

Atributos do solo, crescimento inicial e teor de flavonoides em mudas de fava-d'anta sob níveis de saturação por bases

Initial growth and flavonoid content in seedlings of fava-d'anta under base saturation levels

Cryslane G. Cota^{1,*}, Maria S.A. Silva¹, Ernane R. Martins¹, Luiz A. Fernandes¹, Jailson R. Magalhães¹ e Thawane R. Brito²

¹Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, Brasil

²Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil

(*E-mail: cryslanecota@yahoo.com.br)

<https://doi.org/10.19084/RCA17341>

Recebido/received: 2017.12.27

Aceite/accepted: 2018.09.20

RESUMO

A fava-d'anta é uma espécie nativa do cerrado que apresenta potencial econômico e medicinal, mas com pequeno número de informações sobre aspectos da nutrição mineral. Com o objetivo de avaliar a influência de níveis de saturação por bases sobre os atributos químicos do solo e o crescimento inicial e produção de flavonoides totais em mudas de fava-d'anta, conduziu-se um experimento em delineamento de blocos casualizados, com sete tratamentos: saturação por base natural do solo (3%), e os demais tratamentos com 10, 20, 30, 40, 50 e 60 % de saturação, com cinco repetições. A elevação da saturação de bases por meio da aplicação de doses de óxido de cálcio e magnésio refletiu na melhoria dos atributos químicos do solo por meio do aumento do pH, da CTC e das concentrações dos cátions trocáveis Ca^{2+} e Mg^{2+} , e redução da acidez trocável, acidez potencial e saturação por alumínio. A altura, biomassa seca e o teor de flavonoides totais das plântulas de fava-d'anta não foram influenciados pela elevação da saturação por bases, entretanto houve decréscimo do diâmetro do coleto. Assim, as condições naturais do solo do Cerrado propiciam o melhor desenvolvimento da espécie, evidenciando a sua tolerância à acidez do solo.

Palavras-chave: *Dimorphandra mollis*, Nutrição, Cerrado, Alumínio.

ABSTRACT

Fava-d'anta is a native species from Cerrado that presents economic and medicinal potential, with a small number of information on aspects of mineral nutrition. In order to evaluate the influence of base saturation levels on chemical attributes of the soil, initial growth and total flavonoid production in fava-d'anta seedlings, an experiment was conducted in a randomized block design with seven treatments: saturation by natural base of the soil (3%), and treatments with 10, 20, 30, 40, 50 and 60% saturation, with five replications. The increase of the base saturation through the application of doses of calcium and magnesium oxides reflected the improvement of chemical attributes of the soil by increasing the pH, CEC and concentrations of exchangeable cations Ca^{2+} and Mg^{2+} , as well as reduction of exchangeable acidity, potential acidity and saturation by aluminum. The height, dry biomass and the total flavonoid content of the fava-d'anta seedlings were not influenced by the increase of the base saturation, however, there was a decrease in the collar diameter. Thus, the natural conditions of the Cerrado soil provide the best development of the species, evidencing its tolerance to soil acidity.

Keywords: *Dimorphandra mollis*, Nutrition, Cerrado, Aluminum.

INTRODUÇÃO

A fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) é uma espécie medicinal, nativa do cerrado, explorada pelas populações locais. A principal importância econômica da espécie está no fruto, de onde a indústria farmacêutica extrai a rutina e a quercetina (Dôres, 2007; Sudré *et al.*, 2011).

Todavia o aumento da demanda por esses frutos faz com que a sua coleta seja intensificada antes da maturação. Além disso, é comum a quebra dos galhos durante o processo de coleta dos frutos, o que pode comprometer a produção do ano seguinte. Desse modo, a falta de conhecimento e do manejo sustentável da espécie tem colocado em risco sua sobrevivência em longo prazo (Paula *et al.*, 2007).

O estabelecimento de plantios comerciais, aliado ao manejo sustentável da espécie surgem como uma alternativa para atender à demanda industrial por rutina e quercetina, e ainda diminuir a pressão sobre as populações naturais. Entretanto as técnicas de cultivo da fava-d'anta são pouco conhecidas, principalmente quanto às exigências nutricionais e às respostas aos corretivos e fertilizantes (Lorenzi, 2002). Além disso, os solos brasileiros geralmente são ácidos, ocasionando a diminuição da disponibilidade de nutrientes, como cálcio, magnésio e potássio e o aumento na solubilidade de alguns íons que, em concentração elevada, são tóxicos para a maioria das plantas cultivadas, como o alumínio e o manganês (Franchini *et al.*, 2001), necessitando, assim, da adoção de práticas corretivas que possibilitem o uso destes solos para o cultivo de espécies agrícolas e florestais.

A maioria dos estudos sobre a nutrição mineral de plantas nativas do cerrado enfoca os aspectos de baixa fertilidade dos solos ácidos do bioma, sem levar em consideração os sistemas de adaptação que essas plantas desenvolvem, as reservas de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes que acontecem nos ecossistemas naturais (Haridasan, 2000). Contudo, o fato dessas espécies serem tolerantes à baixa fertilidade, não elimina a possibilidade de resposta à fertilização (Duboc e Guerrini, 2007).

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a influência de níveis de saturação por bases sobre os atributos químicos do solo e o crescimento inicial e teor de flavonoides totais em mudas de *Dimorphandra mollis* Benth.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de novembro de 2015 a março de 2016, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA- UFMG), localizado no município de Montes Claros- MG.

O solo utilizado para a produção das mudas foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, de acordo com EMBRAPA (2013). A coleta foi realizada na camada superficial do solo (0-0,2 m), sob vegetação de Cerrado, cujas coordenadas geográficas são 16° 54' 14,99" S e 43° 57' 41,28" W. As características físicas e químicas foram: pH em água 4,5; P = 0,6 mg dm⁻³; K⁺ = 20 mg dm⁻³; Ca⁺² = 0,2 cmolc dm⁻³; Mg⁺² = 0,1 cmolc dm⁻³; Al⁺³ = 0,9 cmolc dm⁻³; H+Al = 9,8 cmolc dm⁻³; SB = 0,4 cmolc dm⁻³; T = 1,3 cmolc dm⁻³; V = 3%; areia = 780 g kg⁻¹; silte = 60 g kg⁻¹ e argila = 160 g kg⁻¹, determinados conforme EMBRAPA (1997).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, sendo sete valores de saturação por bases (V%): 3 (saturação natural), 10, 20 30, 40, 50 e 60%, e cinco repetições, correspondendo às doses de 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 e 2,4 toneladas por hectare de óxido de cálcio (60%) e magnésio (30%), com PRNT de 180%. Cada unidade amostral foi constituída por um vaso com duas plantas.

Após a aplicação do corretivo, foi realizada a adubação de plantio com 20 mg dm⁻³ de N, 150 mg dm⁻³ de P e 50 mg dm⁻³ de K, utilizando-se o adubo formulado 4-30-10.

Para a produção das mudas, foram selecionadas 350 sementes de fava-d'anta, coletadas nas árvores, provenientes da comunidade Olhos D'água, município de Montes Claros – MG.

As sementes foram submetidas à superação de dormência com ácido sulfúrico concentrado por

uma hora e, posteriormente, lavadas em água corrente por 20 minutos. Em seguida, as mesmas foram tratadas com o fungicida comercial carbendazim 15% + tiram 35% e semeadas nos vasos. Para cada vaso, utilizaram-se 10 sementes e, aos 30 dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, mantendo duas plântulas por vaso. Durante o período experimental, manteve-se a umidade do solo, por meio da irrigação com água destilada, sempre que necessário.

Após 130 dias da semeadura, foram tomadas as medidas de altura (H) e diâmetro do coleto (DC). As plantas, então, foram coletadas e o material vegetal foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até obter massa constante, para determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR). Posteriormente, determinou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) por meio da seguinte fórmula (Dickson *et al.*, 1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

Para a etapa de caracterização do solo, retirou-se amostra de cada vaso, que foi posteriormente encaminhada ao Laboratório de Análises de Solo do Instituto de Ciências Agrárias, onde foram realizadas as análises, de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Para determinação dos flavonoides totais, utilizaram-se os foliólulos secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, que, posteriormente, foram trituradas em moinho de facas e armazenadas em tubos tipo falcon a -20 °C.

Os extratos vegetais foram preparados conforme a metodologia de Liu *et al.* (2008), com adaptações. Os foliólulos secos e moídos foram pesados (0,25 g) e colocados em tubos de ensaio, seguido da adição de 20 mL da solução de etanol 60%. Os extratos foram colocados em agitador orbital por 24 horas, filtrados em papel filtro quantitativo e, posteriormente, armazenados em tubos tipo falcon, ao abrigo da luz. Esses extratos foram mantidos em geladeira por quatro meses, quando então se realizou a análise do teor de flavonoides.

O teor de flavonoides foi determinado pelo método do cloreto de alumínio proposto por Liu *et al.* (2008), com algumas modificações. Retirou-se alíquota de 50 µL de cada extrato, que foi transferida para tubo de ensaio correspondente. Em seguida, fez-se a diluição do extrato, por meio da adição de 2 mL de etanol (60%), seguida da adição de 2 mL de cloreto de alumínio (2%). O material foi submetido à agitação em vórtex e deixado em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. Então, fez-se leitura em espectrofotômetro a 405 nm, utilizando-se o etanol 60% mais AlCl₃ como branco. Os resultados foram expressos em teor (%) de flavonoides totais.

Para a construção da curva de calibração, foi preparada solução estoque de rutina (1mg mL⁻¹) como solução padrão, na qual foram utilizadas cinco concentrações distintas (0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; mg mL⁻¹). Posteriormente, foi feita a leitura em espectrofotômetro a 405 nm, utilizando-se o etanol 60% como branco para a obtenção da curva padrão ($y = 0,0042 + 0,1005x$ R² = 0,99).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo o teste F, foram ajustadas equações de regressão para as variáveis de interesse. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o software R, versão 3.3.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito das doses de corretivo sobre os atributos químicos do solo

Componentes da acidez do solo

Os níveis de saturação por bases influenciaram, significativamente, os componentes da acidez do solo. De acordo com as equações ajustadas, verificou-se que o pH (Figura 1a) apresentou resposta linear positiva à elevação da saturação por bases, aumentando de 4,2 (testemunha sem aplicação de corretivo) para 6,7. Com isso, a acidez do solo passou de muito elevada para fraca (Alvarez *et al.*, 1999). O pH do solo encontra-se relacionado ao nível de saturação de bases, aumentando à medida que este aumenta (Raij *et al.*, 1968).

Quanto à acidez trocável (Al³⁺) (Figura 1b) e à saturação por alumínio (m%) (Figura 1c), percebe-se

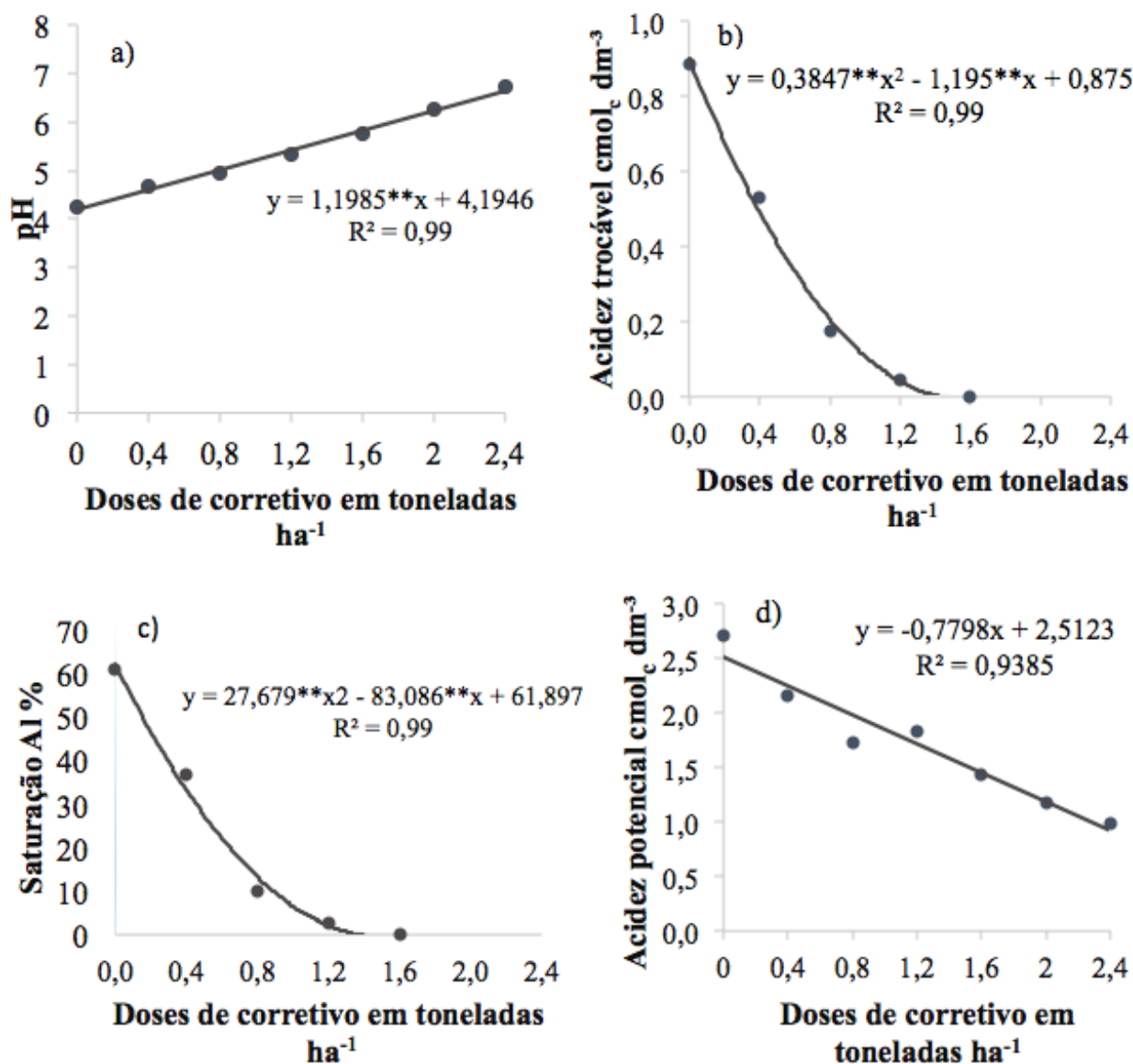


Figura 1 - pH (a), acidez trocável (b), saturação por alumínio (c), e acidez potencial (d) em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coletado em Montes Claros- MG, em resposta à adição de doses crescentes de óxido de cálcio (60%) e magnésio (30%).

que houve resposta quadrática à elevação da saturação por bases. O tratamento testemunha apresentou 0,89 cmol_c dm⁻³ para a acidez trocável, valor considerado médio, sendo neutralizado com a aplicação de 0,92 t ha⁻¹ do corretivo. Já para a saturação por alumínio, o tratamento testemunha apresentou 60,6%, valor considerado alto, neutralizado com a dose equivalente a 1,5 t ha⁻¹ do corretivo.

De acordo com Alvarez *et al.* (1999), o Al³⁺ do solo é considerado relativamente alto quando atinge concentrações acima de 1,01 cmol_c. Apesar de, neste estudo, a acidez trocável do solo natural não atingir esse valor, a mesma apresentou-se muito próxima (0,9 cmol_c), indicando a necessidade da adoção de práticas corretivas. Os resultados obtidos evidenciam que a redução máxima da acidez trocável já foi obtida com a aplicação de doses baixas de corretivo (Figura 1b).

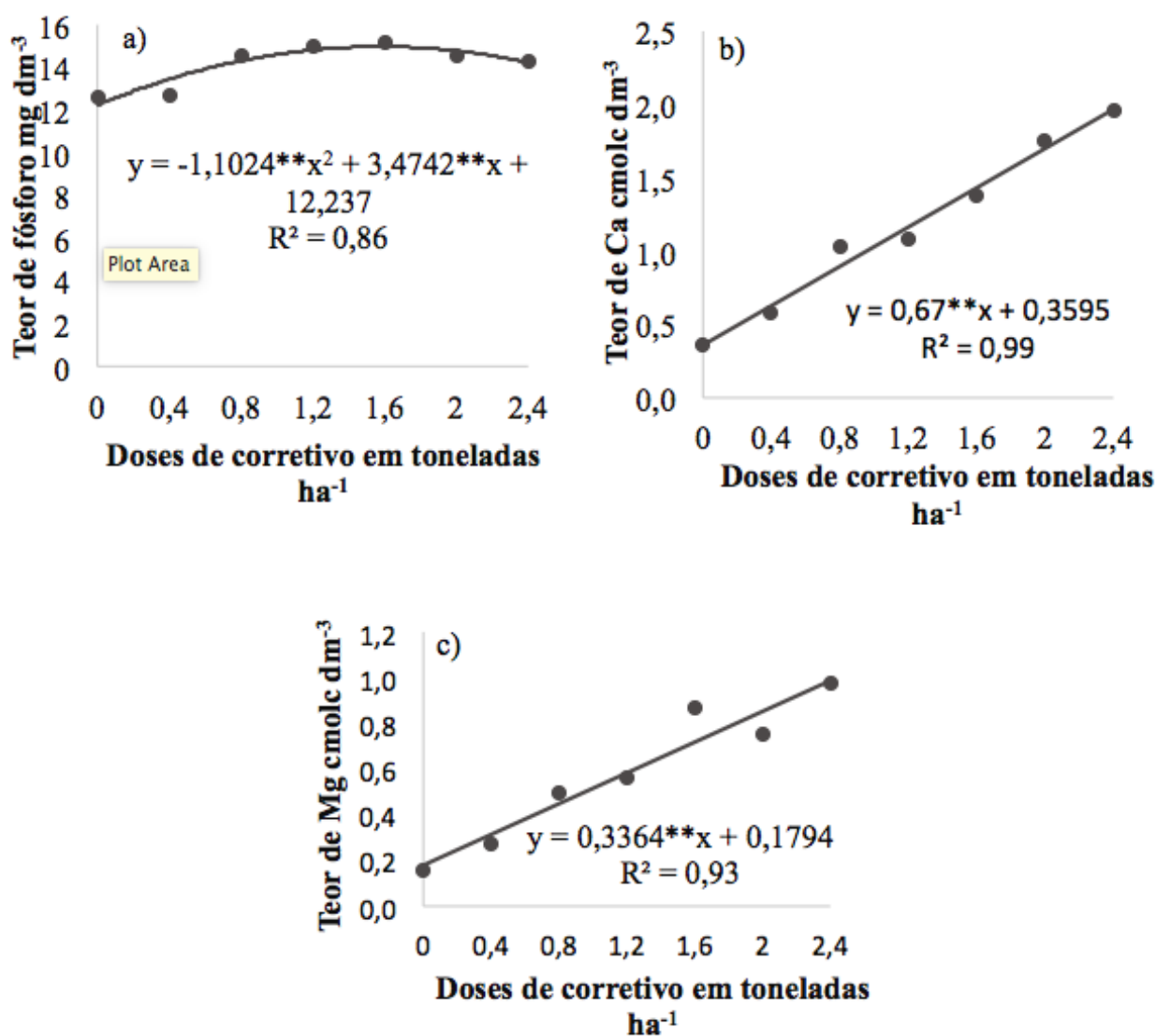


Figura 2 - Teor de fósforo disponível (a), teor de cálcio (b) e teor de Mg (c) em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coletado em Montes Claros- MG, em resposta à adição de doses crescentes de óxido de cálcio (60%) e magnésio (30%).

A acidez potencial (H + Al) (Figura 1d) apresentou resposta linear negativa, atingindo valor mínimo de 0,92 cmol_c dm⁻³, após a aplicação da dose máxima de corretivo (2,4 t ha⁻¹). Desse modo, a elevação da saturação por bases promoveu o aumento do pH do solo, bem como a neutralização da acidez trocável e da saturação por alumínio, e ainda promoveu a redução da acidez potencial. Esses resultados corroboram os obtidos por Alleoni *et al.* (2005), ao avaliarem o efeito de doses de calcário dolomítico aplicadas em superfície ou incorporadas, nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho

distrófico de cerrado. Os resultados referentes à acidez do solo obtidos neste trabalho também são compatíveis com aqueles encontrados por Sena *et al.* (2010), ao avaliarem as respostas de angelim pedra (*D. excelsa*) à aplicação de calcário como corretivo do substrato.

Teores de fósforo disponível

A adição de doses crescentes do corretivo resultou no comportamento quadrático em relação ao teor de fósforo disponível do solo (Figura 2a),

atingindo valor máximo de 14,97 mg dm⁻³ quando aplicada a dose de corretivo equivalente a 1,58 t ha⁻¹. Apesar desse incremento no teor de P, o valor máximo alcançado após a aplicação do corretivo ainda é considerado muito baixo, de acordo com a classificação de Alvarez *et al.* (1999).

Esse aumento no teor de P, ainda que insuficiente para atingir outro nível de classificação, pode ser atribuído à elevação do pH do solo, visto que os solos predominantes do cerrado se caracterizam pelos baixos teores de P na forma disponível para as plantas, e ainda o incremento de Mg promovido pela aplicação do corretivo. Em solos muito ácidos, o P está predominantemente na forma de íons de H₂PO₄⁻, que, frequentemente, reagem com o Fe e Al, presentes em altas concentrações, e podem provocar a precipitação do P como fosfatos de Fe e Al, que apresentam baixa solubilidade (Dechen e Nachitigall, 2007).

Ao cultivar fava-d'anta em solos do cerrado de Minas Gerais, Costa *et al.* (2007a) observaram que as plantas não apresentaram sintomas visuais de deficiência de fósforo e descrevem que a espécie pode ter desenvolvido mecanismos de adaptação a essa condição, ressaltando que a forma de absorção de fontes fosfatadas pela espécie pode não ser a forma mais comum que consta na literatura (H₂PO₄⁻), e sim formas menos disponíveis, como os fosfatos de Fe e Al típicos dos solos do Cerrado.

Com relação aos cátions trocáveis, percebe-se que houve aumento linear dos teores de Ca⁺² (Figura 2b) e Mg⁺² (Figura 2c), entretanto o teor de K⁺ não foi influenciado, o que corrobora o trabalho de Albuquerque *et al.* (2003), em que a calagem elevou os teores de Ca e Mg trocáveis e não influenciou nos teores de K⁺. O aumento dos teores de Ca e Mg resultam da presença desses nutrientes no corretivo utilizado, estando em concordância com Sena *et al.* (2010), que verificaram que a adição de Ca e Mg, provenientes dos calcários ou das fontes não corretivas da acidez, promoveu o aumento dos teores de Ca⁺² e Mg⁺² trocáveis no solo.

Segundo Alvarez *et al.* (1999), as concentrações de Ca⁺² e Mg⁺² são consideradas ideais quando apresentam valores acima de 2,4 e 0,9 cmol_c dm⁻³ respectivamente. Embora a concentração ideal de cálcio não tenha sido alcançada, mesmo

após a aplicação da dose máxima de corretivo (Figura 2a), o aumento da concentração de Ca e Mg no solo, em resposta ao aumento das doses de corretivo, evidencia que as doses desses nutrientes fornecidas pelo corretivo foram superiores às aquelas demandadas pelas plantas, resultando na elevação dos níveis desses no solo.

Apesar de ter sido realizada adubação de plantio com o formulado NPK 4-30-10, a concentração de K no solo nas condições originais e após adubação, seguida do cultivo da espécie foi de 27,5 mg dm⁻³, o que ainda é considerado baixa (Alvarez *et al.*, 1999). Esse autor relata que a concentração de K pode ser considerada ideal quando atinge valores superiores a 71 mg dm⁻³. Dessa forma, possivelmente a concentração de K no solo se manteve baixa, mesmo após a adubação, devido à baixa dose aplicada e à absorção dos íons K⁺ pelas plantas.

Todavia, os estudos referentes à nutrição dessa espécie ainda são escassos, sugerindo a necessidade da realização de estudos mais aprofundados que possam indicar a necessidade de adubação da mesma.

CTC efetiva, CTC potencial e Saturação por bases

A análise de regressão mostra que a CTC efetiva (t), a CTC potencial (T) e a saturação por bases (V%) aumentaram linearmente em resposta à adição das doses crescentes do corretivo (Figura 3).

A aplicação da dose máxima de corretivo (2,4 t ha⁻¹), elevou a CTC efetiva para 2,85 cmol_c dm⁻³ (Fig. 3a), o que corresponde ao aumento de 52%, quando comparado à CTC inicial do solo. De acordo com Alvarez *et al.* (1999), valores de CTC efetiva entre 2,31 e 4,60 cmol_c dm⁻³ são classificados como médios. Esse aumento se deve à precipitação dos íons Al³⁺ em hidróxido de alumínio, liberando, assim, as cargas antes ocupadas pelo íons H⁺ e Al³⁺ e possibilitando que essas cargas sejam ocupadas pelos íons Ca⁺² e Mg⁺².

Observa-se, também, que, para a CTC potencial, houve aumento de 18% em relação aos valores verificados antes da aplicação do corretivo, sendo que essa atingiu 3,96 cmol_c dm⁻³ (Figura 3b).

A aplicação de 2,4 t ha⁻¹ de corretivo elevou a saturação por bases de 18 para 78% (Fig. 3c), o que seguindo a classificação de Alvarez *et al.* (1999), é suficiente para alterar o nível de classificação de muito baixo para alto. A elevação da saturação por bases, para mais de 70%, é um valor acima do esperado para a realização deste experimento, indicando que a maioria das cargas do solo estavam ocupadas por H + Al que foram neutralizados após a correção do solo.

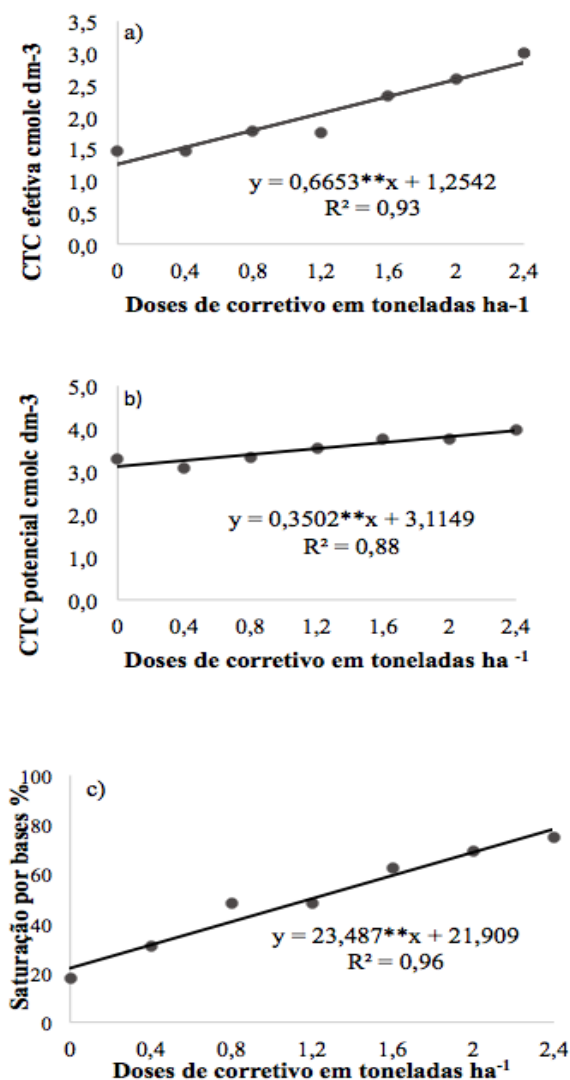


Figura 3 - CTC efetiva (a), CTC potencial (b) e Saturação por bases (c) em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coletado em Montes Claros- MG, em resposta à adição de doses crescentes de óxido de cálcio (60%) e magnésio (30%).

Ao avaliar as alterações nas características químicas de um solo ácido após a aplicação de fontes corretivas, Balbinot Junior *et al.* (2006) observaram que o aumento das doses de corretivo elevou a capacidade de troca de cátions do solo (CTC). Estes autores descrevem que o aumento das doses de corretivo também proporcionou o aumento na saturação por bases que decorre, especialmente, pelo aumento dos teores de Ca e Mg presentes na composição dos corretivos utilizados.

Crescimento e desenvolvimento da espécie

A altura das plantas não apresentou resposta significativa aos tratamentos aplicados, sendo a altura média, nessa fase de crescimento, de 13,3 cm, divergindo dos resultados encontrados por Costa *et al.* (2007b), que, ao avaliarem o efeito da saturação por bases no crescimento da fava-d'anta, verificaram que a espécie apresentou comportamento quadrático em relação ao incremento de altura, atingindo a máxima altura (26,30 cm), quando a saturação por bases no solo foi de 32%.

Essa divergência entre os resultados encontrados pode ser associada à alta variabilidade genética encontrada para a espécie em estudos realizados por Gonçalves *et al.* (2010). Estes autores descrevem que, em condições naturais de reprodução sexual, a alta diversidade genética encontrada para a fava-d'anta indica a possibilidade da ocorrência de diversas outras combinações genóticas, capazes de manter o potencial evolutivo e a capacidade de adaptação da espécie às possíveis mudanças ambientais. Além disso, a divergência encontrada entre os resultados também pode ser associada às diferenças entre as características físicas e químicas dos solos utilizados na realização dos estudos, que podem ter influenciado no crescimento e no desenvolvimento da espécie.

De acordo com Cruz *et al.* (2004), mudas de ipê-roxo, quando submetidas a níveis de saturação por bases, também não apresentaram resposta significativa para a variável altura. Os resultados obtidos neste trabalho também divergem de outros trabalhos encontrados na literatura para diferentes espécies florestais, onde a calagem exerceu efeito positivo para o crescimento em altura, conforme observado para *Senna multijuga*, *Stenolobium stans*

e *Anadenanthera falcata* (Furtini Neto *et al.*, 1999), *Anadenanthera macrocarpa* (Bernardino *et al.*, 2005).

Quanto ao diâmetro do coleto, observa-se decréscimo linear (Figura 4), em função dos níveis crescentes de V%, estando em concordância com Stoqueiro *et al.* (2012), que observaram que a elevação da saturação de bases para o cultivo do algodoeiro implicou a redução do diâmetro caulinar das plantas.

Favare *et al.* (2012) relatam que os níveis crescentes de saturação por bases influenciaram o desenvolvimento em altura e diâmetro do coleto da teca (*Tectona grandis*), somente a partir dos 150 dias após o plantio.

Em relação à produção de biomassa, os níveis de saturação por bases não influenciaram, significativamente, a matéria seca da parte aérea e raízes das plantas de fava-d'anta. Balieiro *et al.* (2001) avaliaram a formação de mudas de *A. holosericea* e *A. auriculiformis* em resposta à calagem e à adição de fósforo, potássio e enxofre, concluindo que as espécies apresentaram comportamento semelhante, em que as variáveis altura, diâmetro do coleto e peso da matéria seca da parte aérea não refletiram respostas significativas para a adição do corretivo.

Não houve diferença estatística entre o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para os tratamentos

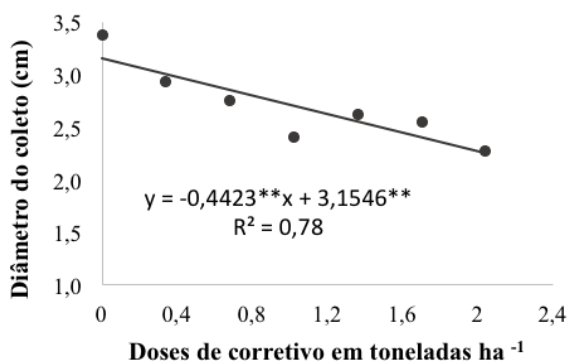


Figura 4 - Diâmetro do coleto (cm) das mudas de *Dimorphandra mollis* cultivadas em Montes Claros -MG em resposta à adição de doses crescentes de óxido de cálcio (60%) e magnésio (30%).

estudados. Os valores observados variaram entre 0,1 e 0,7 ±0,1. Vale ressaltar que quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda (Caldeira *et al.*, 2012). Todavia diversos estudos vêm demonstrando que o IQD é um atributo que pode sofrer variações em função da espécie, do manejo, do tipo de substrato, do volume do recipiente e da idade em que as mudas foram avaliadas (Caldeira *et al.*, 2005; Trazzi, 2011).

Na avaliação do crescimento e da qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, em resposta à saturação por bases do substrato, Bernardino *et al.* (2005) observaram que a elevação da saturação por bases influenciou, positivamente, o IQD, sendo que a saturação de 70% promoveu melhores resultados para as mudas cultivadas em latossolo distrófico, enquanto que as mudas cultivadas em latossolo álico apresentaram maiores valores de IQD quando a saturação foi elevada para 50%.

Análise de flavonoides totais

Os teores de flavonoides totais não foram influenciados significativamente pelo aumento da saturação de bases, variando entre 0,18% e 0,37% ±0,04. Tal resultado confirma a adaptabilidade da espécie a solos ácidos, pobres em nutrientes e com elevada saturação por alumínio.

Costa *et al.* (2007a) avaliaram a influência da calagem no desenvolvimento inicial dessa mesma espécie e verificaram que o aumento das doses de calcário resultou na redução do desenvolvimento total da planta, mas não afetou o teor médio (0,36%) de flavonoides totais encontrado.

Diversos fatores ambientais podem influenciar a produção de metabólitos secundários nas plantas, como, por exemplo, temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica (Blank, 1947). A radiação solar é um dos fatores que está relacionado à variação quantitativa na produção de flavonoides (Santos & Blat, 1998). Gobbo-Netto e Lopes (2007) relatam que há correlação positiva entre a intensidade de radiação solar e a produção de compostos fenólicos como os flavonoides.

De acordo com Sosa *et al.* (2005), as diferenças encontradas na produção de flavonoides para a

mesma espécie podem ser atribuídas a fatores genéticos. Todavia variações quantitativas e qualitativas entre as populações podem ser determinadas pelas diferentes funções ecológicas que esses compostos exercem nas plantas em resposta às condições ambientais. A síntese de flavonoides está associada a estímulos ambientais, especialmente os climáticos, podendo ser considerada como mecanismo de defesa da planta à toxicidade de metais tóxicos, como, por exemplo, o Al (Sosa *et al.*, 2005).

Mossiet *al.* (2011) estudaram o efeito da concentração de alumínio sobre o crescimento e a produção de metabólitos secundários em poejo (*Cunila galioides* Benth.), concluindo que a concentração de Al ocasionou redução no rendimento de biomassa nas plantas, mas, por outro lado, aumentou o teor de flavonoides nos acessos resistentes ao metal. Ainda, de acordo com esses autores, a relação entre a tolerância ao Al e a produção de flavonoides pode ser considerada como uma característica de interesse do ponto de vista medicinal.

Segundo Simões *et al.* (2000), os flavonoides encontrados nas folhas podem ser diferentes daqueles presentes nas flores, nos galhos, nas raízes ou nos frutos, podendo apresentar diferentes concentrações, dependendo do órgão vegetal em que se encontra.

CONCLUSÕES

A elevação da saturação por bases promoveu o aumento do pH do solo, bem como a neutralização da acidez trocável e da saturação por alumínio, além de reduzir a acidez potencial.

A altura, biomassa seca e o teor de flavonoides totais das plântulas de fava-d'anta não foram influenciados pela elevação da saturação por bases, entretanto houve decréscimo do diâmetro do coleto. Assim, as condições naturais do solo do Cerrado propiciam o melhor desenvolvimento da espécie, evidenciando a sua tolerância à acidez do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, J.A.; Bayer, C.; Ernani, P.R.; Mafra, A.L. & Fontana, E.C. (2003) - Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, vol. 27, n. 5, p. 799-806. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000500004>
- Alleoni, L.R.F.; Cambri, M.A. & Caires, E.F. (2005) - Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, vol. 29, n. 6, p. 923-934. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000600010>
- Alvarez V.V.H.; Novais, R.F.; Barros, N.F.; Cantarutti, R.B. & Lopes, A.S. (1999) - Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G. & Alvarez V.V.H. (Eds.) - *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. Aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.25-32.
- Balbinot Junior, A.A.; Tôrres, A.N.L.; Fonseca, J.A.; Teixeira, J.R. & Nesi, C.N. (2006) - Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, vol. 5, n. 1, p. 16-25.
- Balheiro, F.C.; Oliveira, I.G. & Dias, L.E. (2001) - Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *A. auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, vol. 25, n. 2, p. 183-191.
- Bernardino, D.C.S.; Paiva, H.N.; Neves, J.C.L.; Gomes, J.M. & Marques, V.B. (2005) - Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, vol. 29, n. 6, p. 863-870. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600004>
- Blank, F. (1947) - The anthocyanin pigments of plants. *The Botanical Review*, vol. 13, n. 5, p. 241-317.
- Caldeira, M.V.W.; Delarmelina, W.M.; Lübe, S.G.; Gomes, D.R.; Gonçalves, E.O. & Alves, A.F. (2012) - Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. *Floresta*, vol. 42, n. 1, p. 77-84. <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v42i1.26302>

- Caldeira, M.V.W.; Spathelf, P.; Barichello, L.R.; Vogel, H.L.M. & Schumacher, M.V. (2005) - Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, vol. 3, p. 11-17.
- Costa, C.A.; Alves, D.S.; Fernandes, L.A.; Martins, E.R.; Souza, I.G.B.; Sampaio, R.A. & Lopes, P.S.N. (2007a) - Nutrição mineral da fava-d'anta. *Horticultura Brasileira*, vol. 25, n. 1, p. 24-28. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000100006>
- Costa, C.A.; Souza, G.A.; Alves, D.S.; Araújo, C.B.O.A.; Fernandes, L.A.; Martins, E.R.; Sampaio, R.A. & Lopes, P.S.N. (2007b) - Base saturation affecting the initial growth and production of total flavonoids of *Dimorphandra mollis*. *Horticultura Brasileira*, vol. 25, n. 1, p. 49-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000100010>
- Cruz, C.A.F.; Paiva, H.N.; Gomes, K.C.O. & Guerrero, C.R.A. (2004) - Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Florestalis*, vol. 21, n. 66, p. 100-107.
- Dechen, A.R. & Nachtigall, G.R. (2007) - Fósforo. In: Novais et al. (Eds.) - *Fertilidade do solo*. 1ª ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 96-99.
- Dickson, A.; Leaf, A.L. & Hosner, J.F. (1960) - Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, vol. 36, n. 1, p.10-13. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- Dôres, R.G.R.D. (2007) - *Análise morfológica e fitoquímica da fava d anta (Dimorphandra mollis Benth.)*. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 375 p.
- Duboc, E. & Guerrini, I.A. (2007) - *Desenvolvimento inicial e nutrição da Cagaita em áreas de cerrado degradado*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, EMBRAPA Cerrado, Planaltina, 24 p.
- EMBRAPA (1997) - *Manual de métodos de análise de solo*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 212 p.
- EMBRAPA (2013) - *Levantamento exploratório: Reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais*. Boletim Técnico , 60. Recife: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 407p.
- Favare, L.G.; Guerrini, I.A. & Backes, C. (2012) - Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de teca em um Latossolo de textura média. *Ciência Florestal*, vol. 22, n. 4, p. 693-702. <http://dx.doi.org/10.5902/198050987551>
- Franchini, J.C.; Meda, A.R.; Cassiolato, M.E.; Miyazawa, M. & Pavan, M.A. (2001) - Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. *Scientia Agricola*, vol. 58, n. 2, p. 357-360. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000200020>
- Furtini Neto, A.E.; Resende, A.V.; Vale, F.R.; Faquin, V. & Fernandes, L.A. (1999) - Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de mudas. *Cerne*, vol. 5, n. 2, p. 1-12.
- Gobbo-Neto, L. & Lopes, N.P. (2007) - Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, vol. 30, n. 2, p. 374-381. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- Gonçalves, A.C.; Reis, C.A.F.; Vieira, F.A. & Carvalho, D. (2010) - Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 33, n. 2, p. 325-332. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000200013>
- Haridasan, M. (2000) - Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, vol. 12, n. 1, p.54-64.
- Liu, H; Qiu, A.B.; Nongxue, D.B. & Huihuang, Y.R. (2008) - Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Research International*, vol. 41, n. 4, p. 363-370. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.012>
- Lorenzi, H. (2002) - *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. vol. 2. 4ª ed. Nova Odessa, Editora Plantarum, 368 p.
- Mossi, A.J.; Pauletti, G.F.; Rota, L.; Echeverrigaray, S.; Barros, I.B.I.; Oliveira, J.V.; Paroul, N. & Cansian, R.L. (2011) - Effect of aluminum concentration on growth and secondary metabolites production in three chemotypes of *Cunila galioides* Benth. Medicinal plant. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 71, n. 4, p. 1003-1009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500020>
- Paula, T.O.M.; Santos, A.M.; Valadares, S.V.; Caldeira Junior, C.F.; Fernandes, L.A. & Martins, Alves, D.S. (2007) - Influência do Silicato no Crescimento Inicial e Produção de Flavonóides Totais em *Dimorphandra mollis* Benth. *Revista Brasileira de Biociências*, vol. 5, p. 552-554.

- Raij, B.V.; Sacchetto, M.T.D. & Igue, T. (1968) - Correlações entre o pH e o grau de saturação em bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. *Bragantia*, vol. 27, n. 17, <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051968000100017>
- Santos, M.D. & Blat, C.T.T. (1998) - Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 21, n. 2, p. 135-140. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041998000200004>
- Sena, J.S.; Tucci, C.A.F.; Lima, H.N. & Hara, F.A.S. (2010) - Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). *Acta Amazônica*, vol. 40, n. 2, p. 309-318. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000200009>
- Simões, C.M.O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P.; Mentz, L.A. & Petrovick, P.R. (2000) - *Farmacognosia da planta ao medicamento*. 2ª ed. Porto Alegre/ Florianópolis, Universidade /UFRGS, Universidade/ UFSC.
- Sosa, T.; Alías, J. C.; Escudeiro, J. C.; Chaves, N. (2005) - Interpopulational variation in the flavonoid composition of *Cistus ladanifer* L. *exudate*. *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 33, n. 4, p. 353-364.
- Stoqueiro, A.; Silva, J.H. & Freddi, O.S. (2012) - Saturação por bases na produtividade e qualidade da fibra do algodoeiro. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia*. Anais... Uberlândia: 2012. Cit. [2015.10.23] http://www.agrisus.org.br/arquivos/congresso_ciencia_soloona_algodao.pdf.
- Sudré, C.P.; Rodrigues, R.; Gonçalves, L.S.A.; Martins, E.R.; Pereira, M.G. & Santos, M.H. (2011) - Genetic divergence among *Dimorphandra* spp. accessions using RAPD markers. *Ciência Rural*, vol. 41, n. 4, p. 608-613. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000024>
- Trazzi, P.A. (2011) - *Substratos renováveis na produção de mudas de Tectona grandis* Linn F. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Jerônimo Monteiro, Universidade Federal do Espírito Santo. 84 p.