em função

das doses de fósforo na ausência e presença de calcário, apresentadas e ilustradas graficamente na Figura 1.

TABELA 3: Resumo dos resultados: média dos tratamentos e análises de variância, para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), de plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* em função de doses de fósforo com e sem calcário e suas interações, 115 dias após o transplante. Teresina, PI. 2009.

Doses de P (mg kg^{-1})	Médias dos tratamentos (dados originais)											
	H (cm)		D (mm)		NF(un planta^{-1})		AF (cm² planta $^{-1}$)		MSPA (g planta $^{-1}$)		MSR (g planta^{-1})	
	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/C	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal
0	4,28	3,75	1,66	1,35	2,00	1,42	8,20	1,56	0,12	0,04	0,25	0,15
30	15,41	16,91	2,67	2,96	8,83	7,58	625,48	497,00	2,65	2,57	1,75	1,73
60	19,91	25,42	3,40	3,66	8,91	10,25	870,17	1214,21	4,22	5,51	3,11	2,89
90	16,32	22,89	3,52	3,60	10,41	9,16	556,16	724,62	4,51	5,11	3,20	2,99
120	21,97	25,69	4,05	4,23	10,42	9,08	883,63	857,73	5,71	6,74	3,48	3,99

Causas de Variação	Testes F (significâncias)					
	H (cm)	D (mm)	NF (un planta^{-1})	AF (cm^2 planta^{-1})	MSPA (g planta^{-1})	MSR (g planta^{-1})
Doses de P (P)	71,58**	166,04**	116,99**	29,01**	54,52**	51,57**
Calagem (Cal)	15,83**	2,03ns	4,60*	1,15ns	3,58ns	0,00ns
Efeito Int.(PxCal)	2,37ns	2,38ns	3,11*	1,62ns	0,92ns	0,59ns
Blocos	2,99*	3,56*	4,92*	0,72ns	1,77ns	0,36ns
Resíduo (QM)	7,1114	0,0493	0,8242	42973,2554	0,8546	0,3062
CV	15,4	7,1	11,6	33,2	24,8	23,5

ns – Não significativo (P>0,05)
*e** - Significativos, respectivamente, (P < 0,05) e (P < 0,01).
C/Cal – Com calagem
S/Cal – Sem calagem

O crescimento das plantas que receberam fósforo e calcário tendem a ser menor do que as que receberam apenas fósforo. Esse efeito positivo do fósforo é evidenciado no crescimento em altura, área foliar e matéria seca da parte aérea (Figuras 1a, 1d e 1e).

O crescimento em altura e diâmetro, a produção de matéria seca da parte aérea e raízes, a área foliar e o número de folhas das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* foram limitados com a omissão de fósforo. Pelo o ajuste das

equações estimadoras das variáveis em função do fósforo, na ausência e presença de calcário, observa-se que o efeito do fósforo tornou-se mais evidente quando aplicado isoladamente. Assim, verifica-se que os maiores valores de altura foram obtidos com a aplicação de 94 mg kg^{-1} de P na ausência de calagem (Figura 1a). O mesmo ocorreu para área foliar e matéria seca da parte aérea com as doses estimadas de 81 e120 mg kg^{-1} de P, respectivamente.(Figuras 1d e 1e). Com relação a interação P x Cal que ocorreu para número de folhas, verificou-se que o maior valor dessa variável foi obtida com 99 mg kg^{-1} de P na presença de calagem (Figura 1c).

Em trabalho para avaliar o comportamento de espécies de diferentes grupos sucessionais, dentre as quais a *Mimosa caesapiniifolia*, como espécie arbórea pioneira, em resposta a doses de fósforo, RESENDE et al. (1999) observaram que as espécies pioneiras foram mais responsivas ao fornecimento de fósforo do que as não pioneiras e verificaram que as pioneiras apresentaram crescimento reduzido em solos pobres, enquanto as climácicas mostraram-se pouco sensíveis ao suprimento de fósforo, refletindo baixo requerimento desse nutriente na fase de mudas com crescimento satisfatório.

As doses de fósforo que proporcionaram as máximas respostas de altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea e raízes, variaram de 81 a 120 mg kg^{-1} de P, independente da adição de calcário (Figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e e 1f).

De acordo com trabalho de BINOTTO, (2007) para avaliar a relação entre variáveis de crescimento e a qualidade da muda, constatou que a altura combinada com o diâmetro do colo foram as variáveis morfológicas mais propícias para indicar a qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*, baseado no seu maior grau de relação com o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Para este trabalho, as doses de fósforo, adicionadas isoladamente, que promoveram as máximas respostas em altura e diâmetro de plantas de sabiá foram respectivamente 94 e 117 mg kg^{-1} de P. Ao considerar a média das doses de P referentes as duas variáveis (105 mg kg^{-1}) como máxima e, 90% desta como dose

eficiente para indicar a qualidade de mudas, sugeri-se que a dose de 94 mg kg^{-1} de P seja a dose adequada para propiciar boa qualidade de mudas de *Mimosa caesalpiniifolia*.

No intervalo das doses de fósforo aplicadas, as máximas foram de 120 mg kg^{-1} de P, que propiciaram os maiores valores de matéria seca da parte aérea e das raízes, sem calagem, e de diâmetro e matéria seca da parte aérea, com calagem, como se observa nas figuras 1b, 1e e 1f.

Os valores de produções máximas, em função do fósforo, para altura e área foliar das plantas de sabiá foram observados na ausência da calagem com menores doses de fósforo no solo, enquanto os modelos ajustados com calagem e fósforo mostraram maior requerimento da adubação fosfatada para maioria das variáveis, com redução das produções máximas. Pode-se inferir que para maioria das variáveis analisadas, pequenas variações positivas no crescimento das plantas de sabiá ocorreram na ausência da calagem, indicando a capacidade das plantas de resistirem ao solo ácido e com baixo valor de saturação por bases (V% = 22).

GOMES et al. (2008) verificaram que, para o crescimento de mudas de garapa (*Apuleia leicarpa* (Vog.) Macbride) em Latossolo Vermelho distrófico, apresentando originalmente pH = 5,1 e V% = 24, as doses estimadas de fósforo que proporcionaram 90% da produção máxima de matéria seca da parte aérea variaram de 54 mg dm^{-3} no solo com 60% de saturação por bases a 191 mg dm^{-3} no solo com 40% de saturação por bases. Os autores concluíram que para a produção de mudas dessa espécie deve ser feita a aplicação de 54 mg dm^{-3} de P, juntamente com a aplicação de calcário que eleve a saturação por bases a 60%. Nesse caso, a correção da acidez pode se refletir em economia de adubo fosfatado, o que não ocorreu neste trabalho. AMARANTE et al. (2007) verificaram que as doses de fósforo que promoveram as máximas produções de massa de matéria seca das plantas de erva-de-são-joão (*Hypericum perforatum* L.) variaram de 50 a 100 mg kg^{-1}. VALERI et al. (2003), ao avaliarem o efeito do fósforo no crescimento de jenipapo (*Genipa americana* L.), verificaram que a maior biomassa

do caule das plantas foi obtida com os teores de P no solo de 45 e 59 mg dm^{-3}, em Neossolos Quartizarênicos com baixos teores de argila (9% e 14%), a exemplo do solo usado nesta pesquisa. Sendo assim, tanto neste trabalho como em muitos outros citados anteriormente, a faixa de recomendação de fósforo varia de aproximadamente 45 a 120 mg dm^{-3}.

Para o solo usado neste trabalho, a soma dos teores de Ca e Mg original foi de 9 $mmol_c$ kg^{-1} (Tabela 1). Alguns trabalhos que envolvem a calagem em condições de viveiro com Euacyptus e espécies florestais nativas indicam baixa demanda de cálcio e magnésio durante seu crescimento inicial. ARTUR et al. (2007), ao avaliarem os efeitos de doses de esterco bovino e calcário na formação de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambèss), não observaram efeito do calcário para todas as variáveis de crescimento e atribuíram aos teores de Ca, 5,0 $mmol_c$ dm^{-3} e Mg, 2,0 $mmol_c$ dm^{-3}, já existentes no subsolo usado como substrato, suficiente às plantas. BARROS & NOVAIS, (1990) observaram um acentuado efeito da calagem na altura da parte aérea de plantas de eucalipto quando a soma dos teores de Ca e Mg no solo foi inferior a 2,5 $mmol_c$ kg^{-1}. Essa concentração é bem inferior aos valores encontrados neste trabalho e nos demais citados.

É importante a realização de trabalhos que definam os níveis críticos de cálcio e magnésio no solo, pois a calagem para plantas arbóreas produtoras de madeira é necessária não só para correção de acidez, mas para o fornecimento desses dois nutrientes que são fundamentais para formação do caule. PRADO (2008) relata que uma das principais funções do cálcio é na estrutura da planta, como integrante da parede celular, incrementando a resistência mecânica dos tecidos, e como neutralizador de ácidos orgânicos no citosol. A parede celular é, quantitativamente, o maior produto das plantas, constituindo a sua verdadeira estrutura.

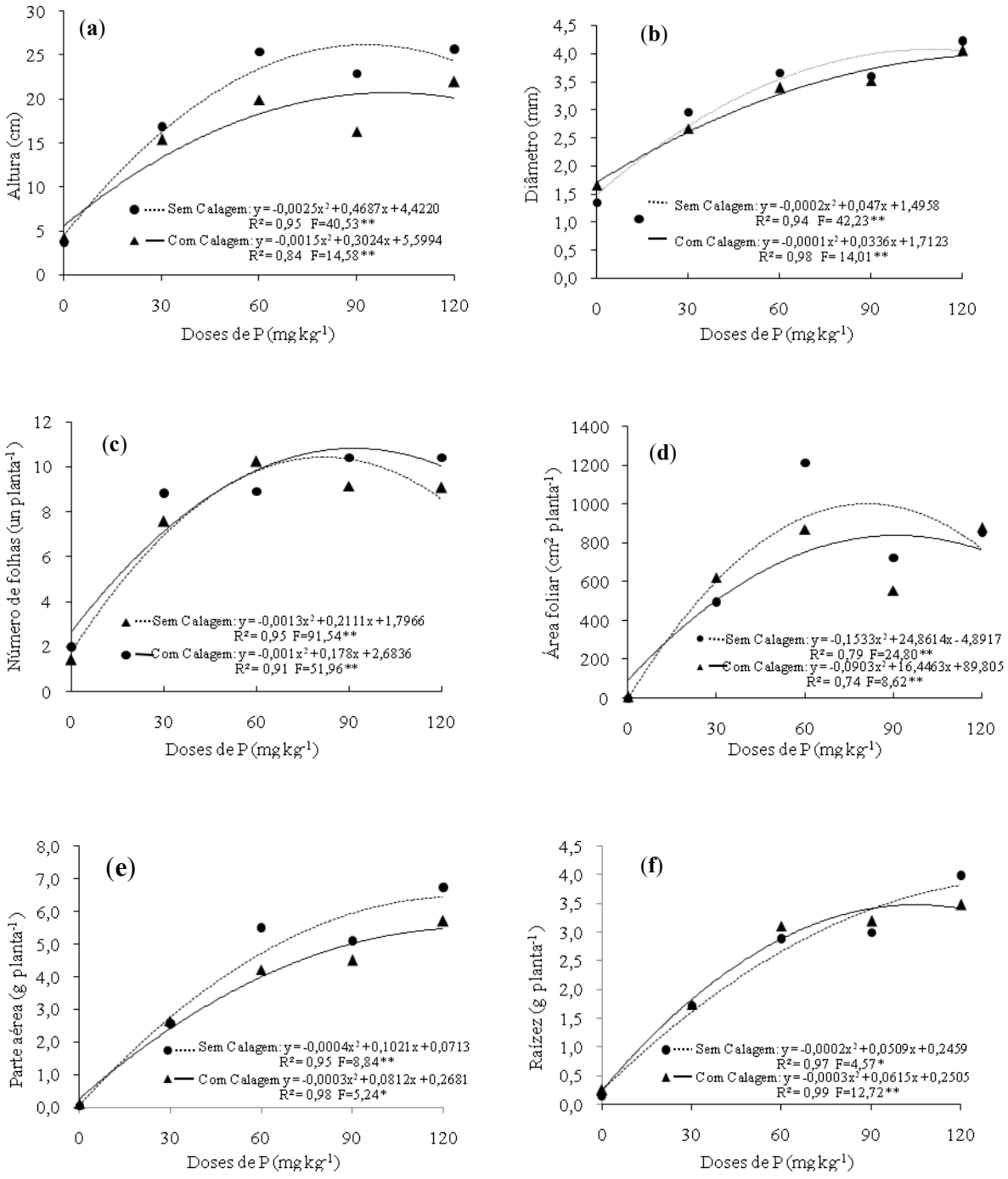


FIGURA 1: Crescimento em altura (a), diâmetro (b), número de folhas (c), área foliar (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e matéria seca das raízes (f) de plantas de *Mimosa caesalpiniifolia* em função de doses de P, com e sem calagem aos 115 dias do cultivo. Teresina, PI, 2009.

Observa-se pelas fotos (Figura 2a) que a omissão de fósforo no solo limitou o crescimento em altura das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*. Entretanto, percebe-se que a partir da adição de 30 mg kg^{-1} de P, houve resposta positiva no crescimento, independente da adição do calcário como se pode observar no tratamento C_0P_1, com as plantas se diferenciando em altura e mais vigorosas (Figura 2b).

O efeito do fósforo tornou-se mais evidente quando aplicado isoladamente com doses a partir de 60 mg kg^{-1} de P, com as plantas atingindo maiores crescimentos em altura com a aplicação de até 120 mg kg^{-1} de P no solo (Figuras 2c, 2d e 2e). Esse efeito significativo do fósforo no crescimento das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*, espécie considerada pioneira (LORENZI, 2000) está de acordo com as observações de RESENDE et al. (1999) ao constatarem que as espécies pioneiras são mais responsivas ao fornecimento de fósforo e que, apresentam crescimento reduzido em solos pobres.

Com relação à espécie secundária, mudas de paineira, *Ceiba speciosa* St. Hill. (*Chorisia speciosa*), também apresentaram resposta quadrática à aplicação de fósforo sendo que a dose para obtenção de 90% da produção máxima de matéria seca da parte aérea foi de 267 mg dm^{-3} (FERNANDES et al., 2000). Com relação ao *Euterpe edulis* Martius (palmiteiro), que apresenta características de planta climácica (LORENZI, 2000), Lima et al. (2008) verificaram que as doses de fósforo favoreceram o crescimento das plantas jovens e estimaram que os valores máximos de altura, biomassa da parte aérea e total das plantas foram atingidos até a dose extremamente elevada de 540 mg dm^{-3} de P. Sendo assim, além das características relacionadas com os grupos sucessionais, outras características intrínsecas das espécies influenciam na exigência e resposta à aplicação de fósforo.

A adição apenas de fósforo em doses crescentes no solo promove as maiores alturas de plantas de sabiá como mostra a Figura 3a, em relação ao crescimento das plantas em função da interação fósforo e calcário (Figura 3b).

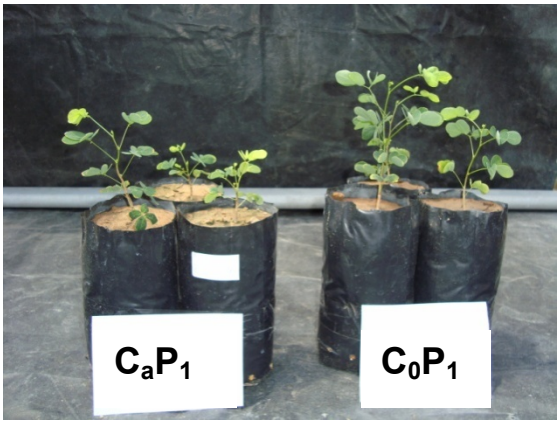
Os resultados evidenciam que o solo original estudado neste trabalho possui teores de cálcio e magnésio suficientes para produção de mudas de *Mimosa caesalpiniifolia*. GOMES et al. (2004) observaram que ao elevar a saturação por bases de um Latossolo Vermelho distrófico de 24%, condição natural, para os níveis de 40%, 50%, 60% e 70% não obtiveram resposta no crescimento em altura de plantas do angico-branco (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) e explicaram que esse resultado foi atribuído aos elevados teores de Ca (9 $mmol_c$ dm^{-3}) e de Mg (4 $mmol_c$ dm^{-3}) no solo de origem, considerados suficientes para suprir as necessidades das plantas na fase inicial de crescimento.

4.3. Crescimento das plantas de *Astronium fraxiniifolium*

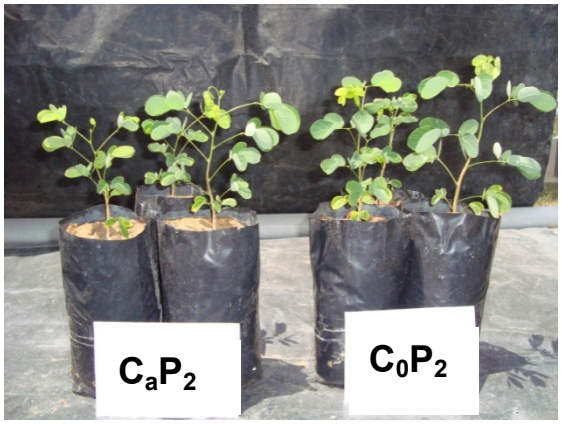
Para os atributos de fertilidade usados no subsolo como tratamentos, foi observado o efeito do fósforo para todas as variáveis de crescimento das plantas de gonçalo-alves. Com relação à calagem, à exceção da resposta para a variável área foliar, houve efeito para as demais características. A aplicação do fósforo promoveu o um efeito positivo de todas as variáveis e, para altura, diâmetro, número de folhas, área foliar e matéria seca da parte aérea, houve interação calagem x fósforo (Tabela 4).

Houve efeito linear e quadrático para todas as características de crescimento. Entretanto, os modelos de respostas quadráticas apresentaram coeficientes de determinação mais elevados, indicando que as variações, para todas as características, são melhor explicadas em função do fósforo, calagem e suas interações (Tabela 4).

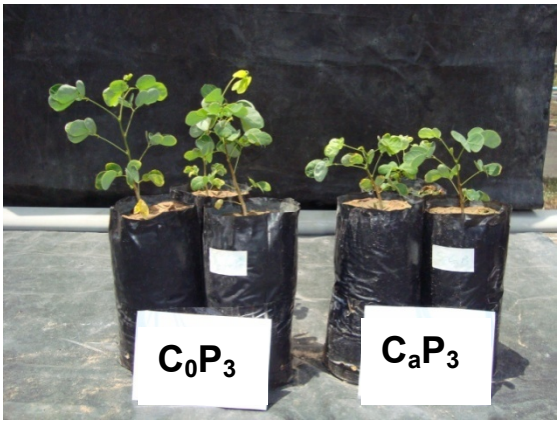
2a: C_0P_0 - sem calcário e sem fósforo
C_aP_0 - com calcário e sem fósforo



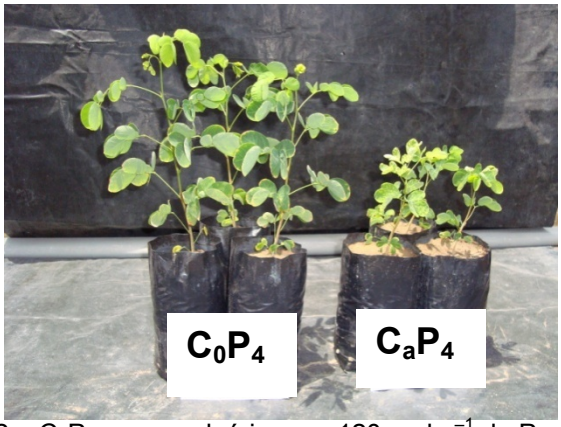
2b: C_aP_1 - com calcário mais 30mg kg^{-1} de P
C_0P_1 - sem calcário com 30mg kg^{-1} de P



2c: C_aP_2 - com calcário mais 60mg kg^{-1} de P
C_0P_2 - sem calcário com 60mg kg^{-1} de P

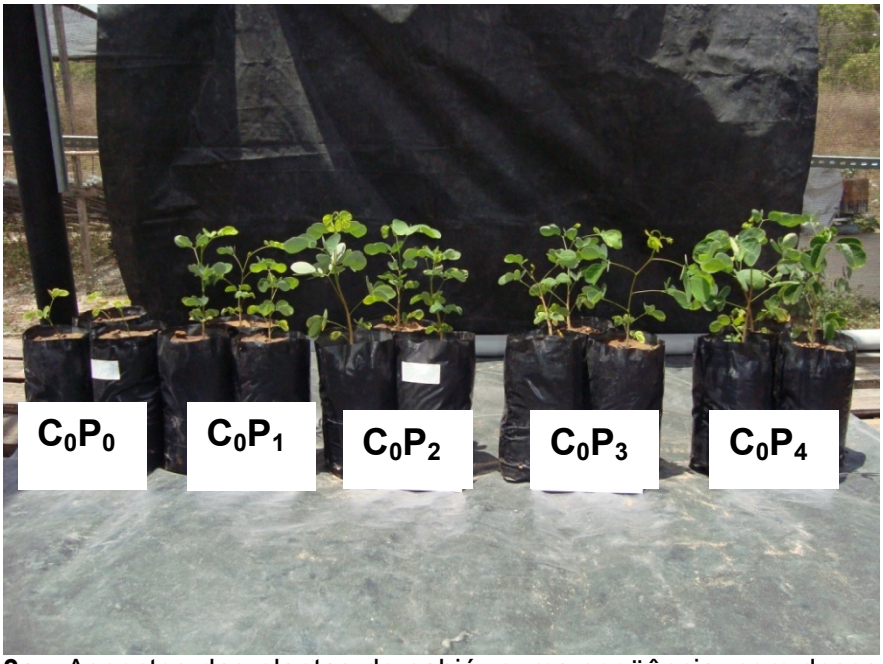


2d: C_0P_3 - com calcário com 90mg kg^{-1} de P
C_aP_3 - sem calcário mais 90mg kg^{-1} de P

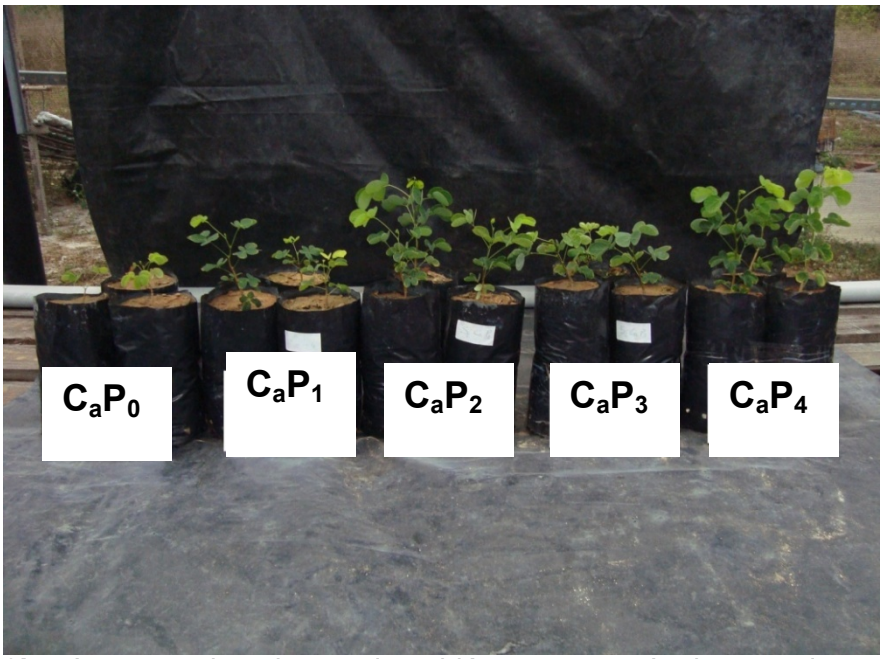


2e: C_0P_4 - sem calcário com 120mg kg^{-1} de P
C_aP_4 - com calcário mais 30mg kg^{-1} de P

Figura 2: Plantas de (2a, 2b, 2c, 2d e 2e) aos 115 dias de cultivo submetidas à omissão e adição de calcário e doses de fósforo. Teresina, PI, 2009.



3a - Aspectos das plantas de sabiá, numa seqüência, com doses crescentes de fósforo (P) no solo sem calcário.



3b - Aspectos das plantas de sabiá, numa seqüência, com doses crescentes de fósforo (P) no solo com calcário.

Figura 3: Plantas de sabiá (3a e 3b) aos 115 dias de cultivo submetidas à doses crescentes de fósforo, com e sem calcário. Teresina, PI, 2009.

TABELA 4: Resumo dos resultados: média dos tratamentos e análises de variância, para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF.), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), de plantas de *Astronium fraxinifolium* em função de doses de fósforo e suas interações, 120 dias após o transplante. Teresina, PI, 2009.

Doses de P (mg kg^{-1})	Médias dos tratamentos (dados originais)											
	H (cm)		D (mm)		AF (cm² planta^{-1})		NF (un planta^{-1})		MSPA (g planta^{-1})		MSR (g planta^{-1})	
	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal
0	12,40	7,54	2,32	1,00	185,46	39,01	2,00	1,42	1,23	0,20	0,52	0,11
30	23,40	18,59	3,56	3,17	567,28	514,39	8,83	7,58	3,35	2,73	2,12	1,84
60	21,17	18,17	3,78	2,82	496,35	516,28	8,91	10,25	3,05	2,09	2,02	1,32
90	22,73	18,82	4,09	3,12	713,46	483,75	10,41	9,16	3,63	2,45	2,05	1,56
120	20,53	22,39	3,58	3,45	439,89	666,99	10,42	9,08	2,90	3,31	1,17	1,26

Causas de Variação	Testes F (significâncias)					
	H (cm)	D (mm)	AF (cm² planta^{-1})	NF(un planta^{-1})	MSPA (g planta^{-1})	MSR (g planta^{-1})
Doses de P (P)	43,95**	43,36**	49,54**	116,99**	28,36**	27,06**
Calagem (Cal)	20,27**	47,33**	2,08ns	4,60*	15,69**	9,68**
Efeito Int.(PxCal)	3,56*	3,88*	9,62**	3,11*	2,82*	1,31ns
Blocos	0,85ns	0,93ns	0,53ns	4,92**	0,88ns	0,89ns
Resíduo (QM)	4,2977	0,1203	6360,2159	0,8242	0,2916	0,1328
CV	11,1	11,2	17,2	11,6	21,6	26,0

ns – Não significativo (P>0,05)
*e** - Significativos, respectivamente, (P < 0,05) e (P < 0,01).
C/Cal – Com calagem
S/Cal – Sem cagem

Quanto à interação P x Cal, que ocorreu para a maioria das variáveis, observa-se diferença entre as curvas que explicam a variação dessas características de crescimento em função das doses de fósforo, com e sem calagem (Figura 4).

O crescimento em altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea e raízes, a semelhança do que ocorreu com plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*, foram limitados com a omissão do fósforo (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e e 4f). Provavelmente em razão da deficiência de fósforo no solo usado, não houve praticamente resposta expressiva à calagem quando aplicada

isoladamente, principalmente para as variáveis número de folhas e produção de matéria seca de raízes (Figuras 4c e 4f).

As doses de P associado à calagem em que observou-se as máximas respostas para altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, produções de matéria seca da parte aérea e raízes, variou de 63 mg Kg^{-1} a 89 mg Kg^{-1}, indicando que neste intervalo pode-se obter boa resposta sobre o crescimento das planta de *Astronium fraxinifolium* (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e e 4f).

Conforme afirmado por CARNEIRO, (1995) a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto, constituem duas das mais importantes variáveis morfológicas para estimar o crescimento de mudas e garantir bom desenvolvimento após o plantio definitivo no campo. Sendo assim, no presente trabalho, as doses de fósforo com a adição de calcário que proporcionaram as máximas respostas para altura e diâmetro foram respectivamente 74 e 70 mg kg^{-1} de P. À semelhança do que foi sugerido para as plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*, ao considerar a média das doses de P relativas as duas variáveis (72 mg kg^{-1} de P) como máxima e, 90% desta como dose adequada no solo para indicar a qualidade de mudas, pode-se presumir que a dose de 65 mg kg^{-1} de P seja eficiente para propiciar bom crescimento de mudas de *Astronium fraxinifolium.*

As produções máximas, em função do fósforo com a adição do calcário, comparadas às produções resultantes da aplicação de fósforo isoladamente, foram observadas com menores doses de fósforo no solo para a maioria das variáveis analisadas (Figura 4). Estes resultados sugerem que a aplicação do calcário pode redundar em economia de adubo fosfatado. Vários trabalhos têm ressaltado os efeitos benéficos da calagem e da adubação fosfatada no incremento de diversas essências florestais na fase inicial de crescimento. RAMOS (1999), ao estudar o crescimento e nutrição mineral de pata-de-vaca (*Bauhinia fosticata* L.) constatou que a aplicação do calcário e fósforo aumentou substancialmente o crescimento vegetativo da planta. GOMES et al. (2008) trabalhando com mudas de carapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbride), comprovou expressiva economia da adubação fosfatada ao elevar a saturação de bases de

40% para 60%. TUCCI et al. (2007) verificaram que a calagem associada a fosfatagem corretiva e à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio ocasionaram maiores conteúdo de nutrientes em plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* KING), os quais proporcionaram maiores taxas de crescimento.

A altura média das plantas, estimadas pelo modelo quadrático, variaram de 22,60 cm a 23,60 nos tratamentos com fósforo, sem e com calagem, quando foram aplicadas doses de 116 mg kg^{-1} e 74,1 mg kg^{-1} de P no solo, respectivamente, e portanto, indicando menor requerimento de fósforo quando foi aplicado o calcário no solo (Figura 4a). Para o diâmetro das mudas de *Astronium fraxinifolium*, a média para as duas condições, aplicação de fósforo sem e com calcário, foram consideradas iguais (3,84 mm), e a adição do calcário, à semelhança da variável altura, proporcionou menor requerimento de fósforo (Figura 4b).

Nos tratamentos sem calcário, a dose de P estimada que proporcionou a máxima área foliar da planta (617 cm^2) foi de 102 mg kg^{-1}, enquanto com a aplicação do calcário a área foliar atingiu 641 cm^2 para uma dose estimada de P no solo de 73 mg kg^{-1}, portanto significativamente menor com maior eficiência técnica (Figura 4d). Fato semelhante ocorreu com a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de gonçalo-alves (Figura 4e). COSTA FILHO (1992), ao avaliar o crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Eng.) em resposta à calagem, fósforo e potássio, constatou que não houve praticamente resposta expressiva à calagem quando aplicada isoladamente sobre as variáveis de crescimento. Todavia, a calagem conjuntamente ao fósforo nas suas doses crescentes contribuíram marcantemente para os sucessivos aumentos observados das características de crescimento. Houve, assim, a necessidade mútua desses dois fatores para viabilizar maior crescimento das plantas.

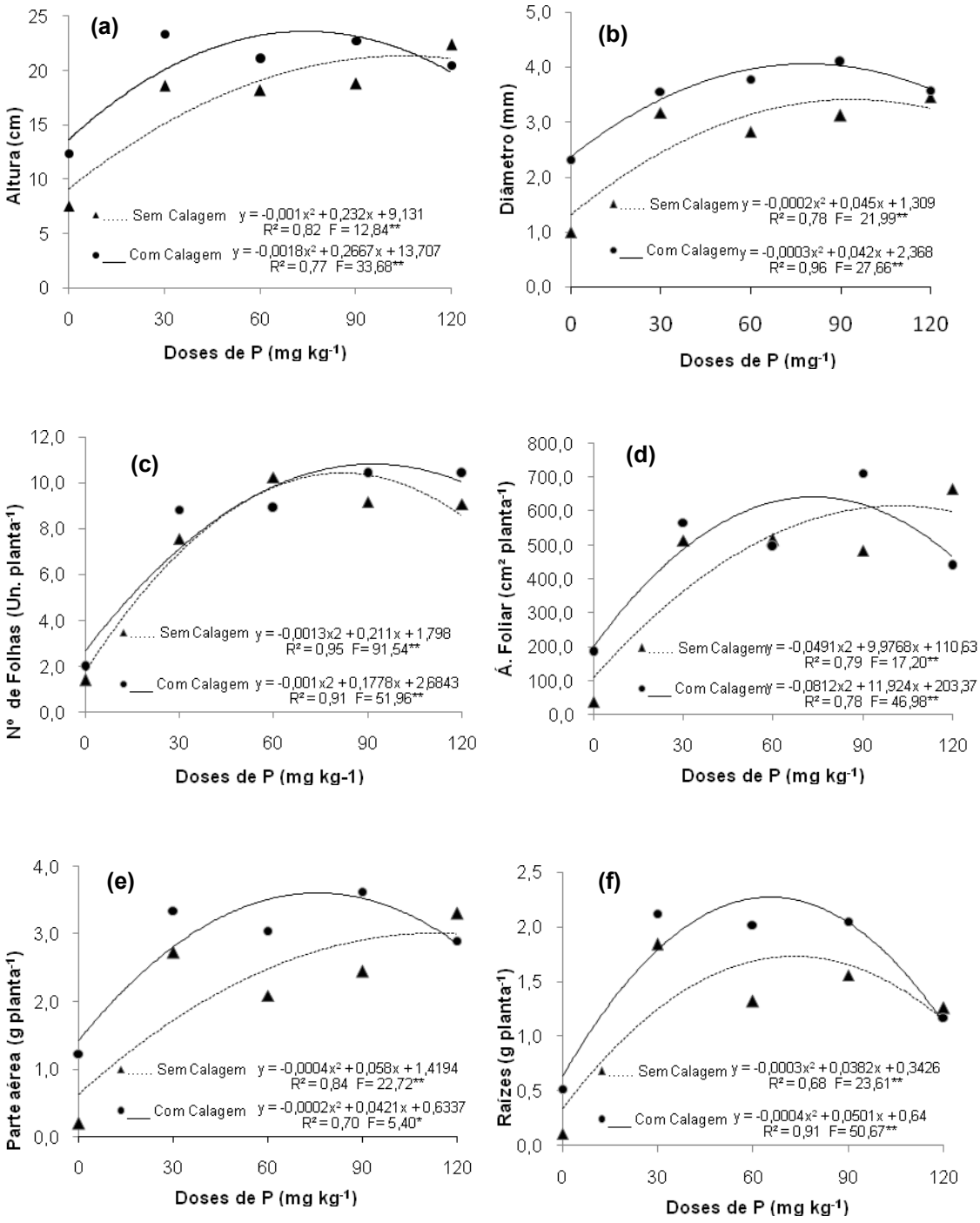


FIGURA 4: Crescimento em altura (a), diâmetro(b), número de folhas (c) área foliar (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e matéria seca das raízes (f) de plantas de *Astronium fraxinifolium* em função de doses de P, com e sem calagem aos 115 dias do cultivo. Teresina, PI, 2009.

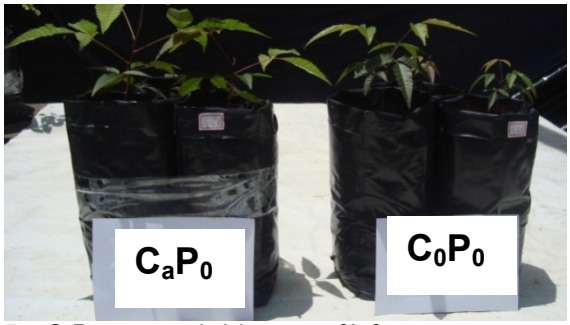
A média dos tratamentos dos dados originais referentes a altura e diâmetro das plantas de Astronium fraxinifolium aos 120 dias de cultivo, a partir da aplicação da menor dose de P (30 mg kg^{-1}) até a maior dose (120 mg kg^{-1}) no solo, com e sem calcário, variaram de 18,59 cm a 23,40 cm e 2,82 mm a 4,09 mm, respectivamente (Tabela 4). A altura e diâmetro são utilizados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois isto reflete o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (STURION & ANTUNES, 2000). Segundo DANIEL et al. (1997), o diâmetro do colo é considerado como indicador da capacidade de sobrevivência da muda no campo e enfatizam que uma muda de *Acacia mangium* de qualidade deve apresentar diâmetro maior do que 2 mm. Neste contexto, embora sejam espécies diferentes, e ainda, não se conheça o diâmetro que, acima do qual seja considerado satisfatório para obtenção de uma muda de qualidade, observou-se neste trabalho que as mudas de *Astronium fraxinifolium* aos 120 dias, atingiram os padrões que foram recomendados para mudas de *Acacia mangium* a partir da menor dose de fósforo aplicada no solo.

O crescimento em altura das plantas de gonçalo-alves (Figura 5), mostrou-se limitado pela omissão de fósforo no solo. Todavia verifica-se melhor aspecto das plantas que receberam o calcário (Figura 5a).

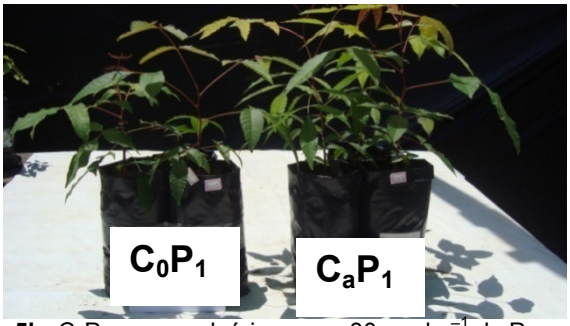
Constata-se maior desenvolvimento e vigor das plantas a partir da menor dose de P aplicada no solo (30 mg kg^{-1}) até 90 mg kg^{-1} principalmente quando este nutriente está associado ao calcário no solo (Figuras 5b, 5c e 5d). Entretanto, pressupõe-se uma estabilidade no crescimento em altura das plantas ao se elevar a dose de P para 120 mg kg^{-1}, independentemente da adição do calcário (Figura 5e).

Ao comparar as plantas de *Astronium fraxinifolium* que não receberam calcário com as que adicionou-se o calcário, ambas as situações na presença de adubação fosfatada, fica evidente que o calcário conjuntamente ao fósforo promoveu maior vigor e crescimento (figuras 6a e 6b). Provavelmente em razão da deficiência de fósforo no solo (Tabela 1), não houve expressiva resposta à

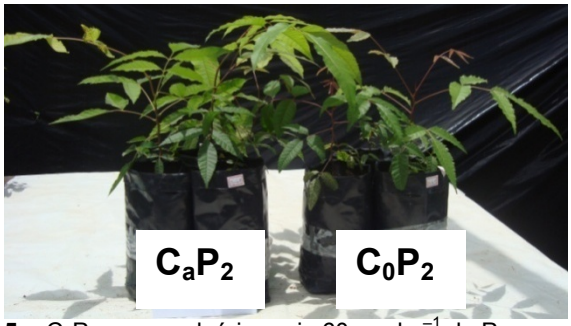
calagem quando aplicada isoladamente, pelo que se pode observar nas primeiras plantas da sequência (Figura 6b).



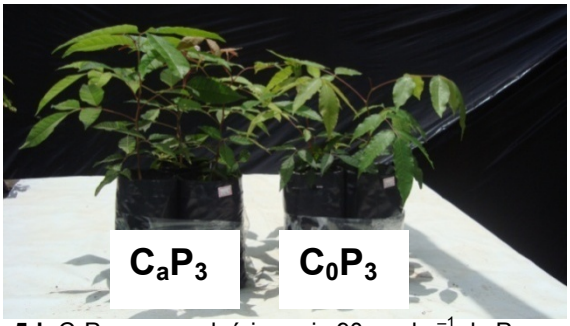
5a: C_aP_0 - com calcário e sem fósforo
C_0P_0 - sem calcário e sem fósforo



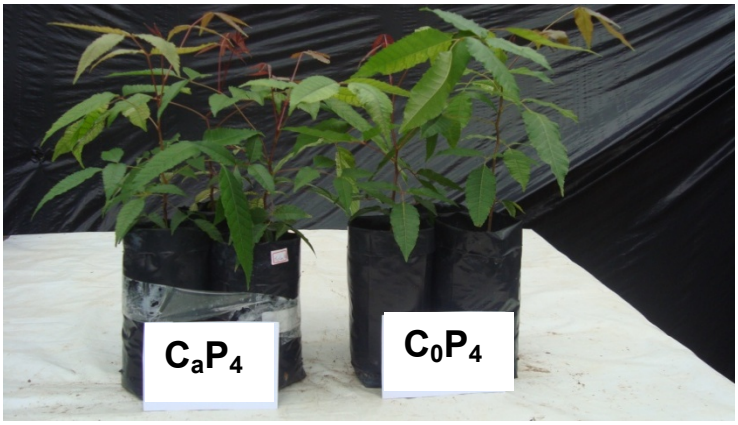
5b: C_0P_1 - sem calcário e com 30 mg kg^{-1} de P
C_aP_1 - com calcário mais30 mg kg^{-1} de P



5c: C_aP_2 - com calcário mais 60 mg kg^{-1} de P
C_0P_2 - sem calcário com 60 mg kg^{-1} de P

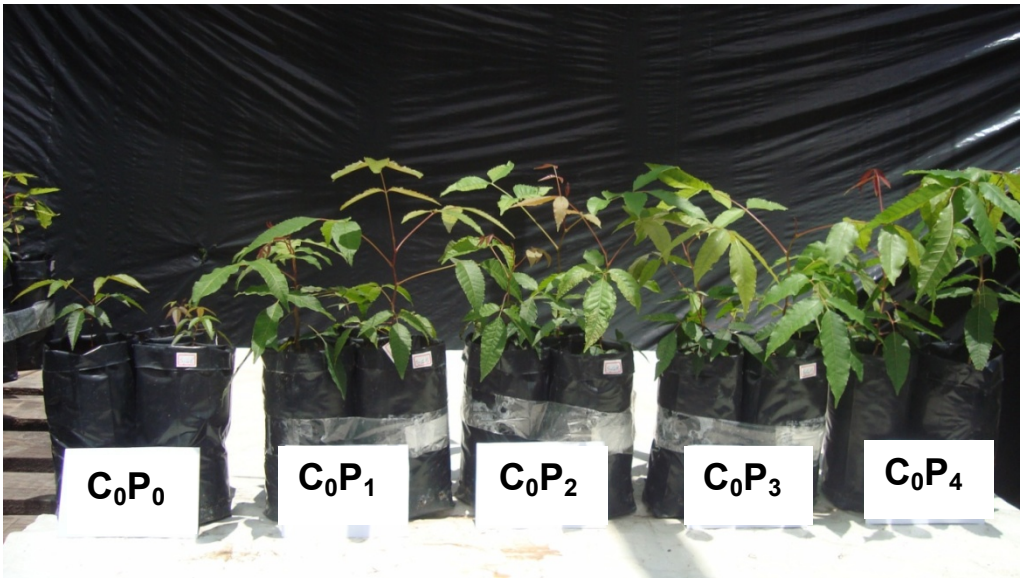


5d: C_aP_3 - com calcário mais 90 mg kg^{-1} de P
C_0P_3 - sem calcário com 90 mg kg^{-1} de P

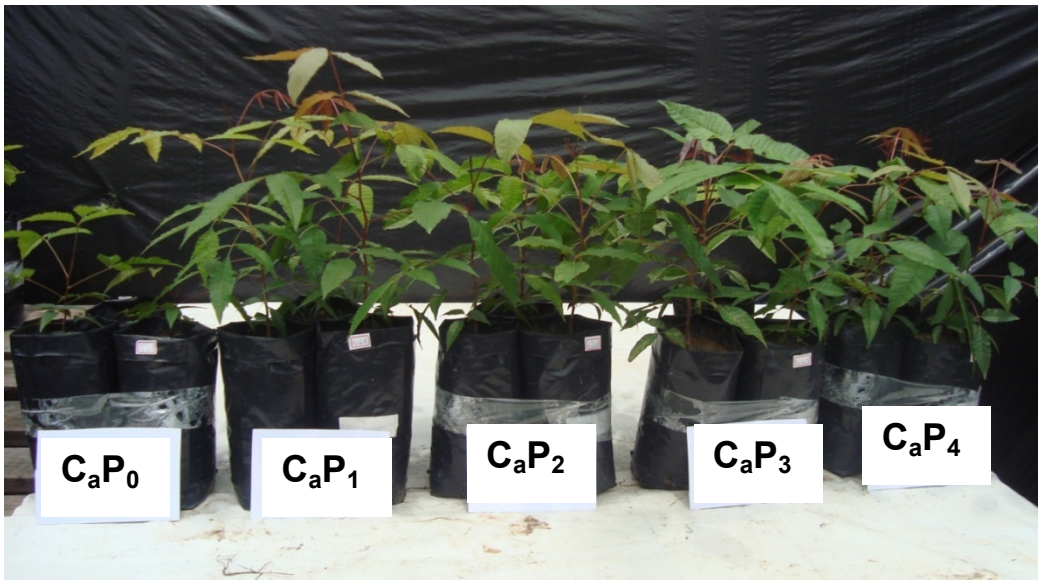


5e: C_aP_4 - com calcário mais 120 mg kg^{-1} de P
C_0P_4 - sem calcário com 120 mg kg^{-1} de P

FIGURA 5: Plantas de *Astronium fraxinifolium* (5a, 5b, 5c, 5d e 5e) aos 120 dias de cultivo,submetidas à omissão e adição de calcário e doses de fósforo. Teresina, PI, 2009.



6a - Aspectos das plantas de gonçalo-alves, em sequencia, com doses crescentes de fósforo (P) no solo sem calcário.



6b - Aspectos das plantas de gonçalo-alves, em seqüência, com doses crescentes de fósforo (P) no solo com calcário.

Figura 6: Plantas de *Astronium fraxinifolium* (6a e 6b) aos 120 dias de cultivo submetidas a doses de fósforo, com e sem calcário. Teresina, PI, 2009.

5. CONCLUSÕES

Para o solo estudado, os teores de cálcio e magnésio originais são suficientes para o crescimento das plantas de *Mimosa caesalpiniifolia*.

Recomenda-se a dose de 94 mg kg^{-1} de P para a produção de mudas de *Mimosa caesalpiniifolia*, equivalente a 90% da dose estimada para promover o máximo crescimento de altura e diâmetro das plantas.

Todas as características avaliadas nas plantas de *Astronium fraxinifolium* foram limitadas pela omissão do fósforo e do calcário no solo.

Recomenda-se a dose de 65 mg kg^{-1} de P para a produção de mudas de *Astronium fraxinifolium*, equivalente a 90% da dose estimada para promover o máximo crescimento de altura e diâmetro das plantas. A aplicação do calcário resultou em menor requerimento da adubação fosfatada e promoveu maior crescimento das plantas do que os tratamentos com a omissão do calcário.

7. REFERÊNCIAS

ALAM, S. M. Nutrient uptake by plants under stress conditions. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker, 1999. p, 285-313,

AMARANTE, C. V. T.; ERNANI, P. R.; SOUZA, A. G. Influência da calagem e da adubação fosfatada no acúmulo de nutrientes e crescimento da erva-de-são-joão *(Hypericum perforatum* L.). **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 25, n. 4, p. 533-537, 2007.

ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42. n. 6, p. 843-850, 2007.

BAPTISTA, J. G. **Geografia física do Piauí.** Teresina: COMEPI, 1981. 182 p.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: UFV, 1990. 330p**.**

BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Dados agrometeorológicos para o município de Teresina,** PI **(1980-2004).** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 36p.

BENNETT, W. (Ed.) **Nutrients deficiencies and toxicities in crop plants**: 2. ed. St. Paul: Minnesota APS Press, 1994. p 1-7.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de** *Eucalyptus grandis* **W. Hill ex Maid e** *Pinus elliottii var. elliottii* **– Engelm**. (RS) Santa Maria: URSM, 2007, 56f. (Dissertação de Mestrado).

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. 3. ed. Mossoró: Escola Superior Agrícola de Mossoró, 1976. p. 435-436 (Coleção Mossoroense, 42).

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas de espécies florestais.** Curitiba: UFPR-FUPEF, 1995. 451 p.

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

CHAVES, L. F. C.; BORGES, R. C. G.; NEVES, J. C. L.; REGAZZI, A. J. Crescimento de mudas de jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem.) em resposta a inoculação com fungos micorrízicos vezículo-arbusculares em diferentes níveis de fósforo no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19. n. 1, p. 32-49, 1995.

COSTA, M. G. **O sabiá (M*imosa caesalpiniifolia* Benth.)**. Areia: Universidade Federal da Paraíba. 1983. 16 p. (Boletim Técnico, 4).

COSTA FILHO, R. T. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: CONGRERSSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** p. 537-543.

COSTACURTA, C. R. C. **Efeito de doses de cálcio na produção de matéria seca e na nutrição mineral das plantas jovens de seringueira (*Hevea ssp*)**. 1996. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1996.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa**,** v. 21. n. 2, p.163-168, 1997.

DIAS, L. E.; ALVREZ, V. H. V.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* em resposta a calcário e fósforo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1. 1990, Campos do Jordão. **Anais...** p. 33-38.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H. V.; JUCKSCH, I. Formação de mudas de taxi-branco *(Esclerobium paniculatum* Voguel*)* em resposta a calcário e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 69-70, 1991.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; BRITO, J. O. Algarobeira: uma alternativa para preservar as espécies nativas do Nordeste semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE POTENCIALIDADE FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1., 1984, João Pessoa. **Anais...** p. 51-52.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro nacional de pesquisa de solo. **Manual de métodos de análise do solo.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FARIA, M. P. **Resposta de leguminosas arbóreas a fósforo e fungo micorrízico em latossolo vermelho-escuro da região Campos das Vertentes (MG)**. 1994, 128 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

FERNANDES, A. F.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. do. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesq. Agropec. bras.** Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FREITAS, B. M. **Potencial da caatinga para a produção de pólen e néctar para a exploração apícola**. 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 1-12, 1999.

GAHOONIA, T. S.; RAZA, S.; NIELSEN, N. E. Phosphorus depletion in the rhizosfere as influenced by soil moisture. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 213-218, 1994.

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

GOMES, K. C. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; SILVA, S. R. Influência da saturação por base e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco (*Anadenathera colubrina* (Vell.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 785-792, 2004.

GOMES, K. C. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; SILVA, S. R. Crescimento de mudas de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride) em resposta à calagem e ao fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 387-394, 2008.

GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; SILVA, M. A. D.; VANZOLINI, S. Efeito da temperatura sobre o potencial fisiológico de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) submetidas à debulha mecânica e ao desponte. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 108-109.

GONÇALVES, J. L.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SUELO CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 1996,

Águas de Lindóia. **Anais**... Águas de Lindóia: SLCS; SBCS; ESALQ/USP; SBM, 1996. [1]CD-ROM.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V. A. G. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.

HAIDAR, R. F. **Fitossociologia, diversidade e sua correlação com variáveis ambientais em florestas estacionais do bioma cerrado no planalto central e do Nordeste do Brasil**. 2008. 254 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2008.

HORST, W. J; KAMH, M; JIBRIN, J. M; CHUDE, V. O. Agronomic measurements for increasing P availability to crops. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 237, n. 2, p. 211-223, 2001.

JACOMINE, P. K. T. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos no estado do Piauí.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN. 1986. 728 p.

JENRICH, H. **Vegetação arbórea e arbustea nos altiplanos das chapadas do Piauí central.** Teresina: Ministério do Interior-DNOCS/Covênio Brasil-Alemanha, 1989. 90 p.

JESUS, R. M. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab.) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **IPEF**, Piracicaba, n. 37, p.13-19, 1987.

LEAL JÚNIOR, G.; SILVA, J. A. da; CAMPELLO, R. C. B. **Proposta de manejo florestal sustentado do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. Crato: IBAMA, 1999. 15 p. (Boletim técnico, 3).

LEDO, A. A. M. Observações ecológicas na Estação Experimental Florestal de Saltinho, Pernambuco, visando reflorestamento no nordeste. **Cadernos Ômega**, Recife, v. 4, n. 2, p. 197-206, 1980.

LIMA, H. N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo.** 1995. 53 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1995.

LIMA, J. L. S. de. **Plantas forrageiras das caatingas**: usos e potencialidades. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1996. 43 p

LIMA, J. P. C.; MELLO FILHO, J. A.; FREIRE, L. R. Absorção de nitrogênio para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, em fase de viveiro em três ambientes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 11-18, 2000.

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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 351 p.

MACKAY, A. D.; BARBER, S. Soil moisture effect on root growth and phosphorus uptake by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, p. 519-523, 1985.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496 p.

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

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.

MELLO, A. H.; KAMINSKI, J.; ANTONIOLLI, Z, I.; SANTOS, C. S.; SOUZA, E. L.; SCHIRMER, G. K.; GOULART, R. M. Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 321-327, 2008.

MENDES, B. V. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.): valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1989. 31 p. (Coleção Mossoroense Série B, 660).

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MISSIO, E. L.; NICOLOSO, F. T.; JUCOSKI, G. O.; SARTORI, L. Exigências nutricionais da grápia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho Distrófico Arênico: Efeito da adubação no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p.1051-1057, 2004.

NODARI, R. O. Características de mudas de *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake, submetidas a diferentes composições de substrato-fase de viveiro. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata, **Anais**... v. 2, p. 362-369.

NORONHA, P. R. G. **Caracterização de méis cearenses produzidos por abelhas africanizadas**: parâmetros químicos, composição botânica e colorimetria. 1997. 147 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1997.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds) **Relação-solo eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

OLIVEIRA, V. R.; DRUMOND, M. A. **Produção massal de sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) sem acúleos**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 1 p (Pesquisa em Andamento, 59).

PAULA, J. E. de. Exploração dos recursos naturais renováveis, conservação e preservação dos respectivos ecossistemas. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 56, p. 5-29, 1983.

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

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 665-693, 1999.

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

RAMOS, M. R. C. **Crescimento e nutrição mineral de mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia fosticata* L.) em função da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio**. 1999. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Lavras: Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

REIS, M. G. F.; LELES, P. S. S.; NEVES, J. C. L.; GARCIA, N. C. P. Exigências nutricionais de mudas de Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem. produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21. n. 4, p. 63-471, 1997.

RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. 1994. 62 f.

Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

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. 2071-2081, 1999.

RIZZINI,C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Editora Edgard Gomide Blucher, 1978. 118 p.

RIZZINI, C.T.; MORHS, W. B. **Botânica econômica brasileira.** São Paulo: EPU/EDUSP. 1976. 235 p.

SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; FACUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais estacional do norte de Minas Gerais, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33. n. 1, p. 135-144, 2007.

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

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. Adubação Mineral do Ipê-Rôxo (*Tababuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 216-270, 2006.

STURION, J. F. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.

Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 351 p.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993, p.105-136.

TIGRE C. B. **Estudos de silvicultura especializada do Nordeste**. Mossoró: Escola Superior Agrícola de Mosso, 1976. p. 176 (ESAM. Coleção Mossoroense, 41).

TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia.** 1991. 142 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; RENÓ, N. B.; FERNANDES, L. A.; RESENDE, A. V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 609-616, 1996.

VALERI, S. V.; PUERTA, R.; CRUZ, M. C. P. Efeitos do fósforo do solo no desenvolvimento inicial de *Genipa americana* L. **Scientia Florestalis,** Piracicaba, n. 64, p. 69-77, 2003.

VENTURIN, R. P.; BASTOS, A. R. R.; MENDONÇA, A. V. R.; CARVALHO, J. G. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myiracroduon urundeuva* Fr. All.). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 30-39, 2000.

APÊNDICE

TABELA 1A: Equações de regressão ajustadas para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF) área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) como variáveis dependentes (Y) das doses de P aplicadas (X), com e sem calagem, que responderam por 100% da produção máxima (PM) das variáveis e doses de P correspondentes. Teresina, PI. 2009.

	Variável	Equação	F	R^2	PM	Dose de P 100% PM (mg kg^{-1})
Sem Calagem	H (cm)	$Y=-0,0025x^2+0,4687x+4,422$	40,53**	0,9486	26,32	93,74
	D (mm)	$Y=-0,0002x^2+0,047x+1,4958$	42,23**	0,9427	4,27	117,50
	NF	$Y=-0,0013x^2+0,2111x+1,7966$	91,54**	0,9521	10,36	81,19
	AF (cm^2)	$Y=-0,1533x^2+24,8614x+4,8917$	24,80**	0,7931	1003,15	81,09
	MSPA (g)	$Y=-0,0004x^2+0,1021x+0,0713$	8,84**	0,9494	6,56	120,00
	MSSR (g)	$Y= -0,0002x^2+0,0509x+0,2459$	4,57*	0,9689	3,47	120,00
Com Calagem	H (cm)	$Y=-0,0015x^20,3024x+5,5994$	14,58**	0,8394	20,84	100,80
	D (cm)	$Y=-0,0001x^2+0,0336x+1,7123$	14,01**	0,9786	4,30	120,00
	NF	$Y=-0,0009x^2+0,1780x+2,6836$	51,96**	0,9081	11,49	98,89
	AF (cm^2)	$Y=-0,0903x^2+16,4463+89,805$	8,62**	0,7423	838,56	91,06
	MSPA (g)	$Y=-0,0003x^2+0,0812x+0,2681$	5,24*	0,9763	5,69	120,00
	MSSR (g)	$Y=-0,0003x^2+0,0615+0,2505$	12,72**	0,9855	3,40	102,50

TABELA 1B: Equações de regressão ajustadas para altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR), de plantas de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) como variáveis dependentes (Y) das doses de P aplicadas (X), com e sem calagem, que responderam por 100% da produção máxima (PM) das variáveis e doses de P correspondentes. Teresina, PI. 2009.

	Variável (y)	Equação	F	R^2	PM	Dose de P 100% PM (mg kg^{-1}
Sem Calagem	H (cm)	$-0,001x^2+0,232x+9,131$	12,84**	0,82	22,60	116,00
	D (mm)	$-0,0002x^{2+}+0,045x+1,309$	21,99**	0,78	3,84	112,50
	NF	$-0,0013x^2+0,211x+1,798$	91,54**	0,95	10,30	88,00
	AF (cm^2)	$-0,0491x^2+9,9768x+110,63$	17,20**	0,79	617,00	102,00
	MSPA (g)	$-0,0002x^2+0,0421x+0,6337$	22,72**	0,70	2,82	105,00
	MSR (g)	$-0,0003x^2+0,0382x+0,3426$	23,61**	0,68	1,56	64,00
Com Calagem	H (cm)	$-0,0018x²+0,2667x+13,707$	33,68**	0,77	23,60	74,10
	D (cm)	$-0,0003x^2+0,042x+2,368$	27,66**	0,96	3,83	70,00
	NF	$-0,001x^2+0,1778x+2,6843$	51,96**	0,91	10,60	89,00
	AF (cm^2)	$-0,0812x^2+11,924x+203,37$	46,98**	0,78	641,00	73,00
	MSPA (g)	$-0,0004x^2+0,058x+1,4194$	5,40*	0,84	3,51	72,00
	MSR (g)	$-0,0004x^2+0,0501x+0,64$	50,67**	0,91	2,20	63,00

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