



## SATURAÇÃO POR BASES E DOSES DE P NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE CEREJEIRA (*Amburana acreana* DUCKE)

Cristiane Ramos VIEIRA\*, Oscarlina Lucia dos Santos WEBER, José Fernando SCARAMUZZA

Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

\*E-mail: [cris00986@hotmail.com](mailto:cris00986@hotmail.com)

Recebido em julho/2014; Aceito em novembro/2014.

**RESUMO:** A cerejeira (*Amburana acreana* Ducke) é considerada uma espécie nativa vulnerável à extinção, tornando a necessidade de estimular sua produção de mudas uma prática indispensável. No entanto, pouco se sabe sobre suas exigências nutricionais. Dessa forma, objetivou-se verificar a influência de diferentes níveis de saturação por bases e de doses de P no crescimento e na nutrição de mudas da *A. acreana*. O experimento foi instalado em ambiente protegido com os tratamentos dispostos em sacos plásticos com capacidade para 2,5 kg, em combinações de quatro níveis de saturação por bases (20,5, 50, 60 e 70%) com quatro diferentes doses de P (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando-se o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, uma planta por parcela. Foram efetuadas avaliações de altura, diâmetro de coleto e a relação entre altura e diâmetro, a cada 30 dias. Após 120 dias, as mudas foram seccionadas em folhas, caule e raiz para avaliação da biomassa. Do material vegetal seco e moído determinaram-se os teores de macronutrientes. O crescimento em diâmetro e a produção de massa seca nas folhas das mudas de *A. acreana* não foram influenciados pela elevação da saturação por bases e doses de P. Isso porque, não se observou elevação nas concentrações de macronutrientes com os tratamentos testados.

**Palavras-chave:** Calagem, espécie florestal, nutrição de planta, desenvolvimento.

### BASE SATURATION AND P DOSES IN GROWTH AND NUTRITION OF CEREJEIRA (*Amburana acreana* DUCKE) SEEDLINGS

**ABSTRACT:** Cerejeira trees (*Amburana acreana* Ducke) are considered native forest specie vulnerable to extinction, making the need to stimulate their seedlings production an indispensable practice. However, little is known about it nutritional requirements. This study aimed at verifying the influence of different cation saturation levels and P levels on growth and nutrition of *A. acreana* seedlings. The experiment was conducted on greenhouse with the treatments placed in plastic bags with a capacity of 2.5 kg in a combinations of four saturation (20.5, 50, 60 and 70%) with four different P doses (0, 40, 80 and 120 kg ha<sup>-1</sup>), using a randomized block design with five replications, one plant per block. Height, diameter and the relation between height and diameter were evaluated every 30 days. After 120 days, the seedlings were sectioned into leaves, diameter and root to biomass production. In the ground and dried material were determinate the macronutrients levels. The diameter growth and dry matter production in the leaves of *A. acreana* seedlings were not influenced by the increase in cation saturation and P doses. This is because was not observed elevation on the macronutrients concentration with the treatment tested.

**Keywords:** Liming, forest species, plant nutrition, development.

### 1. INTRODUÇÃO

*Amburana acreana* é uma espécie florestal nativa, pertencente à família Fabaceae, que, segundo Carvalho (1994) ocorre naturalmente nas matas altas e fechadas da Amazônia ocidental do Brasil (Amazônia, Acre, Roraima e Mato Grosso) e da Bolívia. Em algumas regiões, devido à pressão sob as áreas nativas, esta espécie se encontra vulnerável à extinção. No Acre, a *A. acreana* é uma das espécies mais consumidas pelo mercado madeireiro, principalmente internacional, com elevado valor econômico (SILVA, 2004a).

Em algumas regiões, devido à pressão sob as áreas nativas, esta espécie se encontra vulnerável à extinção. No Acre, a *A. acreana* é uma das espécies mais consumidas

pelo mercado madeireiro, principalmente internacional, com elevado valor econômico. Diante do exposto, faz-se necessário o cultivo comercial e a recuperação das áreas em que a *A. acreana* se encontra em risco de ser dizimada, de modo que se obtenha conhecimento a respeito da germinação, da produção de mudas, do crescimento, e das exigências nutricionais. Isso porque, segundo Cruz et al. (2012) o sucesso na utilização de espécies florestais nativas, principalmente em projetos de recuperação de áreas degradadas, depende do conhecimento dos seus requerimentos nutricionais, visando aperfeiçoar o sistema de produção de mudas e, conseqüentemente, aumentar o seu potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio no campo.

Uma das práticas de intervenção nutricional dentro do viveiro é a calagem. A calagem objetiva aumentar o pH, corrigindo a acidez do solo e, conseqüentemente, a disponibilidade de P como mencionado por Silva et al. (2011) e Silva et al. (2013). No entanto, segundo Vale et al. (1996), a resposta à calagem depende de cada espécie, especialmente em relação à tolerância à acidez do solo. Além disso, a maioria das áreas de terras pertencentes ao bioma Cerrado, destinadas ao reflorestamento, tem baixa disponibilidade de P. O agravante é que, para a produção de mudas é comum o uso de substratos compostos de solos advindos dessas mesmas áreas, dessa forma, o P se torna restritivo à produção de mudas adequadas (NOVAIS et al., 1990).

A necessidade de P está relacionada às suas funções dentro da planta. O P desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular, na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP) (DECHEN e NACHTIGALL, 2007); promove o crescimento do sistema radicular (GONÇALVES et al., 2000); além de influenciar na contração radial e tangencial da madeira (MOYA et al., 2010). Portanto, sua falta irá limitar o crescimento das plantas.

Vários autores já constataram a necessidade de P para o desenvolvimento das plantas: Tucci et al. (2011) em mudas de *Swietenia macrophylla*; Gonçalves et al. (2012) em *Anadenanthera macrocarpa*; Costa Filho et al. (2013) em *Mimosa caesalpinifolia*; Mendes et al. (2013) em 10 espécies nativas da Amazônia; Rocha et al. (2013) em *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*; Stahl et al. (2013) em *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus benthami*.

Ao avaliar o crescimento de mudas de *Dalbergia nigra* Vell., Chaves et al. (1995) recomendaram a utilização de 70 mg dm<sup>-3</sup> de P para a obtenção do máximo crescimento das mudas aos 135 dias de idade, com inoculação de fungos micorrízicos. Já Reis et al. (1997), avaliando doses de P em *D. nigra* constataram que a espécie responde positivamente a doses crescentes de P, até 250 mg dm<sup>-3</sup>, principalmente em relação ao diâmetro de colo, altura e peso da matéria seca total das mudas. Bernardino et al. (2005) não observaram efeito significativo da saturação por bases, nos níveis 50, 60 e 70%, sobre os parâmetros morfológicos das mudas e as relações na produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* ao utilizar Argissolo como substrato. Enquanto que, a saturação por bases influenciou no crescimento das mudas de *A. macrocarpa* ao utilizar o Latossolo distrófico (30, 50 e 70%) e o Latossolo álico (25, 45 e 65%). Em pesquisa sobre os efeitos da saturação por bases em *Tabebuia impetiginosa*, Cruz et al. (2004), testando as saturações em 40, 50, 60 e 70%, observaram que as mudas responderam positivamente, até 50%.

Outras pesquisas para análise da calagem em espécies florestais já foram realizadas por Silva et al. (2011) em *S. macrophylla*; Maeda; Bognola (2012) em *Eucalyptus* sp.; Costa Filho et al. (2013) em *M. caesalpinifolia*; Carlos et al. (2014) em *Caryocar brasiliense* Camb. Neste sentido, o objetivo com este trabalho foi verificar a influência de diferentes níveis de saturação por bases e de doses de P no crescimento e na nutrição das mudas de *A. acreana*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá, construída de material telado tipo sombrite branco e coberta com telha de amianto, sem controle de temperatura. Ocorrendo no período de maio a agosto de 2012, com sementes de *A. acreana* coletadas de 10 árvores matrizes apresentando de 8 a 12 anos, localizadas no *campus* da UFMT, espaçadas no mínimo em 100 m. Utilizou-se o solo Cambissolo húmico (Embrapa, 2006) de textura franco-arenosa como substrato, anteriormente coletado em área sob vegetação de Cerrado no Instituto Federal de Mato Grosso, *campus* de São Vicente.

Após secagem ao ar, o solo foi peneirado em malha de 2,0 mm e amostrado para análise dos atributos químicos e as características naturais do solo foram analisadas conforme métodos descritos em Embrapa (1997), como seguem na Tabela 1. Em seguida, houve a aplicação do calcário, cujas características químicas e físicas constam na Tabela 2, permanecendo incubado por 30 dias.

Tabela 1. Atributos químicos do solo

Característica	Solo
pH em CaCl <sub>2</sub> (1:2,5)	4,39
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	3,56
P (mg dm <sup>-3</sup> )	13,90
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,00
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,50
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,03
H <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3,19
CTC pH <sub>7,0</sub> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	7,30
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,50
SB (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,50
V (%)	20,50
M (%)	40,60

pH em CaCl<sub>2</sub> – relação 1:2,5; H+Al – em acetato de cálcio; Al, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> – em KCl 1N; P e K – em Mehlich; SB – soma de bases; T (pH<sub>7,0</sub>) – capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t efetiva – CTC efetiva; V% – saturação por bases, em %; m% – saturação por Al, em %.

Tabela 2. Características químicas e físicas do calcário utilizado

CaO	MgO	PN	PRNT	ABNT 50
----- % -----				% passante
42,7	3,0	82,5	82,5	100

O cálculo da quantidade de calcário necessária para a elevação da saturação por bases e da adubação fosfatada, em cada tratamento, foi realizado conforme a análise química do solo, seguindo a equação de necessidade de calagem (Equação 1). Como fonte de P utilizou-se superfosfato simples com: 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25% de CaO e 12% de S. Com aplicação localizada no centro dos sacos plásticos de polipropileno sanfonado de 20x30 cm com furos na parte inferior; com copo (tipo requeijão) plástico. Após 30 dias da aplicação do calcário.

$$NC = (V_E - V_A) \times T \times \frac{f}{100} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: NC = necessidade de calagem em toneladas por hectare (t ha<sup>-1</sup>); V<sub>E</sub> = saturação por bases desejada, em %; V<sub>A</sub> = saturação por bases atual, em %; T = CTC a pH 7,0; f = fator de correção do PRNT do calcário, f = 100/PRNT.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro doses de P: 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> P combinadas com quatro níveis de saturação por bases: V1 = testemunha (20,5); V2 = 50%; V3 = 60% e V4 = 70%. Sendo a testemunha e, as combinações entre V% e P. Totalizando 13 tratamentos e cinco repetições em sacolas plásticas com capacidade para 2,5 kg: T1 – testemunha, com 20,5% de saturação por bases e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P; T2 – 50% de saturação por bases e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P; T3 – 50% de saturação por bases e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P; T4 – 50% de saturação por bases e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P; T5 – 50% de saturação por bases e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P; T6 – 60% de saturação por bases e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P; T7 – 60% de saturação por bases e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P; T8 – 60% de saturação por bases e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P; T9 – 60% de saturação por bases e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P; T10 – 70% de saturação por bases e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P; T11 – 70% de saturação por bases e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P; T12 – 70% de saturação por bases e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P; T13 – 70% de saturação por bases e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P.

Em cada sacola (parcela) contendo o solo com os tratamentos, semearam-se três sementes de *A. acreana* após cinco dias da coleta. As germinações ocorreram após 15 dias e, transcorridos outros 15 dias realizou-se o raleamento, deixando apenas uma plântula, com comprimento semelhante em cada parcela. Essa padronização foi possível devido à característica da espécie, que possui rápida e alta porcentagem de germinação, 76 a 81% (Carvalho, 2007), além de ser uniforme. A irrigação foi realizada diariamente, mantendo a capacidade de campo. Após 15 dias de germinação iniciou-se o acompanhamento do crescimento das plantas.

Após 30 dias, efetuou-se a adubação básica, com 100 mg dm<sup>-3</sup> de N, 300 mg dm<sup>-3</sup> de P, 100 mg dm<sup>-3</sup> e 40 mg dm<sup>-3</sup>, nas fontes NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, respectivamente, de acordo com Passos (1994). A solução de micronutrientes foi aplicada seguindo método de Alvarez (1974): 0,81 mg dm<sup>-3</sup> de B, 3,66 mg dm<sup>-3</sup> de Mn, 4,0 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, 1,33 mg dm<sup>-3</sup> de Cu e 0,15 mg dm<sup>-3</sup> de Mo, respectivamente, tendo como fontes H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O e (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O.

As adubações com N foram igualmente parceladas aos 30, 80 e 110 dias após a germinação, para redução das perdas do elemento, utilizando como fonte o nitrato de amônio P.A. Durante 120 dias (a começar do início do acompanhamento do crescimento), período de duração do experimento, realizou-se medições mensais de altura e de diâmetro das mudas, totalizando quatro medições. Após esse período, as mudas foram seccionadas em folhas, caule e raiz, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante e, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0005 g. Os dados de crescimento foram submetidos ao índice de qualidade de Dickson (DICKSON et al., 1960). Após verificação da biomassa, o material vegetal foi moído em moinho do tipo Wiley para análise foliar de macronutrientes, utilizando os métodos reportados em Malavolta et al. (1997).

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, após constatação da normalidade dos mesmos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes níveis de saturação por bases e de P estão apresentadas na Tabela 3, podendo-se observar que, não houve diferença entre os tratamentos até os 30 dias. O que pode estar relacionado aos teores iniciais de Ca e de Mg, suficientes para garantir o crescimento das mudas no tratamento testemunha. Resultados semelhantes aos observados por Gomes et al. (2004), Souza et al. (2008) e Costa Filho et al. (2013). Além disso, a planta pode não demandar altas quantidades de nutrientes nesse período, sendo assim, a calagem não seria necessária.

Tabela 3. Altura das mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes saturações por bases e doses de P.

Trat.	H30	H60	H90	H120
1	21,6 a	33,8 ab	39,4 abc	42,0 ab
2	20,0 a	28,2 ab	33,4 abc	36,8 ab
3	21,4 a	32,0 ab	40,0 abc	45,2 ab
4	22,2 a	32,4 ab	39,6 abc	44,0 ab
5	20,3 a	28,4 ab	31,8 abc	36,4 ab
6	19,7 a	29,8 ab	32,0 abc	42,6 ab
7	21,6 a	34,6 a	42,8 a	48,4 a
8	21,2 a	33,4 ab	41,2 ab	44,0 ab
9	19,3 a	31,2 ab	36,4 abc	39,0 ab
10	19,7 a	30,0 ab	35,6 abc	40,4 ab
11	16,2 a	24,0 ab	29,0 bc	32,4 b
12	17,8 a	23,6 b	27,4 c	33,2 ab
13	19,6 a	30,8 ab	37,6 abc	40,2 ab
CV%	17,7	16,3	17,3	17,3
DMS	7,8	10,8	13,6	15,4

H30; H60; H90; H120: altura das mudas (cm) aos 30; 60; 90; e 120 dias respectivamente. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Após 60 dias, a saturação por bases passou a ser importante, pois, o tratamento que proporcionou os maiores crescimentos em altura foi o 7 (V% = 70 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P), 2% superior ao tratamento testemunha. Permanecendo até os 120 dias, sendo que, nesse período o tratamento 12 (V% = 70 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P) foi o que propiciou os menores crescimentos em altura. Portanto, saturação por bases superior a 60% e, altas doses de P podem ter ocasionado um desbalanço nutricional, reduzindo a absorção de nutrientes, limitando o crescimento das mudas de *A. acreana*.

Para o período, o modelo de regressão ajustado foi o quadrático. Observações semelhantes foram feitas por Gomes et al. (2004) e Bernardino et al. (2005) quando obtiveram aumento do crescimento em altura ao aplicar calagem e doses de P. O crescimento das mudas sem aplicação de calcário e de P foi 2,3%, 8% e 13% inferior ao tratamento 7, aos 60, 90 e 120 dias, respectivamente. Portanto, a *A. acreana* pode estar adaptada às condições de baixa fertilidade do solo, mantendo o crescimento das plantas até os 120 dias. Além disso, as diferenças de crescimento podem ocorrer em razão da variabilidade genética, já que a propagação das mudas foi feita por sementes. Para isso, outras pesquisas devem ser realizadas.

Para McTague; Tinus (1996), o diâmetro de colo é a medida morfológica que melhor ajusta-se aos modelos de predição da sobrevivência, após o plantio. Nesse caso, a elevação dos níveis de saturação por bases e de P proporcionaram diferenças no crescimento em diâmetro

de coleta apenas aos 60 dias (Tabela 4), quando os tratamentos 1 (V% = 20,5 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P), 7 (V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e 8 (V% = 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P) apresentaram os maiores valores para este parâmetro. Enquanto que, o tratamento 11 (V% = 70 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) apresentou o menor. Resultados condizentes com o crescimento em altura das mudas de *A. acreana*. No entanto, nos demais períodos não se observaram diferenças entre os tratamentos.

Tabela 4. Diâmetro de coleta das mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes saturações por bases e doses de P.

Trat.	DC30	DC60	DC90	DC120
1	3,06 a	3,62 a	4,08 a	4,96 a
2	3,12 a	3,40 ab	3,84 a	5,06 a
3	2,90 a	3,28 ab	3,94 a	5,52 a
4	2,80 a	3,30 ab	4,02 a	5,44 a
5	2,86 a	3,14 ab	3,64 a	4,94 a
6	2,70 a	3,34 ab	3,50 a	4,86 a
7	3,22 a	3,68 a	4,10 a	5,66 a
8	3,20 a	3,66 a	4,20 a	5,44 a
9	2,76 a	3,60 ab	3,92 a	5,30 a
10	3,24 a	3,42 ab	3,84 a	5,20 a
11	2,64 a	2,90 b	3,64 a	5,26 a
12	2,90 a	3,30 ab	3,94 a	5,04 a
13	2,86 a	3,48 ab	3,90 a	5,14 a
CV%	11,24	9,66	8,76	10,92
DMS	0,73	0,72	0,75	1,25

DC30; DC60; DC90; DC120: diâmetro do coleta (mm) aos 30; 60; 90; e 120 dias respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Ressalta-se que, as plantas atingiram cerca de 5,00 mm em todos os tratamentos aos 120 dias, estando, portanto, aptas ao plantio, segundo recomendação de Gonçalves et al. (2000). Como não se observou resposta à aplicação de P nas saturações de 60 e de 70%, somente na de 50% pôde-se ajustar modelo quadrático de regressão (Tabela 5). Resultados que podem indicar que a espécie possui mecanismos de adaptação a baixas concentrações de P e/ou de outros nutrientes, no solo. De acordo com Siqueira et al. (1995) esses resultados podem ser indicativo de maior adaptação da espécie a solos pouco férteis, ou de rígido ajuste da taxa de crescimento às condições de baixa disponibilidade de nutrientes, o que restringe sua resposta à melhoria nos níveis de fertilidade do solo.

A relação H/D indica o padrão de qualidade das mudas (MOREIRA; MOREIRA, 1996), que, segundo Birchler et al. (1998) deve ser menor que 10. Nesse sentido, somente nos tratamentos com V% = 50 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P (tratamento 3) e com V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P (tratamento 7), aos 90 dias de estabelecimento, as mudas não obtiveram o índice ideal na relação H/D (Tabela 6). Aos 120 dias, as mudas de *A. acreana* obtiveram relação ideal em todos os tratamentos. Ajustando-se equação cúbica de regressão na saturação de 70%. Glass (1989) explica que, quando o crescimento da planta ocorre em condições nutricionais favoráveis, há maior acúmulo de matéria seca da parte aérea. No entanto, não se observou diferença entre os tratamentos na produção de massa seca nas folhas das mudas de *A. acreana* (Tabela 7). Ajustando-se equações quadráticas para as saturações de 50 e de 70%. (Tabela 5). De acordo com Costa Filho et al. (2013), a variação de resposta à adubação fosfatada pode

ocorrer entre espécies e dentro da mesma espécie, em função das características genéticas e dos atributos físicos e químicos do solo. Esses autores não observaram influência da calagem no desenvolvimento de mudas de *M. caesalpinifolia*.

Tabela 5. Equações de regressão para as características morfológicas aos 120 dias, como variáveis dependentes das doses de P em diferentes saturações por bases em mudas de *A. acreana*.

Variável	V%	Equação	R <sup>2</sup>
H120	50	y = 36,9600 <sup>ns</sup> + 0,2940*x	0,99
	60	y = ns	-
	70	y = 40,2700* - 0,2807**x	0,99
DC	50	y = 5,0550 <sup>ns</sup> + 0,0194*x	0,99
	60	y = ns	-
	70	y = ns	-
H/D	50	y = ns	-
	60	y = ns	-
	70	y = 7,5460 <sup>ns</sup> - 0,0532*x + 0,0005*x <sup>2</sup>	0,99
BioF	50	y = 0,8129 <sup>ns</sup> + 0,0216*x	0,99
	60	y = ns	-
	70	y = 1,1014 <sup>ns</sup> - 0,0135*x	0,98
BioC	50	y = 0,8900 <sup>ns</sup> + 0,0135*x	0,86
	60	y = ns	-
	70	y = 1,2644 <sup>ns</sup> - 0,0146*x	0,99
BioR	50	y = ns	-
	60	y = 0,7104 <sup>ns</sup> + 0,0238*x	0,82
	70	y = 0,7908 <sup>ns</sup> - 0,0110*x	0,98
IQD	50	y = ns	-
	60	y = 0,2308 <sup>ns</sup> + 0,0056*x	0,83
	70	y = 0,2920 <sup>ns</sup> - 0,0029*x + 0,00002*x <sup>2</sup>	0,99

H120 – altura das mudas aos 120 dias; BioF – biomassa das folhas; BioC – biomassa do caule; BioR – biomassa das raízes. ns = não significativo.

Tabela 6. Relação H/D das mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes saturações por bases e doses de P.

Trat.	H/D30	H/D60	H/D90	H/D120
1	7,09 a	9,35 a	9,67 ab	8,49 a
2	6,28 a	8,14 a	8,62 ab	7,17 a
3	7,51 a	9,77 a	10,18 a	8,36 a
4	7,92 a	9,85 a	9,83 a	8,10 a
5	7,17 a	9,09 a	8,75 ab	7,44 a
6	7,20 a	8,89 a	8,93 ab	8,50 a
7	6,81 a	9,46 a	10,47 a	8,55 a
8	6,65 a	9,11 a	9,80 ab	8,40 a
9	7,06 a	8,57 a	9,25 ab	7,08 a
10	6,07 a	8,39 a	9,00 ab	7,55 a
11	6,17 a	8,33 a	8,06 ab	6,19 a
12	5,95 a	7,26 a	6,74 b	6,35 a
13	6,86 a	8,85 a	9,63 ab	8,01 a
CV%	19,18	14,32	15,35	21,01
DMS	2,88	2,78	3,08	3,56

DC30; DC60; DC90; DC120: relação H/D aos 30; 60; 90; e 120 dias respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A redução da massa seca das folhas nas mudas em maiores doses de P nos tratamentos com calagem pode ser devido à indução da deficiência de Zn pela diluição do nutriente na biomassa das plantas, promovida pelo aumento da taxa de crescimento pela aplicação de P, sem o equivalente aumento na taxa de absorção de Zn

(LONERAGAN; WEEB, 1993). Na parte caulinar, as menores produções de biomassa seca foram observadas em T5 (V% = 50 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P). Com o ajuste de equações quadráticas de regressão nos níveis de 50% e de 70% de saturação (Tabela 5). Enquanto que, as maiores foram observadas em T7 (V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P), tendo sido 8% superior ao tratamento testemunha. Indicando que, altas doses de P reduzem o desenvolvimento das mudas de *A. acreana*.

Tabela 7. Biomassa (em g) das folhas, caule e raiz e Índice de qualidade de Dickson das mudas de *A. acreana* aos 120 dias, submetidas a diferentes saturações por bases e doses de P.

Trat.	Folhas	Caule	Raiz	IQD
1	1,58 a	1,36 ab	1,36 ab	0,40 ab
2	0,88 a	0,92 ab	0,81 ab	0,28 abc
3	1,15 a	1,12 ab	0,87 ab	0,29 abc
4	1,50 a	1,29 ab	1,10 ab	0,36 abc
5	0,52 a	0,71 b	0,51 b	0,16 c
6	0,91 a	0,93 ab	0,64 ab	0,21 bc
7	1,49 a	1,48 a	1,54 a	0,42 a
8	1,30 a	1,19 ab	1,16 ab	0,34 abc
9	0,88 a	1,00 ab	0,79 ab	0,27 abc
10	1,11 a	1,23 ab	0,80 ab	0,30 abc
11	0,71 a	0,83 ab	0,46 b	0,21 bc
12	0,75 a	0,84 ab	0,48 b	0,20 bc
13	1,06 a	1,12 ab	0,71 ab	0,27 abc
CV%	27,80	30,27	26,72	28,25
DMS	1,07	0,72	0,92	0,21

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação à parte radicular, os maiores valores de biomassa se deram em T7 (V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e, os menores em T5 (V% = 50 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P), T11 (V% = 70 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T12 (V% = 70 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P). Portanto, elevadas saturações por bases e/ou, doses de P limitam o desenvolvimento radicular das mudas. Podendo-se ajustar equações quadráticas de regressão nos níveis de 60% e de 70% de saturação (Tabela 5).

De acordo com Furtini Neto (1994), a queda na produção de biomassa de raiz, no mais alto nível de adubação, pode estar relacionada à maior alocação de nutrientes para produção de biomassa da parte aérea. Com esses dados, observa-se que as plantas são eficientes na utilização do P para suas funções vitais, pois se desenvolvem em baixas concentrações de P no solo, sem apresentar sintomas de deficiências. Fontes et al. (2013) verificaram elevada produção de massa em *M. caesalpinifolia* em solos com baixos teores de P, além disso, a espécie não respondeu à elevação da saturação por bases. Segundo os autores, espécies com esse comportamento têm melhor desempenho nos programas de revegetação de áreas degradadas.

Além disso, de acordo com Artur et al. (2007), espécies climáticas apresentam crescimento pouco influenciado pelo nível de fertilidade do solo. O que parece ser observado também no caso de espécies adaptadas a solos de Cerrado. O desenvolvimento das mudas influenciou diretamente na qualidade das mesmas. Podendo-se observar que, o tratamento 5 (V% = 50 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P) proporcionou os menores valores em IQD. Enquanto que, os maiores foram verificados no tratamento 7 (V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P). Com ajuste de modelo quadrático de regressão para a saturação de 60%

e, cúbico para 70%. Dentre os tratamentos com aplicação de calcário e de P alguns se destacaram aumentando a produção de massa, outros, limitando-a. Nesse sentido, houve influência da calagem e da adubação fosfatada no desenvolvimento das mudas de *A. acreana*, o que também foi observado por Bernardino et al. (2005); Bernardino et al. (2007); Cruz et al. (2004) e Silva et al. (2007).

Analisando-se apenas os parâmetros morfológicos, verificou-se que, as mudas de *A. acreana* crescem favoravelmente no tratamento sem adição de calcário e/ou de P. Porém, a saturação por bases de 60% e a adubação fosfatada na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> possibilitaram o maior crescimento em altura e a maior produção em massa seca na parte caulinar e radicular das mudas.

### 3.1. Nutrição das plantas

As concentrações de macronutrientes estão apresentadas nas Tabelas 8 (folhas), 9 (caule) e 10 (raiz). As concentrações de N nas partes caulinar e radicular foram semelhantes, porém, na parte caulinar não se observou diferença entre os tratamentos. Enquanto, na parte radicular as maiores concentrações de N foram observadas em T1 (V% = 20,5 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P) e, as menores em T8 (V% = 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P), T11 (V% = 70 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T13 (V% = 70 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P). Provavelmente em decorrência da elevação da saturação por bases. No entanto, as maiores concentrações de N foram verificadas nas folhas das mudas de *A. acreana*, devido à mobilidade do nutriente, variando de 11,9 a 15,1 g kg<sup>-1</sup>. Observando-se, portanto, concentrações adequadas de N em todos os tratamentos, segundo Malavolta et al. (1997), entre 12 e 35 g kg<sup>-1</sup>. Os valores obtidos na presente pesquisa semelhantes aos observados por Gonçalves et al. (2012), Freiburger et al. (2013) e Gonçalves et al. (2013).

Tabela 8. Concentração de macronutrientes, em g kg<sup>-1</sup>, nas folhas de mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes níveis de saturação por bases e de P.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	14,19 a	0,29 ab	5,31 a	0,57 a	0,31 a	2,68 ab
T2	13,91 a	0,23 ab	4,01 abc	0,51 a	0,42 a	1,82 ab
T3	11,95 a	0,18 ab	3,76 abc	0,51 a	0,65 a	2,20 ab
T4	13,07 a	0,19 ab	4,96 ab	0,51 a	0,42 a	2,11 ab
T5	12,79 a	0,25 ab	3,86 abc	0,58 a	0,50 a	2,04 ab
T6	13,25 a	0,19 ab	3,91 abc	0,45 a	0,50 a	2,24 ab
T7	12,79 a	0,31 ab	2,92 bc	0,58 a	0,57 a	3,40 a
T8	12,41 a	0,27 ab	2,37 c	0,64 a	0,46 a	1,95 ab
T9	14,56 a	0,33 a	3,37 abc	0,51 a	0,50 a	2,09 ab
T10	14,84 a	0,28 ab	3,42 abc	0,45 a	0,69 a	1,30 b
T11	13,25 a	0,21 ab	3,26 abc	0,77 a	0,34 a	2,58 ab
T12	15,12 a	0,19 ab	2,37 c	0,51 a	0,58 a	2,63 ab
T13	14,28 a	0,16 b	2,77 c	0,64 a	0,42 a	2,69 ab
CV%	8,07	23,34	24,27	25,72	31,05	22,91
DMS	3,25	0,16	2,13	0,50	0,52	1,60

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A calagem pode influenciar positivamente nas concentrações de N na parte aérea e raiz, possivelmente devido à elevação do pH do solo que provoca aumento na decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, a maior mineralização do N (SILVA, 2004b). Nos demais tratamentos, podem ter sido influenciados pelas doses de P, devido à interação existente entre os elementos. É importante ressaltar que a restrição de N poderá ocasionar à redução de crescimento, pois o N, além de fazer parte da

estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997).

Tabela 9. Concentração de macronutrientes, em g kg<sup>-1</sup>, no caule de mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes níveis de saturação por bases e de P.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	4,85 a	0,10 a	1,62 a	0,32 a	0,61 a	1,94 abc
T2	5,41 a	0,09 a	0,82 abcd	0,45 a	0,34 a	1,24 c
T3	4,57 a	0,09 a	0,62 cd	0,38 a	0,61 a	2,33 ab
T4	5,60 a	0,08 a	0,37 d	0,38 a	0,54 a	2,49 a
T5	6,25 a	0,09 a	0,77 bcd	0,32 a	0,54 a	2,10 abc
T6	4,95 a	0,07 a	1,02 abcd	0,32 a	0,61 a	1,73 abc
T7	5,51 a	0,06 a	0,92 abcd	0,45 a	0,70 a	1,91 abc
T8	5,04 a	0,06 a	1,27 abc	0,45 a	0,50 a	2,28 ab
T9	5,41 a	0,06 a	1,52 ab	0,32 a	0,54 a	1,44 bc
T10	6,53 a	0,04 a	1,52 ab	0,38 a	0,42 a	1,44 bc
T11	4,95 a	0,08 a	0,87 abcd	0,58 a	0,61 a	2,19 abc
T12	6,25 a	0,05 a	1,22 abcd	0,38 a	0,84 a	2,20 abc
T13	6,44 a	0,07 a	1,37 abc	0,45 a	0,75 a	2,02 abc
CV%	14,64	20,46	16,13	32,66	19,47	23,83
DMS	2,40	0,06	0,84	0,31	0,57	0,98

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 10. Concentração de macronutrientes, em g kg<sup>-1</sup>, na raiz de mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes níveis de saturação por bases e de P.

Trat	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	7,56 a	0,15 b	1,82 ab	0,19 a	0,65 ab	2,41 ab
T2	6,63 ab	0,15 b	1,22 bc	0,32 a	0,62 ab	2,63 ab
T3	5,69 ab	0,24 ab	1,12 c	0,32 a	0,65 ab	2,55 ab
T4	5,88 ab	0,21 ab	1,22 bc	0,45 a	0,57 ab	2,07 b
T5	5,97 ab	0,25 ab	1,82 ab	0,29 a	0,67 ab	2,64 ab
T6	4,57 ab	0,25 ab	1,52 abc	0,32 a	0,73 ab	2,48 ab
T7	5,51 ab	0,22 ab	1,42 abc	0,35 a	0,94 a	2,31 ab
T8	5,41 b	0,23 ab	1,12 c	0,22 a	0,50 b	2,26 ab
T9	6,07 ab	0,29 a	1,17 bc	0,32 a	0,57 ab	2,39 ab
T10	6,44 ab	0,31 a	1,67 abc	0,38 a	0,50 b	2,87 a
T11	5,23 b	0,26 ab	1,37 abc	0,38 a	0,50 b	2,63 ab
T12	5,88 ab	0,32 a	1,97 a	0,32 a	0,62 ab	2,47 ab
T13	5,13 b	0,23 ab	1,82 ab	0,38 a	0,46 b	2,04 b
CV%	12,32	23,31	26,26	33,61	27,63	15,54
DMS	2,14	0,12	0,69	0,26	0,38	0,75

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

As maiores concentrações de P foram observadas nas folhas de *A. acreana*, tendo sido superiores em T9 (V% = 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P). No entanto, todos os tratamentos apresentaram concentrações abaixo da ideal sugerida por Malavolta et al. (1997), de 1, 0 a 2,3 g kg<sup>-1</sup>. Porém, sem apresentar sintomas de deficiências. Na parte radicular, as menores concentrações foram verificadas em T1 (V% = 20,5 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T2 (V% = 50 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P). Isso pode ter ocorrido devido à mobilidade do elemento na planta, pois, as maiores concentrações de P para esses tratamentos foram observadas nas folhas. Sena et al. (2010) e Maeda; Bognola (2012) também não observaram aumento na disponibilidade de P com a calagem. De acordo com Favare et al. (2012), isso pode ocorrer devido à menor fixação de P em solos de textura mais arenosa. Nesse caso, somente a adição de calcário e de P não é suficiente para aumentar as concentrações do nutriente, isso dependerá de suas concentrações iniciais no solo, bem como do poder tampão do mesmo. As maiores

concentrações de K foram observadas nas folhas das mudas de *A. acreana*, isso ocorreu, provavelmente, devido à mobilidade do elemento na planta. As maiores concentrações de K se deram em T1 (V% = 20,5 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P) nas folhas e no caule. Portanto, a elevação da saturação por bases pode ter limitado a disponibilidade e absorção de K, não se observando concentrações adequadas nas folhas, de acordo com Malavolta et al. (1997), para os quais devem estar na faixa de 10 a 15 g kg<sup>-1</sup>. Porém, nenhum sintoma de deficiência foi verificado. Favare et al. (2012) também observaram redução nas concentrações de K com o aumento das doses de calcário, segundo eles, devido ao efeito de diluição, visto que a elevação do V% proporcionou aumento da biomassa seca de folhas, o que ocorreu em alguns tratamentos do presente trabalho. No presente experimento, os valores foram semelhantes aos obtidos por Costa; Valeri (2012) e Favare et al. (2012).

De acordo com Barber; Humbert (1963), a calagem pode aumentar a disponibilidade de K às plantas devido ao seu menor grau de atração pelas cargas negativas do solo. No entanto, até certo nível, que será condicionado pela espécie e suas exigências nutricionais, bem como pelas características do solo. Em relação à parte radicular, as maiores concentrações de K foram verificadas em T2 (V% = 50 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P). E, as menores em T3 (V% = 50 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T8 (V% = 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P).

As concentrações de Ca foram semelhantes em todas as partes das plantas, não se observando diferença entre os tratamentos, em todas as partes das plantas. Sena et al. (2010) também não observaram diferença nas concentrações de Ca após a calagem, em plantas de *Dinizia excelsa*. Segundo Malavolta et al. (1997), as concentrações de Ca devem variar entre 3,0 e 12,0 g kg<sup>-1</sup>, portanto, nenhum tratamento proporcionou concentrações adequadas desse elemento. Isso pode ser facilmente explicado no tratamento testemunha, pois se trata de solo com pH originalmente ácido, de área típica de Cerrado. Nos tratamentos com calagem, as concentrações de Ca deveriam se elevar ao passo em que se eleva a saturação por bases. As concentrações de Ca permanecendo semelhantes entre os tratamentos com aplicação de calcário e o tratamento testemunha, pode indicar a baixa exigência da planta pelo elemento na fase inicial de crescimento. Nesse caso, a calagem não seria primordial, pois a planta não irá absorver grandes quantidades de Ca. Além disso, supõe-se que, o calcário utilizado tendo PRNT de 82,5%, pode conter partículas maiores que não foram solubilizados até o término do experimento.

Porém, de acordo com Vale et al. (1996), a falta de resposta à calagem pode ser explicada pela adaptação da espécie a solos ácidos, e que os teores de Ca e Mg contidos no solo atendem às exigências da espécie na fase inicial de crescimento. A resposta à prática de calagem pode ou não ocorrer, dependendo das características de cada espécie que se pretenda cultivar, principalmente no que se refere à tolerância à acidez.

Assim como observado para as concentrações de Ca, as de Mg foram baixas e, portanto, seriam inadequadas para o crescimento e/ou desenvolvimento das mudas de *A. acreana*. No entanto, não se observou sintomas de deficiências. Segundo Malavolta et al. (1997), essas concentrações deveriam estar entre 1,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>,

portanto, todos os tratamentos foram ineficientes na disponibilização de Mg. Não se observando diferença entre os tratamentos nas folhas e no caule. Sendo que, na parte radicular as menores concentrações de Mg foram observadas em T8 (V% = 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P), T10 (V% = 70 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P), T11 (V% = 70 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T13 (V% = 70 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P). Enquanto que, as maiores em T7 (V% = 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P). Sena et al. (2010) também observaram que a absorção de Mg não foi influenciada pela correção da acidez nem pela adição de Ca e Mg. Isso sugere que a espécie pode não ser tão exigente neste nutriente, ou que a quantidade Mg<sup>2+</sup> presente no solo foi suficiente para suprir as necessidades das plantas.

As concentrações de S foram influenciadas pela adição de calcário e de P. Na parte radicular as maiores concentrações foram observadas em T10 (V% = 70 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P) e; as menores em T4 (V% = 50 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T13 (V% = 70 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P). Provavelmente, influenciadas pelas altas doses de P. Com concentrações semelhantes nas partes foliar e caulinar. Sendo que, na parte foliar, as concentrações permaneceram abaixo da recomendada por Malavolta et al. (1997) no tratamento 10 (V% = 70 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P). Nos tratamentos T2 (V% = 50 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P) e T8 (V% = 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P) as concentrações foram consideradas adequadas. Nos demais, acima da recomendada. Enquanto que, no caule, as maiores concentrações foram observadas no tratamento 4 (V% = 50 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P), e as menores no 2 (V% = 50 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P). Sena et al. (2010) também observaram valores semelhantes em todos os tratamentos testados, ao avaliar os efeitos da calagem em *D. excelsa*. Segundo esses autores, porque o substrato de cultivo poderia conter teor adequado de S, e nesse caso, sua concentração não foi afetada pela acidez do substrato ou pela deficiência de Ca e Mg. Sendo assim, a nutrição das mudas de *A. acreana* não foi influenciada positivamente pela elevação da saturação por bases e doses de P. O solo utilizado foi capaz de suprir as exigências nutricionais da espécie, que se mostrou pouco exigente em fertilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

O tratamento com elevação da saturação por bases a 60% e adição de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P proporcionou os maiores crescimentos em altura e maior produção de biomassa nas partes caulinar e radicular; As mudas em condições naturais de solo (testemunha) apresentaram crescimento em diâmetro e produção de massa seca nas folhas semelhantes aos tratamentos com elevação da saturação por bases e com adição de P; Os tratamentos com elevação da saturação por bases e com adição de P não disponibilizaram N, P, K, Ca e Mg em concentrações adequadas às mudas de *A. acreana*. Porém, não limitou o crescimento da espécie.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. **Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofres em dois latossolos de Minas Gerais**. 1974. 125 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1974.

ARTUR, A. G. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, jun. 2007.

BARBER, S. A.; HUMBERT, R. P. Advances in knowledge of potassium relationship in the soil and plant. In: McVICKAR, M. H. et al. (Eds.) **Fertilizer technology and uses**. Madison: SSSA, 1963. p.231-268.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.863-870, nov./dez. 2005.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p.567-573, jul./ago. 2007.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. **Investigación Agrária, Sistemas y Recursos Forestales**, Madri, v.7, n.1-2, p.109-121, jun. 1998.

CARLOS, L. et al. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p.13-21, jan./mar. 2014.

CARVALHO, P. E. R. **Cerejeira-da-amazônia: *Amburana acreana***. Colombo: Embrapa - CNPF/SPI, 2007. 6p. (Circular Técnica nº 134).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa - CNPF/ SPI, 1994. 640p.

CHAVES, L. F. C. et al. Crescimento de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem) em resposta à inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em diferentes níveis de fósforo no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.32-49, jan./mar. 1995.

COSTA FILHO, R. T. et al. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.1, p.89-98, jan./mar. 2013.

COSTA, F. G.; VALERI, S. V. Efeito do esterco bovino no teor e acúmulo de macronutrientes em folhas de *Corymbia citriodora*. **Nucleus**, Ituverava, v.9, n.1, p.101-114, jan./jun. 2012.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.66, p.100-107, dez. 2004.

- CRUZ, C. A. F. et al. Produção de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo vermelho amarelo álico em resposta a macronutrientes. **Cerne**, Lavras, v.18, n.1, p.87-98, jan./mar. 2012.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.91-132.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Ontario, n.36, p.10-13, jan./fev. 1960.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.
- FAVARE, L. G. et al. Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de teca em um Latossolo de textura média. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.4, p.693-702, out./dez. 2012.
- FONTES, A. G. et al. Eficiência nutricional de espécies arbóreas em função de fertilização fosfatada. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.73, p.09-18, jan./mar. 2013.
- FREIBERGER, M. B. et al. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.3, p.385-392, mai./jun. 2013.
- FURTINI NETO, A. E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus* spp.** 1994. 99f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- GLASS, A. D. M. **Plant nutrition**. An introduction to current concepts. Boston: Jones & Barlett Publishers, 1989. 234p.
- GOMES, K. C. O. et al. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.6, p.785-792, nov./dez. 2004.
- GONÇALVES, E. O. et al. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, o, K, Ca e Mg. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.219-228, mar./abr. 2012.
- GONÇALVES, E. O. et al. Nutrição de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sob diferentes doses de N, P, K, Ca e Mg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.2, p.273-286, abr./jun. 2013.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap.11, p. 309 - 350.
- LONERAGAN, J. F.; WEBB, M. J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A. D. (Ed.). **Zinc in soil and plants**. Madison: Kluwer Academic, 1993. p.119-134.
- MAEDA, S.; BOGNOLA, I. A. Influência da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de eucalipto e nos níveis críticos de P. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.72, p.401-407, mar. 2012.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- McTAGUE, J. P.; TINUS, R. W. The effects of seedling quality and forest site weather on field survival of ponderosa pine. **Tree Planters' Note**, Washington, v.47, n.1, p.16-23, jan./mar. 1996.
- MENDES, K. R. et al. Crescimento e eficiência fotossintética de uso do nitrogênio e fósforo em espécies florestais da Amazônia na fase juvenil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.707-716, jul./ago. 2013.
- MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v.26, n.1/2, p.3-16, jan. 1996.
- MOYA, R. et al., Efeito das propriedades físicas e químicas do solo em algumas propriedades da madeira de teca (*Tectona grandis*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.6, p.1109-1118, nov./dez. 2010.
- NOVAIS, R. F. et al. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- ROCHA, J. H. T. et al. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v.19, n.4, p.535-543, out./dez. 2013.
- SENA, J. S. et al. Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.2, p.309-317, abr./jun. 2010.

SILVA, A. R. M. **Liming for the production of seedlings of mogno (*Swietenia macrophylla* King.) and cedro (*Ceiba pentandra* L. Gaertn).** 2004b. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2004b.

SILVA, P. M. et al. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.7, n.1, p.63-69, jan./abr. 2013.

SILVA, T. A. et al. Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla*. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.3, p.459-470, jul./set. 2011.

SILVA, Z. A. G. P. G. Mercado de produtos madeireiros do Estado do Acre. In: FUNTAC. **Manejo Florestal Sustentável na Amazônia Brasileira**. 2004a. p.143-185.

SILVA, C. A. et al. Interação calagem-adubação fosfatada e sua influência nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.73, p.63-72, mar. 2007.

SIQUEIRA, J. O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.

SOUZA, P. H. et al. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p.193-201, mar./abr. 2008.

STAHL, J. et al. Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.2, p.287-295, abr./jun. 2013.

TUCCI, C. A. F. et al. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.3, p.471-490, jul./set. 2011.

VALE, F. R. et al. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.609-616, set. 1996.