

PAULO HENRIQUE DE SOUZA

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.), BICO-DE-PATO (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) E FEDEGOSO (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) EM RESPOSTA À CALAGEM.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

PAULO HENRIQUE DE SOUZA

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.), BICO-DE-PATO (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) E FEDEGOSO (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) EM RESPOSTA À CALAGEM.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2006.

Prof. Júlio César Lima Neves
(Conselheiro)

Prof. José Mauro Gomes
(Conselheiro)

Prof. Laércio Antônio Gonçalves
Jacovine

Prof. Herly Carlos Teixeira Dias

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Orientador)

Ao meu pai Tônico
Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença gloriosa em minha vida.

A minha esposa Silvia, pela sua compreensão e dedicação.

A amiga incomparável Ana Paula Santana Loures, pelas palavras de incentivo e pelo apoio financeiro no início deste trabalho.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva, pela orientação.

Aos professores Júlio César Lima Neves e José Mauro Gomes, Herly Carlos Teixeira Dias e Laécio Antônio Gonçalves Jacovine pelos aconselhamentos durante a realização deste trabalho.

Ao amigo Cláudio Mudado Silva, por sempre ter se colocado à disposição.

Aos amigos Aderlan e Marcinho, pela colaboração durante as análises estatísticas.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao projeto PRODETAB 130-02/01 pelo apoio financeiro.

Aos colegas do curso em Ciência Florestal, pela convivência agradável, em especial as amigas Lissandra e Elzimar.

A todos os funcionários do Viveiro, pela presteza e amizade, em especial ao Alex.

A todos os funcionários do Setor de Silvicultura do DEF, pela presteza e pela boa convivência, em especial ao Leacir.

A Valéria, funcionária do LCP, pela disposição do laboratório.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação do DEF, Ritinha e Frederico, pelo pronto atendimento.

E a todos que colaboraram de qualquer forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

PAULO HENRIQUE DE SOUZA, filho de Antonio de Souza e Maria Rita Lopes de Souza, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, no dia 20 de setembro de 1975.

Em março de 1996, ingressou na Universidade Federal de Viçosa como aluno do curso de Engenharia Florestal, graduando-se em maio de 2002.

Em julho de 2002, iniciou curso de aperfeiçoamento em Meio Ambiente com ênfase em tratamento de efluentes líquidos na Universidade Federal de Viçosa, realizando trabalhos de campo e laboratório em indústrias do setor florestal e setor químico até julho de 2003.

Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Silvicultura, defendendo tese em fevereiro de 2006.

INDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.EFEITOS DO ALUMÍNIO.....	3
2.2. A PRÁTICA DA CALAGEM	5
2.3. NECESSIDADE DE CALAGEM	7
2.4. RELAÇÃO CA:MG	9
2.5. A UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS	11
2.6. ESPÉCIES UTILIZADAS.....	13
2.6.1. Pau-jacaré - <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	13
2.6.2. Bico-de-pato - <i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.....	15
2.6.3. Fedegoso - <i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin et Barn.	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1.BICO DE PATO.....	22
4.2. PAU-JACARÉ	34
4.3.FEDEGOSO	45
5. CONCLUSÕES.....	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

RESUMO

SOUZA, Paulo Henrique, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006.
Crescimento e qualidade de mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.), bico-de-pato (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) irwin et Barn.) em resposta a calagem. Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Conselheiros: Júlio César Lima Neves e José Mauro Gomes.

Com o objetivo de se avaliar a influência da saturação por bases do solo e diferentes relações Ca:Mg do corretivo sobre o crescimento e qualidade das mudas de bico-de-pato, pau-jacaré e fedegoso, foram instalados dois experimentos em casa de vegetação. Os vasos de polietileno com capacidade para 2,1 dm³ de solo contendo uma planta cada um, foram dispostos em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Como substrato foram utilizados um Argissolo Vermelho Amarelo, um Latossolo Distrófico e um Latossolo Álico todos retirados abaixo da camada de 20 cm de profundidade, na região de Viçosa em Minas Gerais. Foram testados, além da saturação por bases original dos solos, mais três níveis de saturação por bases 50, 60 e 70% no argissolo-vermelho amarelo, 30, 50 e 70% no latossolo distrófico e 25, 45 e 65% no latossolo álico, utilizando CaCO₃ e MgCO₃, na relação estequiométrica 4:1. Para avaliar o efeito das diferentes relações Ca:Mg do corretivo na saturação por bases de 60% no argissolo, 50% no latossolo distrófico e 45% no latossolo álico, além da relação 4:1, foram ainda estabelecidas mais quatro relações estequiométricas: 1:0, 1:1, 2:1, 3:1. Para avaliar a qualidade das mudas produzidas, aos 120 dias após a semeadura, foram medidos o diâmetro do coleto e a altura da parte aérea de cada uma das plantas. Em seguida elas foram divididas em parte aérea e em raízes, para que fosse determinado o peso de matéria seca das partes bem como as relações entre os parâmetros morfológicos. Nas condições do

presente trabalho foi possível concluir que: para a produção de mudas de bico-de-pato a saturação por bases que apresentou os melhores resultados foi 60% no argissolo-vermelho-amarelo, 70% no latossolo distrófico e 40% na latossolo álico. A melhor relação Ca:Mg do corretivo para esta espécie no argissolo ou no latossolo álico foi 4:1 e no latossolo distrófico foi 2:1. Para o pau-jacaré em argissolo-vermelho-amarelo ou latossolo distrófico deve-se elevar a saturação por bases para próximo de 50% e em latossolo álico esta saturação deve estar próxima de 40%. Quanto a relação Ca:Mg do corretivo, a que forneceu as melhores mudas desta espécie foi 1:1 no argissolo, 4:1 no latossolo distrófico e 2:1 no latossolo álico. Para a produção de mudas de fedegoso em argissolo-vermelho-amarelo ou latossolo distrófico a saturação por bases indicada é 70% e em latossolo álico esta saturação deve ser elevada para 65%. Quanto á relação Ca:Mg do corretivo, para qualquer dos três solo, a recomendada para esta espécie é 3:1.

ABSTRACT

SOUZA, Paulo Henrique, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2006. **Growth and seedling quality of pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.), bico-de-pato (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) and fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) in liming response.** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Conselheiros: Júlio César Lima Neves and José Mauro Gomes.

Two experiments was carried out in a greenhouse house in order to evaluate the influence of soil bases saturation and different Ca:Mg corrective relations on growth and seedling quality of bico-de-pato, pau-jacaré and fedegoso. It was used polyethylene vases with capacity for 2,1 dm³ of soil with one plant each one and the experimental was a randomized complete blocks design with four replications. The soil used as substratum were a Argissolo and two Latossolos, all collected below 20 cm depth layer from the region of Viçosa, Minas Gerais. Besides the original saturation, three more levels of bases saturation were tested: argissolo, 50; 60; e 70%, Latossolo distrófico, 30; 50; e 70%; atssolo álico, 25; 45; e 65%, using CaCO₃ and MgCO₃ at a stoichiometric relationship 4:1. More four stoichiometric relation (1:0, 1:1, 2:1 and 3:1) were established in order to evaluate the effect of different Ca:Mg corrective relations on base saturation of 60% on Argissolo, 50% on Latssolo Distrófico and 45% on Latossolo álico. It was measured the stem base diameter and the height of aerial part of each one of the plants to evaluate the quality of the seedling produced, 120 days after the sowing. After that, they were divided in aerial part and roots, so that it could be determined the weight of dry substance of the parts and the relations between the morphologic parameters. It was possible to conclude that the bases saturation that has presented the best results for the production of bico-de-pato seedling were 60% on Argissolo, 70% on Latossolo distrófico and 40% on Latossolo álico. The best Ca:Mg corrective relation found on Argissolo or Latossolo álico for this

species was 4:1 and on Latssolo distrófico was 2:1. For the production of pau-jacaré seedling on Argissolo or Latossolo distrófico, the bases saturation should be raised to approximately 50% and on Latossolo álico this saturation should be approximately 40%. The Ca:Mg corrective relation that has presented the best pau-de-jacaré seedling production were 1:1 on Argissolo, 4:1 on Latossolo distrófico and 2:1 Latossolo álico. The bases saturation indicated for the fedegoso seedling production on Argissolo or Latssolo distrófico was 70% and on Latossolo álico this saturation should be raised to 65%. For any of the three type of soil, the Ca:Mg relation corrective recommended was 3:1.

1.INTRODUÇÃO

A grande maioria dos solos de Minas Gerais e, notadamente os da região de cerrado, que cada vez mais são utilizados, mesmo dotados de boas propriedades físicas, apresentam, em geral, características químicas inadequadas, tais como, elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e deficiência de nutrientes, especialmente Ca, Mg e P (CFSEMG, 1999), sendo estas as causas dos maiores prejuízos às plantas nesses solos (ALMEIDA et al., 1999).

A toxicidade de alumínio é, provavelmente, o fator limitante mais importante para as plantas em solos ácidos, sendo a toxidez provocada por íons hidrogênio H^+ problema somente em com pH menor que 4,2 (MANUAL..., 1998).

Nesses solos, as plantas têm pouco desenvolvimento de raízes, o que limita o aproveitamento da água e dos nutrientes adicionados pela adubação, levando à necessidade corrigir essa acidez (GODERT, 1995).

Correções de solo, seguidas de adubações com alta carga de fertilizantes, têm sido práticas comuns visando o aumento da produtividade das culturas, necessitando conhecer melhor a dinâmica dos nutrientes no solo e na planta, as exigências nutricionais da cultura e os fatores que afetam o equilíbrio dentro do complexo solo-planta (FERNANDES e CARVALHO, 2001).

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais com espécies nativas. O entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriados são fatores essenciais para a definição de uma adequada recomendação de fertilização, sendo normalmente a terra de subsolo o substrato mais utilizado, principalmente para enchimento de sacos plásticos (GONSALVES e BENEDETTI, 2000).

Essa terra utilizada nos viveiros, em geral, por apresentar baixo nível de

fertilidade natural e acidez elevada, é a que se encontra em maior disponibilidade, sendo as terras de maior fertilidade natural destinadas para as atividades de maior interesse pela sociedade, como a produção de alimentos, por exemplo. Nestes ambientes ou substratos, onde a quantidade de alumínio trocável é elevada e os teores de nutrientes como cálcio e magnésio são baixos, a omissão da calagem pode comprometer seriamente a produtividade das culturas, sendo esta considerada como uma prática essencial (CAMARGO et al., 1997).

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência de diferentes níveis de saturação por bases do substrato e diferentes relações Ca:Mg do corretivo no crescimento inicial de mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr), bico-de-pato (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Efeitos do alumínio

A expansão das áreas reflorestadas no Brasil, principalmente em solos sob vegetação de cerrado, encontra como problema a baixa fertilidade natural e a elevada acidez. A correção da acidez e a fertilização tornam-se, portanto, indispensáveis ao sucesso de qualquer cultura (SILVA e DEFELIPO, 1993).

A ocorrência de solos ácidos e/ou com baixos níveis de fertilidade são entraves que têm prejudicado a aquisição de nutrientes e dificultado o estabelecimento das mudas em condições de campo. Adicionalmente, a economicidade da calagem e a fertilização nestes solos têm revelado a conveniência de se racionalizar o uso de insumos, conforme as exigências nutricionais das culturas ou a magnitude das respostas das espécies (FURTINI NETO et al., 1999).

A existência de Al em níveis tóxicos abaixo da camada corrigida pode restringir o aprofundamento do sistema radicular, podendo limitar, assim, a camada de solo explorada pelas raízes. A água armazenada no subsolo torna-se inacessível, e as plantas ficam susceptíveis à deficiência hídrica em curtos períodos de estiagem. Essa situação tem sido considerada por muitos autores como a principal causa de redução da produtividade nas regiões de solos com acidez elevada, nos anos com veranicos (SILVA et al., 1984).

O alumínio trocável, importante componente da acidez potencial dos solos tropicais, exerce efeito tóxico sobre o crescimento das plantas, notadamente sobre o sistema radicular, reduzindo a absorção e translocação de cálcio e magnésio na planta e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (GAMA e KIEHL, 1999). O excesso de alumínio no solo pode ainda causar graves anomalias ao sistema radicular, modificando os

padrões de absorção dos nutrientes (SALVADOR et al., 2000).

Apesar dos efeitos provocados pelo alumínio no solo, algumas plantas apresentam capacidade de crescer e se desenvolverem sobre solos com elevada acidez. Diversos mecanismos bioquímicos têm sido propostos para explicar a tolerância das espécies à toxicidade do alumínio. Um desses mecanismos seria o da exclusão, que pode se concretizar pela exsudação radicular de moléculas quelantes (ácidos orgânicos, principalmente, os que complexam o alumínio), elevação do pH da rizosfera pelas raízes, baixa CTC das raízes, síntese de mucilagem no ápice radicular e síntese e exsudação de polipeptídeos. No caso de tolerância interna, são citados: a ação de polipeptídeos do citoplasma como moléculas quelantes, a existência de enzimas cuja atividade é prejudicada pelo alumínio do ambiente radicular por compartimentalização no vacúolo ABICHEQUER et al. (2003).

Dois mecanismos de tolerância ao alumínio trocável puderam ser comprovados por AMARAL et al. (2000), quando estudavam o potencial de resíduos de espécies vegetais em alterar a acidez do solo. Esses autores observaram que o resíduo da ervilha aumentou o pH do solo e diminuiu o alumínio trocável na camada de 0-3 cm de profundidade, atribuindo este fato a complexação do Al^{3+} pela matéria orgânica e ao aumento do pH junto às raízes.

Segundo MACHADO (1997), existe um grande número de observações experimentais indicando que a ação tóxica do alumínio é, por excelência, um fenômeno que ocorre no sistema radicular, que poderia ser sintetizado da seguinte maneira: as diminuições no alongamento do sistema radicular são os primeiros sintomas de toxicidade observáveis; a produção de biomassa radicular é normalmente mais sensível à toxicidade do Al que a produção de biomassa da parte aérea; uma correlação entre o suprimento de Al e seu acúmulo na parte aérea não pode ser generalizada para todas as plantas afetadas pelo metal.

Estudando o crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda, FURTINI NETO et al. (1999) encontraram diferentes respostas aos tratamentos para as características vegetativas avaliadas. De maneira geral, os tratamentos com alumínio (adição de 15,0 mmol_c de Al por dm³ de solo visando à elevação da saturação por alumínio) limitaram sensivelmente o desenvolvimento de todas as espécies, enquanto a calagem (calagem para pH= 6,0 pelo método da curva de incubação, fornecendo Ca e Mg na relação 4:1) favoreceu o crescimento em termos de altura, diâmetro e produção de biomassa. Estes dois tratamentos induziram amplas alterações nas condições originais de

acidez do solo, notadamente nas saturações por bases, saturação por alumínio e no pH.

Apesar dos vários trabalhos, os mecanismos fisiológicos dos efeitos da toxicidade do Al no crescimento da raiz não estão ainda totalmente elucidados (MACHADO, 1997). Necessitando de uma abordagem multidisciplinar, fato esse essencial para a elucidação dos vários aspectos envolvidos na sua fitotoxicidade, permitindo um melhor aproveitamento dos solos ricos nesse metal (ECHEART e MOLINA, 2001).

2.2. A prática da calagem

A acidez do solo é um dos fatores mais limitantes à produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Nos solos ácidos existem problemas de deficiência nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade de microorganismos. Para a incorporação desses solos ao processo produtivo é preciso o uso adequado de corretivos, como calcário, e adubação. A calagem é uma das práticas menos dispendiosas e efetivas na correção da acidez do solo, e no Brasil existem vastas reservas de calcário (FAGEIRA, 2001).

Geralmente, os solos ácidos apresentam teores de alumínio que podem ser fitotóxicos e baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis. Essas características, que são desfavoráveis ao desenvolvimento da maioria das culturas, podem ser corrigidas pela calagem (AMARAL et al., 2000).

Problemas de acidificação do solo podem ser corrigidos por calagem, num processo que neutraliza íons H^+ e Al^{3+} . Entretanto a aplicação de calcário na superfície não soluciona os problemas de acidez nas camadas inferiores do solo e a calagem a grandes profundidades geralmente não é possível por apresentar problemas técnicos e econômicos (Foy, 1984, citado por ECHEART e MOLINA, 2001).

A calagem aumenta os valores de pH, Ca, Mg, saturação por Ca e Mg, relação Ca:K, relação Ca:Mg e saturação por bases, e ainda e tem efeitos imediatos e diretos na diminuição do teor de alumínio trocável, na saturação por alumínio (FAGEIRA, 2001, GODERT, 1995). A aplicação de calcário pode reduzir os efeitos da acidez e melhorar as condições físicas e estimular a atividade microbiana no solo, aumentar a CTC e a disponibilidade de vários outros nutrientes e melhorar a fixação simbiótica de N pelas leguminosas (MANUAL..., 1998).

Em trabalho cujo objetivo era obter maiores conhecimentos da fase sólida do solo e os benefícios da aplicação superficial de calcário e de gesso agrícola no desenvolvimento das plantas, ERNANI et al. (2001), chegaram à conclusão que a incorporação dos

corretivos da acidez aos solos aumentou o pH e a concentração do cátion acompanhante na solução percolada, porém a aplicação sobre a superfície não afetou nenhum parâmetro químico da fase líquida, e alterou a composição química da fase sólida somente na camada superficial de 0-20 cm.

Com a aplicação de calcário ocorre o aumento do pH do solo e a conseqüente diminuição da disponibilidade de micronutrientes, com exceção do Mo e do Cl. Outro fator que também afeta a disponibilidade de nutrientes é a relação Ca:Mg no solo, a qual pode aumentar ou diminuir a absorção através dos processos de antagonismo, de inibição competitiva ou não, e do sinergismo de alguns elementos, entre eles B, Co, Fe, Mn e Zn (MALAVOLTA et al., 1997).

Dentre os fatores atuantes no crescimento e qualidade de mudas, a calagem se destaca por influenciar a absorção de vários outros nutrientes e suas respectivas concentrações nas plantas à medida que promove o aumento do pH. Pesquisas abordando pH x absorção de nutrientes enfatizam aspectos relativos às espécies calcícolas quanto ao desenvolvimento em solos ácidos onde a disponibilidade de Fe, Mn e Al é alta (BARBOSA et al., 1995).

A calagem é, então, prática fundamental para a melhoria do ambiente radicular das plantas e, talvez a condição primária para ganhos de produtividade nos solos. Já se afirmou por diversas vezes que a “subtilização” da calagem é um dos principais fatores de “ subprodutividade” de muitas culturas (CFSEMG, 1999).

Resposta negativa à calagem foi encontrada por REIS et al. (1997), quando foram considerados o diâmetro do coleto e a altura total das plantas de Jacarandá-da-Bahia, não sendo significativa para a produção de matéria seca. Segundo os mesmos autores, a quantidade de Ca contida no superfosfato triplo aplicado ao substrato pode ter sido suficiente para suprir as necessidades para o crescimento das mudas.

Na recomendação devem ser considerados aspectos técnicos e econômicos. A calagem apresenta curvas de resposta com incrementos decrescentes. Isto significa que acima de pH 5,5, 5,8, os retornos devidos à calagem, mesmo em culturas exigentes quanto a pH mais elevado, não são tão acentuados, embora ainda de grande validade, dado seu efeito residual. Em decorrência desse efeito, dois fatos devem ser considerados: primeiro é que a análise econômica não deve ser realizada com respostas de um ano para o outro, mas sim, de três a cinco anos, e o segundo é que o retorno do investimento com a calagem é acumulativo (CFSEMG, 1999).

2.3. Necessidade de calagem

A necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com a sua capacidade tampão e sua capacidade de troca de cátions. Solos mais tamponados necessitam de mais calcário para aumentar o seu pH do que solos menos tamponados. A capacidade tampão relaciona-se diretamente com os teores de argila e matéria orgânica no solo, assim como o tipo de argila (CFSEMG, 1999).

O magnésio é um elemento importante na nutrição de espécies vegetais, uma vez que o nutriente participa dos processos metabólicos essenciais às plantas (ALVES et al., 1996b). O requerimento de magnésio para o crescimento ótimo da planta, de modo geral, está na faixa de 0,15 a 0,35 % do peso de matéria seca da parte aérea. Os sintomas característicos da sua deficiência são clorose completa nas folhas mais velhas (MARSCHNER, 1995) leve clorose interneval com pontuações necróticas espalhadas pelo limbo (SILVEIRA et al., 2002).

Nas últimas décadas tem sido apresentado que a deficiência de magnésio tem aumentado em ecossistemas florestais na Europa Central, acentuado por outros fatores em particular poluição do ar e acidificação do solo. A anormalidade do crescimento de raiz sob deficiência de magnésio tem um impacto considerável na aquisição não só do magnésio, mas também de outros nutrientes e de água (MARSCHNER, 1995).

No caso do cálcio, o mesmo autor cita que este é um cátion bivalente relativamente grande, com um raio iônico hidratado de 0,412 mm. Na ausência de um suprimento externo deste elemento, a extensão radicular cessa dentro de poucas horas.

A concentração de cálcio nas plantas varia entre 0,1 e > 5,0% do peso de matéria seca dependendo das condições de crescimento, espécie e órgão da planta. O requerimento de cálcio para um ótimo crescimento é muito mais baixo nas monocotiledôneas do que nas dicotiledôneas (Loneragam et al., 1969, citados por MARSCHNER, 1995).

SILVEIRA et al. (2002) caracterizaram sintomas de deficiência de Ca em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* como, pequena anormalidade no crescimento das plantas, folhas novas deformadas e retorcidas e morte de gema apical.

O calcário é comercializado com base no peso do material, portanto na escolha do corretivo a ser aplicado deve-se levar em consideração o uso de critérios técnicos (qualidade do calcário) e econômicos, procurando maximizar os benefícios e minimizar os custos. Além disso, no que se refere à qualidade do calcário, devem-se considerar a capacidade de neutralizar a acidez do solo (poder de neutralização-PN), a reatividade do

material, que considera a natureza geológica e sua granulometria, e os teores de nutrientes, especialmente de Ca e de Mg. A legislação estabelece que um calcário deve apresentar valores mínimos de 67% para PN, e de 45% de poder relativo de neutralização total (PRNT) para comercialização (CFSEMG, 1999). No Brasil, as características, bem como a comercialização dos corretivos da acidez do solo, são rejeitadas pela portaria nº 03 de 12 de junho de 1986 da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária (PAULETTI, 1998).

Um dos fatores mais limitantes de um solo ácido é, geralmente, o seu baixo teor de Ca e, ou, Mg disponíveis. Assim a aplicação de calcário que contenha Mg terá, aliada ao seu efeito neutralizante da acidez, a adição de Mg, o que evidentemente não acontece quando se utiliza calcário calcítico. Entretanto, não se deve descartar o uso de calcário extremamente calcítico, pode-se utilizá-lo como corretivo e complementar a adubação com fertilizantes que contenham Mg, como sulfato de magnésio ou mesmo óxido de magnésio. Para certos tipos de solos e para atividade específicas (como plantio de árvores, pastagens tolerantes à acidez do solo), é importante prolongar o efeito residual da calagem. Para isto, o uso de calcários de granulometria mais elevada pode ser recomendável (CFSEMG, 1999).

Os critérios de recomendação de calagem são variáveis segundo os objetivos e princípios analíticos envolvidos, e o próprio conceito de necessidade de calagem irá depender do objetivo desta prática. Assim a necessidade de calagem é a quantidade de corretivo necessária para diminuir a acidez do solo, de uma condição inicial até o nível desejado. Ou é a dose de corretivo necessária para se atingir a máxima eficiência econômica, o que significa ter definida a quantidade de Ca e de Mg disponíveis no solo e condições adequadas de pH para boa disponibilidade dos nutrientes em geral (CFSEMG, 1999).

De acordo com CFSEMG (1999), em Minas Gerais são recomendados dois métodos para se estimar a necessidade de calagem: um é o método da neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg e o outro é o método da saturação por bases.

No método da neutralização do Al e da elevação dos teores de Ca + Mg, segundo CFSEMG (1999), consideram-se ao mesmo tempo características do solo e das culturas. Procura-se por um lado, corrigir a acidez do solo e para isto leva-se em conta a susceptibilidade, ou, a tolerância da cultura a elevada acidez trocável e a capacidade tampão do solo e, por outro lado, se quer elevar a disponibilidade de Ca e de Mg de acordo com as exigências das culturas por estes nutrientes.

Segundo CFSEMG (1999), o método da saturação por bases considera a relação

existente entre o pH e a saturação por bases. Quando se quer com a calagem, atingir um definido valor de saturação por bases, o que se pretende, é na verdade, corrigir a acidez do solo até definido valor de pH, considerando adequado a certa cultura. Para utilizar este método, devem-se determinar os teores de Ca, Mg e K trocáveis e, em alguns casos, de Na trocável, além de determinar a acidez potencial (H + Al).

O excesso de calcário, em solos de textura arenosa, pode levar a condições excessivamente básicas e a sérios problemas, como as deficiências de ferro, manganês, zinco e cobre. Por outro lado, as quantidades de calcário que poderiam causar problemas às culturas em solos arenosos poderiam não ser suficiente para elevar o pH ao nível desejado nos solos argilosos ou orgânicos (MANUAL..., 1998).

2.4. Relação Ca:Mg

A relação Ca:Mg do corretivo, em alguns casos, é mais importante do que a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo. A relação ideal sofre alterações de acordo com o solo e com a espécie a ser plantada, sendo algumas espécies mais exigentes em relações estreitas e outras tolerando corretivos com relações Ca:Mg mais amplas. Uma relação comumente recomendada e disponível no mercado é a de 3:1 ou a de 4:1 mols de Ca:Mg. Frequentemente o calcário rico em magnésio chega ao comércio a preços mais elevados do que o calcário calcítico (CFSEMG, 1999).

VENTURIN et al. (2000), pesquisando sobre a espécie aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), concluíram que a relação Ca:Mg influenciou o desenvolvimento e nutrição destas plantas, entretanto, não se obteve um comportamento coerente que indicasse a tendência de resposta das plantas ao aumento ou redução da relação Ca:Mg. E ainda, que para esta espécie, o uso de um calcário calcítico aliado a uma fonte de magnésio solúvel é mais efetiva que o uso de um calcário dolomítico.

A quantidade de corretivo aplicada tem efeitos diretos na dinâmica de absorção de micronutrientes. MOREIRA et al. (2000) comprovaram em experimentação de campo que para a cultura da alfafa, o aumento da dose do corretivo diminuiu significativamente os teores de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca. A elevação da concentração de Ca no corretivo até a maior dose aplicada (7.800 Kg/ha) não afetou a absorção de Cu. O aumento da dose de calcário e a manutenção dos micronutrientes em níveis adequados elevam significativamente a produção de matéria seca para esta cultura.

Muitos são os estudos caracterizando a importância do equilíbrio entre os nutrientes no meio para a nutrição das plantas, constatando muitas vezes um efeito

antagônico entre os mesmos. Assim, desequilíbrios entre suas concentrações provocam influências recíprocas na disponibilidade, absorção e translocação na planta. A interação de potássio com o Ca, o Mg e com a maioria dos macro e micronutrientes é bastante conhecida. Essas interações podem restringir ou aumentar a absorção, transporte e utilização dos nutrientes (FERNANDES e CARVALHO, 2001).

A literatura tem ressaltado a competição entre íons durante a sua absorção. Isto é especialmente verdade quando se trata da relação existente entre o Ca e o Mg e entre esses dois e o K. SCHMIDT (1995) afirma que para diversas culturas, com exceção do eucalipto, a relação Ca:Mg bem como a interferência desses dois elementos com o potássio exerce grande influência no desenvolvimento das plantas.

No caso do milho, o aumento dos teores de K no solo resultam em queda na concentração de Ca e de Mg na matéria seca, e que a elevação da saturação por bases e respectivo aumento dos teores de Ca e Mg no solo reduzem a absorção de K (ANDREOTTI et al., 2000).

VENTURIN et al. (1996) encontraram para plântulas de *Copaifera longsdorffii* (óleo copaíba), maior teor de K nos tratamentos com omissão de Ca e de Mg, atribuindo este fato, provavelmente, a ausência do mecanismo de inibição entre os nutrientes e o K, favorecendo sua absorção. As plantas sob omissão de K tiveram favorecida a absorção de Mg, possivelmente, devido a não ocorrência do mecanismo antagônico entre sua absorção e a de Mg.

O teor de Mg na parte aérea das plantas de jatobá foi aumentado nos tratamentos sob omissão de Ca e K, possivelmente devido à redução do efeito competitivo entre estes e o Mg (DUBOC et al, 1996). A deficiência de Mg induzida por excesso de K tem sido constatada ou pelo menos sugerida em solos ácidos onde a cultura da seringueira, por suas exigências nutricionais, recebe doses pesadas de adubos potássicos (ALVES et al., 1996a).

Carniel et al. (1993) citados por VENTURIN et al. (1996), encontraram para o fedegoso (*Senna macranthera*) juntamente com o *Peltophorium dubium* (angico amarelo), baixo requerimento de K e Mg, e ainda, que a omissão de Ca não afetou os teores foliares podendo indicar um baixo requerimento para este nutriente.

FERNANDES e CARVALHO (2001), concluíram que para a pupunheira (*Bactris gasipaes*), a relação K/Ca influenciou o crescimento das mudas, sendo que na ausência de Na, a substituição de 50% do K por Ca resultou numa redução do crescimento das mudas desta espécie. Os mesmos autores ainda observaram sintomas de deficiência de K nas plantas quando a relação K/Ca era de 0,3/3,0 e 1,0/2,5 mol/L.

As maiores concentrações de Ca em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* foram encontradas por SILVEIRA et al. (2002) quando o potássio foi omitido da solução nutritiva. Esta ausência de potássio também proporcionou um aumento no teor de magnésio nas folhas destes clones.

2.5. A utilização de leguminosas

Caracterizadas por serem espécies pioneiras e agressivas, com elevada produção de biomassa e ocorrência em diferentes condições climáticas, as leguminosas arbóreas têm apresentado significativo destaque nos estudos de recuperação de solos degradados (BALIEIRO et al., 2001).

A utilização de leguminosas arbóreas em programas de recuperação de áreas degradadas é uma técnica que tem apresentado bons resultados. No entanto, para a maioria das espécies de leguminosas arbóreas com potencial para a recuperação de áreas degradadas, desconhecem-se as exigências nutricionais. Este fato conduz à adoção de adubações padronizadas, desconsiderando as exigências nutricionais de cada espécie, não permitindo, desta forma, que se obtenha o potencial máximo de crescimento e a otimização de insumos (FERNÁNDEZ et al., 1996).

O conhecimento científico sobre as florestas brasileiras iniciou-se pelas espécies exóticas, principalmente as do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Estudos recentes dão ênfase às florestas nativas pela sua importância no contexto da produção da madeira e na conservação ambiental (VENTURIN et al., 1996).

A crescente demanda de tecnologia para a exploração do potencial de essências nativas, exige informações sobre a silvicultura das espécies nos diversos campos do conhecimento e, dentre eles, o da nutrição mineral (FURTINI NETO et al., 1999). Comumente utilizada na recuperação de áreas degradadas e em plantios comerciais, tem-se verificado que um dos principais problemas para o plantio de espécies florestais nativas é a falta de informações no que se refere as exigências nutricionais e sensibilidade a diferentes condições de estresse químico ou físico (MANN et al., 1996).

É importante ressaltar que características das espécies, como seu grau de tolerância às condições de acidez do solo, devem ser consideradas nos programas de revegetação, buscando otimizar o uso de insumos (MANN et al., 1996).

Dentre os componentes de um ecossistema terrestre, a vegetação ocupa posição de destaque, por proteger o solo através do retardamento do escoamento superficial da água de chuva, retenção temporária e absorção parcial de água na serapilheira, minimizar os

impactos diretos das chuvas, diminuindo e impedindo o processo erosivo, além de ser responsável pela ciclagem de nutrientes e pelo aporte de matéria orgânica (SILVA JUNIOR e MARTINS, 2000).

As pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade natural podem beneficiar-se da associação com árvores, principalmente leguminosas que se associam com bactérias fixadoras de N₂, entre outros fatores, por causa da adição de fitomassa mais rica em N e outros nutrientes (Carvalho et al., 1994, citados por CARVALHO et al., 1999).

Segundo CARVALHO et al. (1999), diversas espécies arbóreas nativas possuem características favoráveis para associação com pastagens. No entanto, observa-se que geralmente essas espécies ocorrem em baixa densidade nas pastagens, de modo geral, para que o efeito torne-se significativo, há necessidade de se fazer uma reposição natural ou plantio.

Atualmente, esforços estão centrados na identificação de novas espécies de leguminosas com potencial de uso em reflorestamento de áreas degradadas nas diversas regiões do país. Outros esforços vêm sendo realizados para desenvolver sistemas agroflorestais para a recuperação de pastagens degradadas através da introdução de leguminosas arbóreas como fonte de nitrogênio para os policultivos associados, além de fornecerem produtos como lenha, forragem, sementes, moirões, pasto apícola, etc.

A simbiose com rizóbio não é uma característica inerente a todas as espécies da família Leguminosae. A capacidade de nodular, ou seja, de formar simbiose com bactérias fixadoras de N₂ denominadas vulgarmente de rizóbio (gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Mesorhizobium*), é mais freqüente em Mimosoideae e Papilionoideae e pouco freqüente nas Caesalpinoideae. Além disso, fatores químicos, físicos e biológicos do solo podem limitar a nodulação de espécies capazes de formar esta simbiose. Esta associação pode viabilizar os reflorestamentos e minimizar os possíveis impactos ambientais decorrentes da utilização de adubos nitrogenados (BARBERI et al., 1998).

Piptadenia gonoacantha, *Machaerium nictitans* e *Senna macranthera* são espécies de leguminosas, portanto apropriadas para recuperação de áreas degradadas. Entretanto, BARBERI et al. (1998) pesquisando a presença de nódulos em 37 espécies de leguminosas cultivadas em dois viveiros no Sul de Minas Gerais, encontraram nódulos para o pau-jacaré e para o bico-de-pato, porém somente o bico-de-pato apresentava nódulos com atividade da nitrogenase, enzima responsável pela fixação de N₂. Já para o fedegoso, os autores não observaram presença de nódulos.

A fixação simbiótica de nitrogênio pelas leguminosas é severamente reduzida em condições de acidez elevada do solo. A relação simbiótica requer uma amplitude de pH mais estreita para o crescimento ótimo das plantas do que no caso de plantas não fixadoras de nitrogênio. Por exemplo, a bactéria simbiótica da soja é mais eficiente em pH variando entre 6,0 e 6,2, e da alfafa, em pH 6,8 a 7,0 (MANUAL..., 1998).

Grande parte das informações nutricionais durante a fase de mudas podem ser extrapoladas para a fase de crescimento em campo. A falta de conhecimento dessas informações leva à necessidade de realização de ensaios, no qual grande número de espécies são confrontadas quanto a sua capacidade de crescimento no substrato (FERNÁNDEZ et al., 1996).

2.6. Espécies utilizadas

2.6.1. Pau-jacaré - *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.

Segundo LORENZI (1992), pau-jacaré, jacaré, angico-branco (SP), monjoleiro, monjolo, icarapé (BA), casco-de-jacaré, são nomes comuns dessa espécie. Apresenta como sinonímia botânica *Acacia gonoacantha* (Mart.), *Piptadenia communis* (Benth.) e *Pityrocarpa gonoacantha* (Mart.) Brenan, pertencendo a família fabaceae.

Piptadenia gonoacantha é uma espécie que ocorre em matas de galeria do Distrito Federal, sendo, em relação ao estágio sucessional, classificada como pioneira a secundária inicial. Ocorre naturalmente nos Estados da BA (Chapada Diamantina e sul), MG, ES, MS, RJ (sul), PR (leste e norte), SC (leste), e em todo Estado de SP. Ocorre naturalmente em solos muito variados, ou seja, desde os de baixa fertilidade natural, fracos e pedregosos até os considerados férteis. Em plantios experimentais, tem crescido melhor em solos de nível de fertilidade química média a elevada, bem drenados e com textura franca a argilosa (CARVALHO, 1994).

Árvore caducifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e de 20 a 50 cm de DAP, podendo atingir até 30 m de altura e 90 cm de DAP. Tronco normalmente tortuoso, com cristas aculeadas, características, por toda sua extensão. Fuste normalmente curto, ou com multitrancos, quando isolado, na floresta atinge até 8 m de comprimento. Ramificação do tipo cimoso, dicotômica; copa irregular e estreita, com acúleos nos ramos finos. A sua casca possui uma espessura de até 5 mm com cristas lineares longitudinais interligadas por outras menores transversais, lembrando às vezes o couro do jacaré, motivo pelo qual leva o nome popular. Na casca também estão presentes os acúleos, em maior ou menor

quantidade, de até 2 cm de comprimento. A casca externa é áspera nas árvores jovens tornando-se rugosa ou fissurada com o envelhecimento. A casca interna é amarelada. As folhas são recompostas, paripenadas, com até 15 pares de folíolos, pecíolo canaliculado. O fruto desta espécie é deiscente, coreáceo, seco, plano, com margem reta, parda, com 8 a 15 cm de comprimento e 1,7 a 2,5 cm de largura, com 4 a 10 sementes (LORENZI, 1992).

A semente é parda-amarelada, plana, lisa, ovalada, sem endosperma, não alada, medindo em média 9 mm de comprimento por 8 mm de largura (CARVALHO, 1994). As suas sementes devem ser postas para germinar sem nenhum tratamento, em recipientes individuais ou em canteiros contendo substrato areno-argiloso mantidos em ambiente semi-sombreado. A emergência ocorre em 5-10 dias após a semeadura e a germinação é abundante. O desenvolvimento das mudas é rápido, ficando prontas para o plantio no campo entre 3 e 4 meses. As plantas no campo apresentam rápido desenvolvimento, atingindo facilmente 5 m aos dois anos de idade. As flores são de grande valor melífero. Como planta pioneira de rápido crescimento, é indispensável nos reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992).

Esta espécie apresenta até 98% de facultade germinativa. O seu tempo mínimo de permanência no viveiro deve ser de 120 dias. Apresenta associação com *Bradyrhizobium*, formando nódulos que apresentam atividade da enzima nitrogenase. Em decorrência da baixa percentagem de sobrevivência verificada em plantios, recomenda-se a sua inoculação em viveiro, com estirpes específicas de *Bradyrhizobium*. Apresenta sistema radicial profundo, o que permite obter água e nutrientes nos mais diversos horizontes de solo, explica-se aí a sua grande capacidade de viver em terras fracas. Em solos férteis (Latosolo roxo eutrófico) em Santa Helena-PR, observou-se sistema radicial superficial, com muitas árvores tombadas (CARVALHO, 1994).

A madeira de *Piptadenia gonoacantha* é de baixa resistência e altamente susceptível ao ataque de térmitas (TREVISAN et al., 2003). A madeira serrada presta-se muito bem para acabamentos internos, armação de móveis, miolo de portas, painéis, confecção de brinquedos e embalagens. É uma das melhores madeiras para lenha e carvão (CORRÊA, 1984; LORENZI, 1992).

O Pau-jacaré tem crescimento rápido (CORRÊA, 1984), atingindo até 25m³/ha.ano aos 8 anos. Prevê-se uma rotação de 6-7 anos para lenha e carvão e de 15 anos para madeira. Espécie heliófila, porém tolera sombra parcial. Como método de regeneração, o plantio puro a pleno sol é recomendado, podendo ser associado com outras

espécies do mesmo padrão de crescimento. O plantio pode ainda ser efetuado para proteção de espécies nativas secundárias. A espécie pode ser utilizada em sistemas silviagrícolas e para sombreamento de cafezais (CARVALHO, 1994).

Em trabalho realizado para verificar a quantidade de tanino condensado de algumas espécies do cerrado mineiro, TRUGILHO et al. (1997), encontraram para o pau-jacaré, juntamente com o angico-vermelho e a goiabeira, os maiores valores desse produto, sendo estas as espécies com maior potencial de uso comercial da casca para a produção de taninos condensados.

2.6.2. Bico-de-pato - *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth

Apresenta como nomes comuns o bico-de-pato, cauví, gaximbé, jacarandá-de-espinho. Árvore geralmente grande, extremamente variável de acordo com o ambiente em que vive, pertencendo à família leguminosae papilionoideae (CORRÊA, 1984).

Segundo LORENZI (1992), esta é uma espécie que apresenta uma altura entre 8 e 18 m, com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro. Folhas compostas imparipenadas, estipuladas (as estípulas se transformam em espinhos), com 11 a 35 folíolos pubescentes na página inferior, ocorrendo nos Estados da BA, ES, SP e MG até o RS. A árvore fornece ótima sombra e pode ser empregada no paisagismo. Como planta pioneira adaptada à luz direta é muito rústica, sendo ótima para plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente. Suas flores são perfumadas e melíferas.

Floresce nos meses de fevereiro até maio, sendo que a maturação dos frutos ocorre a partir de meados de setembro até outubro. Os frutos devem ser colhidos quando iniciarem a abertura espontânea e liberação das sementes. Um quilograma de semente contém cerca de 5.200 unidades. O bico-de-pato é uma planta semidecídua, heliófita, pioneira indiferente às condições físicas do solo. Vegeta tanto nas encostas como nas baixadas úmidas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, estas quando em condições de armazenamento, perdem sua viabilidade em no máximo 6 meses. Sua madeira é moderadamente pesada, elástica, muito resistente, moderadamente durável quando em ambiente seco. A madeira é própria para a confecção de cangas de bois, varais e cabos de ferramentas (LORENZI,1992), e muito resistente, sendo usada para o preparo de cabos de alfanges (CORRÊA, 1984).

Para a produção das mudas, LORENZI (1992) explica que as sementes podem ser colocadas em recipientes individuais contendo substrato organo-argiloso, cobertas com uma camada de 0,5 cm de substrato peneirado e irrigadas duas vezes por dia. A emergência

ocorre entre 10 e 20 dias após a sementeira e a germinação normalmente é baixa. O desenvolvimento das mudas é rápido, ficando prontas para o plantio definitivo entre 5 e 6 meses. O desenvolvimento das plantas em campo é considerado apenas moderado, alcançando 2,5 m aos 2 anos.

2.6.3. Fedegoso - *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.

Esta espécie tem como nomes populares manduirana, pau-fava, aleluia, cabo-verde, fedegoso, mamangá, ibixuna, tararaçu, apresenta como sinônimos *Cassia macranthera* DC. Ex Collad., *Cassia speciosa* Schrad e pertence à família leguminosaceae-caesalpinoideae (LORENZI, 1992).

O fedegoso em suas características morfológicas apresenta uma altura entre 6 e 8 metros, com tronco de 20-30 cm de diâmetro. Folhas compostas de 2 pares de folíolos opostos. Ela ocorre do Ceará até São Paulo e Minas Gerais, na floresta semidecídua de altitude. Sua madeira é leve, macia, de baixa durabilidade quando em ambiente desfavorável. Sua utilidade se restringe a usos internos, caixotaria, confecção de brinquedos e lenha. A árvore é extremamente ornamental quando em flor, podendo ser usado com sucesso no paisagismo em geral. Pelas características de espécie pioneira e de rápido crescimento, é ideal para a composição de plantios em áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992). Árvore grande e muito frondosa com flores de cor laranja (CORRÊA, 1984).

As informações ecológicas são de que esta é uma planta semidecídua ou decídua durante o inverno, heliófita, pioneira, indiferente às características físicas do solo, é muito freqüente em formações secundárias de regiões de altitude. Rara no interior da floresta primária densa e produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. Floresce de maneira exuberante durante vários meses do ano (dezembro-abril). A maturação de frutos ocorre nos meses de julho e agosto. Para a obtenção de sementes seus frutos devem ser colhidos diretamente da árvore antes de iniciarem a queda espontânea, ou no chão logo após a sua queda. Em seguida eles devem ser deixados ao sol para facilitar a sua secagem e a liberação manual das sementes. Um quilograma contém aproximadamente 27.600 sementes e sua viabilidade em armazenamento é geralmente curta (LORENZI, 1992).

Na produção das mudas as sementes devem ser escarificadas mecanicamente e sementeiras em substrato organo-argiloso. A emergência ocorre entre 10 e 30 dias após a sementeira, sendo possível o plantio das mudas em local definitivo entre 4 e 5 meses após a germinação das sementes. O desenvolvimento das plantas no campo é rápido, atingido

facilmente 3,5m aos 2 anos de idade (LORENZI, 1992).

A germinação de sementes de fedegoso ocorre por expansão do eixo embrionário pela embebição, não necessitando da mobilização de reservas armazenadas, como amido ou oligossacarídeos e com o aumento de açúcares redutores presentes no eixo embrionário (BORGES et al., 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, em Viçosa-MG, no período de novembro de 2004 a junho de 2005.

Na composição do substrato foram utilizadas amostras de três diferentes solos, um Argissolo Vermelho-Amarelo, um Latossolo Distrófico e um Latossolo Álico, todos provenientes de áreas próximas à Viçosa, retiradas da camada abaixo de 20 cm de profundidade, cujas características químicas podem ser observadas nas Tabela 1.

Os solos foram posteriormente levados para o viveiro de pesquisas, secos ao ar e peneirados em malha de 5mm, depois de secos foram pesadas porções de 2,1 Kg de solo e colocadas em sacos plásticos sobre a bancada da casa de vegetação.

Com a finalidade de se estabelecer diferentes valores de saturação por bases, foram utilizadas proporções variadas de CaCO_3 e MgCO_3 na relação estequiométrica 4:1 (Tabela 2), segundo o método da saturação por bases, utilizando-se para cálculo a seguinte fórmula:

$$\text{NC (t/ha)} = (\text{V}_E - \text{V}_A) \text{T}/100$$

Onde:

NC = Necessidade de calagem em toneladas por hectare;

V_E = Saturação por bases desejada, em %;

V_A = Saturação por bases atual do solo, conforme análise, em %;

T = Capacidade de troca catiônica a pH 7,0.

TABELA 1: Análise química das amostras de solo utilizadas nos experimentos

Solo	pH (H ₂ O)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
		mg/dm ³			----- cmol _c /dm ³ -----				---- % ----		mg/L		
Argissolo Vermelho amarelo	5,64	1,5	16	1,74	0,17	0,00	3,00	1,95	0,33	4,95	39,4	0,0	22,7
Latosolo distrófico	5,40	2,5	26	0,17	0,09	0,00	2,00	0,33	1,95	2,33	14,2	0,0	8,7
Latosolo álico	4,73	0,9	10	0,14	0,03	1,20	5,30	0,20	1,40	5,50	3,6	85,7	13,4

pH em água - Relação 1: 2,5

P e K - Extrator Mehlich 1

Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - Extrator: KCl 1 mol/L

H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0

SB = Soma de Bases Trocáveis

(t) = Capacidade de troca catiônica efetiva

(T) = Capacidade de troca catiônica a pH 7,0

V = índice de saturação por bases

m = índice de saturação por alumínio

P-rem = Fósforo remanescente.

E ainda, com o objetivo de se verificar a influência da relação Ca:Mg do corretivo foi também realizado um experimento paralelo, estabelecendo-se as relações estequiométricas, 4:1, 3:1, 2:1, 1:1 e 1:0 na saturação esperada de 60% para o Argissolo Vermelho-Amarelo, 50% para o Latossolo Distrófico e 45% para o Latossolo Álico. Após a incorporação da mistura corretiva ao solo, seguiu-se a incubação do substrato por um período de 30 dias, com o teor de umidade mantido próximo da capacidade de campo.

TABELA 2: Valores de saturação por bases originais das amostras de solo e tratamentos aplicados.

Substrato	Original	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
V (%)				
Argissolo-Vermelho-amarelo	39,40	50	60	70
Latossolo distrófico	14,20	30	50	70
Latossolo álico	3,60	25	45	65

A adubação de base foi efetuada após o período de incubação e dois dias antes da semeadura, consistindo na aplicação de 300 mg/dm³ de P, 100 mg/dm³ de K, 40 mg/dm³ de S e 100 mg/dm³ de N, usando-se como fontes o NaH₂PO₄.H₂O, KH₂PO₄, K₂SO₄, e NH₄NO₃ conforme sugerido por PASSOS (1994). Foi aplicada também como adubação de base, solução de micronutrientes nas seguintes doses: 0,81 mg/dm³ de B, 1,33 mg/dm³ de Cu, 0,15 mg/dm³ de Mo, 3,66 mg/dm³ de Mn e 4,0 mg/dm³ de Zn, com as seguintes fontes, respectivamente: H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, MnCl₂.H₂O e ZnSO₄.7H₂O de acordo com ALVAREZ (1974).

Como adubação de cobertura foram aplicados 20 mg/dm³ de N aos trinta e sessenta dias após a germinação das sementes, usando como fonte NH₄NO₃. Aos noventa dias, além do N, foram aplicados também 55,8 mg/dm³ de K, utilizando-se como fonte o KNO₃, de acordo com GARCIA (1986).

As espécies utilizadas no experimento foram pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) (Mart.) Macbr, bico-de-pato (*Machaerium nictitans*) (Vell.) Benth e fedegoso (*Senna macranthera*) (Collad.) Irwin et Barn.).

As sementes de fedegoso foram adquiridas no Setor de Silvicultura do DEF/UFV e as sementes de bico-de-pato e pau-jacaré no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pela disposição de estirpes selecionadas de *Bradyrizobium* no Centro Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo da EMBRAPA de Seropédica-RJ, somente as sementes de pau-jacaré

foram inoculadas.

Para a produção das mudas, cada vaso plástico recebeu 10 sementes. Aos 15 dias após a emergência das plântulas foi efetuado um primeiro raleio, deixando-se duas plantas por vaso, e aos 30 dias um segundo raleio foi realizado, deixando-se apenas uma planta por vaso.

Aos 120 dias após a semeadura foram medidos a altura (H) e o diâmetro do coleto (DC) de todas as plantas. A altura foi medida com uma régua de precisão de 0,1 cm e para a medição do diâmetro do coleto utilizou-se um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. As plantas foram então divididas em parte aérea e em raízes, lavadas em água destilada, colocadas em sacos de papel pardo e postas a secar em estufa a 65 °C por 72 horas com circulação de ar forçada. Após secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01g para determinação das características peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e peso de matéria seca das raízes (PMSR).

Na determinação da qualidade das mudas, foram avaliadas, além das características mencionadas anteriormente, o peso de matéria seca total (PMST), e as relações entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC), altura da parte aérea e o peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), segundo metodologia utilizada por GOMES (2001), onde $IQD = PMST / (H/DC + PMSPA/PMSR)$.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições, sendo cada vaso considerado como uma unidade experimental. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão. A escolha do melhor modelo foi feita com base no coeficiente de determinação a 5% de probabilidade, a partir do teste “t” de Student, utilizando-se o programa SAS (Sistema Para Análises Estatística).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Bico de pato

O tratamento que não recebeu a mistura corretiva apresentou as menores médias para todas as características avaliadas nos três substratos utilizados. No argissolo os maiores valores para todas as características avaliadas ocorreram na saturação por bases de 60% e no latossolo álico quando estava próxima de 40% (Tabela 3).

Estes resultados estão de acordo com as observações de SCHMIDTD (1995), em que a calagem afetou diretamente a relação entre altura e matéria seca, tendo em vista que esta promoveu maiores crescimentos na altura das mudas de *E. camaldulensis*. Segundo CFSEMG (1999), a calagem além de corrigir a acidez do solo, estimula a atividade microbiana, melhora a fixação de N₂ pelas leguminosas e, ainda, aumenta a disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas.

Os valores médios de altura foram inferiores aos encontrados por BERNARDINO (2004) para angico vermelho aos 100 dias após a semeadura e superiores aos observados por GOMES et al. (2004) para angico branco aos 170 dias após a semeadura, sendo que os valores de diâmetro do coleto foram semelhantes aos encontrados por estes pesquisadores (Tabelas 3 e 4). GOMES (2001) ressalta que para os resultados serem semelhantes, tanto as espécies quanto os métodos de produção de mudas e as técnicas de viveiros utilizadas deverão ser observados.

TABELA 3: Médias de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR), e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de bico-de-pato em resposta à elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	Saturação (%)	Altura (cm)	DC (mm)	PMSPA	PMSR	PMST
				(g)		
Argissolo	39,4	32,38	4,76	4,38	1,01	5,39
	50	37,50	5,32	5,04	1,29	6,33
	60	45,50	5,94	8,22	2,22	10,44
	70	34,38	5,16	4,84	1,73	6,57
Latossolo distrófico	14,2	10,25	3,06	0,67	0,23	0,90
	30	26,00	3,66	1,22	0,65	1,87
	50	19,75	4,31	1,18	0,67	1,85
	70	20,13	3,81	2,06	0,78	2,84
Latossolo álico	3,6	13,50	3,51	1,09	0,28	1,37
	25	40,00	5,02	4,99	1,48	6,47
	45	32,88	5,28	4,86	1,40	6,26
	65	24,75	3,99	3,33	0,89	4,22

Analisando-se a tabela 4 pode-se verificar que as características peso de matéria seca das raízes e índice de qualidade de Dickson no latossolo distrófico, atingiram os pontos de máximo na maior saturação por bases testada (70%). Quando o substrato utilizado foi o argissolo verifica-se que a relação entre a altura da parte aérea e o peso de matéria seca da parte aérea, obteve os menores valores na saturação por bases de 60%. Quanto maior o índice de qualidade de Dickson, e quanto menor a relação entre a altura da parte aérea e seu respectivo peso, melhor será a qualidade da muda produzida.

TABELA 4: Médias das relações entre as características altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de bico-de-pato em resposta da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Saturação (%)	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	39,4	6,80	7,39	4,34	0,48
	50	7,05	7,44	3,91	0,58
	60	7,66	5,54	3,70	0,92
	70	6,66	7,10	2,80	0,69
Latossolo distrófico	14,2	3,35	15,30	2,91	0,14
	30	7,10	21,31	1,88	0,21
	50	4,58	16,74	1,76	0,29
	70	5,28	9,77	2,64	0,36
Latossolo álico	3,6	3,85	12,39	3,89	0,18
	25	7,97	8,02	3,37	0,57
	45	6,23	6,77	3,47	0,65
	65	6,20	7,43	3,74	0,42

As mudas de bico-de-pato produzidas utilizando argissolo como substrato não apresentaram diferença significativa para nenhuma das características avaliadas em relação à elevação da saturação por bases. No latossolo distrófico somente as características diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) se mostraram significativamente afetadas pela elevação da saturação por bases do substrato. Quando foi utilizado o latossolo álico como substrato, todas as características, com exceção do diâmetro do coleto e da relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes, foram significativamente influenciadas pela saturação por bases (Tabelas 5 e 6).

Esta falta de resposta, no argissolo pode estar relacionada ao fato de que os teores iniciais de Ca^{2+} ($1,74 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e de Mg^{2+} ($0,17 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) presentes no substrato, tenham sido suficientes para suprir a necessidade das plantas, pelo menos durante a fase de mudas. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por BALIERO et al. (2001) para mudas de *acacia holoricecia*, BERNARDINO (2004) para mudas de angico vermelho e REIS et al. (1997) para mudas de jacarandá-da-Bahia.

Outro motivo da falta de resposta das mudas de bico-de-pato em função da elevação da saturação por bases do argissolo pode estar relacionado ao alto teor de saturação por bases inicial do solo (39,40%) e aos baixos teores de Al^{3+} ($0,00 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$).

TABELA 5: Resumo da análise de variância dos dados altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de bico-de-pato em resposta à elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Saturação por bases	3	133,354 ^{ns}	0,977 ^{ns}	12,337 ^{ns}	1,121 ^{ns}	19,941 ^{ns}
	Bloco	3	103,104 ^{ns}	0,230 ^{ns}	1,709 ^{ns}	0,166 ^{ns}	2,830 ^{ns}
	Resíduo	9	334,896	1,373	11,780	0,744	17,880
	CV (%)		48,9	22,1	61,1	55,2	58,9
Latossolo distrófico	Saturação por bases	3	169,849 ^{ns}	1,060*	1,315 ^{ns}	0,234*	2,497 ^{ns}
	Bloco	3	21,682 ^{ns}	0,430 ^{ns}	1,234 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,425 ^{ns}
	Resíduo	9	208,404	0,222	1,085	0,033	1,382
	CV (%)		75,9	12,7	81,3	31,1	61,2
Latossolo álico	Saturação por bases	3	517,849*	2,805 ^{ns}	13,134*	1,227*	22,371*
	Bloco	3	92,182 ^{ns}	0,596 ^{ns}	0,674 ^{ns}	0,233 ^{ns}	1,677 ^{ns}
	Resíduo	9	113,765	0,737	2,347	1,192	3,516
	CV (%)		38,4	19,3	43	43,3	41

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 6: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de bico-de-pato em resposta à elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Saturação por bases	3	1,778 ^{ns}	47,123 ^{ns}	0,514 ^{ns}	0,139 ^{ns}
	Bloco	3	2,059 ^{ns}	46,217 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,013 ^{ns}
	Resíduo	9	5,435	43,873	2,055	0,081
	CV (%)		34,5	76,4	40,4	43,3
Latossolo distrófico	Saturação por bases	3	10,220 ^{ns}	54,242 ^{ns}	1,629 ^{ns}	0,033*
	Bloco	3	3,934 ^{ns}	67,980 ^{ns}	2,406 ^{ns}	0,009 ^{ns}
	Resíduo	9	10,702	78,110	1,352	0,008
	CV (%)		65,6	53,6	50,0	32,5
Latossolo álico	Saturação por bases	3	11,965*	38,436*	46,038 ^{ns}	0,177*
	Bloco	3	5,570 ^{ns}	0,173 ^{ns}	45,485 ^{ns}	0,016 ^{ns}
	Resíduo	9	2,892	4,811	59,903	0,024
	CV (%)		28,1	24,2	144,7	34,3

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O índice de qualidade de Dickson teve comportamento diferenciado frente à elevação da saturação do substrato. No latossolo distrófico o comportamento foi do tipo linear com os maiores valores ocorrendo na máxima saturação testada (70%), já no latossolo álico este comportamento foi do tipo quadrático com os maiores valores próximos à saturação de 40% (Figura 1A). Quanto maior for este índice, maior o padrão de qualidade das mudas produzidas (GOMES, 2001).

O quociente entre a altura e o peso de matéria seca da parte aérea no latossolo álico atingiu os menores valores entre as saturações de 40 e 50% (Figura 1B). Este índice não é normalmente utilizado como padrão de qualidade de mudas, mais é um bom índice para prever a capacidade de sobrevivência da muda no campo, quanto menor for o seu valor maior será esta capacidade (GOMES, 2001).

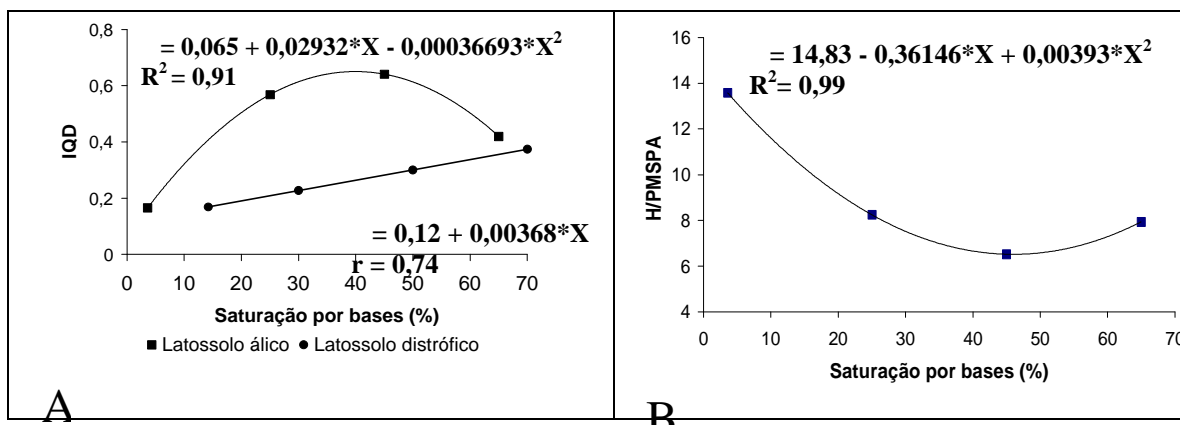


FIGURA 1. Índice de qualidade de Dickson de dois latossolos (1A) e relação à altura da parte aérea e o peso de matéria seca da parte aérea em latossolo álico (1B) das mudas de bico-de-pato em função da saturação por bases do substrato, 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

No latossolo distrófico a característica diâmetro do coleto assumiu um comportamento quadrático com os maiores valores próximo à saturação de 50%, ao passo que o peso de matéria seca das raízes atingiu os maiores valores próximo à saturação de 60% (Figura 2).

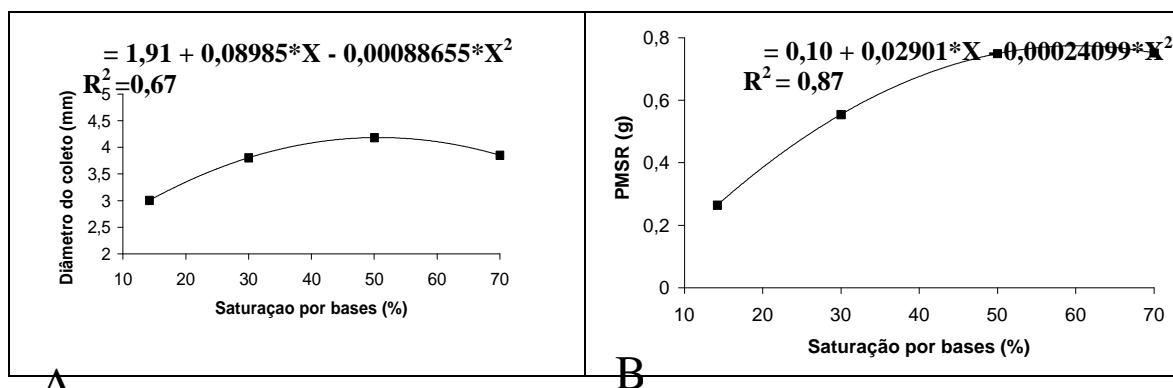


FIGURA 2. Diâmetro do coleto (2A) e peso de matéria seca das raízes (2B) das mudas de bico-de-pato produzidas em Latossolo distrófico em função da saturação por bases do substrato, 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

No latossolo álico todas as características afetadas significativamente pela elevação da saturação do substrato obedeceram a um comportamento do tipo quadrático com os maiores valores ocorrendo próximo à saturação de 40% (Figura 3).

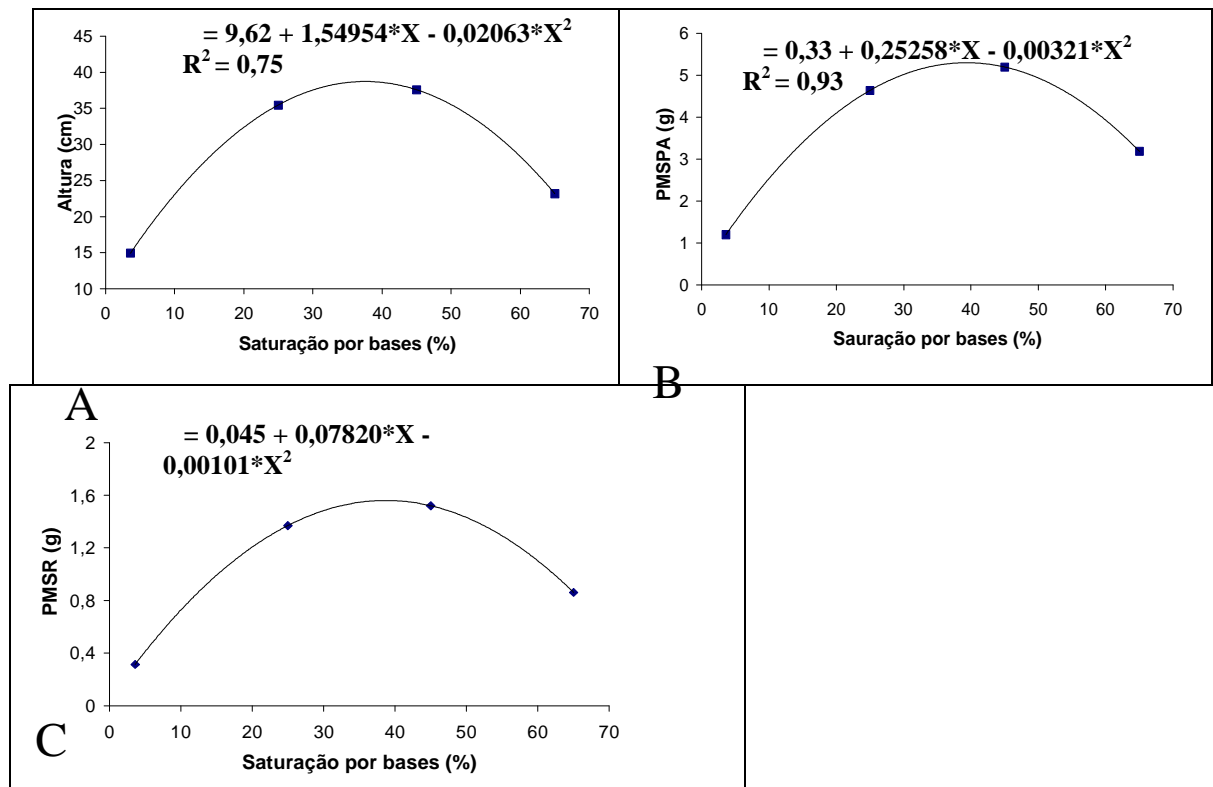


FIGURA 3. Altura da parte aérea (3A), peso de matéria seca da parte aérea (3B) e peso de matéria seca das raízes (3C) das mudas de bico-de-pato produzidas em Latossolo álico em função da saturação por bases do substrato, 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Comparando-se o peso de matéria seca total das mudas de bico-de-pato nos três solos utilizados como substrato é possível observar que, no latossolo álico, a exemplo das demais características influenciadas pela elevação da saturação por bases, esta obedeceu a um comportamento quadrático com os maiores valores ocorrendo próximo à saturação de 40%. Já no argissolo e no latossolo distrófico a elevação da saturação por bases não exerceu efeito significativo sobre esta característica, sendo o maior igual à média de todos os valores (Tabela 7 e figura 4).

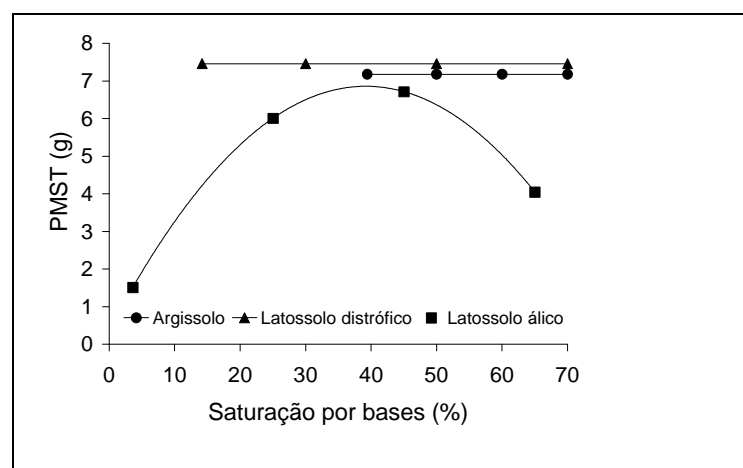


FIGURA 4. Peso de matéria seca total das mudas de bico-de-pato produzidas em três diferentes de solos em função da saturação por bases do substrato, 120 dias após a semeadura.

Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

TABELA 7: Equações de regressão para a característica peso de matéria seca total das mudas de bico-de-pato em função da saturação por bases do substrato, 120 dias após a semeadura

Solo	Equação de regressão	R ²
Argissolo	$\hat{Y} = \bar{y}$	0,99
Latossolo Distrófico	$\hat{Y} = \bar{y}$	0,99
Latossolo álico	$= 0,38 + 0,33078*X - 0,00422*X^2$	0,90

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

a relação Ca:Mg 4:1 foi a que apresentou os maiores valores para as características peso de matéria seca total, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes no argissolo e no latossolo álico. Quando foi utilizado o latossolo distrófico os maiores valores foram alcançados quando a relação Ca:Mg 2:1, indicando serem estas as melhores relações Ca:Mg para a produção das mudas de bico-de-pato nestes substratos (Tabela 8). O peso de matéria seca total é um bom indicador da qualidade da muda, uma vez que ele representa todo o carbono fixado pela planta, já descontado o carbono liberado através do processo de respiração.

TABELA 8: Média de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e do peso de matéria seca total (PMST) das mudas de bico-de-pato em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	Altura (cm)	DC (mm)	PMSPA	PMSR	PMST
				(g)		
Argissolo	1:0	33,00	5,73	4,79	1,26	6,05
	4:1	45,50	5,94	8,22	2,22	10,44
	3:1	36,25	4,88	4,37	1,12	5,49
	2:1	38,63	5,78	6,31	1,71	8,02
	1:1	33,63	5,22	5,07	1,52	6,59
Latossolo distrófico	1:0	13,25	3,76	1,20	0,88	2,07
	4:1	19,75	4,31	1,18	0,67	1,85
	3:1	21,38	4,27	1,86	0,95	2,81
	2:1	17,75	4,5	1,98	1,35	3,33
	1:1	19,25	4,18	1,60	0,77	2,37
Latossolo álico	1:0	32,38	4,86	4,04	1,38	5,42
	4:1	32,88	5,28	4,86	1,40	6,26
	3:1	27,25	4,59	3,62	1,01	4,63
	2:1	25,25	5,07	3,59	1,19	4,78
	1:1	27,50	5,45	4,25	1,47	5,72

O menor valor para a relação entre a altura da parte aérea e o seu respectivo peso e o maior valor para o índice de qualidade de Dickson no argissolo foi obtido quando a relação Ca:Mg do corretivo era de 4:1 e no latossolo distrófico quando esta relação (Tabela 9). Segundo GOMES (2001) quanto maior o índice de qualidade de Dickson melhor a qualidade da muda produzida.

TABELA 9: Média das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e o peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de bico-de-pato em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	1:0	5,76	6,89	3,80	0,63
	4:1	7,66	5,54	3,70	0,92
	3:1	7,43	8,30	3,90	0,48
	2:1	6,68	6,12	3,69	0,77
	1:1	6,44	6,63	3,34	0,67
Latossolo distrófico	1:0	3,52	11,04	1,36	0,42
	4:1	4,58	16,74	1,76	0,29
	3:1	5,01	11,49	1,96	0,40
	2:1	3,94	8,96	1,47	0,62
	1:1	4,61	12,03	2,08	0,35
Latossolo álico	1:0	6,66	8,01	2,93	0,57
	4:1	6,23	6,77	3,47	0,65
	3:1	5,94	7,53	3,58	0,49
	2:1	4,98	7,03	3,02	0,60
	1:1	5,05	6,47	2,89	0,72

As diferentes relações Ca:Mg do corretivo não exerceram influência significativa sobre nenhuma das características avaliadas nos três solos utilizados como substrato para a produção de mudas de bico-de-pato (Tabelas 10 e 11).

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por OLIVEIRA e PARRA (2003), onde não foi encontrada influência significativa da relação Ca:Mg no rendimento de matéria seca das plantas de feijoeiro no estágio de florescimento e de grãos, ainda que estas variáveis apresentassem valores mais elevados com a relação Ca:Mg em torno de 2:1. Esses resultados só vem confirmar os encontrados por BERNARDINO (2004) onde as diferentes relações Ca:Mg do corretivo não exerceram influência sobre a qualidade das mudas de angico vermelho e de sabiá, exercendo influência somente sobre o incremento de massa seca da parte aérea das mudas de jacarandá-da-Bahia produzidas no argissolo. SCHMIDT (1995) também não verificou influência da relação Ca:Mg sobre as mudas de *E. camaldulensis* e *E. grandis* em função da relação Ca:Mg do corretivo.

Apesar dos trabalhos ressaltando a falta de resposta de várias espécies florestais em função da relação Ca:Mg do corretivo, Arantes (1983) citado por SILVA e DEFELIPO

(1993), afirma que, de modo geral, uma variação na relação Ca:Mg provoca alterações visíveis no crescimento da planta.

Em Latossolo Vermelho-escuro distrófico, mudanças nas relações Ca:Mg do corretivo da acidez do solo não afetaram a produção de matéria seca na alfafa (MOREIRA et al, 1999).

Apesar de ter ocorrido efeito do ambiente sobre as características peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca total no latossolo distrófico e para o diâmetro do coleto e o peso de matéria seca das raízes no latossolo álico, este não foi suficiente para influenciar significativamente sobre as mesmas (Tabela 10).

TABELA 10: Resumo da análise de variância dos dados altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de bico-de-pato em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	102,044 ^{ns}	0,793 ^{ns}	9,684 ^{ns}	0,749 ^{ns}	15,731 ^{ns}
	Bloco	3	298,433 ^{ns}	0,769 ^{ns}	10,748 ^{ns}	0,391 ^{ns}	15,149 ^{ns}
	Resíduo	12	244,444	0,631	7,817	0,534	12,252
	CV (%)		41,8	14,4	48,6	46,7	47,8
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	38,263 ^{ns}	0,303 ^{ns}	0,545 ^{ns}	0,278 ^{ns}	1,414 ^{ns}
	Bloco	3	68,245 ^{ns}	0,827 ^{ns}	1,420*	0,251 ^{ns}	2,793*
	Resíduo	12	55,319	0,594	0,370	0,127	0,718
	CV (%)		40,7	18,4	38,9	38,7	34,1
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	45,769 ^{ns}	0,463 ^{ns}	1,086 ^{ns}	1,141 ^{ns}	1,070 ^{ns}
	Bloco	3	262,283 ^{ns}	1,802*	2,301 ^{ns}	1,092*	3,633 ^{ns}
	Resíduo	12	104,544	0,469	3,796	0,295	5,518
	CV (%)		35,2	13,6	47,9	42,1	43,8

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 11: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), entre altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de bico-de-pato em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	2,162 ^{ns}	4,038 ^{ns}	0,417 ^{ns}	0,108 ^{ns}
	Bloco	3	4,395 ^{ns}	1,859 ^{ns}	1,024 ^{ns}	0,048 ^{ns}
	Resíduo	12	4,423	3,837	0,317	0,059
	CV (%)		31,5	28,0	15,2	35,1
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	1,116 ^{ns}	26,456 ^{ns}	0,407 ^{ns}	0,053 ^{ns}
	Bloco	3	1,183 ^{ns}	41,171 ^{ns}	0,507 ^{ns}	0,047 ^{ns}
	Resíduo	12	1,655	24,479	0,530	0,020
	CV (%)		30,1	37,9	41,9	33,3
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	1,743 ^{ns}	4,934 ^{ns}	0,217 ^{ns}	0,041 ^{ns}
	Bloco	3	8,125 ^{ns}	2,786 ^{ns}	4,116 ^{ns}	0,013 ^{ns}
	Resíduo	12	2,926	12,734	2,133	0,039
	CV (%)		29,7	45,8	42,0	33,4

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

4.2. Pau-jacaré

Os tratamentos que não receberam a mistura corretiva, em geral, foram os que apresentaram as menores médias para todas as características avaliadas (Tabela 12 e 13). Esse resultado é diferente ao encontrado por BALIERO et al. (2001), onde a elevação da saturação por bases não apresentou efeito significativo no incremento em altura de mudas de *Acácia holocericea* e *Acacia auriculiformis*, atribuindo este fato ao rápido crescimento das espécies, que em geral, são menos exigentes em nutrientes e mais tolerantes a acidez do solo.

A saturação por bases de 50% no argissolo e latossolo distrófico foi a que apresentou as maiores médias para todas as características avaliadas, inclusive para o peso de matéria seca total, indicando que esta saturação foi a que apresentou a maior acumulação de massa. GOMES (2001) cita que quanto maior o valor das características altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes e índice de qualidade de Dickson, melhor será a qualidade da muda produzida.

TABELA 12: Média de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR), e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de jacaré em resposta da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	Saturação (%)	H (cm)	DC (mm)	PMSPA PMSR PMST		
				(g)		
Argissolo	39,4	54,50	5,86	7,15	1,79	8,93
	50	68,63	6,90	8,52	2,36	10,87
	60	46,63	5,71	5,67	1,66	7,32
	70	66,50	6,55	8,20	2,30	10,50
Latossolo distrófico	30	18,00	3,35	1,13	0,44	1,57
	50	21,67	4,10	2,63	1,06	3,70
	70	25,50	3,93	1,83	0,96	2,79
Latossolo álico	3,6	13,67	2,92	0,65	0,23	0,88
	25	61,17	6,17	6,87	1,81	8,68
	45	49,63	5,35	5,95	1,85	7,80
	65	40,00	4,33	3,04	0,89	3,93

Os valores encontrados para a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (Tabela 13) ficaram acima dos encontrados na literatura para *Pinus taeda* (entre 2,12 e 2,87), porém esta relação poderá não ter significado para

crescimento no campo (Burdett, 1979, citado por GOMES, 2001). Num encontro de pesquisadores ficou estabelecido como sendo 2,0 a melhor relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o seu respectivo peso de matéria seca de raiz (Brissette, 1984, citado por GOMES, 2001).

TABELA 13: Média das relações entre as características altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de pau-jacaré em resposta da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Saturação (%)	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	39,4	9,30	0,82	3,99	0,67
	50	9,95	0,81	3,61	0,80
	60	8,17	1,01	3,42	0,63
	70	10,15	0,80	3,57	0,77
Latossolo distrófico	30	5,37	2,96	2,57	0,20
	50	5,29	1,56	2,48	0,48
	70	6,49	2,15	1,91	0,33
Latossolo álico	3,6	4,68	4,49	2,83	0,12
	25	9,91	0,90	3,80	0,63
	45	9,28	0,90	3,22	0,62
	65	9,24	1,42	3,42	0,31

A elevação da saturação por bases não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das características avaliadas quando foi utilizado o argissolo ou o latossolo distrófico na produção das mudas de pau-jacaré. Quando o substrato utilizado foi o latossolo álico houve diferença significativa para todas as características avaliadas, exceto para a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) (Tabelas 14 e 15). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por BERNARDINO (2004) para angico vermelho, REIS et al (1997) para jacarandá-da-Bahia e GOMES et al (2004) para angico branco.

Um dos motivos da falta de resposta das mudas de pau-jacaré em função da elevação da saturação por bases, no argissolo, pode estar relacionado ao alto nível de saturação por bases inicial do solo (39,40%) e aos teores de Ca^{2+} ($1,74 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$) e Mg^{2+} ($0,17 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$) que já seriam suficientes para suprir as necessidades da planta, pelo menos na fase de mudas.

MEDEIROS e HOPPE (2002) observaram que a prática da calagem não se

mostrou necessária para *Populus deltoides* (álamo) em condições de casa de vegetação, pois o tratamento sem calcário apresentou a maior porcentagem de sobrevivência. E o mesmo tratamento teve as melhores médias para os parâmetros observados: diâmetro do coleto, altura do broto e peso de matéria seca da parte aérea.

TABELA 14: Resumo da análise de variância dos dados altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de jacaré em resposta à elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Saturação por bases	3	429,688 ^{ns}	1,271 ^{ns}	6,604 ^{ns}	0,509 ^{ns}	10,567 ^{ns}
	Bloco	3	264,354 ^{ns}	2,794 ^{ns}	25,778 ^{ns}	1,397 ^{ns}	37,575 ^{ns}
	Resíduo	9	326,479	2,757	12,875	1,326	20,745
	CV (%)		30,6	26,6	48,6	56,9	48,4
Latossolo distrófico	Saturação por bases	2	56,259 ^{ns}	0,624 ^{ns}	2,273 ^{ns}	0,448 ^{ns}	4,571 ^{ns}
	Bloco	3	32,500 ^{ns}	1,158 ^{ns}	1,677 ^{ns}	0,341 ^{ns}	3,397 ^{ns}
	Resíduo	6	128,694	1,258	2,395	0,487	4,816
	CV (%)		52,2	29,6	83,1	84,9	81,7
Latossolo álico	Saturação por bases	3	1638,858*	7,834*	32,160*	2,439*	52,107*
	Bloco	3	168,404 ^{ns}	0,679 ^{ns}	4,754 ^{ns}	0,338 ^{ns}	6,929 ^{ns}
	Resíduo	9	228,312	1,265	8,023	0,392	11,829
	CV (%)		36,8	24	68,7	52,3	64,6

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

As mudas de pau-jacaré produzidas em latossolo distrófico na saturação por bases original do solo (14,2%), não sobreviveram até o final dos 120 dias de experimento, em virtude disto, este tratamento não foi considerado na análise estatística dos dados.

FURTINI NETO et al. (1999) afirmaram que a maior saturação de alumínio foi o fator ligado à acidez do solo que mais limitou o desenvolvimento de espécies arbóreas, inibindo o crescimento e a aquisição de nutrientes pelas plantas. Levando os mesmos a concluir que a resposta do crescimento em função da correção da acidez do solo foi sensivelmente maior para as espécies florestais de crescimento mais rápido, independente de seu grupo sucessional.

TABELA 15: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson em resposta à elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Saturação por bases	3	2,981 ^{ns}	27,800 ^{ns}	0,713 ^{ns}	0,022 ^{ns}
	Bloco	3	2,043 ^{ns}	52,257 ^{ns}	1,834 ^{ns}	0,233 ^{ns}
	Resíduo	9	4,816	33,394	2,102	0,146
	CV (%)		23,1	57,2	37,9	52,8
Latossolo distrófico	Saturação por bases	2	3,679 ^{ns}	102,611 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,067 ^{ns}
	Bloco	3	0,561 ^{ns}	40,388 ^{ns}	0,443 ^{ns}	0,050 ^{ns}
	Resíduo	6	3,092	38,536	1,338	0,048
	CV (%)		31,3	41,3	46,6	66,5
Latossolo álico	Saturação por bases	3	26,089*	1655,588 ^{ns}	1,616 ^{ns}	0,266*
	Bloco	3	5,154 ^{ns}	1069,722 ^{ns}	0,222 ^{ns}	0,047 ^{ns}
	Resíduo	9	5,155	840,939	0,753	0,055
	CV (%)		27,7	130,0	27,5	55,5

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

As características altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes, relação entre a altura da parte aérea e o índice de qualidade de Dickson das mudas de pau-jacaré produzidas em latossolo álico, se correlacionaram de maneira semelhante frente à elevação da saturação por bases do substrato, assumindo um comportamento quadrático com os maiores valores ocorrendo próximo à saturação de 40% (Figuras 5 e 6).

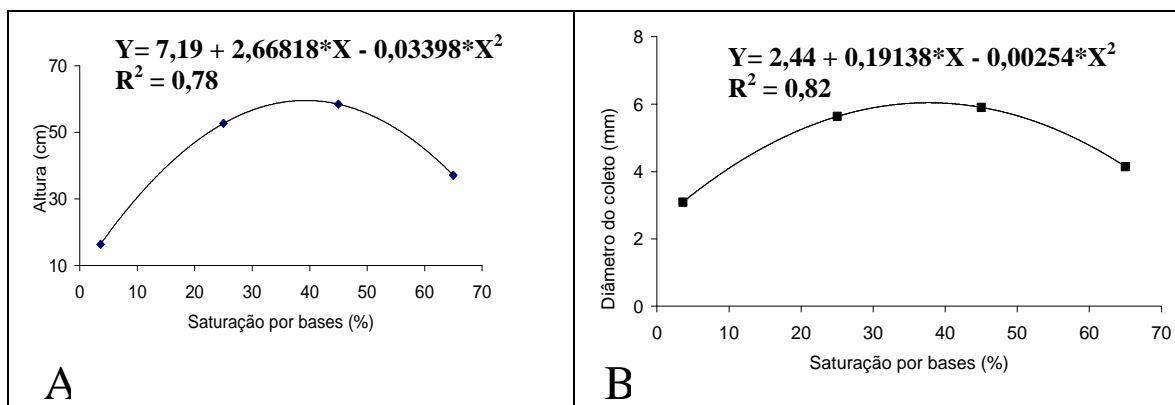


FIGURA 5: Gráficos das características altura da parte aérea (5A) e diâmetro do coleto (5B) das mudas de pau-jacaré produzidas em latossolo álico, aos 120 dias após a semeadura.

Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste “t”.

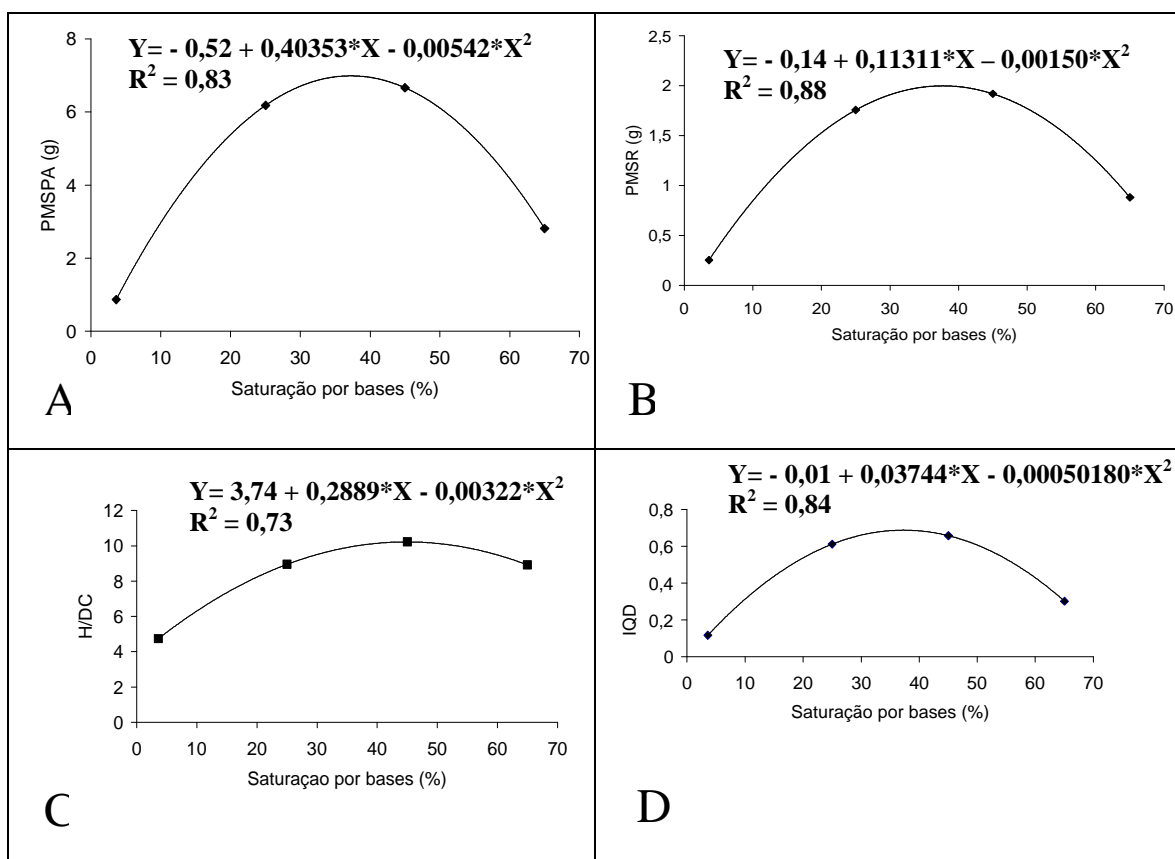


FIGURA 6: Gráfico da característica peso de matéria seca da parte aérea (6A), peso de matéria seca das raízes (6B), relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (6C) e do índice de qualidade de Dickson (6D) das mudas de pau-jacaré produzidas em latossolo álico aos 120 dias após a semeadura.

Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste “t”.

Quando a característica avaliada foi o peso de matéria seca total, as mudas de pau-jacaré produzidas no argissolo e no latossolo distrófico não foram influenciadas

significativamente pela saturação por bases do substrato, ao contrário do que ocorreu no latossolo álico, onde as melhores mudas foram obtidas próximo à saturação de 40% (Figura 7 e Tabela 16).

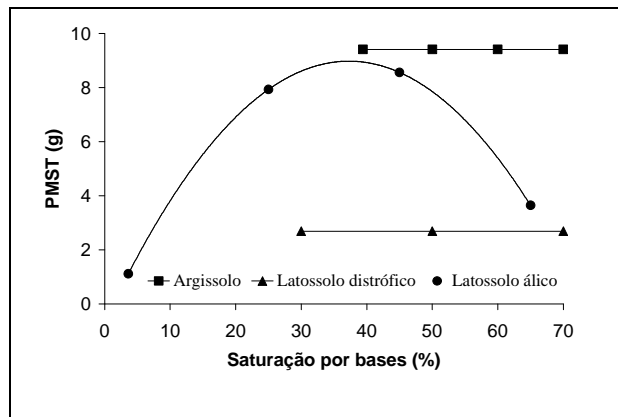


FIGURA 7: Gráfico do peso de matéria seca total das mudas de pau-jacaré produzidas em três diferentes solos em função da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura.

TABELA 16: Equações de regressão da característica peso de matéria seca total das mudas de pau-jacaré em função da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Solo	Equação de regressão	R ²
Argissolo	$\hat{Y} = \bar{y}$	0,99
Latossolo Distrófico	$\hat{Y} = \bar{y}$	0,99
Latossolo álico	$Y = - 0,65 + 0,51664 * X - 0,00693 * X^2$	0,85

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Quando se analisa a influência da relação Ca:Mg do corretivo sobre as mudas de pau-jacaré, os maiores valores médios para o peso de matéria seca e o para o índice de qualidade de Dickson no argissolo, latossolo distrófico e no latossolo álico, ocorreram quando a relação Ca:Mg do corretivo era, respectivamente, 1:1, 4:1 e 2:1, indicando que estas relações foram as que produziram as melhores mudas desta espécie (Tabelas 17 e 18).

TABELA 17: Média de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e do peso de matéria seca total (PMST) das mudas de pau-jacaré em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	Altura (cm)	DC (mm)	PMSPA	PMSRA	PMST
				(g)		
Argissolo	1:0	53,75	5,63	6,32	1,73	8,05
	4:1	46,63	5,71	5,67	1,66	7,32
	3:1	42,63	5,94	6,78	1,99	8,78
	2:1	36,25	4,53	3,51	1,10	4,61
	1:1	64,50	6,61	8,56	2,16	10,72
Latossolo distrófico	1:0	25,50	3,84	2,29	0,92	3,21
	4:1	21,67	4,10	2,63	1,06	3,70
	3:1	19,33	3,16	1,12	0,48	1,60
	2:1	21,33	3,65	2,50	0,70	3,20
	1:1	24,17	4,08	2,22	1,00	3,22
Latossolo álico	1:0	65,13	6,19	6,74	2,08	8,82
	4:1	49,63	5,35	5,95	1,85	7,52
	3:1	52,50	5,81	5,98	2,02	8,00
	2:1	64,33	6,57	8,44	1,84	10,29
	1:1	27,00	4,15	2,08	0,78	2,85

TABELA 18: Média das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e o peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de pau-jacaré em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	1:0	9,55	8,50	3,65	0,61
	4:1	8,17	8,22	3,42	0,63
	3:1	7,18	6,29	3,41	0,83
	2:1	8,00	10,33	3,19	0,41
	1:1	9,76	7,54	3,96	0,78
Latossolo distrófico	1:0	6,64	11,14	2,49	0,35
	4:1	5,29	8,24	2,48	0,48
	3:1	6,12	17,26	2,33	0,19
	2:1	5,84	8,53	3,57	0,34
	1:1	5,92	10,89	2,22	0,40
Latossolo álico	1:0	10,52	9,66	3,24	0,64
	4:1	9,28	8,34	3,22	0,60
	3:1	9,04	8,78	2,96	0,67
	2:1	9,79	7,62	4,59	0,72
	1:1	6,51	12,98	2,67	0,31

Nos três solos utilizados, nenhuma das características avaliadas sofreu influência significativa da relação Ca:Mg do corretivo (Tabela 19). Vários trabalhos têm buscado responder se a relação Ca:Mg do corretivo afeta ou não o desenvolvimento de espécies florestais (BERNARDINO, 2004; PASSOS, 1994; SCHMIDT, 1995; SILVA E DELFELIPO, 1993; VENTURIN et al, 1996,).

Avaliando a necessidade de calagem e diferentes relações Ca:Mg para a produção de mudas de eucalipto, SILVA E DELFELIPO (1993) encontraram que a relação Ca:Mg variou de 1,03:1,0 até 0,4:1,0, evidenciando a resposta positiva do magnésio. O equilíbrio ótimo do corretivo foi 5% de Ca e 95% de Mg ou 24,5% de Ca e 75,5% de Mg, sendo também deslocado em favor do magnésio. VENTURIN et al. (1996), encontraram que para *Copaifera longsdorffii* a maior proporção Ca:Mg (7,5:1) foi a que apresentou menor produção de massa seca da parte aérea.

TABELA 19: Resumo da análise de variância dos dados altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de pau-jacaré em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	471,343 ^{ns}	2,261 ^{ns}	13,428 ^{ns}	0,662 ^{ns}	19,915 ^{ns}
	Bloco	3	222,183 ^{ns}	0,668 ^{ns}	7,264 ^{ns}	0,466 ^{ns}	11,121 ^{ns}
	Resíduo	12	476,360	1,687	12,701	1,131	20,392
	CV (%)		44,8	22,9	57,8	61,6	57,2
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	23,811 ^{ns}	0,597 ^{ns}	12,646 ^{ns}	0,232 ^{ns}	12,875 ^{ns}
	Bloco	3	12,833 ^{ns}	1,040 ^{ns}	6,973 ^{ns}	0,292 ^{ns}	9,413 ^{ns}
	Resíduo	12	105,155	0,662	7,255	0,261	9,123
	CV (%)		45,9	21,6	95,5	61,3	82,7
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	954,866 ^{ns}	3,494 ^{ns}	21,783 ^{ns}	1,148 ^{ns}	31,372 ^{ns}
	Bloco	3	180,139 ^{ns}	1,381 ^{ns}	8,770 ^{ns}	0,522 ^{ns}	11,337 ^{ns}
	Resíduo	12	295,594	1,911	12,417	0,749	19,094
	CV (%)		33,2	24,6	60,4	50,5	58,3

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Somente a relação entre a altura e o peso de matéria seca da parte aérea no latossolo distrófico e a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e peso da

matéria das raízes nos três solos, foram significativamente afetadas pela relação Ca:Mg do corretivo (Tabela 20).

Esses resultados discordam dos encontrados por BERNARDINO (2004), onde não foi encontrada influência significativa da relação Ca:Mg do corretivo para mudas de angico vermelho. Existe uma estreita correlação entre o peso de matéria seca das raízes e da parte aérea. Isso sendo verdade para outras espécies o padrão de qualidade das mudas poderia ser medido apenas com o peso de matéria seca da parte aérea, por ser mais fácil a sua determinação (Wilson e Campbell, 1972, citados por GOMES, 2001). MOREIRA et al. (1999) trabalhando com alfafa observaram que a relação Ca:Mg corretivo influenciou as concentrações de Ca e de Mg na parte aérea das plantas, sendo que o aumento no teor de Ca do corretivo proporcionou um aumento direto no teor de Ca trocável no solo.

TABELA 20: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), entre altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de pau-jacaré em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura.

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	4,46 ^{ns}	17,153 ^{ns}	160,000*	0,498 ^{ns}
	Bloco	3	8,716 ^{ns}	20,069 ^{ns}	8,333*	0,660 ^{ns}
	Resíduo	12	9,036	24,993	0,000	0,576
	CV (%)		35,3	52,1	0,1	100,5
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	1,811 ^{ns}	146,407*	160,000*	0,047 ^{ns}
	Bloco	3	1,522 ^{ns}	4,386 ^{ns}	8,333*	0,069 ^{ns}
	Resíduo	12	3,752	35,88	0,000	0,036
	CV (%)		33,2	46,5	0,1	51,2
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	11,140 ^{ns}	276,072 ^{ns}	160,00*	0,101 ^{ns}
	Bloco	3	2,466 ^{ns}	232,013 ^{ns}	8,333*	0,057 ^{ns}
	Resíduo	12	4,812	241,157	0,0	0,096
	CV (%)		24,5	113,2	0,1	53,1

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes nos três solos utilizados obedeceu a um comportamento do tipo quadrático e

alcançou os maiores valores quando esta relação Ca:Mg era de 3:1 (Tabela 21 e figura 8). A falta de cálcio pode tornar tóxicos outros íons presentes no solo em consequência da quebra da integridade da membrana citoplasmática. Por outro lado, o excesso de cálcio pode inibir, competitivamente, o efeito ativador do magnésio (Epstein, 1975, citado por PASSOS, 1994). GOMES et al. (2002), verificaram que um grande desbalanço na relação Ca:Mg (0:100) ocasionou a morte das plântulas de alfafa aos 20 dias após a germinação, sendo que mudanças nas doses de calcário influenciam a composição mineral das plantas.

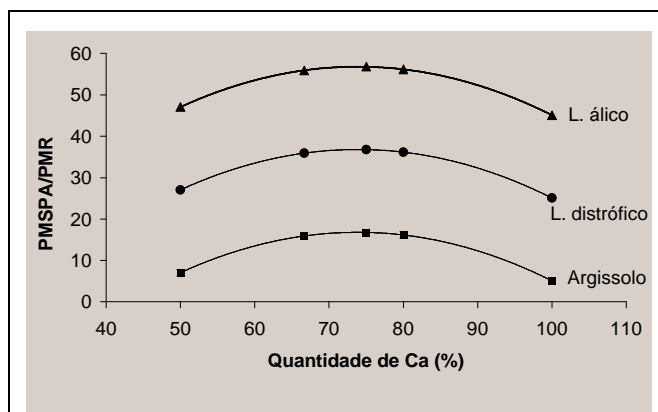


FIGURA 8: Gráfico da relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes das mudas de pau-jacaré produzidas em três diferentes solos em função da relação Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste “t”.

TABELA 21: Equações de regressão da relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes das mudas de pau-jacaré em função da relação Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Solo	Equação de regressão	R ²
Argissolo	$Y = -76,63 + 2,53016 * X - 0,01713 * X^2$	0,76
Latossolo Distrófico	$Y = -56,63 + 2,53016 * X - 0,01713 * X^2$	0,76
Latossolo álico	$Y = -36,63 + 2,53016 * X - 0,01713 * X^2$	0,76

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

A relação entre a altura e o peso de matéria seca da parte aérea das mudas de pau-jacaré produzidas no latossolo distrófico foi significativamente afetada pela relação Ca:Mg do corretivo aos 120 após a semeadura, entretanto, não foi possível ajustar um modelo que melhor a representasse.

4.3.Fedegoso

A saturação por bases do substrato que forneceu a maior e a menor média para todas as características avaliadas no argissolo, inclusive para o peso de matéria seca total, foi respectivamente, 60% e 70%. No latossolo álico a maior saturação por bases testada (65%) foi a que forneceu as maiores médias para todas as características avaliadas. As mudas de fedegoso produzidas nos três solos apresentaram um valor mínimo para o diâmetro de coleto igual a 3,66 mm (Tabela 22). Valores semelhantes foram encontrados por BERNARDINO (2004) para mudas de angico vermelho, considerando estas adequadas para o plantio no campo.

TABELA 22: Média de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSRA), e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de fedegoso em resposta da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Saturação (%)	Altura (cm)	DC (mm)	PMSPA PMSRA PMST		
				(g)		
Argissolo	39,4	28,38	8,12	8,51	7,51	16,02
	50	27,38	8,34	7,86	8,72	16,58
	60	30,75	8,74	8,93	9,13	18,06
	70	19,63	6,68	6,35	6,44	12,79
Latossolo distrófico	14,2	13,63	3,66	1,52	0,92	2,43
	30	18,00	6,01	4,03	2,82	6,85
	50	12,88	5,71	3,75	3,24	6,99
	70	14,88	6,45	5,19	4,33	9,52
Latossolo álico	3,6	15,38	4,52	2,54	1,03	3,57
	25	22,93	7,92	6,54	7,10	13,64
	45	14,50	5,94	7,73	4,64	12,37
	65	29,25	8,44	10,40	7,85	18,25

Quando se analisa as relações entre as características, observa-se que no latossolo distrófico a não utilização do corretivo, ou seja, quando as mudas foram produzidas na saturação por bases original do solo (14,2%), resultou no menor valor para o IQD. Já os maiores valores para esta característica no latossolo distrófico e no latossolo álico foram alcançados, respectivamente, nas saturações por bases de 70 e 65% (Tabela 23). GOMES (2001), citando trabalhos de outros pesquisadores, afirma que quanto maior o valor do IQD e quanto menor o valor da relação entre a altura da parte aérea e seu respectivo o peso de matéria seca e da relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria

seca das raízes, melhor será a qualidade da muda produzida.

TABELA 23: Média das relações entre as características altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de fedegoso em resposta da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Saturação (%)	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	39,4	3,50	3,33	1,13	3,46
	50	3,28	3,48	0,90	3,96
	60	3,52	3,44	0,98	4,02
	70	2,94	3,09	0,99	3,26
Latossolo distrófico	14,2	3,72	8,97	1,65	0,45
	30	3,00	4,47	1,43	1,55
	50	2,26	3,43	1,16	2,05
	70	2,31	2,87	1,20	2,72
Latossolo álico	3,6	3,40	6,06	2,47	0,61
	25	2,90	3,51	0,92	3,57
	45	2,44	1,88	1,67	3,01
	65	3,47	2,81	1,32	3,81

Os valores encontrados para o índice de qualidade de Dickson (IQD) ficaram acima dos valores recomendados na literatura para mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*, o qual ficou estabelecido em um mínimo de 0,20 como sendo um bom indicador da qualidade de mudas dessas espécies (Hunt 1990, citado por GOMES, 2001). Este fato está associado aos maiores valores obtidos para a massa seca das raízes das mudas de fedegoso, diminuindo o valor da relação entre o PMSPA/PMSR.

As mudas de fedegoso não apresentaram diferença significativa para nenhuma das características avaliadas em função da elevação da saturação por bases quando o substrato utilizado foi o argissolo (Tabelas 24 e 25). Este fato pode estar relacionado aos teores iniciais de Ca^{2+} ($1,74 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e Mg^{2+} ($0,17 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) presentes no substrato que já seriam suficientes para suprir as necessidades do fedegoso, pelo menos durante a fase de muda. Resultados semelhantes foram observados por BERNARDINO (2004) trabalhando com angico vermelho no mesmo tipo de solo e também por GOMES et al. (2004) para mudas de angico branco.

Outro motivo da falta de resposta das mudas de fedegoso em função da elevação da saturação por bases do argissolo pode estar relacionado ao alto nível de saturação por bases inicial do solo (39,40%) e aos baixos teores de Al^{3+} ($0,00 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$).

REIS et al. (1997) encontraram resposta negativa à calagem para a produção de matéria seca em mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia), provavelmente, segundo os mesmos autores, em razão de se ter Ca suficiente no superfosfato triplo utilizado, ou porque na sua fase juvenil, a exigência por Ca é baixa por esta espécie. Entretanto, VIRGENS FILHO et al. (2001) concluíram que a calagem foi responsável pela maior produção de borracha seca em seringueira.

No latossolo distrófico e no latossolo álico houve diferença significativa para todas as características avaliadas em função da elevação da saturação por bases do substrato, exceto para a altura da parte aérea no primeiro e para o peso de matéria seca da parte aérea no segundo solo (Tabela 24). GOMES et al. (2004) observaram resultado diferente para mudas de angico branco produzidas em latossolo vermelho distrófico, onde a matéria seca das raízes não apresentou resposta significativa nos níveis de 24 e 60% de saturação por bases.

TABELA 24: Resumo da análise de variância dos dados altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de fedegoso em resposta à elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Saturação por bases	3	92,807 ^{ns}	3,189 ^{ns}	5,137 ^{ns}	5,950 ^{ns}	19,791 ^{ns}
	Bloco	3	51,307 ^{ns}	1,554 ^{ns}	1,264 ^{ns}	2,531 ^{ns}	7,092 ^{ns}
	Resíduo	9	65,710	3,274	7,468	8,269	28,624
	CV (%)		30,6	22,7	35,5	36,2	33,7
Latossolo distrófico	Saturação por bases	3	20,432 ^{ns}	6,129*	9,416*	8,104*	34,645*
	Bloco	3	20,807 ^{ns}	1,506 ^{ns}	2,765 ^{ns}	1,774 ^{ns}	8,877 ^{ns}
	Resíduo	9	27,960	0,419	0,915	0,482	2,195
	CV (%)		35,6	11,9	26,9	24,6	23,0
Latossolo álico	Saturação por bases	3	192,944*	13,112*	42,721 ^{ns}	37,757*	150,547*
	Bloco	3	6,794 ^{ns}	1,861 ^{ns}	1,700 ^{ns}	3,009 ^{ns}	4,990 ^{ns}
	Resíduo	9	21,180	2,076	11,595	4,177	27,370
	CV (%)		22,4	21,5	50	39,7	43,8

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quando se analisa as relações entre os parâmetros morfológicos, somente a relação entre a altura da parte aérea e o seu respectivo peso e o IQD no latossolo distrófico, e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto e o IQD no latossolo álico,

foram significativamente afetadas pela elevação da saturação por bases do substrato (Tabela 25).

TABELA 25: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson em resposta à elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Saturação por bases	3	0,517 ^{ns}	6,269 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,596 ^{ns}
	Bloco	3	0,822 ^{ns}	5,827 ^{ns}	0,097 ^{ns}	0,454 ^{ns}
	Resíduo	9	0,789	10,230	0,114	2,465
	CV (%)		27,1	78,8	31,2	42,1
Latossolo distrófico	Saturação por bases	3	2,419 ^{ns}	39,816*	0,168 ^{ns}	3,656*
	Bloco	3	0,632 ^{ns}	8,712 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,817 ^{ns}
	Resíduo	9	1,592	2,757	0,103	0,325
	CV (%)		43,7	31,2	23,5	32,7
Latossolo álico	Saturação por bases	3	0,894*	7,873 ^{ns}	2,819 ^{ns}	8,610*
	Bloco	3	0,203 ^{ns}	4,528 ^{ns}	1,338 ^{ns}	1,046 ^{ns}
	Resíduo	9	0,204	6,094	0,945	1,364
	CV (%)		14,7	59,3	52,3	42,4

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

No latossolo distrófico, exceto a relação entre a altura e o peso de matéria seca da parte aérea que teve um comportamento quadrático, todas as características influenciadas significativamente pela elevação da saturação por bases obedeceram a um comportamento do tipo linear com os maiores valores ocorrendo próximo à saturação de 70%, (Figuras 9 e 10).

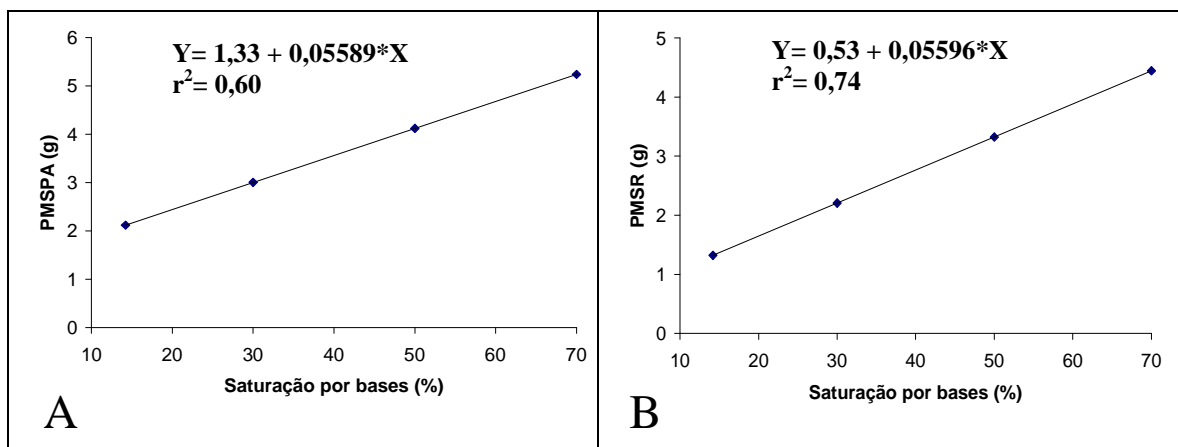


FIGURA 9: Peso de matéria seca da parte aérea (9A), peso de matéria seca das raízes (9B) das mudas de fedegoso produzidas em latossolo distrófico em função da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

No latossolo distrófico, o diâmetro do coleto assumiu um comportamento linear com os maiores valores ocorrendo próximo à saturação por bases de 70% (Figura 10A). À medida que se elevou a saturação por bases houve uma redução nos valores do quociente entre a altura e o peso de matéria seca da parte da parte aérea (H/PMSPA), com os menores valores para esta característica próximo à saturação de 60% (Figura 10B). Segundo GOMES (2001), esta relação não é, normalmente, utilizada para prever o padrão de qualidade de mudas, mais pode ser de grande valia para determinar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, quanto menor o seu valor maior a possibilidade de sobrevivência. Portanto, as melhores mudas de fedegoso são obtidas próximo à saturação de 70%.

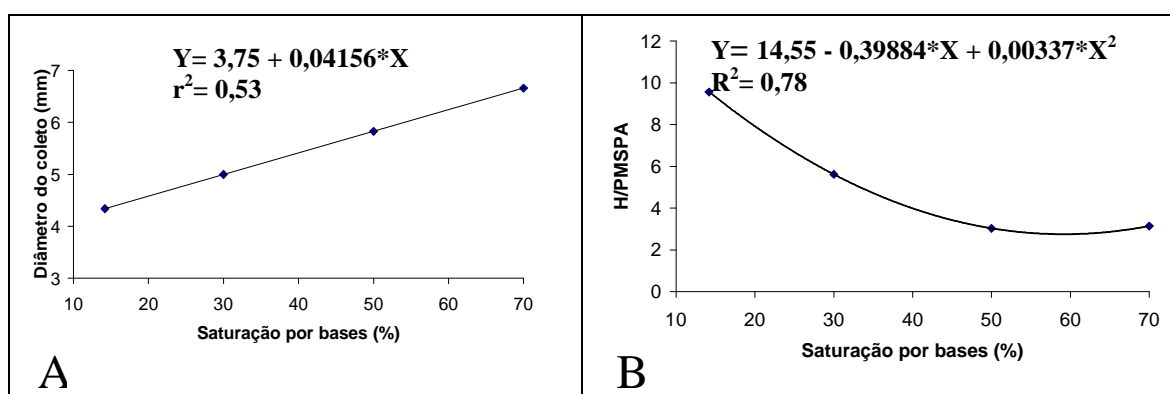


FIGURA 10: Gráfico do diâmetro do coleto (10A) e da relação entre a altura e o peso de matéria seca da parte aérea (10B) das mudas de fedegoso produzidas em latossolo distrófico em função da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

O índice de qualidade de Dickson no latossolo distrófico assumiu um comportamento linear com os maiores valores na maior saturação por bases testada (70%),

como pode ser observado na figura 11.

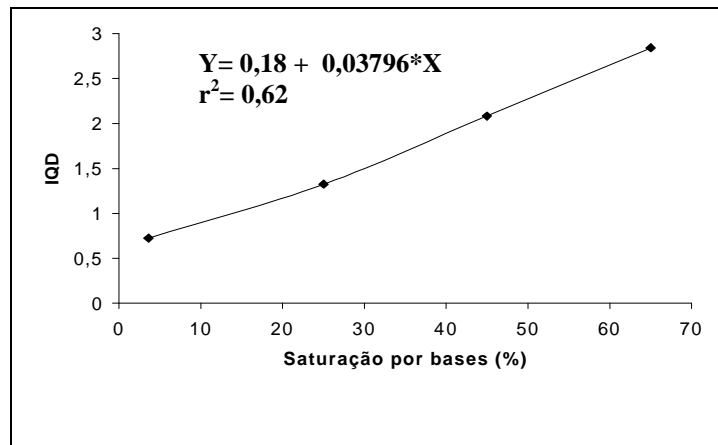


FIGURA 11: Gráfico do índice de qualidade de Dickson das mudas de fedegoso produzidas em latossolo distrófico em função da elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

No latossolo álico todas características afetadas pela elevação da saturação por bases do substrato obedeceram a um comportamento do tipo quadrático. A altura da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes alcançaram os maiores valores próximo à saturação por bases de 65% (Figuras 12 e 13).

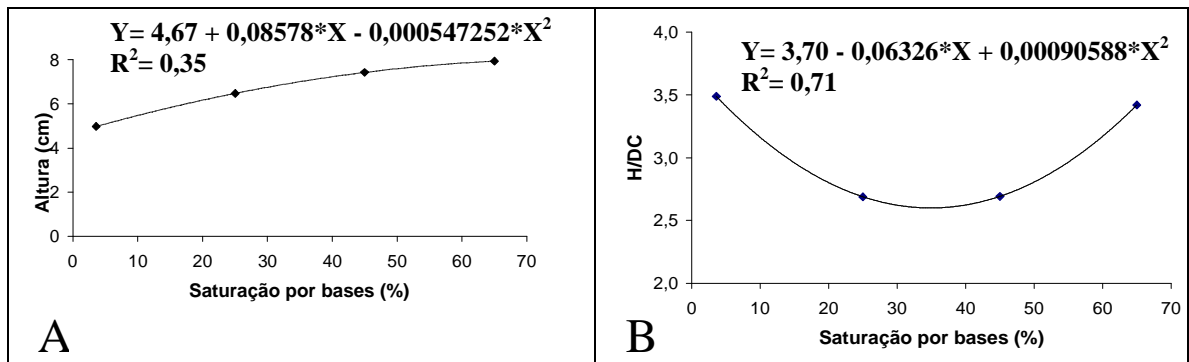


FIGURA 12: Gráficos da altura da parte aérea (12A) e do quociente entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (12B) das mudas de fedegoso produzidas em latossolo álico em função da elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

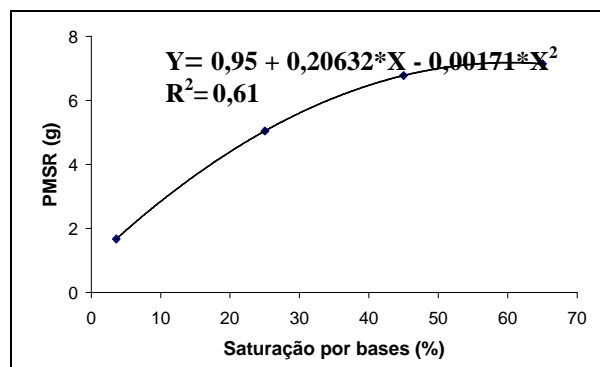


FIGURA 13: Gráfico do peso de matéria seca das raízes das mudas de fedegoso produzidas em latossolo álico em função da elevação da saturação por bases do substrato, aos 120 dias após a semeadura.

Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Quando se compara o peso de matéria seca total das mudas de fedegoso produzidas nos três solos, observa-se que no argissolo esta característica não foi influenciada pela elevação da saturação por bases do substrato. No latossolo distrófico e no latossolo álico a saturação por bases influenciou de forma positiva sobre esta característica, tendo o maior valor ocorrido próxima à máxima saturação testada 65% no latossolo distrófico e 70% no latossolo álico, como pode ser observado na figura 14.

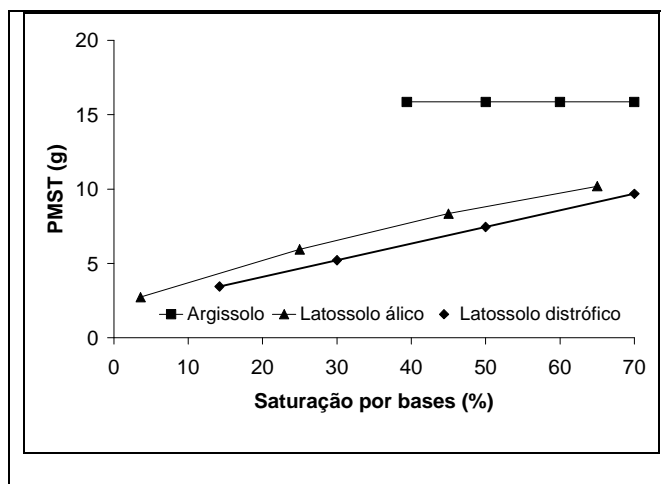


FIGURA 14: Peso de matéria seca total das mudas de fedegoso produzidas em três diferentes solos em função da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura.

Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

A tabela 26 mostra as equações de regressão para o peso de matéria seca total das mudas de fedegoso produzidas nos três diferentes solos.

TABELA 26: Equações de regressão para o peso de matéria seca total das mudas de fedegoso produzidas em três diferentes solos em função da saturação por bases do substrato aos 120 dias após a semeadura

Solo	Equação de regressão	R ²
Argissolo	$\hat{Y} = \bar{y}$	1,0
Latossolo Distrófico	$Y = 1,85 + 0,11185 * X$	0,68
Latossolo álico	$Y = 2,13 + 0,17019 * X - 0,00070906 * X^2$	0,53

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

A relação Ca:Mg de 3:1 foi a responsável pelos maiores valores para o peso de matéria seca total nos três solos utilizados, indicando ser a relação onde se obtiveram as melhores mudas desta espécie (Tabela 27). Este resultado é muito vantajoso, uma vez que esta é uma relação Ca:Mg normalmente disponível no mercado, o que agiliza a sua aquisição.

TABELA 27: Média da altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e do peso de matéria seca total (PMST) das mudas de fedegoso em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	Altura (cm)	DC (mm)	PMSPA PMSRA PMST		
				(g)		
Argissolo	1:0	22,25	8,23	7,32	8,58	15,90
	4:1	30,75	8,74	8,93	9,13	18,06
	3:1	35,63	8,34	9,64	8,66	18,30
	2:1	16,75	6,59	6,35	3,33	9,67
	1:1	18,13	6,64	4,51	6,50	11,01
Latossolo distrófico	1:0	13,00	5,07	2,78	2,27	5,05
	4:1	12,88	5,71	3,75	3,24	6,99
	3:1	14,00	5,87	3,63	3,30	6,93
	2:1	12,50	5,32	3,28	2,74	6,02
	1:1	12,25	5,05	2,64	1,80	4,44
Latossolo álico	1:0	31,38	7,63	7,76	6,74	14,50
	4:1	14,50	5,90	6,90	4,70	11,60
	3:1	25,00	7,68	8,40	9,04	17,44
	2:1	19,55	6,64	5,70	5,14	10,84
	1:1	16,00	6,33	7,24	5,00	12,23

Os maiores valores para IQD no latossolo álico foram alcançados quando a relação Ca:Mg do corretivo era 3:1, a exemplo do que ocorreu para o peso de matéria seca total, confirmando ser esta a relação onde se obtiveram as melhores mudas de fedegoso,

uma vez que quanto maior este índice, melhor a qualidade da muda produzida (Tabela 28).

TABELA 28: Média das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e o peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson das mudas de fedegoso em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	Relação Ca:Mg mol _c /mol _c	H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	1:0	2,70	3,04	0,85	4,47
	4:1	3,52	3,44	0,98	4,02
	3:1	4,27	3,70	1,11	3,40
	2:1	2,54	2,64	1,91	2,17
	1:1	2,73	4,02	0,69	3,22
Latossolo distrófico	1:0	2,56	4,68	1,22	1,33
	4:1	2,26	3,43	1,16	2,05
	3:1	2,39	3,86	1,10	1,99
	2:1	2,35	3,81	1,20	1,70
	1:1	2,43	4,64	1,47	1,14
Latossolo álico	1:0	4,11	4,04	1,15	2,75
	4:1	2,46	2,10	1,47	2,95
	3:1	3,26	2,98	0,93	4,17
	2:1	2,94	3,43	1,11	2,67
	1:1	2,53	2,21	1,45	3,08

As mudas de fedegoso apresentaram diferença significativa em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo apenas para altura da parte aérea, relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto no argissolo e para relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto no latossolo álico (Tabelas 29 e 30).

A falta de resposta frente as diferentes relações Ca:Mg do corretivo também já tinha sido observada antes por DUBOC et al. (1996), onde as plantas de jatobá apresentaram-se indiferentes à omissão de Mg quanto à altura, diâmetro do coleto e produção de matéria seca. A disponibilidade de Mg no tratamento sob omissão era seis vezes menor do que no tratamento completo (com todos os nutrientes), o que evidencia também baixo requerimento das plantas por este nutriente. Os mesmos autores ainda citam o trabalho realizado por Carniel e seus colaboradores no ano de 1993, onde comportamento semelhante foi encontrado em experimentação de campo para *cecropia* Sp (embaúba), *Peltophorium dubium* (angico amarelo) e *Senna macranthera* (fedegoso), cujos

crescimentos iniciais mostraram-se indiferentes à omissão de magnésio.

Para as espécies *cássia verrugosa* e *ipê mirim*, o fornecimento isolado de cálcio ou magnésio favoreceu o crescimento, sendo este efeito comparável ao da calagem (FURTINI NETO et al. 1999). Entretanto, VENTURIN et al. (1996) observaram que a omissão de Mg deprimiu o acúmulo de matéria seca da parte aérea e favoreceu o sistema radicular em plântulas de *Copaifera longsdorffii* (óleo copaíba), provavelmente devido a um desequilíbrio entre as proporções de Ca e Mg do corretivo.

TABELA 29: Resumo da análise de variância dos dados altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) das mudas de fedegoso em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio				
			H	DC	PMSPA	PMSR	PMST
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	268,394*	4,123 ^{ns}	16,823 ^{ns}	23,245 ^{ns}	64,512 ^{ns}
	Bloco	3	65,433 ^{ns}	1,525 ^{ns}	6,106 ^{ns}	1,197 ^{ns}	7,683 ^{ns}
	Resíduo	12	28,902	1,497	16,405	8,968	41,491
	CV (%)		21,8	15,9	51,6	37,6	40,4
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	1,800 ^{ns}	0,551 ^{ns}	0,976 ^{ns}	1,653 ^{ns}	5,119 ^{ns}
	Bloco	3	7,846 ^{ns}	0,946 ^{ns}	2,154 ^{ns}	2,200 ^{ns}	8,146 ^{ns}
	Resíduo	12	8,825	1,326	1,394	2,125	6,337
	CV (%)		22,7	20,7	38,7	54,8	44
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	197,113 ^{ns}	2,390 ^{ns}	2,195 ^{ns}	12,492 ^{ns}	23,583 ^{ns}
	Bloco	3	55,846 ^{ns}	3,090 ^{ns}	11,295 ^{ns}	7,348 ^{ns}	25,754 ^{ns}
	Resíduo	12	69,971	5,921	11,675	12,808	47,523
	CV (%)		38,9	33,6	46,3	55,1	48,4

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 30: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre a altura e diâmetro do coleto (H/DC), entre altura e peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de fedegoso em resposta às diferentes relações Ca:Mg do corretivo aplicado ao substrato, aos 120 dias após a semeadura

Substrato	FV	GL	Quadrado médio			
			H/DC	H/PMSPA	PMSPA/PMSR	IQD
Argissolo	Relação Ca:Mg	4	2,265*	13,207 ^{ns}	1,780 ^{ns}	3,400 ^{ns}
	Bloco	3	1,395 ^{ns}	2,412 ^{ns}	0,593 ^{ns}	1,872 ^{ns}
	Resíduo	12	0,306	10,368	1,253	2,552
	CV (%)		23	64,5	74,4	44,4
Latossolo distrófico	Relação Ca:Mg	4	0,101 ^{ns}	0,983 ^{ns}	0,121 ^{ns}	0,641 ^{ns}
	Bloco	3	0,070 ^{ns}	1,883 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,960 ^{ns}
	Resíduo	12	0,335	2,399	0,189	1,111
	CV (%)		23,8	34,2	31	61,2
Latossolo álico	Relação Ca:Mg	4	1,987*	0,059 ^{ns}	127,140 ^{ns}	1,383 ^{ns}
	Bloco	3	0,117 ^{ns}	21,161 ^{ns}	119,174 ^{ns}	1,433 ^{ns}
	Resíduo	12	0,536	9,767	125,778	3,982
	CV (%)		22,4	51,3	270,7	58,6

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quando foi utilizado o argissolo para a produção de mudas desta espécie, as características altura da parte aérea bem como a relação entre esta e seu respectivo diâmetro do coleto variaram de forma quadrática em função das diferentes relações Ca:Mg do corretivo (Figura 15).

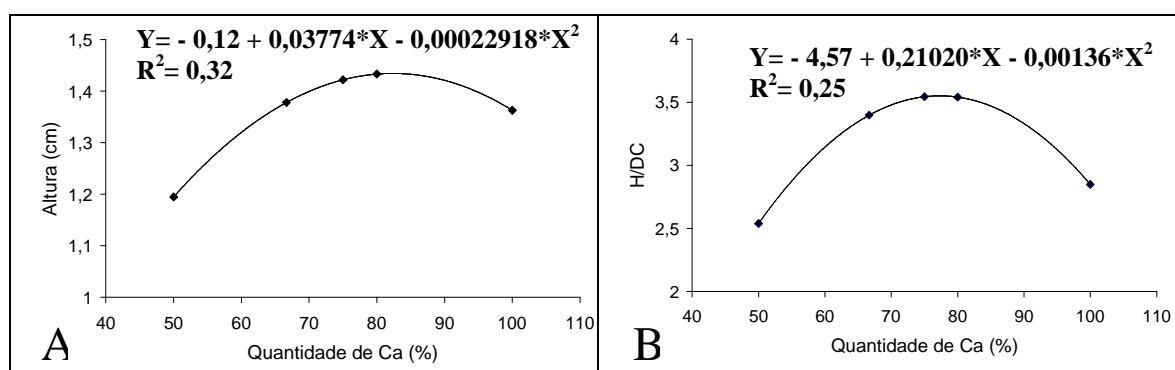


FIGURA 15: Gráfico da altura da parte aérea (15A) e da relação entre altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (15B) das mudas de fedegoso produzidas no argissolo em função da relação Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

No latossolo álico o menor valor para a relação entre a altura da parte aérea e o

diâmetro do coleto foi obtido quando a relação Ca:Mg do corretivo era de 1:1 (Figura 16). A relação entre a altura da parte e seu respectivo diâmetro do coleto é um importante índice para se determinar a qualidade das mudas e quanto menor o seu valor, maior será a capacidade de as muda se estabelecerem na área de plantio definitivo (Carneiro, 1983a, citado por GOMES, 2001).

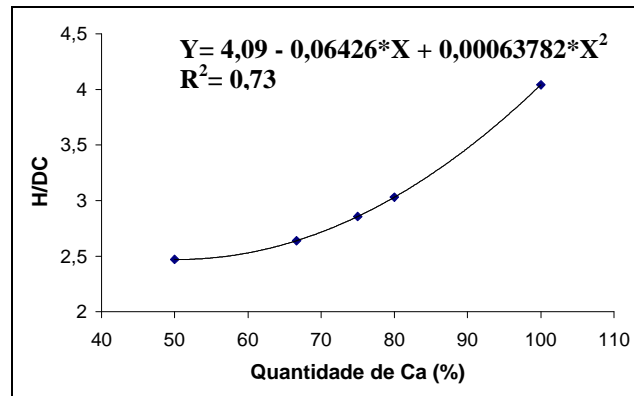


FIGURA 16: Gráfico da relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto das mudas de fedegoso produzidas em latossolo álico em função da relação Ca:Mg do corretivo, aos 120 dias após a semeadura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho e diante dos resultados apresentados é possível concluir que:

Para a produção de mudas de bico-de-pato a saturação por bases que apresentou os melhores resultados foi 60% no argissolo-vermelho-amarelo, 70% no latossolo distrófico e 40% na latossolo álico. A melhor relação Ca:Mg do corretivo para o argissolo ou latossolo álico foi 4:1 e no latossolo distrófico foi 2:1.

Para o pau-jacaré em argissolo-vermelho-amarelo ou latossolo distrófico deve-se elevar a saturação por bases para próximo de 50% e em latossolo álico esta saturação deve estar próxima de 40%. Quanto a relação Ca:Mg do corretivo, a que forneceu as melhores mudas foi 1:1 no argissolo, 4:1 no latossolo distrófico e 2:1 no latossolo álico.

Para a produção de mudas de fedegoso em argissolo-vermelho-amarelo ou latossolo distrófico a saturação por bases indicada é 70% e em latossolo álico esta saturação deve ser elevada para 65%. Quanto á relação Ca:Mg do corretivo, para qualquer dos três solo, a recomendada para esta espécie é 3:1.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICHEQUER, A.D.; BOHNEN, H.; ANGHINONI, I. Absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo submetidas à toxidez de alumínio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.373-378, mar/abr. 2003.

ALMEIDA, J.A.; ERNANI, P.R.; MAÇANEIRO, K.C. Recomendação alternativa de calcário para solos altamente tamponados do extremo sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.29, n.4, p.651- 656, 1999.

ALVARES, V.H. **Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofres em dois latossolos de Minas Gerais**. 1974. 125f.. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

ALVES, V.M.C.; SANTANA, C.A.F.; SENA, J.S.P.; BRAGA, J.M. Efeito da adubação potássica na produção de matéria seca e de mudas de seringueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus, AM. **Resumos expandidos...**, Manaus, AM: Universidade de Manaus, 1996a, p.335-336.

ALVES, V.M.C.; SANTANNA, C.A.F.; SENA, J.S.P.; BRAGA, J.M. Influência do Mg no crescimento de mudas de seringueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus, AM. **Resumos expandidos...**, Manaus, AM: Universidade de Manaus, 1996b, p.341-342.

AMARAL, A.S.; SPADER, V.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J. Resíduos vegetais na superfície do solo e a eficiência do herbicida Flumet Sulam. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.30, n.5, p.789- 794, 2000.

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D.; BULL, L.T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.5, n.12, p.2437-2446, dez. 2000.

BAILIERO, F.C.; OLIVEIRA, I.G.; DIAS, L.E.; Formação de mudas de *Acacia holocericea*. Resposta à calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.25, n.2, p.183-192, abr-jul. 2001.

BARBERI, A.; CARNEIRO, M.A.C.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.4, n.1, p.145-153, 1998.

- BARBOSA, Z.; VENTURIN, R.P.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R. Crescimento e composição química foliar de mudas de aroeira (*Myracrodon urudeuva* Fr.All.Eng) sob diferentes saturações por bases. II teor foliar de micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS/UFV, 1995, v.2, P.809-810.
- BERNARDINO, D.C.S. **Influência da saturação por bases do substrato e da relação Ca:Mg do corretivo no crescimento de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), sabiá (*Mimosa caesalpinaefolia* Benth.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.)**. 2004. 77f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; SOARES, C.B.; PEREZ, S.C.J.G. Crescimento e mobilização de carboidratos em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin et Barneby) durante a germinação. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p.69-76, 2002.
- CAMARGO, O.A.; CASTRO, O.M.; VIEIRO, S.R.; QUAGGIO, J.A. Alterações de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. **Sciencia Agrícola**, Piracicaba (SP), v.54, n.1. p.01-08, jan/ago. 1997.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas em pastagem formada em latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.23, n.2, p.187-192, 1999.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA - CNPF, Brasília: EMBRAPA-SPI, p.407-409, 1994.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS-CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999, 359p.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v.4, 1984, 765p.
- DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F. R.; DAVIDE, A.C. Nutrição de jatobá. **Cerne**, Lavras-MG. v.2, n.1, p.138-152, 1996.
- ECHEART, V.; MOLINA, S.C. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.31, n.3, p.531-541, 2001.
- ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e do gesso agrícola. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v.58, n.4, p.825-831, out./dez. 2001.
- FAGEIRA, N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1419-1424, nov. 2001.
- FERNANDES, A.R.; CARVALHO, J.G. Crescimento de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em função de relações do K com o Ca e com o Na, em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras-MG, v.7, n.1, p.84-89, 2001.
- FERNÁNDEZ, J. Q.P.; RUIVO, M.L.P.; DIAS, L.E.; COSTA, J.P.V.; DIAZ, R.R. Crescimento de mudas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e doses de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.20, n.4, p.425-431, 1996.

- FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; VALE, F.R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.A. Acidez do solo, crescimento e nutrição de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras-MG, v,5, n.2, p.01-12, 1999.
- GAMA, J.R.N.F.; KIEHL, J.C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho-amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.23, n.2, p.475-482, abr/jun. 1999.
- GARCIA, N.C.P. **Efeitos da calagem e de níveis de fósforo sobre o crescimento e composição mineral da mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.)**. 1986. 40f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- GODERT, W.J. **Calagem e adubação**. Brasília: EMBRAPA-CAPC/ EMBRAPA-SPI, 1995, 59p.
- GOMES, F.T.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; FONTES, P.C.R. Influência de doses de calcário com diferentes relações cálcio: magnésio na produção de matéria seca e na composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p. 1779-1786, dez. 2002.
- GOMES, K.C.O.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; SILVA, S.R. Influência da saturação por bases no crescimento de mudas de angico branco. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.785-792, 2004.
- GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e dosagens de N-P-K**. 2001. 166f.. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, 427p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.
- MACHADO, P.L.O.A. **Considerações gerais sobre a toxicidade do alumínio nas plantas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 22p. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos; 2).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MANN, E.N.; FURTINI NETO, A.; RESENDE, A.V.; VALE, F.R.; FONSECA, F.C. Calagem e crescimento de espécies florestais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus, AM. **Resumos expandidos...**, Manaus, AM: Universidade de Manaus, 1996, p.240-241.
- MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1998.177p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MEDEIROS, J.G.S.; HOPPE, J.M. Efeito da aplicação de calcário em estacas de *populus deltoides* Bartr. Ex Marsh cultivadas em vaso. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.12, n.2, p.161-167, 2002.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G.; EVANGELISTA, A.R. Influência da relação cálcio: magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.249-255, fev. 1999.

- MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G.; MORAES, L.A.C.; SALVADOR, J.O. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2051-2056, out.2000.
- OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S. Resposta do feijoeiro a relações entre as variáveis cálcio e magnésio na capacidade de troca de cátions de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.859-866, set/out. 2003.
- PAULETTI, V. **Teores e interpretação**. Campinas: Fundação ABC/Fundação Cargill, 1998. 59p., ilus.
- PASSOS, M.A.A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; LELES, P.S.S.; NEVES, J.C.L.; GARCIA, N.C.P. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (Jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.21, n.4, p.463-471, 1997.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.24, n.4, p.787-796, out/dez. 2000.
- SCHMIDT, D.V.C. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus grandis* em resposta à fertilização potássica e a calagem**. 1995. 57f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVA, D.J.; DEFELIPO, B.V. Necessidade de calagem e diferentes relações Ca: Mg para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.17, n.3, p.303-313, 1993.
- SILVA, J.B.C.; NOVAIS, R.F.; SEDYAMA, C.S. Comportamento de genótipos de soja em solo com alta saturação de alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.287-298, mar.1984.
- SILVA JUNIOR, W.M.; MARTINS, S.V. Recuperação de áreas degradadas: um enfoque ecológico. **Revista Folha Florestal**, Viçosa-MG, n.98, p.19-21, 2000.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; MOREIRA, A. TAKASHI, E.N.; SGARBI, F.; BRANCO, E.F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras-MG, v.8, n.2, p.107-116, 2002.
- TREVISAN, H.; NADAI, J.D.; LUNS, A.M. CARVALHO, A.G. Ocorrência de térmitas subterrâneas (Isóptera: Rhinotermitidae e Termitidae) e durabilidade natural de cinco essências florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.153-158, 2003.
- TRUGILHO, P.F.; CAIXETA, R.P.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. **Cerne**, Lavras-MG, v.3, n.1, p.1-13, 1997.
- VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R. DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Cerne**, Lavras-MG, v.2, n.2, p.31-47, 1996.
- VENTURIN, N.; 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 (*Myracrodruon urundeuva* FR. All.) **Cerne**, Lavras-MG, v.6, n.1, p.30-39, 2000.
- VIRGENS FILHO, A.C.; MOREIRA, A.; CAMRGO E CASTRO, P.R. Efeito da calagem

e adubação da seringueira no estado nutricional e produção de borracha seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.8, p.1019-1026, ago. 2001.