

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
Campus Regional Montes Claros

MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**SATURAÇÃO DE BASES EM SOLO DO CERRADO  
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PEQUIZEIRO E  
BARUZEIRO**

WILLIAM GLEIDSON ALVES TORRES



**William Gleidson Alves Torres**

**SATURAÇÃO DE BASES EM SOLO DO CERRADO PARA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PEQUIZEIRO E BARUZEIRO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Nascimento Lopes

MONTES CLAROS

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

T693s Torres, William Gleidson Alves Torres.

2017

Saturação de bases em solo do cerrado para produção de mudas de pequizeiro e baruzeiro / William Gleidson Alves Torres. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2017.

73 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

Orientador: Prof. Paulo Sérgio Nascimento Lopes

Banca examinadora: Leonardo Monteiro Ribeiro, Elka Fabiana Aparecida Almeida, Cristina de Paula Santos Martins, Paulo Sérgio Nascimento Lopes.

Referências: f: 62-78.

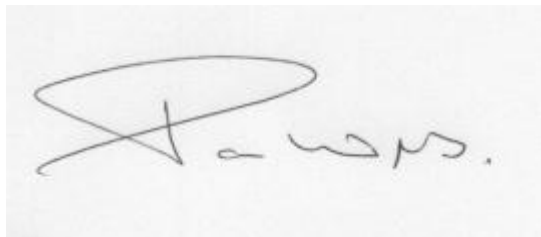
1. Calagem. 2. *Caryocar brasiliense*. 3. *Dipteryx alata*. 4. Macronutrientes e micro nutrientes. 5. Saturação por bases I. Lopes, Paulo Sérgio Nascimento. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 634.1

Elaborada pela Biblioteca Comunitária em Ciências Agrárias do ICA/UFMG

WILLIAM GLEIDSON ALVES TORRES

SATURAÇÃO DE BASES EM SOLO DO CERRADO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE PEQUIZEIRO E BARUZEIRO

A handwritten signature in black ink on a light background. The signature is stylized, starting with a large, looped 'P' followed by 'S. Nascimento Lopes'.

---

Prof. Paulo Sérgio Nascimento Lopes- Orientador ICA/UFMG

Aprovado em 30 de dezembro de 2016.

Montes Claros

2016

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que está sempre presente em todos os momentos da minha vida, guiando os meus passos e mostrando-me o melhor caminho a seguir. Aquele que nas horas difíceis proporciona descanso e alívio para minha alma.

Aos órgãos de fomento à pesquisa CAPES e ao CNPQ pela concessão de bolsas e suporte financeiro deste trabalho e de outros desenvolvidos neste centro de pesquisa. À Universidade Federal de Minas Gerais pela infraestrutura disponibilizada.

Aos meus orientadores, professores Paulo Sérgio Nascimento Lopes e Luiz Arnaldo Fernandes, pelo apoio e ensinamentos.

À coordenação e professores da pós-graduação, ao contribuírem em minha formação.

À Fundação Mendes Pimentel (FUMP) pela assistência estudantil desde a graduação.

À todos os amigos do Gefen em especial a Ângela, Iara, Felipe, Breno, Monielly, Thiago, Armando e Roger pelo apoio, amizade e convivência.

Aos meus pais Leoni Alves Torres e Milton da Silva Torres, pelos ensinamentos, cuidados, incentivos e confiança. Aos meus irmãos Débora Alves Torres e Warlen Alves Torres, pelo companheirismo, amizade e confidências.

À Helainy pelo carinho, compreensão e parceria em todos os momentos.

Por fim, a todos aqueles que colaboraram, direta e indiretamente, à conclusão deste trabalho.

**Muito obrigado!**

*“Faça o que for necessário para ser feliz. Mas não se esqueça que a felicidade é um sentimento simples, você pode encontrá-la e deixá-la ir embora por não perceber sua simplicidade”.*

Mário Quintana

## RESUMO

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e o baruzeiro (*Dipteryx alata*) são frutíferas nativas do Cerrado, sendo exploradas, exclusivamente, por meio de extrativismo. Essas espécies são de grande importância econômica e social, o que justifica a domesticação. No entanto há carência de informações sobre a exigência nutricional dessas espécies, sobretudo, na formação de mudas. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *C. brasiliense* e *D. alata* em decorrência da saturação por bases do solo. Conduziu-se o experimento em vasos com solo distrófico e álico cerrado *sensu stricto*, em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais de outubro/2015 a julho/2016. Foram montados experimentos, separados para cada espécie, com delineamento em blocos inteiramente casualizados e, como tratamentos, cinco níveis de saturação por bases (V%), obtidos pela aplicação de corretivo comercial:10 (saturação natural), 25, 40, 55 e 75% com cinco repetições, dois vasos por parcela e duas plantas por vaso. Ao final dos experimentos, quando as plantas das duas espécies já se apresentavam na fase de mudas, 5 e 7,5 meses, respectivamente, para o pequizeiro e baruzeiro, avaliaram-se as seguintes características biométricas e suas relações: altura de plantas (ALT, em cm), o diâmetro do coleto (DC, em mm); o número de folíolos e folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA, grama planta<sup>-1</sup>); massa fresca da raiz (MFR, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca da parte aérea (MSPA, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca da raiz (MSR, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca total (MST, grama planta<sup>-1</sup>), obtida pela soma da MSPA e MSR; relação da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (RMSPAR); relação da altura da parte aérea e diâmetro do coleto (RAD); índice de qualidade de Dickson (IQD) e a quantidade de macro e micronutrientes na parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foram ajustadas equações de regressão, relacionando os atributos morfológicos avaliados e a quantidade de macro e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), na parte aérea, com os diferentes níveis de saturação por bases pelo teste t de Student ao nível de 1 e 5% de probabilidade de erro. A calagem, de forma geral,



interferiu apenas na altura das plantas, na sua relação com o diâmetro do coleto e no acúmulo de nutrientes da parte aérea em mudas pequizeiro. Já, no baruzeiro, a elevação na saturação de bases entre 40 a 50%, de forma geral, proporcionou aumento do diâmetro, massa, qualidade e quantidade de macronutrientes nas mudas. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, na parte aérea para mudas de pequizeiro e baruzeiro, respectivamente, foi:  
N>K>Ca>S>Mg>P>Fe>Mn>B≈Zn>Cu e  
N>K>Ca>P≈Mg≈S>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

**Palavras-Chave:** Calagem. *Caryocar brasiliense*. *Dipteryx alata*.  
Macronutrientes e micronutrientes. Saturação por bases.

## ABSTRACT

The pequiary (*Caryocar brasiliense*) and the baruzeiro (*Dipteryx alata*) are native fruits of the Cerrado, being exploited, exclusively, by means of extractivism. These species are of great economic and social importance, which justifies domestication. However, there is a lack of information on the nutritional requirements of these species, especially on the formation of seedlings. The objective of this work was to evaluate the growth and quality of *C. brasiliense* and *D. alata* seedlings due to soil base saturation. The experiment was carried out in pots with dystrophic and alico cerrado sensu stricto soil in a greenhouse at the Institute of Agrarian Sciences of the Federal University of Minas Gerais, from October 2015 to July 2016. Separate experiments were set up for each species, with a completely randomized block design and, as treatments, five levels of base saturation (V%), obtained by the application of commercial correction: 10 (natural saturation), 25, 40, 55 and 75% with five replicates, two pots per plot and two plants per pot. At the end of the experiments, when the plants of the two species were already present in the seedling stage, 5 and 7.5 months, respectively, for the pequi and baru tree, the following biometric characteristics and their relationships were evaluated: plant height (ALT, In cm), the collecting diameter (CD, in mm); The number of leaflets and leaves (NF), fresh shoot mass (FSM, grass plant<sup>-1</sup>); fresh root mass (FRM, grass plant<sup>-1</sup>); dry shoot mass (DSM, grass plant<sup>-1</sup>); root dry mass (RDM, grass plant<sup>-1</sup>); total dry mass (TDM, plant grass<sup>-1</sup>), obtained by adding DSM and RDM; Ratio of shoot dry mass and dry mass of the root (RSDMDMR); Ratio of shoot height and shoot diameter (RSD); Dickson quality index (DQI) and the amount of macro and micronutrients in the shoot. The data were submitted to analysis of variance and, when significant, regression equations were adjusted, relating the morphological attributes evaluated and the amount of macro and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn and Zn) in the aerial part, with the different Levels of saturation by bases by Student's t-test at the level of 1 and 5% of probability of error. The liming, in general, interfered only with the height of the

plants, their relationship with the collecting diameter and the accumulation of nutrients of the shoot in pequi tree seedlings. On the other hand, the increase in the base saturation between 40 and 50%, in general, increased the diameter, mass, quality and quantity of macronutrients in the seedlings. The decreasing order of nutrient accumulation, in the aerial part for saplings and baruzeiro, respectively, was: N> K> Ca> S> Mg> P> Fe> Mn> B≈Zn> Cu and N> K> P≈Mg≈S> Fe> Mn> Zn> B> Cu.

**Keywords:** Liming. *Caryocar brasiliense*. *Dipteryx alata*. Macronutrients and micronutrients. Base Saturation

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA	–	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ICA	–	Instituto de Ciências Agrárias
IPEF	–	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
UFMG	–	Universidade Federal de Minas Gerais

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Altura das plantas (a) e relação entre a altura das plantas e diâmetro do coleto (b) das plantas de pequiheiro ( <i>C. brasiliense</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.....	34
Gráfico 2 – Quantidade acumulada de fósforo (a) e manganês (b) na parte aérea das plantas de pequiheiro ( <i>C. brasiliense</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.....	39
Gráfico 3 – Diâmetro do coleto (a), relação entre a altura das plantas e diâmetro do coleto (b) e número de folíolos (c) por plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ), em função dos valores de saturação por bases do solo.....	46
Gráfico 4 – Massa fresca da parte aérea e da raiz (a), em função dos valores de saturação por bases do solo.....	49
Gráfico 5 – Massa seca da parte aérea, raiz e total das plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ) (b), em função dos valores de saturação por bases do solo.....	50
Gráfico 6 – Relação da massa seca da parte aérea e da raiz (c) das plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ), em função dos valores de saturação por bases do solo.....	51
Gráfico 7 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) (d) das plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ), em função dos valores de saturação por bases do solo.....	52
Gráfico 8 – Quantidade acumulada de nitrogênio (e), fósforo (f) e potássio (g) na parte aérea das plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.....	56
Gráfico 9 – Quantidade acumulada de boro (k) na parte aérea das plantas de <i>D. alata</i> em função dos valores de saturação por bases do solo.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química e física do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico utilizado no presente experimento antes da aplicação dos tratamentos .....	28
Tabela 2 – Equações de regressão para altura de plantas (ALT), diâmetro do coleto (DI), altura das plantas/diâmetro do coleto (ALT/DI), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MFR), massa seca total (MST), relação da massa seca parte aérea e da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das plantas de pequiizeiro ( <i>C. brasiliense</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.....	33
Tabela 3 – Equações de regressão para quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> ) das plantas de pequiizeiro ( <i>C. brasiliense</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo .....	38
Tabela 4–Equações de regressão para altura de plantas (ALT), diâmetro do coleto (DI), número de folíolos (NF), altura de plantas/diâmetro do coleto (ALT/DI), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MFR), massa seca total (MST), relação da massa seca parte aérea e da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das plantas de baruzeiro ( <i>D.alata</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.....	43
Tabela 5 – Equações de regressão para quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> ) das plantas de baruzeiro ( <i>D. alata</i> ) em função dos valores de saturação por bases do solo.. .....	53

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Baruzeiro.....	17
2.2 Pequizeiro .....	19
2.3 O Cerrado .....	20
2.4 Mecanismos de adaptação vegetal à toxidez por alumínio .....	23
2.5 Calagem.....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Local do Estudo .....	26
3.2 Material vegetal e produção de plântulas .....	26
3.3 Condução e avaliação dos experimentos.....	27
3.4 Delineamento experimental e análise estatística .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1 Características de crescimento e qualidade das mudas de pequizeiro .....	32
4.2 Quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea de mudas de pequizeiro.....	37
4.3 Características de crescimento e qualidade de mudas de baruzeiro.....	42
4.4 Quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea das mudas de baruzeiro .....	52
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 1 INTRODUÇÃO

Considerado o segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado compreende 10 estados mais o Distrito Federal, totalizando uma área de 204,7 milhões de hectares, nos quais 60,5%, ainda, estão cobertos por vegetação nativa (SANO *et al.*, 2008), enquanto as áreas de agricultura e pastagem ocupam cerca de 10% e 29% da área total do bioma ameaçando a sua biodiversidade (RIBEIRO; FERREIRA; FERREIRA, 2009). As espécies nativas do Cerrado apresentam grande importância ecológica, cultural e econômica e a perda de seus habitats naturais pelas atividades humanas e mudanças climáticas podem ameaçar a manutenção dessas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

As principais formações vegetais encontradas nesse bioma são resultantes das interações entre fatores climáticos, associados a 17 aspectos locais como hidrografia, topografia, profundidade do lençol freático, além de profundidade e fertilidade dos solos. Algumas classes de solo que ocorrem nos Cerrados como: os latossolos, argissolos, nitossolos, cambissolos, chernossolos, neossolos, plintossolos e organossolos, apresentam forte associação com fitofisionomias típicas, o que pode explicar a heterogeneidade ambiental encontrada nesse bioma (RIBEIRO; WALTER, 2008b).

Ao longo do processo evolutivo, plantas nativas do Cerrado desenvolveram processos e interações ecológicas que permitiram sua sobrevivência e reprodução frente às condições estressantes, oferecidas pelo meio ambiente, tais como restrição de água e nutrientes e alta concentração de alumínio (HARIDASAN, 2008). Baixa taxa de crescimento, e, conseqüentemente, baixa exigência nutricional, alta capacidade de absorção, baixa perda de nutrientes e alterações no uso bioquímico de nutrientes podem ser citados como exemplo de possíveis processos de



adaptação pelos quais passa uma planta, quando submetida a estresse nutricional, em solos de baixa fertilidade (MARSCHNER, 2012).

Embora plantas do Cerrado sejam adaptadas a solos ácidos e baixa disponibilidade de nutrientes, trabalhos com diferentes espécies nativas demonstraram efeitos benéficos a elas com a aplicação da calagem. Observaram-se incrementos, no crescimento e acúmulo de massa, em espécies arbóreas do Cerrado com o uso de corretivos, principalmente, algumas consideradas pioneiras (SILVA *et al.*, 2011; FURTINI NETO *et al.*, 1999; BERNARDINO *et al.*, 2005; HARIDASAN, 2008). Por outro lado, outras espécies têm demonstrado indiferença ou até mesmo restringido o seu crescimento em virtude da correção da acidez (COSTA *et al.*, 2007a; HARIDASAN, 2008).

O baruzeiro, *D. alata*, é uma frutífera arbórea, conhecida popularmente, por cumaru, barujó, emburena-brava, feijão-coco e castanha-de-ferro e, ocorre, de forma predominante, em áreas contínuas do Cerrado brasileiro, com ênfase para os cerradões e matas secas (RIBEIRO; SANO; BRITO, 2000), apresentando preferência pelos solos mais férteis do Cerrado (CORREA *et al.*, 2008). Explorada, maiormente por meio do extrativismo, possui amplo leque de aplicabilidade, sobressaindo os fins alimentício, forrageiro, oleico, madeireiro, paisagístico e recuperação de áreas degradadas (OLIVEIRA *et al.*, 2006; PIRES, 2014).

Também o pequizeiro, *Caryocar brasiliense*, outra frutífera, conhecido popularmente como pequi, pequiá, amêndoa de espinho, grão de cavalo ou amêndoa do Brasil, faz-se presente em, basicamente, toda a área de Cerrado no Brasil. Como fruto bastante apreciado, também, explorado somente pelo extrativismo, destaca-se por seu valor alimentício, nutricional, ornamental, social e medicinal (VIEIRA *et al.*, 2006). A espécie é comumente encontrada, em Cerrado sentido restrito, em solos pobres em nutrientes minerais e com elevado teor de alumínio (LEITE *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015).

As duas espécies possuem grande importância ambiental, social e

econômica, representando uma alternativa de renda e emprego para as comunidades que vivem no Cerrado (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Entretanto, para dinamizar a exploração das espécies e garantir a sua preservação, em ambientes naturais, uma vez que o extrativismo leva à exaustão do recurso, é necessária a sua domesticação. Uma etapa importante do processo de domesticação é a oferta em larga escala de mudas com alto padrão de qualidade. Isso é obtido, dentre outros fatores, pelo manejo correto do pH e da disponibilidade nutriente no substrato, garantindo, assim, uma muda vigorosa com elevado crescimento e sobrevivência a campo (HARTMANN *et al.*, 2010).

Portanto o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *D.alata* Vogel e *C. brasiliense* em decorrência da saturação por bases em latossolo vermelho amarelo distrófico.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Baruzeiro

O baruzeiro, *D. alata*, é uma leguminosa arbórea, conhecida popularmente por cumaru, barujó, emburena-brava, feijão-coco e castanha-de-ferro. A espécie ocorre, em toda a área contínua do Cerrado brasileiro, frequentemente, nos cerradões e matas secas (RIBEIRO; SANO; BRITO, 2000), além das matas de galeria (ALVES *et al.*, 2007), sobre solos mais férteis de Cerrado (CORREA *et al.*, 2008). A espécie é reconhecida como indicadora de solo com melhor nível de fertilidade natural, pelo fato de estar associada a solos com menos restrições de fertilidade (CORRÊA, 1999).

O baruzeiro apresenta distribuição pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Distrito Federal, nas matas, cerrados e cerradões do Brasil central (CARRAZA; D'ÁVILLA, 2010). A espécie ocorre, ainda, na Bolívia, Paraguai e Peru (LORENZI, 1992; BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000; IPEF, 2016).

Possui uso múltiplo: alimentício, forrageiro, oleico, madeireiro, paisagístico, recuperação de áreas degradadas e plantio de enriquecimento de pastagens (OLIVEIRA *et al.*, 2006). A sua madeira apresenta coloração clara, resistente ao vento e ao ataque de pragas, podendo ser utilizada, na construção civil e naval, indústria de móveis, postes e mourões, sendo portanto bastante apreciada (SILVA, 2014).

O crescimento da espécie é moderado, podendo atingir incremento médio anual de 7,30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aos dez anos (CARVALHO, 2003). As árvores do baruzeiro são de grande porte, apresentando altura de 15 a 30 metros, e o tronco pode alcançar de 40 a 70 cm de diâmetro.

Possui copa globosa, frutos carnosos, com uma semente de cor parda. Sua castanha representa 5% do rendimento, em relação do fruto inteiro e possui valor de mercado considerável por apresentar amêndoas de alto valor nutritivo (ROCHA; SANTIAGO, 2009). Estima-se que um plantio

comercial de baru alcançaria produtividade em torno de 850 kg de amêndoas e 19 toneladas de polpa por hectare (RIBEIRO; SANO; BRITO, 2000).

A espécie é xerófila, apresenta folhas perenifólias, compostas, alado-pesiceladas, glabras, com 6-12 folíolos de 8-12 cm de comprimento, característica de terrenos secos do Cerrado e da floresta latifoliada semidecídua (MATOS; QUEIROZ, 2009; CORREA *et al.*, 2008; LORENZI, 2008). Esse vegetal habita as formações florestais do Cerrado (HAASE; HIROOKA, 1998; RATTER *et al.*, 1978) nas quais o solo é classificado como mesotrófico (RATTER *et al.*, 1996). Com base nas 190 listagens, que constituem o inventário florestal de Minas Gerais, a espécie ocorre com frequência relativa de 15 a 25% no bioma do Cerrado (OLIVEIRA FILHO, 2006).

*D.alata* apresenta grande importância ecológica, sendo classificada como espécie chave do Cerrado, pois seu fruto amadurece, na época da estiagem, servindo de alimento a várias espécies da fauna, inclusive, ao gado. Além disso, em longo prazo, o uso do baruzeiro, na recuperação de reservas legais e de proteção ambiental, margens de rios e córregos, favorecerá a sua conservação e manutenção de outras espécies associadas (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). A frutificação da espécie se estende, ao longo de quase todo o ano, sendo seus frutos dispersos por barocoria e zoocoria (MACEDO; FERREIRA; SILVA, 2000).

SILVA, 2014 verificou, no crescimento inicial de mudas de *D. alata*, resposta linear em diâmetro do caule e altura em virtude da elevação da saturação por bases do solo. O efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro foi observado por Freitas (2013), na mesma espécie, em função de diferentes níveis de saturação por bases. Resposta positiva à calagem e adubação mineral, para variável número de folíolos, também, foi observada em catanheira-do-gurgueia (*Dipteryx lacunifera*) (FALCÃO NETO *et al.*, 2011).

## 2.2 Pequiizeiro

O pequiizeiro (*C.brasiliense*), conhecido popularmente como pequi, pequiá, amêndoa de espinho, grão de cavalo ou amêndoa do Brasil, pertence à família *Caryocaraceae*. É uma árvore hermafrodita de porte médio, 5 a 10 m de altura. Possui tronco tortuoso, com casca levemente suberosa, copa globosa, achatada. Folhas perenes, compostas, trifoliadas de tamanho médio. Flores de cor branca ou creme, de tamanho médio. Frutos carnosos, globosos, amarelados (MATOS; QUEIROZ, 2009; RIBEIRO, 2000). Sua frutificação ocorre, principalmente, entre os meses de janeiro a março, podendo ser encontrados frutos fora dessas épocas (RIBEIRO, 2000). Ocorre, em todo o Cerrado brasileiro, que inclui os estados do Pará, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, São Paulo, Minas Gerais, Piauí, Ceará e Maranhão (LIMA *et al.*, 2007).

O Bioma Cerrado é composto por 25 fitofisionomias, dentre elas, *C. brasiliense* está presente no cerradão, no cerrado sentido restrito, que pode ser subdividido em Denso, Típico, Ralo e Rupestre e no Parque cerrado, pertencentes às formações savânicas (RIBEIRO; WALTER, 2008a). O pequiizeiro, normalmente, desenvolve-se, em solos pobres em nutrientes minerais e com elevado teor de alumínio e apresenta ocorrência em solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho, Cambissolo, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico (NAVES, 1999). *C. brasiliense* apresenta grande adaptabilidade a solos arenosos e ou/rasos, com severas limitações de retenção de água e nutrientes, além disso, apresenta enorme potencial de uso, que o tornam uma alternativa de melhoria das condições socioambientais em áreas com grande expressão de solos com essas limitações (ANTUNES *et al.*, 2006)

O pequiizeiro destaca-se pela utilidade de sua madeira, óleos dos frutos e das sementes, da casca e da polpa, usadas como material tintorial, das flores e sementes, empregadas na farmacopeia popular e dos frutos, amplamente utilizados na culinária regional, sendo fonte de vitaminas A, E e

minerais, como fósforo, ferro e cobre (ALMEIDA; SILVA; FONSECA, 1994, VILELA *et al.*, 1996).

A importância ecológica do pequiheiro deve-se ao seu vasto potencial, em programas de reflorestamento, além de servir de alimento para várias espécies da fauna, auxiliando a disseminação da espécie (LORENZI, 2000; SANTOS *et al.*, 2004). A espécie possui grande importância, na atividade econômica e na geração de renda, para grande parte da população humana, que vive em regiões ocupadas pelo Cerrado, por meio do extrativismo dos seus frutos (CALDEIRA JÚNIOR *et al.*, 2007).

A importância de *C. brasiliense* e o grave declínio e destruição de suas populações, causadas pela degradação da terra e pelo desmatamento, contribuíram para que sua exploração fosse ilegal em alguns, estados brasileiros, objetivando a preservação e variabilidade genética da espécie (GIROLDO; SCARIOT, 2015).

### **2.3 O Cerrado**

O Cerrado é única savana tropical entre os 34 *hotspots de* conservação da biodiversidade do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

Apresenta extrema abundância de endemismo vegetal e sofre uma excepcional perda de seu *habitat* em virtude das ações antrópicas, especialmente, pela expansão da fronteira agrícola (KLINK; MACHADO, 2005). Segundo o Ministério do Meio ambiente (MMA, 2016), inúmeras espécies de plantas no Cerrado correm o risco de extinção. Atualmente, estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas da área de Cerrado já não ocorram, em áreas protegidas, sendo considerado, depois da Mata Atlântica, o bioma que mais sofreu alterações com a ocupação humana.

O Cerrado é uma vegetação característica do planalto central do Brasil, apresentando fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Entre os seus principais tipos fitofisionômicos estão o cerradão e o campo sujo (KANEGAE; BRAZ; FRANCO, 2000). O

cerradão é uma formação florestal com aspectos xeromórficos e caracteriza-se pela presença de espécies que ocorrem tanto no cerrado sentido restrito quanto na Mata Seca. O cerradão possui um extrato arbóreo, variando entre 8 e 15 m de altura, com dossel, predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode variar de 50 a 90%, proporcionado, assim, condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivos e herbáceo diferenciados (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A diversidade de solos e a complexa interação entre o solo e o clima são fatores importantes para caracterizar as diversas fitofisionomias do Cerrado (PALHARES; FRANCO; ZAIDAN, 2010). Os cerradões estão associados a solos profundos, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade (KANEGAE; BRAZ; FRANCO, 2000).

No campo sujo predomina o estrato herbáceo-arbustivo, constituído por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado sentido restrito, sendo encontrado em solos rasos ou solos profundos de baixa fertilidade (KANEGAE; BRAZ; FRANCO, 2000).

Outras fisionomias ocorrem, no Cerrado, tais como florestas de galeria, pântanos e cerrado *sensu lato*. Este último, estritamente considerado como o Cerrado Bioma (COUTINHO, 2006), inclui quatro Fisionomias (cerrado *sensu stricto*, campo cerrado, campos sujo e limpo) e cerradão (EITEN, 1972). Entretanto o desmatamento está reduzindo de forma significativa a cobertura vegetal nativa desse bioma; estima-se que o Cerrado já tenha perdido 48,2% de sua cobertura original e sofre com um intenso processo de fragmentação de habitats (GANEM; DRUMMOND; FRANCO, 2013).

A vegetação do Cerrado ocorre sobre vários tipos de solo, mas em sua maior parte (46%) são solos bem drenados, profundos, ácidos, pobres em nutrientes e com alta saturação de alumínio (ADÁLMOLI *et al.*1987). Além disso, apresentam baixa capacidade de armazenamento de água, relevo plano a suave ondulado e boas condições físicas para a mecanização (VARGAS; HUNGRIA,1997). Para sobreviver nestas

condições, comunidades de plantas nativas do Cerrado desenvolveram vários mecanismos adaptativos tais como dimorfismo radicular, transpiração noturna, redistribuição de nutrientes antes da senescência das folhas, reciclagem de nutrientes de serapilheira e associações micorrízicas (HARIDASAN, 2008).

Os latossolos constituem as principais classes de solo presentes, na região do Cerrado brasileiro, cerca de 45,7 %, ocupando, praticamente, todas as áreas planas a suave onduladas, sejam chapadas ou vales. Ocorrem, ainda, as posições de topo até o terço médio das encostas suave onduladas, típicas das áreas de derrames basálticos e de influência de arenitos (SOUSA; LOBATO, 2004). Estima-se que os latossolos ocupam cerca de 750 milhões de hectares dos quais 300 milhões estejam no Brasil. A terminologia latossolo é utilizada, para designar uma classe da categoria de ordens na moderna classificação pedológica brasileira, sendo a maior parte enquadrada como *Oxisols* pela taxonomia de solos dos Estados Unidos ou *Ferralsols* pela Word Reference Base for Soil Resources (WRB) & FAO/UNESCO (LEPSCH, 2002).

Os latossolos são solos profundos, muito intemperizados, apresentam baixa atividade de sua fração argilosa (composta, basicamente, por argilas do tipo 1:1 e óxidos) como as caulinitas partículas revestidas por óxido de ferro, responsáveis pelas típicas cores vermelhas e gibbsita  $Al(OH)_3$ , 1:1), formados de acordo com os teores de sílica (LEPSCH, 2002; RESENDE *et al.* 2007). A maior parte dos latossolos apresentam baixa fertilidade natural, exceto o grupo dos latossolos vermelhos eutroféricos, comumente chamados “terras roxas”, desenvolvidos, a partir de rochas básicas (basalto e diabásio), que são tipicamente ricos em nutrientes. A textura (granulometria) é uniforme, não apresentando o horizonte B textural enquanto o horizonte B latossólico é de textura média ou argilosa (LEPSCH, 2002).

A agricultura, nos solos de Cerrado, difere das áreas com solos mais férteis apenas na correção da pobreza natural de nutrientes e da sua



acidez. Superada essa limitação, a situação é a mesma, em qualquer local em que se procura restituir ao solo os nutrientes extraídos e exportados como produto agrícola, pecuário ou florestal (SOUSA; LOBATO, 2004).

#### **2.4 Mecanismos de adaptação vegetal à toxidez por alumínio**

A toxidade pelo íon alumínio ( $Al^{+3}$ ) pode ser considerado um dos fatores mais limitantes ao crescimento das plantas em solos do Cerrado (GOODLAND; FERRI, 1979). A evolução na elucidação e do entendimento dos mecanismos de tolerância ao alumínio depende da resposta das plantas ao elemento químico, em sua forma fitotóxica, visto que espécies e cultivares de plantas variam quanto ao grau de tolerância e ao excesso de  $Al^{+3}$  no meio em que se desenvolvem (BENNET; BREEN, 1991).

Os sintomas foliares da toxidez por  $Al^{+3}$  em nível foliar assemelham-se à deficiência por fósforo: folhas com crescimento atípico, coloração púrpura em colmos, folhas e nervuras, os sintomas, também, assemelham-se à deficiência de cálcio: enrolamento das folhas jovens, colapso do ápice da planta e dos pecíolos (FERREIRA; MOREIRA; RASSINI, 2006). Essa toxidez pode causar anomalias citológicas, afetando o alongamento e a divisão celular, levando à redução do crescimento radicular de plantas sensíveis (DEDOV; KLIMASSHEVSKII, 1976).

A existência de diferentes mecanismos fisiológicos e a ação, em diferentes locais dos tecidos vegetais, dificultam na determinação de qual mecanismo é responsável pela tolerância do  $Al^{+3}$  em plantas (ZHENG; JIAN FENG; MATSUMOTO, 1998).

Os mecanismos de tolerância ao  $Al^{+3}$  podem ser agrupados em categorias, como na expulsão do  $Al^{+3}$  depois de absorvido e no bloqueio de sua entrada pela raiz, além de mecanismos de desintoxicação, complexando o  $Al^{+3}$  em organelas específicas da planta, principalmente, nos vacúolos (HARTWIG *et al.*, 2007).

Vários estudos estão focados na exclusão do  $Al^{+3}$ , por meio de

mecanismos fisiológicos responsáveis pela ativação de ácidos orgânicos (especialmente citrato e malato), ativados pela presença do  $Al^{+3}$  no ápice da raiz (HARTWIG *et al.*,2007). Zonta *et al.* (2003), em ensaio sobre a tolerância ao  $Al^{+3}$  em arroz de sequeiro, encontraram aumento de 304% na quantidade de ácido cítrico, produzido na cultivar Comum Branco, altamente tolerante ao  $Al^{+3}$  e de 228% na cultivar Caiapó, quando submetidos ao  $Al^{+3}$  em comparação a sua testemunha (ausência de  $Al^{+3}$ ). A membrana plasmática, um dos alvos do  $Al^{+3}$ , pode, também, atuar como barreira natural à sua absorção, no interior da célula, em consequência das alterações na composição dos fosfolipídios que a constitui, dificultando a sua interação com o  $Al^{+3}$ , conforme hipótese defendida por YERMIYAHU *et al.* (1997).

Os fitólitos são partículas de sílica amorfa que se acumulam no interior ou exterior de células vegetais. Acredita-se que esses fragmentos ofereçam importantes funções benéficas, para as plantas, entre eles os atribuídos às interações com toxicidade por alumínio, uma vez que o íon silício (Si), em solução, pode combinar-se com o alumínio tóxico. O Si no ciclo solo-planta passa por diversas etapas, dentre as quais resulta na formação de silicofitólitos ou corpos silicosos, nos tecidos vegetais, sendo, portanto capazes de imobilizar o  $Al^{+3}$  e retirá-lo do solo (LABORIAU; SENDULSKY, 1966; LEPSCH; PAULA, 2006).

Em síntese, os mecanismos de tolerância ao  $Al^{+3}$  postulados referem-se à capacidade das plantas em elevar o pH da rizosfera e, conseqüentemente, de reduzir a solubilidade do alumínio; possuir baixa CTC na raiz, portanto maior afinidade por cátions monovalentes, de modo que acumulem, assim, menor concentração de alumínio em suas raízes; produzir elevados teores de ácidos orgânicos responsáveis pela complexação do alumínio; secretar mucilagem em presença de alumínio e utilizar os nutrientes em presença de alumínio, principalmente, fósforo e cálcio (FERREIRA; MOREIRA; RASSINI, 2006).

## 2.5 Calagem

Além da toxicidade causada pelo íon  $Al^{+3}$ , outras limitações apresentadas pelos solos de Cerrado são os altos teores de  $H^+$  e  $Al^{+3}$  ativos na solução do solo; baixa capacidade de troca catiônica; alta capacidade da fase sólida em absorver ânion, especialmente, o íon fosfato e a baixa atividade orgânica e biológica na fração do solo. Nesse bioma, o problema da acidez (excesso de alumínio, baixos teores de cálcio e magnésio) pode ocorrer tanto na superficial (0-20 cm) quanto na subsuperficial (camadas mais profundas). O insumo mais utilizado, para correção do solo na camada superficial, é o calcário, enquanto, para a camada subsuperficial, o gesso agrícola (SOUSA; LOBATO, 2004).

O correto uso do calcário, além da correção da acidez, estimula a atividade microbiana, melhora a fixação simbiótica de N pelas leguminosas, aumenta a disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas, podendo aumentar o teor de matéria orgânica no solo (ALVAREZ; NOVAIS, 1999). Por outro lado, a aplicação de doses de calcário acima do recomendável pode levar à supercalagem, capaz de levar à precipitação de nutrientes como P, Zn, Fe, Cu e Mn, como também induzir maior predisposição a danos, nas propriedades físicas do solo, sendo prejudicial às plantas tanto quanto a acidez elevada (ALVAREZ; NOVAIS, 1999).

Embora plantas de Cerrado sejam adaptadas a solos ácidos, trabalhos com diferentes espécies nativas demonstraram efeitos benéficos sobre elas com a aplicação da calagem. Observaram-se incrementos, no crescimento e acúmulo de massa, em espécies arbóreas do Cerrado com o uso de corretivos, principalmente, algumas consideradas pioneiras (SILVA *et al.*, 2011; FURTINI NETO *et al.*, 1999; BERNARDINO *et al.*, 2005; HARIDASAN, 2008). Por outro lado, outras espécies têm demonstrado indiferença ou até mesmo restringido o seu crescimento em função da correção da acidez (COSTA *et al.*, 2007a; HARIDASAN, 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do Estudo

Os experimentos foram conduzidos, em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA-UFGM), localizado no município de Montes Claros – MG (43°51'53"W e 16°44'33"S). O clima do município é classificado, de acordo com Koppen como Aw, de clima tropical de savana, com estação seca de inverno e chuvas concentradas nos meses de novembro a janeiro. A temperatura anual varia de 16,7 °C a 29,3 °C, com uma média de 22,4 °C, e uma precipitação acumulada anual e, aproximadamente, 1086,4 mm (INMET, 2016).

#### 3.2 Material vegetal e produção de plântulas

As espécies utilizadas nos experimentos foram: baruzeiro (*D. alata*) e pequizeiro (*C. brasiliense*). Os frutos de baruzeiro foram coletados, logo após a abscisão natural, em vegetação nativa, durante o mês de setembro de 2015, no município de São Romão - MG, Brasil (16°22'07" e 45°04'10"). Os frutos de pequizeiro foram obtidos, logo após a dispersão, durante o mês de janeiro de 2016, em mais de 100 plantas, em fisionomia de cerrado *sensu stricto*, no município de São João da Lagoa - MG, Brasil (16°46'42"S; 44°18'24"W).

As sementes de baruzeiro foram extraídas dos frutos com auxílio de uma guilhotina. Antes do semeio, as sementes foram selecionadas, descartando aquelas que apresentavam injúrias físicas, atacadas por microorganismos e/ou pragas, má-formação, demasiadamente pequenas e murchas. No pequizeiro, o exocarpo e o mesocarpo externo (“casca”) e o interno (polpa comestível) dos frutos foram retirados, manualmente, com o auxílio de uma faca, e os pirênios (endocarpo e semente) foram abertos,

para obtenção das sementes, utilizando um torno manual de bancada, alicate, motoesmeril e pinça. Da mesma forma que o baruzeiro, as sementes de pequizeiro foram selecionadas.

O plantio das sementes de baruzeiro foi realizado, em bandejas plásticas, mantidas sob casa de vegetação e contendo areia lavada como substrato, a uma profundidade de três centímetros. As sementes de pequizeiro, previamente imersas em fungicida Vitavax-tiram® (50% pc), foram semeadas em bandejas de polietileno transparente, contendo vermiculita. Essas foram mantidas, em câmara de germinação (BOD), a 30 °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz. Foram feitas irrigações constantes para manter os substratos próximos das suas capacidades de retenção de água até o momento da repicagem para recipientes (vasos plásticos) e instalação do experimento.

### **3.3 Condução e avaliação dos experimentos**

Os vasos plásticos com capacidade de 3,5 dm<sup>3</sup> foram preenchidos com quantidades distintas de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, característico de áreas de Cerrado típico, coletado em uma área de vegetação nativa de cerrado sensu stricto, (16° 54' 14.99" Sul e 43° 57' 41.28" Oeste), do município de Montes Claros-MG, na camada 0-20 cm de profundidade. Uma amostra representativa desse solo foi retirada e encaminhada ao laboratório de solos do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, para análise química e física (TABELA 1), conforme metodologia da Embrapa (1997).

**Tabela 1** – Análise química e física do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico utilizado no presente experimento antes da aplicação dos tratamentos.

Atributos do solo	1	Nível
pH em água	5,50	B
P Mehlich (mg dm <sup>-3</sup> )	0,15	MBx
P remanescente (mgL <sup>-1</sup> )	29,03	
K (mg dm <sup>-3</sup> )	10,00	MBx
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,20	MBx
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,10	MBx
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,50	Bx
H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,08	Bx
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,33	MBx
t (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,83	Bx
m %	60,00	A
T (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,41	Bx
V (%)	10,00	MBx
Mat. Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	2,50	M
Carbono Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	1,45	M
Areia grossa (dag kg <sup>-1</sup> )	<b>29,70</b>	
1)		
Areia fina (dag kg <sup>-1</sup> )	54,30	
Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	8,00	
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	8,00	Ar

Legenda:

MBx = muito baixo; Bx=baixo; B=bom, M=médio; A=alto; MB=muito bom; MA=muito alto; Ar=Arenoso.

Fonte: Do autor, 2016.

Antes de solo ser colocado nos vasos, foi seco em temperatura ambiente e peneirado (malha de 4mm de diâmetro) e, conforme o tratamento, recebeu doses do corretivo, produto comercial Geox (60% de CaO e 30% de MgO, PRNT 180%). As doses do corretivo (tratamentos) foram calculadas pelo método de saturação por base RIBEIRO (1999), conforme a análise química do solo, que correspondeu à aplicação de 0; 285; 568; 853 e 1.231 kg ha<sup>-1</sup> do corretivo, respectivamente, para os valores de saturação por bases de 10; 25; 40; 55 e 75%. O solo utilizado, no preenchimento dos vasos, foi, previamente misturado com GEOX, conforme o tratamento, com auxílio de sacos plásticos de 10 litros, com a finalidade de melhor homogeneização.

Após a correção do solo, foi realizada uma adubação básica de plantio com 300 mg dm<sup>-3</sup> de P e 100 mg dm<sup>-3</sup> de K, sendo fontes o ácido fosfórico e o fosfato de potássio, de acordo com Malavolta (1987), para adubação de experimentos em vasos.

O solo tratado para o baruzeiro (2,5 dm<sup>3</sup>) e para o pequizeiro (2,95 dm<sup>3</sup>) foi colocado em vasos, irrigando-o, diariamente, com água destilada até a capacidade de sua retenção de água, 30% do seu volume, visando acelerar a reação do corretivo (incubação). Após 23 dias do acondicionamento do solo, nos recipientes e de 19 dias da semeadura, em novembro de 2015, plântulas de baruzeiro, apresentando, em média, uma altura de 12 cm e com 19 folíolos, foram repicadas para os vasos. Já, no pequizeiro, em março de 2016, as plântulas foram repicadas com 37 dias do semeio, altura de 15 cm e seis folhas, quando o solo tinha 69 dias de incubação.

Os vasos, contendo plântulas de baruzeiro e pequizeiro, foram mantidos, respectivamente, por 7,5 meses e cinco meses, em casa de vegetação coberta com plástico transparente. Durante esse período, os vasos foram, periodicamente irrigados, manualmente, com água destilada, mantendo-os na capacidade de retenção de água do solo e, quando necessário, pela ocorrência de pragas, utilizou-se o inseticida sistêmico

Connect® (Imidacloprido+Beta-ciflutrina) do grupo químico Neonicotinoide, SC. Após 11 dias para baruzeiro e 21 dias para o pequizeiro da repicagem, foram aplicados 100 mg dm<sup>-3</sup> de N, na forma de ureia, parcelados em duas vezes, com intervalo de 30 dias.

Ao final dos experimentos, quando as plantas das duas espécies já se apresentavam, na fase de mudas, avaliaram-se as seguintes características biométricas e suas relações: a altura de plantas (ALT, em cm), o diâmetro do coleto (DC, em mm); o número de folíolos e folhas (NF), respectivamente, para *D. alata* e *C. brasiliense*; massa fresca da parte aérea (MFPA, grama planta<sup>-1</sup>); massa fresca da raiz (MFR, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca da parte aérea (MSPA, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca da raiz (MSR, grama planta<sup>-1</sup>); massa seca total (MST, grama planta<sup>-1</sup>), obtida pela soma da MSPA e MSR; relação da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (RMSPAR); relação da altura da parte aérea e diâmetro do coleto (RAD); índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960) e a quantidade de macro e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) na parte aérea.

A altura da parte aérea foi mensurada, a partir do nível do solo até o ápice do caule, na inserção da última folha, utilizando-se uma régua graduada em centímetros. A medição do diâmetro do coleto foi realizada, por meio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01mm ao nível do solo. A massa seca foi obtida, colocando a parte aérea (caule + folhas) e as raízes, previamente lavadas, em água corrente e deionizada, em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. As massas da matéria fresca e seca foram determinadas em balança analítica (Marca: Bioprecisa). O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado por meio da equação:

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

Em que:

MST= Massa seca total



ALT= Altura da parte aérea

DC=Diâmetro do coleto

MSPA= Massa seca da parte aérea

MSR= Massa seca da raiz

Após a pesagem da parte aérea, essa foi moída em moinho tipo Wiley, para análise do teor de macro e micronutrientes, no tecido vegetal, conforme metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). A quantidade de nutrientes acumulada, na parte aérea, foi obtida, multiplicando-se os teores de nutrientes pela produção de massa seca da parte aérea, evitando-se, assim, o efeito da diluição.

### **3.4 Delineamento experimental e análise estatística**

Foram montados dois experimentos: um para o baruzeiro e outro para o pequizeiro. Para ambas as espécies, adotou-se o mesmo delineamento experimental, blocos inteiramente casualizados (DBC) e os mesmos tratamentos, cinco níveis de saturação por bases (V%): 10 (saturação natural), 25, 40, 55 e 75%. Também, em cada um dos experimentos, utilizaram-se cinco repetições, dois vasos por parcela e duas plantas por vaso.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foram ajustadas equações de regressão, relacionando os atributos morfológicos avaliados e a quantidade de macro e micronutrientes, na parte aérea com os diferentes níveis de saturação por bases pelo teste t de Student, ao nível de 1 e 5% de probabilidade de erro. O *software* utilizado, para a análise estatística, foi SAS (*Statistical Analysis System*).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características de crescimento e qualidade das mudas de pequizeiro**

Para o diâmetro do coleto, número de folhas, massas fresca e seca e qualidade das mudas, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados ( $p < 0,05$ ), enquanto a altura das plantas e a sua relação com o diâmetro foram influenciados pela elevação da saturação de bases do solo (TABELA 2). Para altura, apesar de ter apresentado um comportamento quadrático, a equação obtida demonstra uma estabilização, nas maiores doses de corretivo, sem apresentar um declínio da curva entre os intervalos testados, a partir do segundo nível de saturação por bases (25%). Isso levou a adotar, na altura das mudas de pequizeiro, o maior valor para a saturação (75%), proporcionando um comprimento máximo da planta de 31,88 cm (Figura 1a). Já a relação entre o tamanho da parte aérea e o diâmetro do coleto apresentou uma resposta linear positiva (FIGURA 1b), indicando que essa variável possui elevada resposta à correção do solo.

**Tabela 2** – Equações de regressão para altura de plantas (ALT), diâmetro do coleto (DI), altura das plantas/diâmetro do coleto (ALT/DI), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MFR), massa seca total (MST), relação da massa seca parte aérea e da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das plantas de pequizeiro (*C. brasiliense*) em função dos valores de saturação por bases do solo

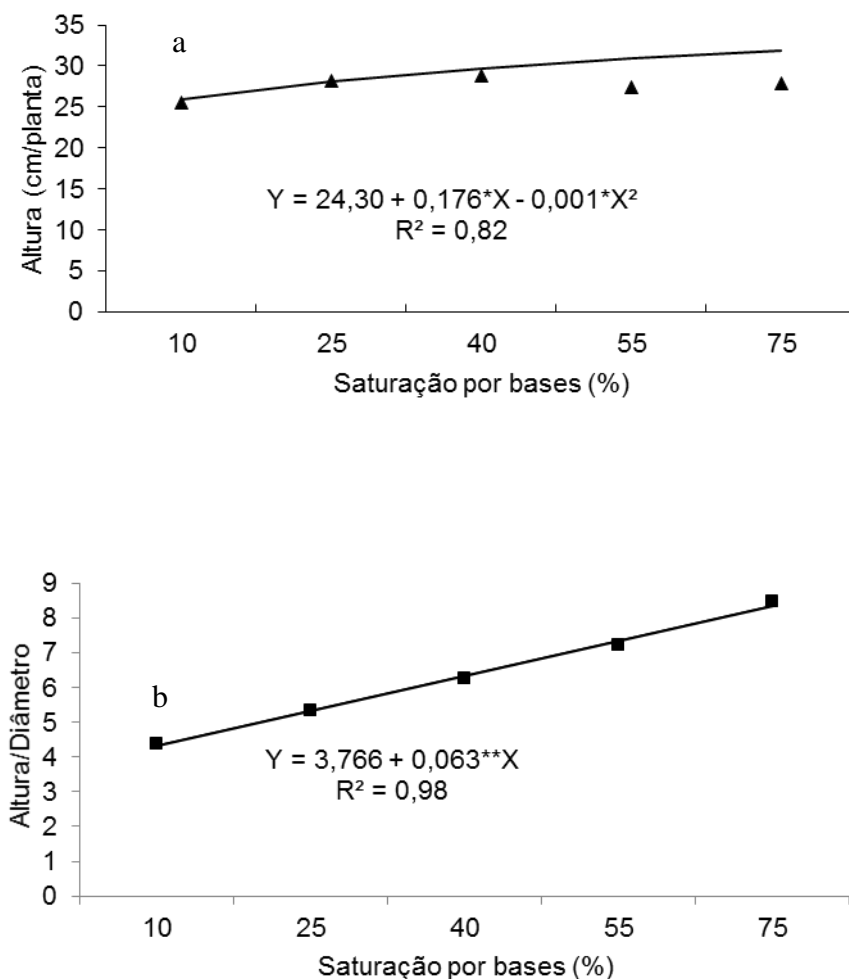
Característica	Equação	R <sup>2</sup>
ALT	$y = 24,30 + 0,176 * x - 0,001 * x^2$	0,82
DI	$y = 5,94$ ns	-
ALT/DI	$y = 3,766 + 0,063 ** x$	0,98
NF	$y = 10,88$ ns	-
MFPA	$y = 16,95$ ns	-
MFR	$y = 14,81$ ns	-
MSPA	$y = 5,72$ ns	-
MSR	$y = 4,53$ ns	-
MST	$y = 10,24$ ns	-
MSPA/MSR	$y = 1,30$ ns	-
IQD	$y = 1,76$ ns	-

Legenda:

\*\*, \* e ns, respectivamente, significado a 1%, significado a 5% e não significativo pelo teste t.

Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 1 – Altura das plantas (a) e relação entre a altura das plantas e diâmetro do coleto (b) das plantas de pequizeiro (*C. brasiliense*) em função dos valores de saturação por bases do solo



Fonte: Do autor, 2016.

Apesar de a altura e sua relação com o diâmetro do coleto responderem à correção da acidez, as outras variáveis de crescimento não

foram influenciadas. Isso indica que a condição natural de acidez do solo do Cerrado não interfere no crescimento inicial do pequiheiro, dispensando, assim, a adição de corretivos aos substratos. Comportamento semelhante, também, tem sido verificado em outros estudos, tanto com o pequiheiro (PEREIRA, 2007; CARLOS *et al.*, 2014; ALVES JÚNIOR *et al.*, 2015) quanto com outras espécies do Cerrado, mas, em alguns casos, a correção da acidez passou a ser prejudicial ao crescimento das plantas (COSTA *et al.*, 2007a; HARIDASAN, 2008). Esse fato pode ser explicado pela adaptação dessas plantas ao ambiente, uma vez que, normalmente, a vegetação do Cerrado ocorre, em solos pobres em cálcio e magnésio, tendo um maior desenvolvimento em situação com teores mais elevados de alumínio trocável (HARIDASAN, 2008; CARLOS *et al.*, 2014; ALVES JÚNIOR *et al.*, 2015). Por outro lado, verificaram-se que determinadas espécies arbóreas do Cerrado apresentaram maior crescimento com o uso da calagem, principalmente, algumas consideradas pioneiras (FURTINI NETO *et al.*, 1999; BERNARDINO *et al.*, 2005; HARIDASAN, 2008). Também, no domínio do Cerrado, ocorrem solos calcários e algumas espécies são restritas a esses locais, enquanto outras são indiferentes, colonizando tanto os ambientes edáficos alcalinos como os ácidos. Neste sentido, a fertilidade do solo pode interferir na composição florística, densidade e dominância relativa das espécies (HARIDASAN, 2008; VIANI *et al.* 2014; SOUZA *et al.* 2015).

As sementes de pequiheiro são ricas em reservas, compostas por 51,51% de lipídeos, 25,27% de proteínas e 8,33% de carboidratos, além de minerais, principalmente, Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, Mn, Na e Zn (LIMA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Em estudo que avaliou a omissão de nutrientes e calagem (CARLOS *et al.*, 2014), sugere-se, também, que a ausência de resposta do crescimento das plantas de pequiheiro à saturação por bases pode ser explicada por essas elevadas reservas, contidas nas sementes da espécie, que supririam, em parte, as necessidades da muda. Entretanto, ainda, não se observa até quando as reservas das sementes

são mobilizadas pela plântula de pequizeiro, passando esta a ser totalmente autotrófica. Ao avaliar, nas condições de campo, após germinação e o crescimento inicial, plântulas de pequizeiro, durante a seca, senescem a sua parte aérea, rebrotando novamente no caule, abaixo do solo, próximo à semente que, ainda, persiste (MENDES, 2015) e que pode conter alguma reserva que suporte essa nova brotação. No entanto isso deve ser mais bem investigado, visto que tais informações poderão servir para melhorar o manejo da adubação e estabelecer estratégias mais seguras para revegetação e plantios comerciais.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada, que leva em consideração atributos morfológicos, bem como as relações entre eles. Esse índice, além de indicar o padrão de qualidade das mudas, possibilita prever a capacidade de sua sobrevivência no campo. No caso do *C. brasiliense*, variações, na fertilidade do solo pela elevação da saturação, influenciou apenas na robustez das mudas (H/D) não afetando o equilíbrio e distribuição da biomassa da parte aérea e raiz (CALDEIRA *et al.*, 2005; CALDEIRA *et al.*, 2007), o que explica a ausência do IQD quanto à elevação da saturação por bases.

A produção de mudas é uma etapa fundamental, uma vez que interfere, de forma decisiva no pegamento, crescimento e sobrevivência das plantas a campo, determinando o sucesso do estabelecimento dos plantios. Durante essa etapa, várias atividades são realizadas, entre elas, correções de substrato e adubações adequadas, que são essenciais para assegurar a elevada qualidade da muda (HARTMANN *et al.*, 2010). As características utilizadas, para atestar essa qualidade, baseiam-se, principalmente, em aspectos morfológicos e fisiológicos, como altura das plantas, diâmetro do colo, massa fresca e seca das partes da planta e suas relações (CARNEIRO, 1995), além do estado nutricional e índice de Dickson (IQD), que tem sido recomendado mais recentemente. Entretanto essas características têm sido de difícil avaliação, em espécies do Cerrado, em

função da inexistência de informações sobre os padrões de qualidade de mudas dessas plantas nativas do Brasil (SCHUMACHER *et al.*, 2004).

Os dados resultantes desse trabalho, no que se refere à media de altura plantas (27,57 cm), diâmetro, número de folhas, IQD, massa seca da parte aérea, raiz e total (TABELA 2), quando comparados aos resultados de crescimento de mudas de pequiheiro, em outros estudos (CARLOS *et al.*, 2014; DUBOC *et al.*, 2009), foram compatíveis com as características da idade das plantas, ao final do experimento, que era de, aproximadamente, cinco meses. Além disso, o diâmetro do caule médio foi superior a 5 mm, valor considerado ideal para mudas de espécies florestais. Essa característica em conjunto com a altura são fundamentais, na apreciação do potencial da sobrevivência e crescimento após plantio, por refletirem o acúmulo de reservas nutritivas e assegurarem maior resistência e fixação das plantas ao solo (GOMES; SILVA, 2004). Soma-se a isso, também, o fato de serem características de fácil mensuração e não destrutivas. Desta forma, os indicadores de crescimento, avaliados na presente pesquisa, tornam-se bons padrões morfológicos de referência para a qualidade de muda do *C. brasiliense*.

#### **4.2 Quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea de mudas de pequiheiro**

A quantidade de macro e micronutrientes na parte aérea não variou, significativamente, em função do incremento na saturação de bases, à exceção do fósforo e do manganês (TABELA 3). O fósforo apresenta uma quantidade crescente no caule e nas folhas com o aumento da saturação, enquanto o manganês diminuiu (FIGURA 2).

**Tabela 3** – Equações de regressão, para quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) das plantas de pequiheiro (*C. brasiliense*), em função dos valores de saturação por bases do solo

<b>Nutrientes</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>N</b>	$y=78,86\text{ns}$	-
<b>P</b>	$y= 4,615+0,022*x$	0,61
<b>K</b>	$y=51,62\text{ns}$	-
<b>Ca</b>	$y=44,74\text{ns}$	-
<b>Mg</b>	$y=12,68\text{ns}$	-
<b>S</b>	$y=22,41\text{ns}$	-
<b>B</b>	$y=0,25\text{ns}$	-
<b>Cu</b>	$y=0,05\text{ns}$	-
<b>Fe</b>	$y=1,31\text{ns}$	-
<b>Mn</b>	$y= 1,042-0,004*x$	0,65
<b>Zn</b>	$y= 0,21\text{ns}$	-

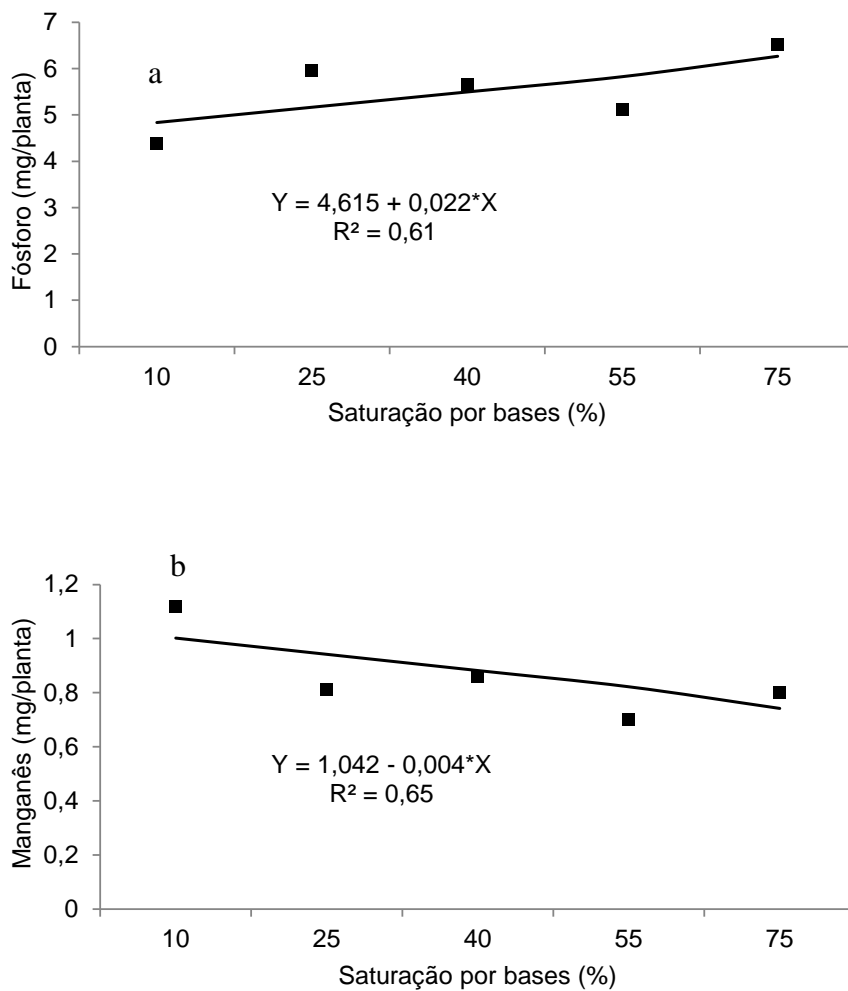
Legenda:

\*\*, \* e ns, respectivamente, significado a 1%, significado a 5% e não significativo pelo teste t.

Fonte: Do autor, 2016.



Gráfico 2 – Quantidade acumulada de fósforo (a) e manganês (b), na parte aérea das plantas de pequizeiro (*C.brasiliense*), em função dos valores de saturação por bases do solo



Fonte: Do autor, 2016.

O pequizeiro ocorre em várias fitosionomias, desde um cerradão distrófico e mesotrófico até um cerrado ralo, apresentando grande

plasticidade, adaptando-se, com facilidade, aos diversos tipos de solos e condições climáticas da região do cerrado. De forma geral, o pequizeiro é encontrado, em solos ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo e reduzida concentração de potássio, cálcio, magnésio e alto teor de alumínio, além de uma textura que varia de arenosa à argilosa (LEITE *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015; SANTANA; NAVES, 2003).

Nas condições de solo, em que o pequizeiro está presente, plantas cultivadas não sobreviveriam, em função da toxicidade do alumínio e manganês, bem como a deficiência de nutrientes, necessitando de calagem e adubação para serem cultivadas. Portanto os conceitos de toxicidade e deficiência utilizados, normalmente na agricultura, não podem ser aplicados em sua plenitude para o pequizeiro (HARIDASAN, 2008). É possível afirmar que a espécie adaptou-se à baixa fertilidade dos solos do Cerrado, como também tornou-se mais eficiente na absorção de nutrientes minerais, em faixas de saturação por bases consideradas críticas, para várias espécies vegetais. Isso é confirmado, uma vez que, de forma geral, não houve resposta ao aumento da saturação de bases para o crescimento da planta e acúmulo de nutrientes na parte aérea.

Por outro lado, quando se realizam correção e adubações, em solos do Cerrado, pode-se verificar alterações, nos teores de nutrientes foliares das espécies (VILELA; HARIDASAN, 1994), inclusive, em *C. brasiliense* (ALVES JUNIOR *et al.*, 2015; CARLOS *et al.*, 2014), mas sem refletir no crescimento e acúmulo de biomassa. Mesmo entre áreas de Cerrado natural, com solos de fertilidade distinta, também, observaram-se diferenças do teor de nutrientes retidos nas folhas de plantas (SOUZA *et al.*, 2015; VIANI *et al.*, 2014, SANTANA; NAVES, 2003).

Contudo esses trabalhos avaliaram teores de nutrientes no tecido e não quantidade acumulada, como realizado no presente estudo, o que pode justificar a ausência da resposta, na quantidade de nutrientes com o aumento da saturação de bases. Outro fator a ser considerado, ao comparar

com outros trabalhos, é que, no presente estudo, aplicaram -se as mesmas quantidades de nutrientes, enquanto em outros há aplicação de doses crescentes de nutrientes, que pode contribuir, para resposta significativas, nas suas quantidades nos tecidos foliares. A exceção foi somente o aumento do acúmulo de fósforo e diminuição de manganês, na parte aérea da planta, em virtude do uso de corretivo e conseqüente aumento do pH, o que propiciou variações destes elementos no solo, elevando a disponibilidade do fósforo e reduzindo o do manganês (VIANI *et al.*, 2014; NOVAIS; MELLO, 2007). Dessa forma, a simples elevação do pH do solo não foi suficiente para respostas significativas ao acúmulo da maioria dos macro e micronutrientes.

No presente estudo, foi possível identificar quais os nutrientes são mais exigidos pelo pequiheiro. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, na parte aérea para mudas de pequiheiro, foi: N>K>Ca>S>Mg>P>Fe>Mn>B≈Zn>Cu; igual à encontrada em outro trabalho para o pequiheiro (CARLOS *et al.*, 2014) e para *Dimorphandra mollis* (COSTA *et al.*, 2007b), espécie que ocorre nas mesmas condições edafoclimáticas do *C. brasiliense*. Os teores médios de nutrientes, na parte aérea de mudas de pequiheiro com 5 meses de idade, foram: 13,47 (g kg<sup>-1</sup>) de N; 0,92 (g kg<sup>-1</sup>) de P; 8,89 (g kg<sup>-1</sup>) de K; 7,57 (g kg<sup>-1</sup>) de Ca; 2,17 (g kg<sup>-1</sup>) de Mg; 3,89 (g kg<sup>-1</sup>) de S; 42,40 (mg kg<sup>-1</sup>) de B; 9,18 (mg kg<sup>-1</sup>) de Cu; 227,27 (mg kg<sup>-1</sup>) de Fe; 152,53 (mg kg<sup>-1</sup>) de Mn e 38,46 (mg kg<sup>-1</sup>) de Zn; também semelhantes a outros estudos com pequiheiro na fase juvenil (DUBOC *et al.*, 2009; CARLOS *et al.*, 2014; ALVES JÚNIOR *et al.*, 2015).

Por último, as informações sobre a ordem de acúmulo de nutrientes e seus teores são importantes parâmetros, para a qualidade nutricional da muda e adubação, permitindo, assim, o estabelecimento de plantios com maior segurança.

### **4.3 Características de crescimento e qualidade de mudas de baruzeiro**

Ao contrário de pequizeiro, todas as características de crescimento e o índice de qualidade de Dickson das plantas do baruzeiro foram influenciados de forma significativa pelas doses crescentes do corretivo, à exceção da altura das plantas (TABELA 4). Além disso, essas características tiveram um comportamento quadrático, atingindo, de forma geral, valores superiores com o aumento da saturação até o nível de 40 a 55%, passando, a partir deste intervalo, a não responder ao aumento da saturação por bases do solo (FIGURAS 3, 4 e 5), exceto a relação altura e diâmetro que apresentou um ponto de mínimo (FIGURA 3b). O máximo diâmetro do colo (5,65 mm), número de folíolos (41,83), massa fresca da parte aérea (7,33 g/planta), massa fresca da raiz (11,25 g/planta), massa seca da parte aérea (4,13 g/planta), massa seca da raiz (5,13 g/planta), massa seca total da planta (9,26 g/planta), relação massa seca da parte aérea e da raiz (0,82) e índice de qualidade de Dickson (1,50) foram com as seguintes saturações de bases (%), respectivamente: 44,28, 43,50, 45,25, 55,00, 48,50, 50,00, 49,12, 50,00 e 43,75. Portanto isso indica que plantas jovens de baruzeiro apresentam resposta expressiva à correção da acidez.

**Tabela 4**–Equações de regressão para altura de plantas (ALT), diâmetro do coleto (DI), número de folíolos (NF), altura de plantas/diâmetro do coleto (ALT/DI), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST), relação da massa seca parte aérea e da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das plantas de baruzeiro (*D.alata*) em função dos valores de saturação por bases do solo

Característica	Equação	R <sup>2</sup>
<b>ALT</b>	$y = 31,4 \text{ ns}$	-
<b>DI</b>	$y = 4,964 + 0,031 * x - 0,00035 * x^2$	0,84
<b>ALT/ DI</b>	$y = 6,049 - 0,045 * x + 0,0006 * x^2$	0,78
<b>NF</b>	$y = 30,473 + 0,522 * x - 0,006 * x^2$	0,78
<b>MFPA</b>	$y = 3,239 + 0,181 ** x - 0,002 ** x^2$	0,98
<b>MFR</b>	$y = 5,807 + 0,198 ** x - 0,0018 ** x^2$	0,99
<b>MSPA</b>	$y = 1,782 + 0,097 ** x - 0,001 ** x^2$	0,96
<b>MSR</b>	$y = 3,381 + 0,070 ** x - 0,0007 * x^2$	0,91
<b>MST</b>	$y = 5,163 + 0,167 ** x - 0,0017 ** x^2$	0,95
<b>MSPA/ MSR</b>	$y = 0,574 + 0,010 ** x - 0,0001 ** x^2$	0,99
<b>IQD</b>	$y = 0,735 + 0,035 ** x - 0,0004 ** x^2$	0,91

Legenda:

\*\*, \* e ns, respectivamente, significado a 1%, significado a 5% e não significativo pelo teste t.

Fonte: Do autor, 2016.

A altura das plantas de baruzeiro na fase de mudas tem apresentado resultados contrastantes na literatura, em relação à resposta ao uso de corretivos, algumas vezes propiciando importante incremento no crescimento (LARSON, 2014; MACHADO *et al.*, 2014), outras sendo completamente indiferente no ganho em tamanho da planta (FREITAS, 2013; SILVA, 2014). Entretanto, nos estudos que permitiram avaliar o efeito isolado da calagem (FREITAS, 2013; SILVA 2014), não foi observada interferência sobre a altura das plantas, diferente daquele que combinou o corretivo com adubos minerais e orgânicos, tornando difícil avaliar a influência de cada um sobre o crescimento das mudas (LARSON, 2014). Dessa forma, pode-se afirmar que o aumento na saturação por bases não interfere no crescimento em altura de mudas de baruzeiro, mas, por outro lado, não se pode descartar o efeito de outros fatores, como: o local e época do ano de cultivo, tempo de permanência da planta no vaso, dentre outros. Em alguns estudos, o cultivo sombreado exerceu influência sobre altura das plantas de baruzeiro (COSTA *et al.*, 2012; MOTA; SCALON; HEINZ, 2012; AJALLA *et al.*, 2012; MACHADO *et al.*, 2014).

O crescimento em diâmetro com a elevação da saturação por bases (FIGURA 3a), também, foi observado em outro trabalho (LARSON, 2014). Diâmetro do colo acima de 5 mm, obtido no presente estudo, é uma característica importante, na silvicultura, pois plantas com tais dimensões apresentam maior sobrevivência a campo, especialmente, pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (CARNEIRO, 1983; GOMES *et al.*, 2002). Já a relação entre altura da parte aérea e o diâmetro do coleto decresceu até atingir um ponto de mínimo de 5,20, próximo a 40% de saturação de bases. Isso é explicado, uma vez que o diâmetro aumenta com calagem, enquanto a altura mantém-se inalterada, proporcionando a diminuição da relação entre ambos até determinado limite, quando o diâmetro declina e a relação destes aumenta, determinando um comportamento de curva quadrática com concavidade voltada para baixo (ponto de mínimo) para a variável (FIGURA 3b). Esse tipo de relação

é um parâmetro morfológico importante que prediz o crescimento das mudas, após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995), dando informação sobre a robustez da planta.

O número de folíolos de mudas de baruzeiro teve um incremento com a elevação de saturação por bases de até 41,83% (Figura 3c), semelhante aos resultados encontrados em castanheira-do-gurgueia (*Dipteryx lacunifera*), espécie do mesmo gênero do baruzeiro (FALCÃO NETO *et al.*, 2011). A presença de folhas está, intimamente associada aos importantes processos fisiológicos e morfológicos, nos vegetais, constituindo um local de produção de fotoassimilados e síntese de auxina (TAIZ; ZEIGER, 2009). O maior número de folíolos favorece o aumento de carboidratos e auxinas nas plantas, levando-as a obter um melhor enraizamento (MOUBAYIDIN *et al.*, 2010), o que determina maior taxa de sobrevivência de mudas a campo.

Gráfico 3 – Diâmetro do coleto (a), relação entre a altura das plantas e diâmetro do coleto (b) e número de folíolos (c) por plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo

(Continua)

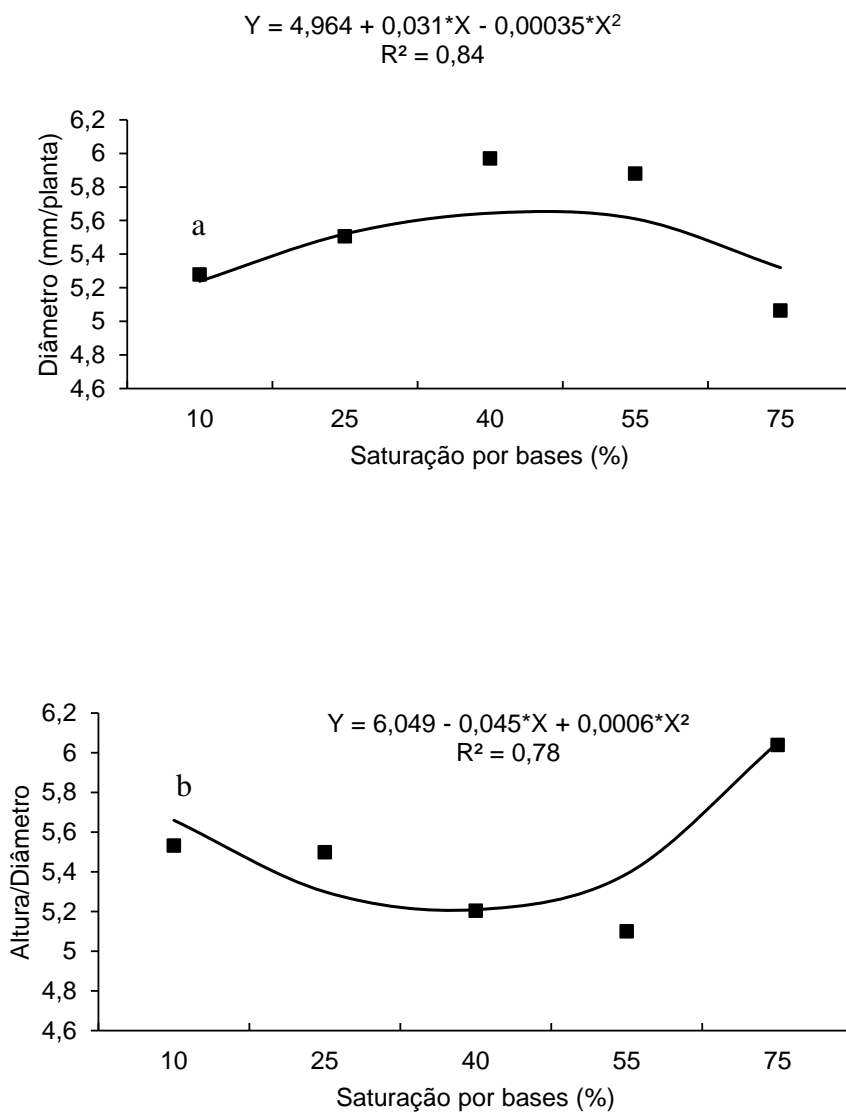
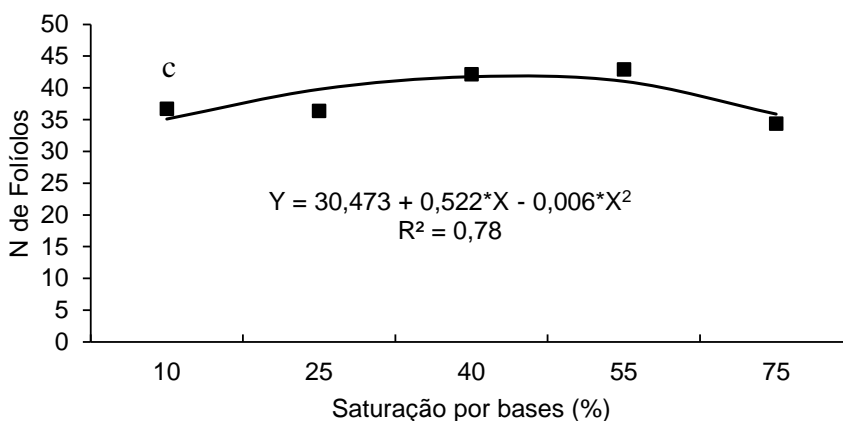




Gráfico 3 – Diâmetro do coleto (a), relação entre a altura das plantas e diâmetro do coleto (b) e número de folíolos (c) por plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo

(Conclusão)



Fonte: Do autor, 2016.

A fitomassa fresca e seca da planta e de suas partes responderam à correção de solo, atingindo um máximo acúmulo de material, quando a saturação de bases estava entre 45 e 50% (FIGURA 4a e b e FIGURA 5a). Esses resultados corroboram com trabalhos realizados com *D. alata*, em produção de mudas (AJALLA *et al.*, 2012; LARSON, 2014; FREITAS 2013). Os autores observaram, também, maior massa nas plantas quando a saturação por bases estava entre 40 e 50%. Independentemente dos tratamentos, foi verificada maior produção de fitomassa do sistema radicular em comparação com a parte aérea (FIGURA 4a e b e FIGURA 5a). Tal comportamento, também, foi identificado em outros trabalhos com o baruzeiro (MACHADO *et al.*, 2014; LARSON, 2014; PAIVA SOBRINHO *et al.*, 2010). Essa condição pode estar associada a uma das características

típicas da vegetação do Cerrado, em relação às outras formações vegetais tropicais, que consiste na alta proporção da biomassa subterrânea, em relação à biomassa aérea, protegendo as espécies de fatores bióticos e abióticos (HARIDASAN, 2008). Portanto o baruzeiro adquiriu essa característica, precocemente, que pode ser uma vantagem competitiva nas áreas de Cerrado.

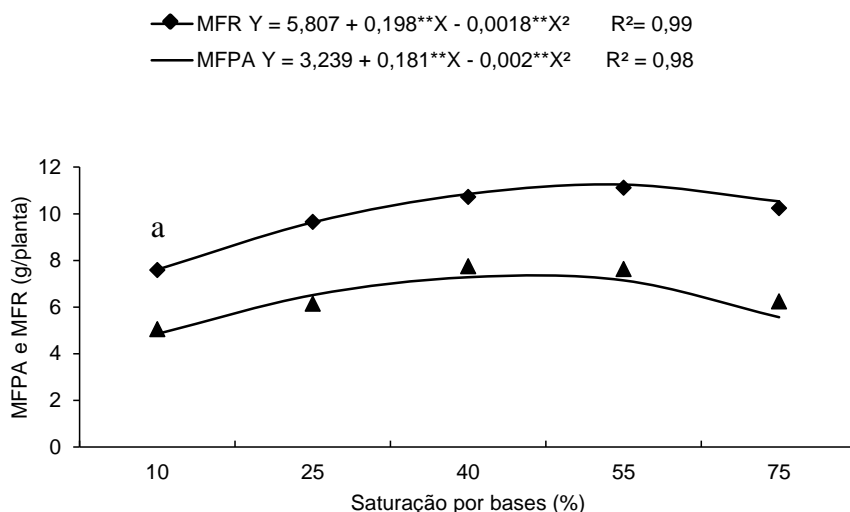
A produção de matéria seca das plantas é considerada como um dos melhores parâmetros, para caracterizar a qualidade de mudas, porém, em função de ser um método destrutivo, a sua utilização em viveiros não tem sido recomendada (GOMES; PAIVA, 2004). Após o transplante a campo, o maior volume de massas, na parte aérea e na raiz das mudas, além de induzir um desenvolvimento mais rápido e vigoroso, proporciona maior taxa de sobrevivência às mudas (REIS *et al.*, 2000).

O índice de qualidade de Dickson (IQD), também, é considerado uma importante medida morfológica integrada, além de um bom indicador da qualidade das mudas (FONSECA, 2000; COSTA *et al.*, 2011). Quanto maior o índice de qualidade de Dickson melhor será a qualidade das mudas (GOMES, 2001). O maior IQD relaciona-se a mudas mais vigorosas e com o padrão de qualidade mais elevado, determinando maior pegamento, crescimento e sobrevivência a campo. Os resultados do presente trabalho mostram que o maior IQD foi obtido, também, com saturação por bases próxima a 45%, como também verificado em outros trabalhos com o baruzeiro em fase de mudas (AJALLA *et al.*, 2012; LARSON, 2014; FREITAS, 2013).

O *D. alata* tem demonstrado, em diversas pesquisas, que responde positivamente, durante a fase de muda, à aplicação de corretivos e fertilizantes, proporcionando tanto um crescimento maior quanto um aumento no acúmulo de massa das plantas (LARSON, 2014; FREITAS 2013; MACHADO *et al.*, 2014; AJALLA *et al.*, 2012; PAIVA SOBRINHO *et al.*, 2010). Isso demonstra que, mesmo espécies de Cerrado, que ocorrem em ambientes de menor fertilidade, podem responder a uma maior

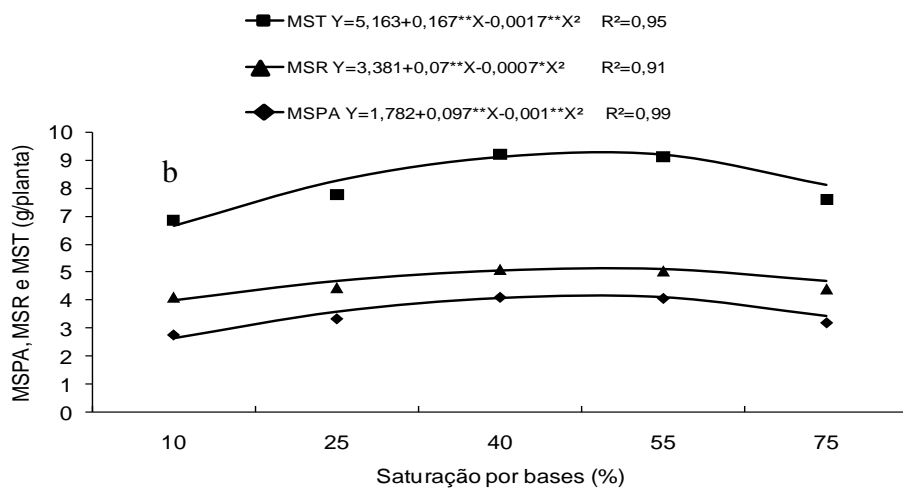
disponibilidade de nutrientes (HARIDASAN, 2008). Entretanto é preciso destacar que no Cerrado é raro encontrar o baruzeiro, em ambientes de solo ácido e com baixa disponibilidade de nutrientes, como os do cerrado no sentido restrito e utilizado no presente estudo. É mais comum encontrá-lo em formações florestais de cerradão e Mata, bem como nas áreas de transição entre Cerrado e Mata Estacional ou Mata de Galeria, que apresentam solos de média a boa fertilidade e com maior disponibilidade de cálcio e magnésio (SOARES *et al.*, 2015; OLIVEIRA; SIGRIST, 2008; VIEIRA *et al.*, 2006). Portanto isso pode explicar a maior resposta do crescimento do baruzeiro à saturação entre 40 a 50%, ao contrário do pequizeiro, que não responde à correção da acidez e, geralmente, é encontrado no cerrado sentido restrito.

Gráfico 4 – Massa fresca da parte aérea e da raiz (a), em função dos valores de saturação por bases do solo



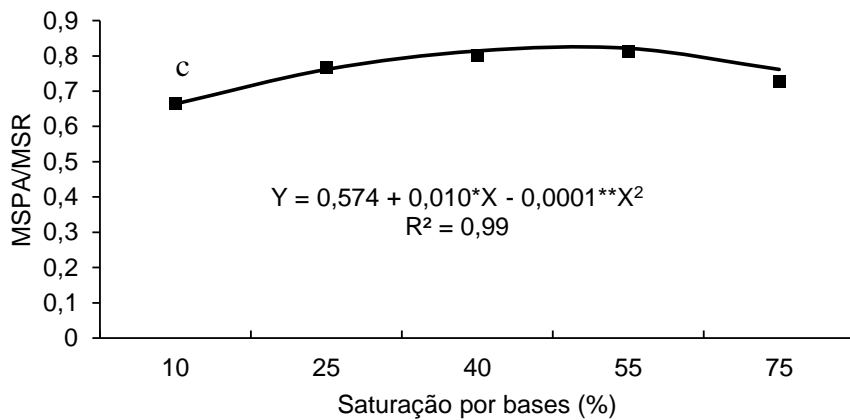
Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 5 – Massa seca da parte aérea, raiz e total das plantas de baruzeiro (*D. alata*) (b), em função dos valores de saturação por bases do solo



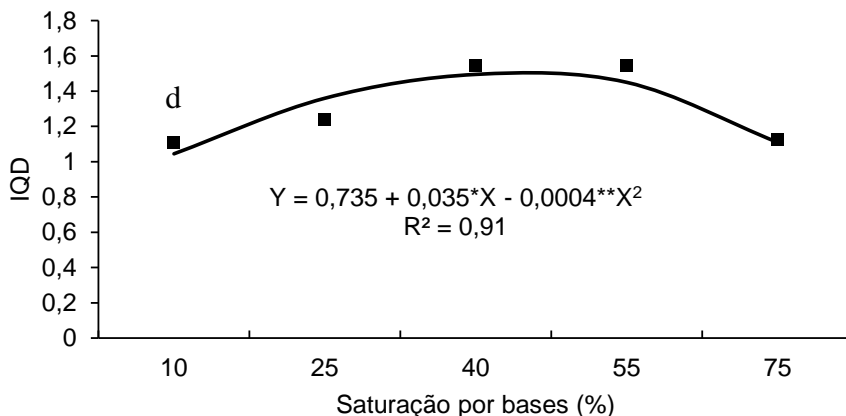
Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 6 – Relação da massa seca da parte aérea e da raiz (c) das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo



Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 7 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) (d) das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo



Fonte: Do autor, 2016.

Os dados de crescimento de plantas do baruzeiro na saturação por base ótima, quando comparados com os resultados da literatura (LARSON, 2014; COSTA *et al.*, 2012; AJALLA *et al.*, 2012), são compatíveis com a idade da planta, ao final do experimento, 7,5 meses após a repicagem. Assim, tais variáveis podem se tornar bons padrões para a avaliação da qualidade da muda de *D. alata*.

#### 4.4 Quantidade de macro e micronutrientes acumulados na parte aérea das mudas de baruzeiro

As quantidades de macronutrientes acumulados na parte aérea de baruzeiro foram influenciadas, significativamente, pela saturação por bases (V), seguindo um comportamento quadrático, semelhante às características de crescimento (TABELA 5 e FIGURAS 6 e 7). O maior acúmulo de

nitrogênio (74,67 mg/planta), fósforo (4,52 mg/planta), magnésio (5,27 mg/planta) e enxofre (6,06 mg/planta), nos tecidos, foram, respectivamente, para a saturação por bases de 46,95; 46,00; 49,21; 49,62 %. Enquanto para o potássio (26,58 mg/planta) e cálcio (20,83 mg/planta) foram, respectivamente: 63,50 e 61,38 %. Então, de forma geral, a quantidade no caule e folha de N, P e Mg aumentam com saturação por bases entre 45 e 50% e de K e Ca no intervalo de 60 a 65%. Já, em relação aos micronutrientes, não se observou efeito dos tratamentos, à exceção do boro que teve sua quantidade na parte aérea aumentada até uma saturação de 49,12%, apresentando neste ponto um acúmulo de 0,17 mg/planta.

**Tabela 5** – Equações de regressão, para quantidade de macro e micronutrientes acumulados, na parte aérea (mg planta<sup>-1</sup>) das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo.

Nutrientes	Equação	R <sup>2</sup>
<b>N</b>	$y = 32,79 + 1,784^{**}x - 0,019^{**}x^2$	0,95
<b>P</b>	$y = 0,292 + 0,184^{**}x - 0,002^{**}x^2$	0,88
<b>K</b>	$y = 10,45 + 0,508^{*}x - 0,004^{*}x^2$	0,75
<b>Ca</b>	$y = 5,675 + 0,491^{**}x - 0,004^{*}x^2$	0,97
<b>Mg</b>	$y = 0,672 + 0,187^{**}x - 0,0019^{*}x^2$	0,98
<b>S</b>	$y = 2,812 + 0,131^{**}x - 0,001^{*}x^2$	0,96
<b>B</b>	$y = 0,09066 + 0,00334^{**}x - 0,000034^{**}x^2$	0,89
<b>Cu</b>	$y = 0,03ns$	-
<b>Fe</b>	$y = 0,84ns$	-
<b>Mn</b>	$y = 0,56ns$	-
<b>Zn</b>	$y = 0,30ns$	-

Legenda:

\*\* , \* e ns, respectivamente, significado a 1%, significado a 5% e não significativo pelo teste t.

Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 7 – Quantidade acumulada de nitrogênio (e), fósforo (f) e potássio (g), na parte aérea das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo.

(Continua)

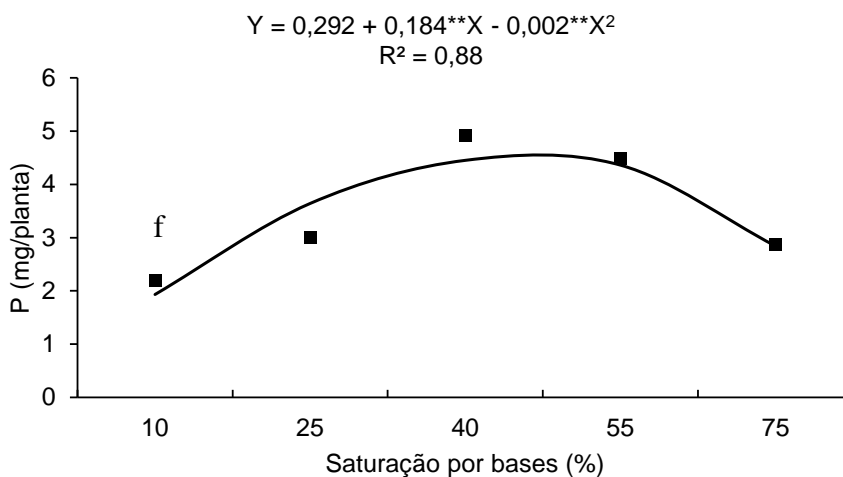
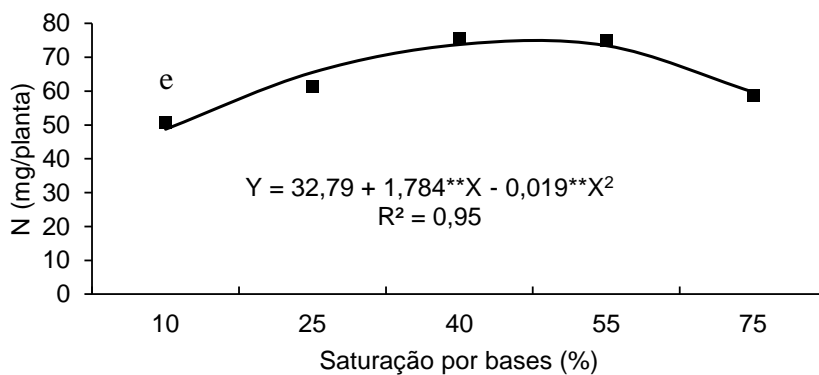
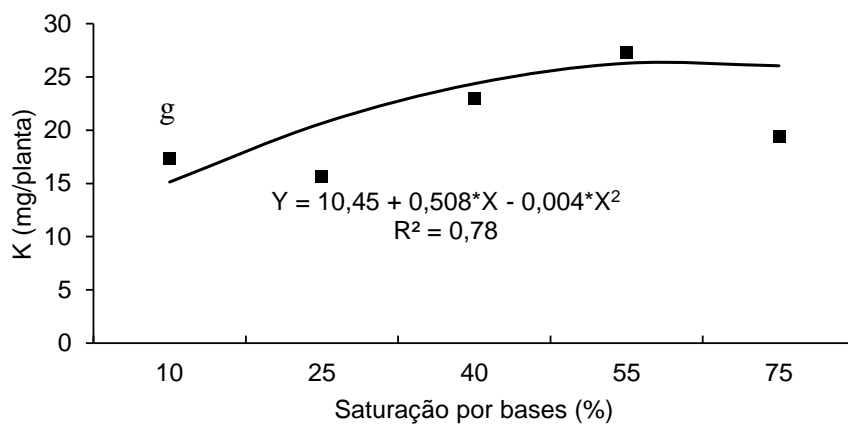




Gráfico 7 – Quantidade acumulada de nitrogênio (e), fósforo (f) e potássio (g), na parte aérea das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo.

(Conclusão)



Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 8 – Quantidade acumulada de cálcio (h), magnésio (i) e enxofre (j), na parte aérea das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo.

(Continua)

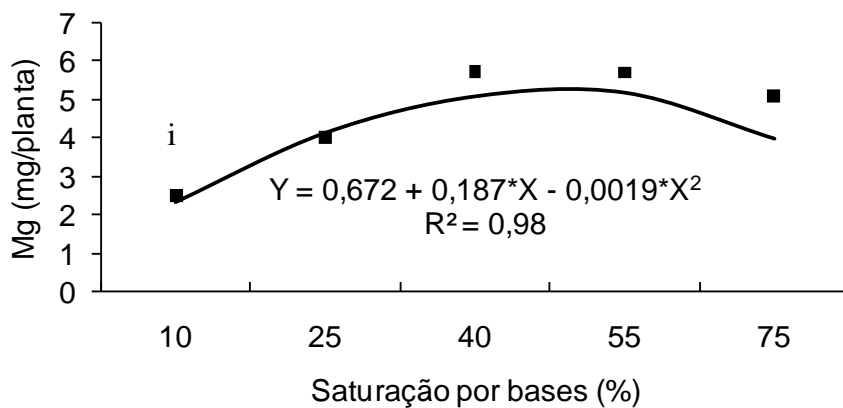
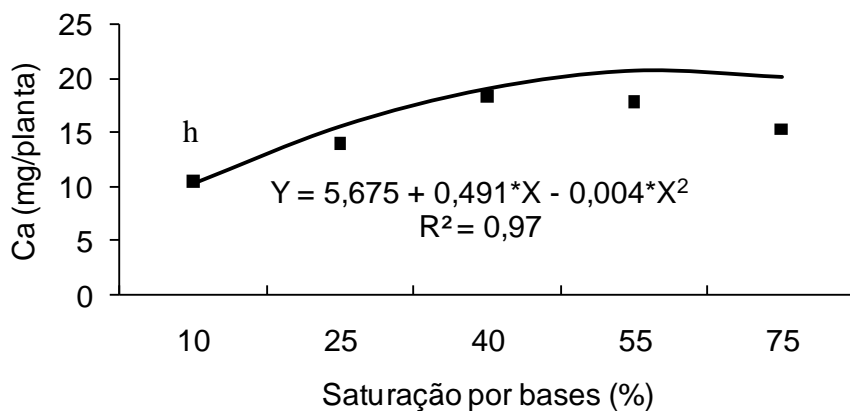
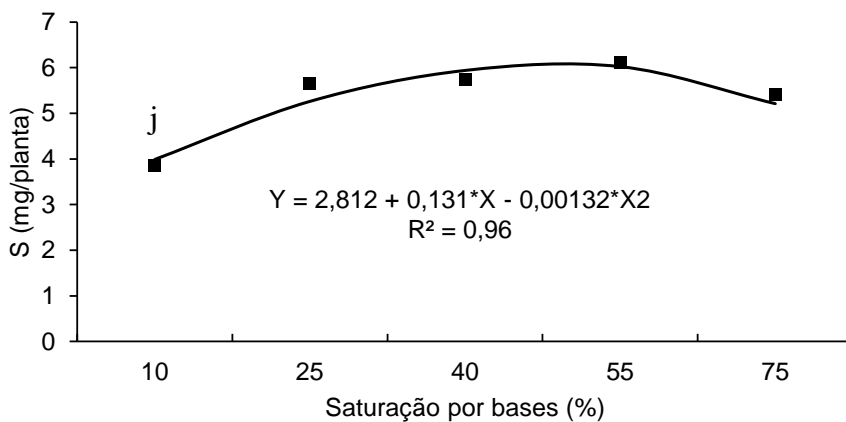


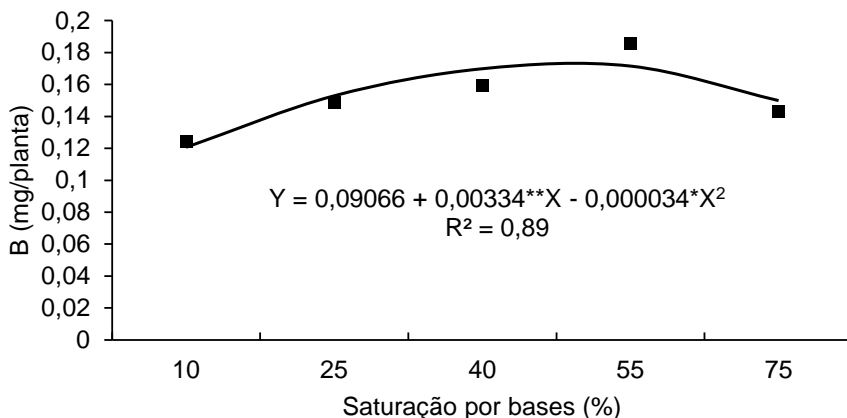
Gráfico 8 – Quantidade acumulada de cálcio (h), magnésio (i) e enxofre (j), na parte aérea das plantas de baruzeiro (*D. alata*), em função dos valores de saturação por bases do solo.

(Conclusão)



Fonte: Do autor, 2016.

Gráfico 9 – Quantidade acumulada de boro (k), na parte aérea das plantas de *D. alata*, em função dos valores de saturação por bases do solo.



Fonte: Do autor, 2016.

Neste estudo, diferente do pequizeiro, a quantidade de acúmulo de macronutrientes no baruzeiro aumentou, em função do uso de corretivos, refletindo um maior crescimento e acúmulo de biomassa das plantas. Isso indica que as plantas de *D. alata* respondem à calagem, tendo uma melhor nutrição na faixa entre 40 e 50% para o crescimento vegetativo. Isso pode contribuir para explicar, em condições naturais, a ocorrência de pequizeiro em solos distróficos (LEITE *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015; SANTANA; NAVES, 2003) e do baruzeiro em eutróficos e mesotróficos (SOARES *et al.*, 2015; OLIVEIRA; SIGRIST, 2008; VIEIRA, *et al.*, 2006). O pequizeiro pode ocorrer em solos com maior disponibilidade de nutrientes nos quais, normalmente, o baruzeiro é encontrado, mas dificilmente o contrário ocorre, ou seja, o baruzeiro estabelecido na mesma área de pequizeiro em solos ácidos, com baixa disponibilidade de potássio, cálcio, magnésio e alto teor de alumínio, além de uma textura arenosa (OLIVEIRA; SIGRIST, 2008; VIEIRA *et al.*, 2006;

SOUZA *et al.*, 2015; HARRIDASAN; ARAÚJO, 1988). Neste sentido, pode-se afirmar que a fertilidade do solo e acidez contribui para a distribuição dessas espécies nas fitosionomias do Cerrado.

A aplicação de corretivos tem como finalidade fundamental corrigir ou diminuir a acidez do solo, reduzindo as concentrações de íons de hidrogênio, de alumínio e manganês, além de fornecer Ca e Mg (VAN RAIJ, 2011). O uso do Geox, neste estudo (60% de Ca e 30% Mg), não só elevou o pH, mas também forneceu cálcio e magnésio para as plantas de baruzeiro. Isso foi comprovado pelo aumento da quantidade desses macronutrientes nos tecidos em função da elevação da saturação por bases. Considerando que a carência de cálcio e magnésio interfere, de forma decisiva e negativa, no crescimento e no acúmulo de biomassa, em plantas de baruzeiro (SILVA, 2014), a aplicação desses elementos, via corretivo, proporciona uma melhor nutrição e, conseqüentemente, um maior vigor e acúmulo de matéria nas mudas da espécie. Dessa forma, como a saturação por bases relaciona-se a bases trocáveis (Ca, Mg e K) e à capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, pode-se afirmar que as plantas de baru respondem ao aumento de Ca, Mg e da CTC do solo. Para a elevação da saturação por bases, é utilizado corretivo da acidez do solo, assim, de acordo com os dados do presente estudo, as plantas de baru se desenvolvem melhor em condições de menor acidez e de menor disponibilidade de alumínio no solo. A disponibilidade de nutrientes está, diretamente relacionada à acidez do solo, principalmente, à disponibilidade de fósforo, ou seja, quanto maior a saturação por bases maior a disponibilidade de fósforo, nutriente muito importante para o metabolismo das plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Por outro lado, a partir da elevação por bases de 50%, ocorre um declínio no ganho do diâmetro, número de folíolos, massa e IQD em mudas de baruzeiro, além da diminuição da quantidade de macronutrientes na parte aérea, principalmente, para o N, P e Mg. Provavelmente, isso se deve ao efeito de um nível de saturação por bases deletério às plantas de

baruzeiro, quando quantidades de corretivo elevadas para a espécie provocam decréscimo no crescimento e desequilíbrio nutricional, reduzindo teores de nitrogênio e aumentando a relação Ca/Mg nas folhas (MARSCHNER, 2012). No presente estudo, a elevação da saturação por bases a valores acima de 50% acrescentou elevados teores de Ca e Mg pelo corretivo, o que pode ter interferido no equilíbrio de nutrientes no solo, levando à competição, principalmente, entre  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  com outros nutrientes catiônicos, como  $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$ . Além disso, a elevação do pH pelo corretivo da acidez a valores próximos a 7,0 favorece a precipitação de micronutrientes catiônicos, o que colabora para o menor crescimento das plantas.

No presente estudo, foi possível identificar quais os nutrientes são mais exigidos pelo baruzeiro. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, na parte aérea para mudas de baruzeiro, foi:  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{P} \approx \text{Mg} \approx \text{S} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ ; semelhante à encontrada em outro trabalho para o baruzeiro (SILVA, 2014). Os teores médios de nutrientes na parte aérea foram: 20,0 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de N; 1,2 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de P; 5,6 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de K; 4,5 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de Ca; 1,4 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de Mg; 1,5 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de S; 45,6 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de B; 7,7 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de Cu; 223,8 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de Fe; 150,4 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de Mn e 78,9 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de Zn; também semelhantes a outros estudos com pequizeiro na fase juvenil (BONI *et al.*, 2016). Por último, existem alguns trabalhos sobre efeito da adubação, substratos e calagem sobre mudas de baruzeiro, porém quase não são encontradas informações sobre o seu estado nutricional. Portanto os resultados apresentados acima podem contribuir, para o manejo da adubação e nutrição das mudas de baruzeiro, além de estabelecer-lhes padrões de qualidade.

## 5 CONCLUSÕES

- A calagem, de forma geral, não interferiu no crescimento e acúmulo de nutrientes da parte aérea das mudas de pequizeiro.
- A elevação na saturação de bases entre 40 a 50%, de forma geral, proporcionou aumento do diâmetro, massa, qualidade e quantidade de macronutrientes em mudas de baruzeiro.
- A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, na parte aérea, para mudas de pequizeiro e baruzeiro, respectivamente, foi: N>K>Ca>S>Mg>P>Fe>Mn>B≈Zn>Cu e N>K>Ca>P≈Mg≈S>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

## REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. Pp.33-98. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1987.

AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M do C.; ZÁRATE, N. A. H.. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J.A.; FONSECA, C.E.L. 1994. Valor nutricional de frutos nativos do cerrado. p.23. In: Reunião especial da SBPC, I. Uberlândia. Resumos.

ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.40-60.

ALVES JÚNIOR, J.; TAVEIRA, M. R.; CASAROLI, D., EVANGELISTA, A. W. P.; VELLAME, L. M.; MOZENA, W. L. Respostas do pequizeiro à irrigação e adubação orgânica. **Global. Science and Technology**, Rio Verde, v. 08, n. 01, p. 47-60, jan./abr. 2015.

ALVES, F. M.; NOGUCHI, D. K.; LESCANO, L. E. A. M.; RAMOS, W. M.; SARTORI, L. B. Levantamento florísticos do componente arbóreo de duas áreas de cerradão em Campo Grande – MS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 564-566, 2007.

ANTUNES, E. C.; ZUPPA, T. O.; ANTONIOSI FILHO, N, R.; CASTRO, S. S. Utilização do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) como espécie recuperadora de ambientes degradados no Cerrado e fornecedora de matéria prima para a produção de biodiesel. In: I CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1. 1980, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006.

BENNET, R. J.; BREEN, C. M. The aluminium signal: new dimensions to mechanisms of aluminium tolerance. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 134, p.153-166, 1991.

BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*



(BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do solo. **Rev. Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BONI, T.S.; MALTONI, K.L.; BUZETTI, S.; CASSIOLATO, A.M.R. Avaliação comparativa do estado nutricional de mudas de baru (*Dipteryx alata*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.109-121, jan.-mar., 2016.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *alata* Vogel (baru). **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.

CALDEIRA JÚNIOR, F. C.; ROCHA, S. L.; SANTOS, W. G; PAULA, T. O. M.; SANTOS, A. M.; CARVALHO, P. E. R. Ecogeografia e etnobotânica do *Caryocar brasiliense* no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 5 , n.1, p. 477-479, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de solo para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix* Alexandre Wendl. Et Drupe e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. ET Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, p. 1 -8, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. Seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, p. 11-17, 2005.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; HIGASHIKAWA, E. M.; GARCIA, M. B.; FARIAS, E. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pesquisa sob efeito da omissão de nutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 13-21, jan./mar. 2014.

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

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais e das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 10-24.

CARRAZZA, L. R; D'ÁVILLA, J. C. C. **Aproveitamento integral do fruto baru (*Dipteryx alata*)**. 2. ed. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2010. 56p. (Manual Tecnológico, 2).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa – CNPF, 2003. 4 v.,1040p.

CORREA, G. C. **Avaliação comportamental de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog) nos Cerrados do Estado de Goiás**. 1999. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia,1999.

CORREA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, Oct. /Dec. 2008.

COSTA, C. A. da; SOUZA, G. A. de; ALVES, D. S; ARAÚJO, C. B. de O.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R, SAMPAIO, R. A.; LOPES, P. S. N. Saturação por bases no crescimento inicial e na produção de flavonoides totais da fava-d'anta. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2007a. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000100010> >. Acesso em: 4 jul. 2016.

COSTA, C. A. da; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R.; SOUZA, I. G. B.; SAMPAIO, R. A.; LOPES, P. S. N. Nutrição mineral da fava d'anta. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 24-28, 2007b. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000100006>>. Acesso em: 4 jul. 2016.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; REGO, N. H.; BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do Cerrado em Aquidauana – MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 215-226, 2011.

COSTA, E.; OLIVEIRA, L. C. de, SANTO, T. L. do E.; LEAL, P. A. M. Production of baruzeiro seedling in different protected environments and substrates. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 4, p. 633-641, 2012. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000400002> >. Acesso em: 16 jul. 2016.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Bot. Bras.**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2006.

DEDOV, V.M.; KLIMASSHEVSKII, E.L. On the mechanism of genotypic resistance of plants to Al<sup>3+</sup>. 2. **Effect of Al ions on pH redox potential and the content of high energy phosphorous in root tissues of Peas, Sib. Vestn. Skh. Nauki**, v.3, p.13-16, 1976.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36. p. 10-13, 1960.

DUBOC, E.; FRANÇA, L. V.; PALUDO, A.; OLIVEIRA L. dos S. **Efeito de doses de fertilizantes de liberação controladas em mudas de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 18 p.

MACHADO, K.S.; MALTONI, K.L.; SANTOS, C.M.; CASSIOLATO, A.M.R. RESÍDUOS ORGÂNICOS E FOSFOROS COMO CONDICIONANTES DE SOLO DEGRADADO E EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 541-552, jul./set., 2014.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, p. 201-341, 1972.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da agricultura. 212 p.1997.

FALCAO NETO, R.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ROCHA, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B. Características biométricas de mudas de castanha-do-gurguéia em função de calagem e NPK. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 940-949, out./dez. 2011.

FERREIRA, G. A.; NAVES, R. V., CHAVES, L. J.; VELOSO, V. da R.; SOUZA, E. R. B. de. Produção de frutos de populações naturais de pequiheiro no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 1, n. 37, p. 121-129, 2015. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-404/13> >. Acesso em: 15 jun. 2016.

FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. São Carlos: EMPRAPA Pecuária Sudeste, 2006.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FREITAS, E. C. S. **Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* LINNAEUS f., *Plathymenia foliosa* BENTH. e *Dipteryx alata* VOGEL em resposta à adubação fosfatada e saturação por bases do**

**solo**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. de; VALE, F. R. do; SILVA, I. R. Liming effects on growth of native woody species from Brazilian Savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 829-837, 1999. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000500014> >. Acesso em: 3 maio 2016.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A. Conservation policies and control of habitat fragmentation in the Brazilian Cerrado biome. **Ambient. Soc.**, São Paulo, v. 16, n. 3, Jul./Sept. 2013.

GIROLDO, A. B.; SCARIOT, A. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. **Biological conservation**, v. 191, p. 150-158, 2015.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001.166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os solos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Org.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em solos**. Viçosa: UFV, 2004, p.190-225.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 166 p. (Caderno Didático, 72).

GOODLAND, R.; FERRI, M. G. Relações planta- solo. In: GOODLAND, R.; FERRI, M.G (Eds.). **Ecologia do Cerrado - USP**, p.146-157, 1979.

HAASE, R.; HIROOKA, R. Y. Structure, composition and small litter dynamics of a semi-deciduous forest in MatoGrosso, Brazil. **Flora**, n. 193, p. 141-147,1998.

HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 183-195, 2008. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202008000300003> >. Acesso em: 17 fev. 2016.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 928 p.

HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F.; BERTAN, I.; SILVA, J. A. G.; BERTAN, SCHMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P.; MAIA, L. C.; FONSECA, D. A. F.; REIS, C. E. S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-228, abr./jun. 2007.

INMET. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

IPEF. **Dados da espécie *Dipteryx alata* Vog.** Disponível em: <[www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=63](http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=63)>. Acesso em: 3 jul. 2016.

KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos Cerrados do Brasil Central. **Revista brasil. Bot.**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 459-468, dez. 2000.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biol.**, v. 19, p. 707-713, 2005.

LABORIAU, L. G.; SENDULSKY, T. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. **Academia Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p.159-170,1966.

LARSON, L. C. R. Estratégias de propagação de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) e jatobazeiro (*Hymenaea stigonocarpa* MART.) do Cerrado. 2014. 124 f. Tese (Doutorado) – UNESP, Jaboticabal, 2014.

LEITE, G. L. D.; LOPES, P. S. N.; ZANUNCIO, J. C.; MARTINS, C. de P. S.; MOREIRA, T. M. B.; COSTA, R. I. F. da. Effects of environmental and architectural diversity of *Caryocar brasiliense* (Malpighiales: Caryocaraceae) on *Edessa ruformaginata* (Hemiptera: Pentatomidae) and its biology. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 1, p. 19-27, 2016. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.26244>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação do solo**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

LEPSCH, I. F.; PAULA, L. M. A. Fitólitos em solos sob cerradões do triângulo mineiro: Relações com atributos e silício absorvido. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.6, n.19 p.185-190, out. 2006.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 3, p.695-698, dez. 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarium,1992. 217p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarium, 2000. v. 1.

LORENZI. H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil: volume 1. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarium,2008.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R.; SILVA, C. J. Estudos de dispersão de cinco espécies chaves de um capão no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 2000, Corumbá. **Anais...** Corumbá: SIMPAN, 2000. p. 229-243.

MACHADO, K. S.; MALTONI, K. L.; SANTOS, C. M.; CASSIOLOTO, A. M. Resíduos orgânicos e fósforo como condicionantes de solo degradado e efeitos sobre o crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 541-522, jul./set. 2014.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Editora Ceres, 1987.495p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

MATOS, E.; QUEIROZ, L.P. Árvores para cidades – Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna - p.106-107; 224-225; 280-281, 2009.

MENDES, D. S. Dormência, germinação e longevidade em sementes de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado

em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2015.

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES GIL, P.; HOFFMANN, M. MYERS, N.; Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions. Cemex, Mexico, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

MOTA, L. H. de S.; SCALON, S. de P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul./set. 2012.

MOUBAYIDIN, L.; PERILLI, S.; DELLO LOIO, R.; DI MAMBRO, R.; CONSTANTINO, P.; SABATINI, S. The rate of cell differentiation controls the Arabidopsis root meristem growth phase. **Current Biology**, Cambridge, v. 20, n. 12, p. 1138- 1143, 2010.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos Cerrados de Goiás: caracterização e influência do clima e dos solos**. 1999. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 133-204.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais**. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: Editora UFLA, 2006. 423 p.

OLIVEIRA, M. I. B., SIGRIST M. R. Fenologia reprodutiva, polinizações reprodução de *Dipteryx alata* Vog. (*Leguminosae-Papilionoidae*) em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasil Bot.**, v. 31, p. 195-207, 2008.

OLIVEIRA, A. N.; SILVA, A. C.; ROSADO, S. C. S.; RODRIGUES, E. A. C. Variações genéticas para características do sistema radicular de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog). **R. Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 905-909, 2006.

OLIVEIRA, G.; RIBEIRO, M. S. L.; TERRIBILE, L. C.; DOBROVOLSKI, R.; TELLES, M. P. C.; DINIZ FILHO, J. A. F. Conservation biogeography of the Cerrado's wild edible plants under climate change: Linking biotic stability with agricultural expansion. **American Journal of Botany**, v. 102, n. 6, p.

870-877, 2015. Disponível em: < <http://www.amjbot.org/>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, M. S.; SAMPAIO, F. G.M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico - químicas de pequis da chapada do Araripe, Ceará. **Rev.Bras.Frusic.**, Jaboticabal , SP, v. 32, n. 1, p. 114-125, mar. 2010.

PAIVA SOBRINHO, S.; PETTERSON, B.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; Z Aidan, L. B. P. Respostas fotossintéticas de plantas do Cerrado nas estações seca e chuvosa. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 231-220, abr./jun. 2010.

PEREIRA, E. B. C. **Prêmio CREA Goiás de Meio Ambiente 2006**: Compêndios dos trabalhos premiados. Goiânia: CREA, 2007. 236p.

PIRES, C. R. **Gestão de estoques como uma ferramenta estratégica em cooperativas extrativistas**. 2014. 43 f. Monografia (Bacharelado em Gestão do Agronegócio) – Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

RAMOS, B. H; COIMBRA, R. R.; CHAGAS, D. B. das; FERREIRA, W de M.; SILVA, K. L. F. Variabilidade fenotípica de frutos de *Caryocar brasiliense* Cambess em três diferentes fitofisionomias do Cerrado. **Heringia, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 70, n. 1, p. 39-46, jun. 2015.

RATTER, J. A.; ASKEW. G. P.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 47-58, 1978.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATTER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, p. 153-180,1996.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.



RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5. ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 332 p.

RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. Aproximação. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, v.1, p. 151-199, 2008a.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado**: Ecologia e Flora. Planaltina: Embrapa Cerrados, v.1, Cap.6, p.151-199, 2008b.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S.M.; BRITO, M.A. de. **Baru (*Dipteryx alata vogel*)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 41 p.

RIBEIRO, N. V.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. Expansão da cana-de-açúcar no bioma Cerrado: Uma análise a partir da modelagem perceptiva de dados cartográficos e orbitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal, Brasil. **Anais...** Natal, Brasil, 25-30 abril 2009. p. 4287-4293.

RIBEIRO, R. F. **Pequi**: o rei do Cerrado. Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62p.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata vogel*) na elaboração de pães. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 29(4):820-825, out-dez. 2009

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 43, n. 1, jan. 2008, p.153-156.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru**: biologia e uso. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p. (Embrapa cerrados. Documentos, 116).

SANTANA, J. das G.; NAVES, R. V. Caracterização de ambientes de Cerrado com alta densidade de pequizeiros (*Caryocar brasiliense* Camb.) na

região sudeste do estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 33, n.1, p. 1-10, 2003.

SANTOS, B. R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J. L. D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, A. A. N. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): uma espécie promissora do Cerrado brasileiro. **Boletim Agropecuária da Universidade Federal de Lavras**, Lavras, v.64, 2004.

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

SILVA, D. S. N. da. **Nutrição mineral do Baru (*Dipteryx alata* Vogel) em solução nutritiva; calagem e adubação fosfatada no campo**. Lavras: UFLA, 2014. 89 p.

SILVA, E. M. B.; POLIZEL, A. C.; SOUSA, J. V. R.; LIMA, M. A.; ALMEIDA, E. R. Efeitos da saturação por bases no desenvolvimento inicial do pinhão manso em latossolo do cerrado. **Enciclopédia biosfera, centro científico conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, 2011.

SOARES, T. N.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; NABOUT, J. C.; TELLES, M. P. C.; TERRIBILE, L. C.; CHAVES, L. J. Patterns of genetic variability in central and peripheral populations of *Dipteryx alata* (Fabaceae) in the Brazilian Cerrado. **Plant Systematics and Evolution**, v. 301, p. 1315-1324, 2015.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. Cerrado Correção do Solo e Adubação. 2: ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004.416p.

SOUZA, M. C.; FRANCO, A. C.; HARIDASAN, M.; ROSSATTO, D. R.; ARAÚJO, J. F. de; MORELLATO, L. P.C.; HABERMANN, G. The length of the dry season maybe associated with leaf scleromorphism in Cerrado plants. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2015. **Anais...** v. 87, n. 3, p. 1691-1699, 2015. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1590/0001-376520150381> >. Acesso: 4 set. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; DAWSON, T. E.; LAMBERSD, H.; OLIVEIRA, R. S. Soil pH accounts for differences in species distribution and leaf nutrient concentrations of Brazilian woodland savannah and seasonally dry forest species. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 16, p. 64–74, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2014.02.001>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

VIEIRA, R.F.; COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B.; FERREIRA, F.R.; SANO, S.M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Brasília: Embrapa - 2006.320p.

VILLELA, D. M. V.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a Cerrado vegetation in central Brazil to liming and irrigation. **Plant and Soil**, v. 163, p. 25-31, 1994.

VILELA, G.G.; ROSADO, S.C.S.R.; GRAVILANES, M.L.; CARVALHO, D. Variação Intra e Interpopulacional em Pequi - *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). I Carotenoides. **Revista Florestal**, Lavras. P.307 -309, 1996.

YERMIYAHU, U.; RYTWO, G.; BRAUER, D.K.; KINRAIDE, T.B. Binding and electrostatic attraction of lanthanum (La<sup>3+</sup>) and aluminum (Al<sup>+3</sup>) to wheat root plasma membranes. **Journal of Membrane Biology**, New York, v. 159, p. 239-252, 1997.

ZHENG, S. J.; JIAN FENG, M. A.; MATSUMOTO, H. Continuous secretion of organic acids in related to aluminum resistance during relatively long-term exposure to aluminum stress. **Physiologia Plantarum**, Oxford, v. 103, n. 2, p. 209-214, 1998.

ZONTA, E.; CHAGAS, K. A.; COMETTI, N. N.; CASTRO, R. N.; PEREIRA, M. G.; FERNANDES, M. S. Tolerância ao alumínio em arroz de sequeiro: Exudação de ácidos orgânicos e crescimento radicular. **Instituto de Agronomia**, UFRRJ, v. 37, n. 1, p. 46-49, 2003.

