

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

USO DO LODO DE CALEIRO EM MUDAS DE PINHO-CUIABANO

FRANCIS LÍVIO CORRÊA QUEIROZ

CUIABÁ
2010

FRANCIS LÍVIO CORRÊA QUEIROZ

USO DO LODO DE CALEIRO EM MUDAS DE PINHO-CUIABANO

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais para obtenção do título de Mestre.

CUIABÁ

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

Q3u Queiroz, Francis Lívio Corrêa.
Uso do lodo de caleiro em mudas de pinho – cuiabano / Francis Lívio
Corrêa Queiroz- Cuiabá, 2010.
ix, 42 f. ; il. (incluem gráficos)

Orientadora: Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza.
Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso.
Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Florestais e ambientais, 2010.

1. *Schizolobium amazonicum*. 2. Características morfológicas. 3.
Nutrição mineral. I. Título.

CDU 631.872

Catalogação na fonte: Maurício S. de Oliveira - Bibliotecário CRB/1 1860

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Uso do lodo de caleiro em mudas de pinho-cuiabano

Autor: Francis Lívio Corrêa Queiroz

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Walcyleno Lacerda Matos Pereira Scaramuzza

Aprovada em: 19 de julho de 2010.

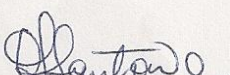
Comissão Examinadora:



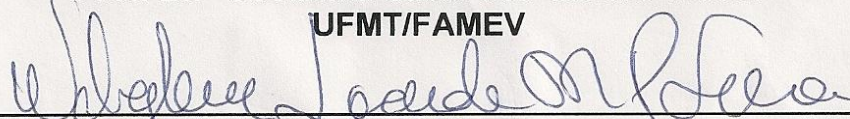
Prof. Dr. José Fernando Scaramuzza
UFMT/FAMEV



Prof. Dr. Rubens Marques Rondon Neto
UNEMAT



Prof. Dr.^a Oscarlina Lúcia dos Santos Weber
UFMT/FAMEV



Prof. Dr.^a Walcyleno Lacerda Matos Pereira Scaramuzza
Orientadora – UFMT/FAMEV

“Vibra numa alegria radiosa e plena, como devem ter sido as alegrias inaugurais das primeiras manhãs do mundo”

Tasso da Silveira

À Francisco Nunes de Queiroz (*in memorian*) e Regina da Silva Corrêa Queiroz, meus pais, exemplos de vida e luta!

Aos meus Filhos Pedro Henrique, Guilherme Levi, Bruno Francisco, Alessandro José e Amarah, razões de minha vida.

À Anaíde Zulienne de Oliveira Rodrigues Montagner, minha querida esposa.

Aos meus irmãos Altamir Rogério Corrêa Queiroz e Alcy Ricardo Corrêa Queiroz, meus eternos amigos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Walcyline Lacerda Matos Pereira Scaramuzza, minha prestativa e dedicada orientadora.

Aos meus sempre leais amigos Antonio de Arruda Tsukamoto Filho, Benedito Lucas de Miranda, Cerilo Ramos Neto, Eliélcio de Figueiredo, Jeferson Cambará, José Claudenir Gualdi, Luiz Armando Moraes, Ronaldo Drescher e Rosália Oliveira Gualdi.

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia da Madeira do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato grosso - LTM/INDEA/MT, meus incentivadores e colaboradores.

Aos colegas do programa em Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, UFMT: Alex Lima; Érica Vitória; Ernani Possato; Flávia Ramos; José Renato; Kelly Mass; Marcos Santos, Raquel Silva e Valmi Simão, fieis e bons companheiros.

Aos colegas do programa em Pós-Graduação Agricultura Tropical, UFMT: André Bressiani; Lorena Tavares; Jader Silva; Gian Carlo; Leonardo Nascimento; Ana Paula; Renata Gonçalves e Marcos, pelo auxílio na realização deste experimento.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, UFMT.

Aos servidores Ana Paula, Gideon e Luzia (secretaria da Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, UFMT) e Berenice Rodrigues, Denise e Maria Minervina (secretaria da Pós-Graduação em Agricultura Tropical, UFMT), pela sempre e pronta ajuda.

À Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, minha terceira casa.

Ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA/MT.

À Empresa Curtidora, Durli Couros Ltda. pelo fornecimento do lodo e a Balsa Reflorestadora pelo fornecimento de sementes e mudas.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Características do Pinho-cuiabano.....	2
2.2 O uso do lodo de caleiro como substrato na produção agrícola e silvícola.....	4
2.3 Variáveis morfológicas.....	6
2.4 Avaliação do estado nutricional de plantas.....	7
2.4.1 pH e a Condutividade elétrica na nutrição mineral de plantas.....	7
2.4.2 Nitrogênio.....	7
2.4.3 Fósforo.....	8
2.4.4 Potássio.....	9
2.4.5 Enxofre.....	10
2.4.6 Cálcio.....	10
2.4.7 Magnésio.....	11
2.4.8 Sódio.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Espécie vegetal e local do experimento.....	13
3.2 Caracterização do substrato e do lodo de caleiro.....	13
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	14
3.4 Realização do experimento.....	15
3.5 Variáveis analisadas.....	16
3.5.1 Variáveis analisadas no substrato.....	16
3.5.2 Variáveis morfológicas.....	16
3.5.3 Análise química do tecido vegetal.....	17
3.6 Análise estatística.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Variáveis analisadas no substrato.....	19
4.1.1 pH.....	19
4.1.2 Condutividade elétrica.....	20
4.2 Variáveis morfológicas.....	21
4.2.1 Diâmetro do colo.....	21
4.2.2 Massa de matéria seca da raiz.....	22
4.2.3 Relação massa de matéria seca da parte aérea por massa de matéria seca da raiz.....	24
4.2.4 Índice de Qualidade de Dickson.....	25
4.3 Análise química do tecido vegetal de <i>Schizolobium amazonicum</i>	26
4.3.1 Nitrogênio.....	27
4.3.2 Fósforo.....	29
4.3.3 Potássio.....	31
4.3.4 Cálcio.....	32

4.3.5 Magnésio.....	33
5 CONCLUSÕES.....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
7 APÊNDICES.....	41

RESUMO

Queiroz, F. L. C. **Uso do lodo de caleiro em mudas de pinho-cuiabano.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Faculdade de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. 2010. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da adição de lodo de caleiro no crescimento de mudas de Pinho-cuiabano. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação da FAMEV/UFMT, município de Cuiabá/MT. O delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, e seis tratamentos (0,0 g kg⁻¹ + Adubação convencional; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 g kg⁻¹ de massa do substrato comercial + Adubação convencional + lodo do caleiro). As variáveis avaliadas foram: altura; diâmetro do colo; massa da matéria seca da parte aérea; massa da matéria seca da raiz; relação altura pelo diâmetro do colo; relação da massa da matéria seca da parte aérea pela massa de matéria seca da raiz; Índice de Qualidade de Dickson (IQD); a composição química dos substratos; e a concentração de macronutrientes no tecido vegetal. O lodo de caleiro é uma alternativa viável tecnicamente como fertilizante e condicionador, para a produção de mudas de Pinho-cuiabano. Considerando que: O uso do lodo de caleiro na produção de mudas de Pinho-cuiabano alterou as características morfológicas das mudas; e que a disponibilidade de nutrientes no substrato e seus teores na parte aérea e raízes das mudas foram afetados pelo uso de lodo de caleiro.

Palavras-chave: *Schizolobium amazonicum*; Características Morfológicas; Nutrição mineral.

ABSTRACT

Queiroz, F. L. C. **Use of a liming sludge in seedlings of pinho-cuiabano**. Dissertation (MSc in Forestry and Environmental Sciences) - Faculty of Forestry - Federal University of Mato Grosso, Cuiabá/MT. 2010. Adviser: Prof. Dr. Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza.

The objective of this study was to evaluate the influence of the addition of sludge liming on the growth of seedlings of Pinho-cuiabano. The study was conducted in a greenhouse at FAMEV / UFMT, Cuiabá / MT. The completely randomized design with five replications and six treatments (0.0 g kg⁻¹ + conventional fertilization, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5 g kg⁻¹ by weight of the substrate conventional commercial fertilizers + + liming of sludge). The variables were: height, diameter, mass dry matter, root dry matter, ratio of height by diameter, ratio of mass dry mass by root dry matter, and Dickson Quality Index (DQI) ; The chemical composition of substrate and concentration of nutrients in plant tissue. The sludge liming is viable technically and conditioner and fertilizer for the seedlings production Pinho-cuiabano. Considering that, the use of sludge liming on pine seedling production Pinho-cuiabano altered the morphological characteristics of seedlings, and that the availability of nutrients in the substrate and its contents in shoots and roots of seedlings were affected by the use of sludge liming.

Keywords: *Schizolobium amazonicum*; Morphological Characteristics; Mineral nutrition.

1 INTRODUÇÃO

A industrialização de peles por processos industriais químicos geram resíduos com potencial de causar danos ambientais, poluindo os corpos d'água, a atmosfera e os solos. A legislação ambiental vigente tem exigido das indústrias adequações às novas exigências, na busca de padrões de qualidade ambiental. O Governo do Estado de Mato Grosso, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), estabeleceu a Lei Estadual nº. 7.862/02, que dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos e estabelece os critérios e procedimentos sobre classificação, destinação final, reaproveitamento, até o transporte e armazenamento dos resíduos sólidos.

A atividade silvicultural do Estado de Mato Grosso tem buscado soluções para o incremento de produtividade para os plantios comerciais de espécies florestais. Essa estruturação passa pela introdução de novas tecnologias e alternativas que atendam ao requisito de melhorar as condições de produtividade.

O reaproveitamento dos resíduos sólidos resultantes do processamento de peles dos bovinos tem sido amplamente utilizado em solos de áreas de produção agrícola e silvícola, pelo seu potencial fertilizante e corretivo de fertilidade.

A produção de mudas florestais é uma atividade altamente competitiva e tecnológica, que demanda elevados recursos financeiros na aquisição de insumos. O lodo de caleiro por ser um resíduo que possui baixo valor no mercado e por ser constituído de matéria-orgânica e minerais essenciais à nutrição de plantas é uma excelente alternativa para a silvicultura.

Conhecer as quantidades adequadas de lodo a serem adicionados nos substratos, na produção em viveiros e nos solos, em povoamentos florestais é de fundamental importância para a utilização desse resíduo, pois, quantidades inadequadas podem comprometer a produção.

O *Schizolobium amazonicum* é uma espécie com potencial de exploração em plantios florestais comerciais em Mato Grosso e é importante conhecer se existem limitações na utilização do lodo de caleiro como complemento na nutrição mineral, estudando se o excesso ou a carência de nutrientes minerais fornecidos pelo lodo interferem na qualidade das mudas.

Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da adição de lodo de caleiro no crescimento e no teor de macronutrientes em mudas da espécie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Características do pinho-cuiabano

Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke (Leguminosae-Caesalpinioideae), pinho-cuiabano ou paricá, é uma espécie florestal que possui rápido crescimento, fuste reto com ramificação a partir de sete metros e madeira com elevada cotação no mercado interno e externo, vem sendo bastante cultivada pelas empresas madeireiras. Essa espécie tem características que elevam o seu potencial para compor plantios em escala comercial em sistemas agroflorestais. Por esta razão, há urgência que sejam desenvolvidos estudos que defina a silvicultura dessa espécie, bem como, análise econômica que determine seus custos e benefícios dos plantios (COSTA et al., 1998).

Loureiro et al. (2000) qualificando as características gerais de *Schizolobium amazonicum* a descreveu com madeira de baixa densidade, cerne de tonalidade creme-avermelhada, distinto do alburno de cor creme-claro, grã direita a irregular, textura grossa, cheiro e gosto não pronunciados. Atribuiu a essa espécie bom potencial para a indústria de base florestal, por ter madeira de processamento fácil em serra, plaina, lixa e broca, recebendo bom acabamento. A madeira é de baixa durabilidade natural, sendo susceptíveis ao ataque de organismos xilófagos, de fácil preservação demonstrando alta permeabilidade as soluções preservantes.

Marques et al. (2004a) constataram que dado à facilidade na produção, ao excelente ritmo de crescimento e ao bom índice de estabelecimento no campo, o *Schizolobium amazonicum* reúne ótimas qualidades silviculturais, justificando o seu emprego em reflorestamento. Uma das maneiras de aumentar sua produtividade é por meio da adubação. Suas exigências nutricionais na fase de muda são altas, devido as constatação dos teores dos nutrientes encontrados nas folhas,

ramos e raízes das mudas. As concentrações de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de pinho-cuiabano no tratamento completo e nos tratamentos com as omissões dos nutrientes desse estudo foram em conformidade com a Tabela 1.

TABELA 1 - CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE *Schizolobium amazonicum* NO TRATAMENTO COMPLETO E NOS TRATAMENTOS COM OMISSÕES DOS NUTRIENTES

Tratamento Completo					
N	P	K	Ca	Mg	S
----- (total) g kg ⁻¹ -----					
24,80	4,37	15,4	39,77	3,90	2,70
Tratamentos com Omissões					
N	P	K	Ca	Mg	S
----- (total) g kg ⁻¹ -----					
30,50	0,97	3,80	7,83	1,03	2,20

Fonte: Marques et al. (2004b).

2.2 Uso do lodo de caleiro como substrato na produção agrícola e silvícola

A Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento — MAPA nº 24 de 16/12/2005, conceituou o substrato como produto usado como meio de suporte e crescimento de plantas, estabelecendo os parâmetros para a padronização, a qualidade sanitária, nutricional e estrutural na busca da economicidade de seu uso.

O substrato comercial é utilizado em grande quantidade pelos produtores de mudas, sendo constituído pela mistura de vermiculita expandida, casca de *Pinus*, turfa e perlita, enriquecida com nutrientes minerais, fornecidos por meio de fertilizante de solubilidade gradual, para suprir as exigências nutricionais da planta durante o desenvolvimento no viveiro (FAVORETO et al., 1992; MELO, 1999).

Um substrato adequado possui baixa densidade específica, é rico em nutrientes e tem a composição física e química uniforme, elevada capacidade de troca catiônica (CTC), retenção de água, aeração,

drenagem e coesão entre as partículas suficientes para proporcionar sua aderência às raízes (COUTINHO e CARVALHO, 1983).

Vários trabalhos foram realizados para a avaliação de diferentes substratos e fertilizantes, quanto à natureza do substrato, à composição de nutrientes na formulação do fertilizante e em relação ao tempo de liberação dos nutrientes contidos na fórmula, durante o crescimento de mudas. Os resultados obtidos evidenciam que os substratos tem desempenho maior ou semelhante ao da mistura tradicional de terra com resíduo orgânico, além de reduzir o custo de produção (ANDRADE NETO et al., 1997; ORTOLANI et al., 1998; MELO, 1999).

O lodo do caleiro é o resíduo gerado da etapa de depilação e caleiro. A depilação visa remover os pêlos e o sistema epidérmico, e a etapa de caleiro é responsável pela abertura, intumescimento da estrutura fibrosa e ação sobre as gorduras, preparando a pele para o curtimento. Vários são os sistemas utilizados, um deles é o cal-sulfeto, cujo agravante é a poluição. A cal hidratada e o sulfeto de sódio são os produtos químicos mais utilizados na fase de caleiro (MARTINES, 2005).

Teixeira (2006) considerou que o uso agrícola do lodo de curtume pode contribuir para a melhoria da fertilidade dos solos e nutrição das plantas, visto que tem elevados teores de nitrogênio e pode elevar o pH do solo. No entanto, quando disposto de forma inadequada, por causa da presença de metais pesados, sulfetos e sais de sódio, pode causar contaminação e salinização do solo, comprometendo a sustentabilidade agrícola.

Martines (2005) pesquisando o efeito de lodo de caleiro em soja confirmou a tese de Teixeira (2006), ao dizer que o lodo de curtume pode ser utilizado como corretivo da acidez do solo. Porém, o aumento no teor de sódio trocável que ocorre no solo com altas doses de lodo de curtume promove impactos negativos no desenvolvimento da soja ao ponto de impedir o desenvolvimento da planta.

Ferreira et al. (2003) estudando as alterações dos atributos químicos e biológicos do solo, pela utilização de resíduos de curtume

concluíram que a adição de lodo de curtume estimularam a atividade microbiana do solo, e não influenciaram na população de microrganismos.

Teixeira et al. (2006) estudando o efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade de solo concluiu que o lodo de curtume elevou o pH e aos teores de matéria orgânica, cálcio e sódio do solo. E que em altas doses, esse resíduo pode aumentar o nível de salinidade do solo.

Possato (2010) estudando o uso do lodo de curtume, seu efeito no crescimento de mudas de eucalipto e nos atributos químicos no solo, concluiu que o uso do lodo aumentou a altura e o teor de nitrogênio, cálcio, potássio e sódio nas plantas. No solo proporcionou aumento dos teores trocáveis de cálcio, magnésio, potássio e sódio e também a condutividade elétrica, pH e a percentagem de sódio trocável.

2.3 Variáveis morfológicas

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos (GOMES et al., 2002).

Os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão e qualidade de mudas. Tal princípio tem por objetivo principal evitar que não ocorra o risco de selecionar mudas mais altas, porém de menor vigor, descartando as menores, porém, de maior vigor (FONSECA, 2002).

O valor produto da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro exprime equilíbrio no crescimento de plantas em apenas um índice (CARNEIRO, 1995).

Binotto et al. (2005) estudando a regressão linear múltipla para estimativa do grau de interferência das variáveis morfológica, concluíram que, o Índice de Qualidade de Dickson é altamente correlacionado com todos os parâmetros morfológicos. Dickson et al. (1960) determinaram que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é função da altura da parte

aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e da massa de matéria seca das raízes (MSR).

2.4 Avaliação do estado nutricional de plantas

2.4.1 pH e a condutividade elétrica na nutrição mineral de plantas

A faixa de pH ideal para a maioria das culturas está entre 6,0 e 6,5. Porém, no Brasil é consenso que a faixa de pH ideal para as culturas está entre 5,7 e 6,0. O pH é uma medida útil, seu efeito sobre as plantas está associado à atividade do H^+ (acidez ativa). O pH representa o grau de dissociação dos compostos que liberam ácidos, mas não indica o tipo ou a quantidade desses compostos (SOUSA et al., 2007).

Sousa et al. (2007) comentou que as alterações no pH da rizosfera podem resultar em efeitos benéficos ou maléficos no crescimento de plantas. Em solos alcalinos neutros, o aumento no pH leva a menor disponibilidade de nutrientes, como Fe, Mn, Cu e Zn.

Os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas, não só pelos efeitos diretos sobre o potencial osmótico da solução do solo e pelos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações, mas também pela degradação de algumas propriedades físicas dos mesmos, reduzindo a infiltração de água, as trocas gasosas, o crescimento de raízes e, com isso dificultando o crescimento das plantas (FREIRE e FREIRE, 2007).

2.4.2 Nitrogênio

As principais formas de nitrogênio (N) disponíveis as plantas são, a nítrica e a amoniacal. A adubação nitrogenada é dependente da transformação do nitrogênio orgânico para formas minerais disponíveis, ou seja, a mineralização do nitrogênio é efetuada por microrganismos, predominantemente (MELLO, 1984). O nitrogênio inorgânico é em parte

assimilado pela raiz e incorporado a substâncias orgânicas na parte aérea (LARCHER, 2000).

O nitrogênio é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, os ácidos nucléicos e a clorofila. As principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença de nitrogênio, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas. Além das reações de oxidação, que lhe confere especial importância nos ciclos biogeoquímicos e metabólicos (CANTARELLA, 2007).

Entre o abastecimento de nitrogênio e o aumento de biomassa há uma estreita relação que pode ser expressa através da eficiência do uso do nitrogênio na produção. Assim, o crescimento em massa da planta é limitado pela oferta de nitrogênio (LARCHER, 2000).

Embora o nitrato seja muito solúvel e não seja retido no solo, há evidências de que seu acúmulo em solos alcalinos (MELLO, 1984).

A complexidade de reações do N no solo dificulta o diagnóstico da disponibilidade desse elemento para as plantas com base na análise do solo (CANTARELLA, 2007).

A interação entre o nitrogênio e o potássio normalmente são do tipo não-competitivo, o suprimento balanceado de nitrogênio e potássio frequentemente aumenta a resposta de ambos. O fósforo tem sua absorção aumentada em interação com o nitrogênio. Formulações de adubos concentrados e sem enxofre, muitas vezes ocasionam baixo aproveitamento do adubo nitrogenado (ARAÚJO e MACHADO, 2006; CANTARELLA, 2007).

2.4.3 Fósforo

O fósforo (P) é o elemento que mais frequentemente limita a produção nas regiões tropicais e subtropicais, por isso é o mais fornecido como adubo, pois, a meteorização da rocha não pode fazê-lo em quantidades suficientes. As exigências de fósforo são relativamente pequenas, havendo assim, uma aparente contradição entre as

quantidades que devem ser fornecidas e as realmente necessárias para a adequada nutrição de plantas (MALAVOLTA, 1976).

O fosfato, diferente do nitrato e do sulfato, não é reduzido nas plantas, sendo utilizado apenas na sua forma completamente oxidada de ortofosfato (ARAÚJO & MACHADO, 2006).

É difícil pensar-se num fenômeno na vida da planta em que o fósforo não participe direta ou indiretamente. Por isso, os compostos de fósforo são tão cruciais para o metabolismo dos vegetais, no desdobramento de açúcares, na respiração e nos gastos de energia na célula, pelo ATP, quanto o nitrogênio, na fotossíntese (MALAVOLTA, 1976).

2.4.4 Potássio

O potássio (K) tem algumas semelhanças com o fósforo, no que diz respeito à absorção pela planta, pois, os dois nutrientes dependem da difusão para chegar à superfície das raízes. Porém, sais de potássio em geral tem alta solubilidade, assim as concentrações de K^+ na solução do solo são bastante elevadas, dependendo do teor de anions presentes. O teor de potássio na planta só é menor, em geral ao de nitrogênio, sendo o mais importante cátion na fisiologia vegetal (RAIJ, 1991).

A absorção de potássio aumenta com o aumento da área do sistema radicular, sendo assim plantas que crescem com limitações em ambientes em que há limitações ao crescimento das raízes (sais), absorverão menos potássio (ERNANI et al., 2007).

O potássio é altamente móvel na planta, embora esteja presente em todas as células vivas, não é parte integrante da célula. As principais funções do potássio são de ativador das funções enzimáticas, de manutenção da turgidez das células, participa no metabolismo do nitrogênio, além de influenciar na translocação dos carboidratos nas plantas (RAIJ, 1991; COELHO, 1973).

2.4.5 Enxofre

O enxofre (S) é um dos elementos essenciais para o crescimento de plantas e animais, e dos menos utilizados como fertilizantes, porém, a sua necessidade nas plantas é igual ou maiores que as de fósforo. É absorvido pelas folhas na forma gasosa de SO_2 e pelas folhas e frutos na forma sólida de enxofre molhável. O SO_4^{-2} é a forma predominantemente de absorvida pelas raízes nas condições de solo. O enxofre não se redistribui via floema e xilema, o que provoca aparecimento inicial dos sintomas de carência nos órgãos mais novos. O pH é um dos principais fatores de controle de disponibilidade e movimentação de SO_4^{-2} no solo (MELLO et al., 1984; MALAVOLTA, 1976).

Na assimilação as folhas são em geral mais ativas que as raízes, provavelmente devido a fotossíntese disponibilizar ferredoxina reduzida e a fotorrespiração gerar a serina, que pode estimular a produção de O-acetilserina, o enxofre assimilado nas folhas é exportado pelo floema para os locais de síntese protéica, sobretudo na forma de glutatona (VITTI et al., 2006).

O enxofre é constituinte de todas as proteínas vegetais, parte dos aminoácidos, influenciando na síntese de clorofila. É importantíssimo no desenvolvimento das raízes e do número de nódulos que se forma nas raízes das leguminosas (COELHO, 1973).

2.4.6 Cálcio

O cálcio (Ca) é absorvido pela planta como Ca^{2+} e é transportado pelo xilema de forma unidirecional, isto é, da raiz para a parte aérea, sob controle metabólico, dependente do fornecimento de energia. A maior proporção de cálcio na planta esta em formas insolúveis em água. O cálcio é um elemento imóvel na planta, não sendo transportado pelo floema e somente pode ser redistribuído em condições

especiais, como injeção de outros cátions na nervura (MALAVOLTA, 1976; RAIJ, 1991; VITTI et al., 2006).

O cálcio aplicado via foliar é transportado no floema preferencialmente para os tecidos novos, com seu movimento dependente da atividade metabólica das plantas (VITTI et al., 2006).

O cálcio afeta direta e indiretamente as plantas. Diretamente por ser um constituinte essencial e indiretamente por seu efeito sobre o pH e as possíveis interações entre eles e outros nutrientes, sobretudo o potássio e o magnésio (MELLO et al., 1983).

Korndorfer (2006) comentou que o cálcio é elemento particularmente importante em plantas expostas ao estresse salino, porque tem papel fundamental na manutenção da permeabilidade seletiva das membranas, extensão da parede celular, recuperação do estresse celular e prevenção da absorção de sódio em quantidades que causam injúria.

2.4.7 Magnésio

O magnésio (Mg) é absorvido pela planta como íon bivalente Mg^{2+} , da solução do solo e trocável, principalmente pelos mecanismos de interceptação radicular e fluxo de massa, e esta associada ao equilíbrio com o Ca e K na solução do solo (MELLO, 1984; SOUSA et al., 2007).

O magnésio é muito móvel no floema, deste modo facilitando a sua redistribuição. A sua absorção depende entre outros fatores, do nível de potássio no substrato. Se a proporção de K^+/Mg^+ no meio for suficiente alta, diminui a absorção de Mg de tal modo que a planta poderá ficar deficiente (MALAVOLTA, 1976).

Muitas enzimas são ativadas pelo magnésio. O magnésio é elemento central da molécula de clorofila, que participa da fotossíntese (COELHO, 1973; MELLO, 1984).

Malavolta (1976) descreve que a elevação na concentração de magnésio provoca aumento na absorção do elemento fósforo. O magnésio é um elemento carregador de fósforo, ou seja, ele contribui

para a entrada do fósforo na planta, quando na presença de magnésio há aumento da absorção de fósforo na planta, devido ao papel de fosfolização (VITTI et al., 2006).

2.4.8 Sódio

O sódio (Na) é constituinte principal de solos salinos e como tal tem efeito negativo no crescimento de muitas espécies vegetais. Tem efeito positivo no crescimento de plantas, e esta associado a níveis adequados de potássio. As plantas possuem a capacidade de acumular e excluir o sódio, algumas são acumuladoras efetivas enquanto que outras excluem-no completamente de sua parte aérea e o acumulam nas raízes (MALAVOLTA, 1976).

Na planta, o sódio é relativamente móvel. O sódio, assim como o potássio é ativador de certas reações enzimáticas, como a quinase do piruvato (KORNDORFER, 2006; MALAVOLTA, 1976).

Para Korndorfer (2006) o principal papel do sódio na nutrição de plantas é substituir o potássio em determinadas funções fisiológicas, metabólicas ou osmótica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Espécie vegetal e local do experimento

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, no período entre novembro de 2008 e março de 2009.

3.2 Caracterização do substrato comercial e do lodo de caleiro

O substrato comercial utilizado foi o Plantmax[®], com características químicas determinadas em conformidade com Instrução Normativa SDAMAPA n.º 17 de 21-05-2007, com alteração da com Instrução Normativa SDAMAPA n.º 31 de 23-10-2008, que aprovaram métodos analíticos oficiais para análises de substratos e condicionadores de solos. E também, conforme a Instrução Normativa SDAMAPA n.º 28 de 27-07-2007, que aprova os métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organo-minerais e corretivos.

O substrato foi analisado mediante digestão sulfúrica para N e nítrico-perclórica para os demais elementos caracterizados. Sendo que os métodos de determinação foram os seguintes: N pelo método semi-micro Kjeldahl; P por fotolorimetria; K e Na por fotometria de emissão de chama e Ca, Mg por espectrofotometria de absorção atômica. O carbono foi determinado com base na oxidação, por via úmida, com bicarbonato de potássio e ácido sulfúrico concentrado. Os resultados das análises químicas do substrato comercial utilizado no experimento encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SUBSTRATO COMERCIAL PLANTMAX®, UTILIZADO NA MISTURA COM DIFERENTES DOSES DE LODO DE CALEIRO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum*

pH CaCl ₂	N	P	K	Ca	Mg
	----- (total) g dm ⁻³ -----				
5,5	6,0	1,8	3,6	9,4	20,2
	Na	S	CO	MO	
	----- (total) g dm ⁻³ -----				
	25,73	1,5	239,6	431,2	

O resíduo do lodo de caleiro foi proveniente do Curtume Durli Ltda., localizado no Distrito Industrial de Cuiabá-MT, cujas características químicas (Tabela 3) foram obtidas de acordo com a metodologia da Instrução Normativa SDAMAPA n.º 28 de 27-07-2007.

Na Tabela 3 têm-se os resultados das análises químicas do lodo de caleiro usado em diferentes concentrações na mistura com o substrato comercial para a produção de mudas de *Schizolobium amazonicum*.

TABELA 3 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO LODO DE CALEIRO

pH CaCl ₂	N	P	K	Ca	Mg
	----- (total) g dm ⁻³ -----				
11,90	17,90	1,67	1,33	152,0	3,20
CE	Na	S	CO	MO	
dS m ⁻¹	----- (total) g dm ⁻³ -----				
1,79	7,0	5,9	141,00	243,00	

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 parcelas, representadas por 15 tubetes de 50 cm³ por repetição, com mudas de *Schizolobium amazonicum*.

Os tratamentos testados neste trabalho consistiram das seguintes misturas, sendo: T1 - Substrato comercial + NPK + FTE; T2 -

Substrato comercial + Lodo de caleiro ($1,5 \text{ g kg}^{-1}$) + NPK + FTE; T3 - Substrato comercial + Lodo de caleiro (3 g kg^{-1}) + NPK + FTE; T4 - Substrato comercial + Lodo de caleiro ($4,5 \text{ g kg}^{-1}$) + NPK + FTE; T5 - Substrato comercial + Lodo de caleiro (6 g kg^{-1}) + NPK + FTE; T6 - Substrato comercial + Lodo de caleiro ($7,5 \text{ g kg}^{-1}$) + NPK + FTE.

As doses do lodo de caleiro foram calculadas em função da massa do substrato comercial na base seca e a adubação mineral foi realizada de acordo com os resultados da análise química do substrato comercial. Seguindo recomendações de Gonçalves (1995) foi utilizado 0,07 g por tubete de 50 cm^3 de NPK na fórmula 4-14-8 dos nutrientes NPK e 0,007 g por tubete de 50 cm^3 de FTE BR.

3.4 Realização do experimento

Os tubetes utilizados no experimento foram de polipropileno, cônicos, com ranhuras com as seguintes dimensões: circunferência externa, 32 mm; circunferência interna, 26 mm e altura, 126 mm e volume de 50 cm^3 .

As sementes de *Schizolobium amazonicum* passaram pelo tratamento de quebra de dormência, por escarificação mecânica e antes da semeadura permaneceram por duas horas imersas em água à temperatura ambiente. A semeadura foi direta e manual nos tubetes, colocando-se apenas uma semente por recipiente. As primeiras emergências das plântulas ocorreram cinco dias após o semeio.

Após 30 dias da semeadura as mudas de *Schizolobium amazonicum* receberam 0,07 g por tubete do formulado NPK 4-14-8 + FTE em adubação de cobertura a cada oito dias, via fertirrigação (GONÇALVES, 1995).

A irrigação das mudas consistiu em duas regas diárias, definidas pela variação da temperatura e de umidade relativa do ar, na casa de vegetação.

Ao longo do período do experimento foi constatado apenas o ataque de cochonilhas nas folhas de *Schizolobium amazonicum*. Sendo

que o controle dessa praga foi feito com a aplicação de $0,05 \text{ g L}^{-1}$ de água do inseticida a base de thiamethoxam, na concentração de 250 g kg^{-1} .

O experimento foi concluído aos 120 dias após a semeadura, pois as mudas estavam com o diâmetro do coleto maior que 3 mm e com aspecto rígido e o crescimento em altura maior que 25 cm, consideradas aptas ao plantio em campo.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Variáveis analisadas no substrato

Para análises do pH e condutividade elétrica no substrato, as amostras foram identificadas e moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos plásticos até a determinação analítica.

A determinação química do pH foi em conformidade com Instrução Normativa SDAMAPA n.º 17 de 21-05-2007, com alteração da Instrução Normativa SDAMAPA n.º 31 de 23-10-2008, que aprovaram métodos analíticos para análises de substratos e condicionadores de solos. Para a determinação da condutividade elétrica utilizou-se a metodologia do Boletim Técnico 106/21996 do Instituto Agrônomo de Campinas (CAMARGO, 1996).

3.5.2 Variáveis morfológicas

Os parâmetros morfológicos das mudas de *Schizolobium amazonicum* avaliadas foram: a altura da planta (H) (cm) medida a partir do colo até o ápice das plantas e o diâmetro do colo (D) (mm), medido na altura de 5 cm do colo. Também, foi calculada a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo (H/D), produto da divisão entre a altura da parte aérea pelo diâmetro.

Posteriormente, as plantas foram lavadas, separadas em parte aérea e raiz. Em seguida, as partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada em

aproximadamente 65°C até atingirem massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas, quantificando-se a massa de matéria seca da parte da aérea (MSPA) (g) e a massa de matéria seca da raiz (MSR) (g).

Com base nessas variáveis foi determinada a relação entre a relação entre a massa de matéria seca da parte aérea e a massa de matéria da raiz (MSPA/MSRA).

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi obtido em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa de matéria seca da raiz (MSR) e da massa de matéria seca total (MST), que é a soma do MSPA e MSR. Por meio da equação (1) (DICKSON et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST \text{ (g)}}{H \text{ (cm)} / DC \text{ (mm)} + MSPA \text{ (g)} / MSR \text{ (g)}} \quad (1)$$

3.5.3 Análise química do tecido vegetal

Após a obtenção da massa de matéria seca da parte aérea e das raízes, o material foi moído para as determinações das concentrações de N, P, K, S, Ca, Mg e Na, conforme métodos descritos por Silva (1999).

As amostras foram submetidas à digestão sulfúrica para extração de N e para os demais elementos foi a digestão nítrico-perclórica. Os métodos de determinação foram o seguinte: N pelo método semi-micro Kjeldahl; P por fotocolorimetria; K e Na por fotometria de emissão de chama; S-SO₄²⁻ por turbidimetria e Ca, Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

3.6 Análise estatística

Os resultados do foram submetidos à análise de variância e no caso de significância ($p < 0,05$) procedeu-se à análise de regressão ($p < 0,05$) por meio de aplicativo computacional SISVAR versão 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis analisadas no substrato

4.1.1 pH

Os valores de pH nos substratos com adição do lodo de caleiro + NPK e FTE variou entre 5,83 a 7,68, com média de 7,07, sendo que as médias do pH tiveram efeito linear crescente. Verificou-se que em cada variação por unidade do lodo de caleiro ocorreu aumento de 0,25 unidade de pH (Figura 1).

O valor de pH medido diretamente no lodo de caleiro foi de 11,9. Os valores crescentes de pH são resultados da alta concentração de hidróxido de cálcio no lodo de caleiro, adicionado no caleiro, processo de depilação da pele. Resultados semelhantes foram observados por Martines (2005), quando encontrou pH (CaCl_2) de 11,8 medido diretamente no lodo de curtume.

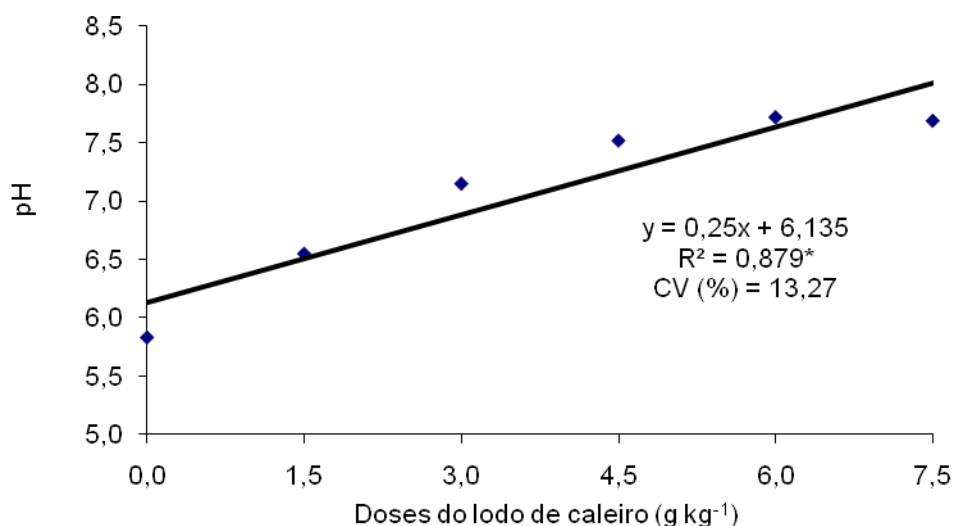


FIGURA 1 – pH NO SUBSTRATO EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $p < 0,05$).

4.1.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) é um dos critérios utilizados para a classificação de solos afetados por sais. A condutividade elétrica variou entre 11,63 e 19,65 mS dm⁻¹, com média de 15,41 mS dm⁻¹ (Figura 2), essa variação dos valores de CE é produto da adição de sulfeto de sódio, o qual é reagente utilizado na etapa da depilação de peles, sendo um dos compostos contidos no lodo de caleiro.

Verificou-se que as médias da CE tiveram efeito linear crescente com a aplicação do lodo de caleiro. Da avaliação do diagrama de dispersão tem-se que para cada g kg⁻¹ do lodo de caleiro foi detectado aumento de 0,958 mS dm⁻¹ para a condutividade elétrica.

Este resultado está em concordância com os obtidos por Tavares (2010), que estudando lodo de curtume na produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* obteve resultado em que a CE aumentou devido à presença de sais no lodo de curtume pela elevada concentração de Na.

Resultados semelhantes, também, foram encontrados por Souza (2007), que estudando o efeito da aplicação do lodo de curtume sobre a condutividade elétrica em reação de solo ácido, em que o aumento dos valores de CE, foi devido à elevada concentração de sódio no lodo de curtume. Seus resultados para CE variaram nos tratamentos entre 1,4 e 11,3 mS m⁻¹.

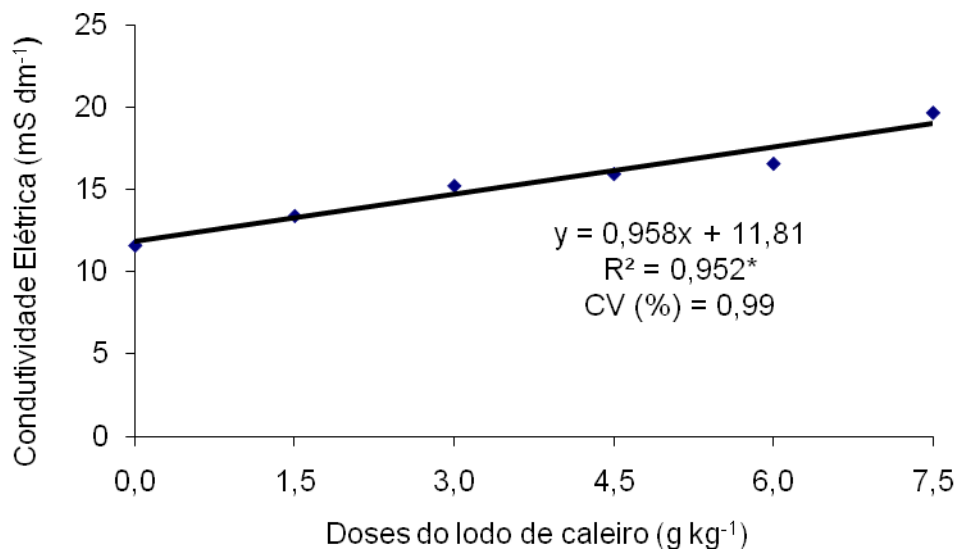


FIGURA 2 – CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO SUBSTRATO EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $p < 0,05$).

4.2 Variáveis morfológicas

Verificou-se que os resultados para diâmetro do colo, massa da matéria seca da raiz, relação massa de matéria seca da parte aérea por massa da matéria seca da raiz e Índice de Qualidade de Dickson foram significativos.

A produção de matéria seca na raiz, o diâmetro do colo e o Índice de Qualidade Dickson foram crescentes com adição do lodo de caleiro, até a dose de 4,5 g kg⁻¹ do lodo de caleiro, decrescendo a partir dessa dose.

4.2.1 Diâmetro do colo

As médias dos diâmetros do colo tiveram variação quadrática, sendo que a maior média estimada foi 3,22 mm, obtida com a dose de 4,73 g kg⁻¹ do lodo de caleiro (Figura 3). Esses resultados são concordam com os obtidos por José et al. (2005) que avaliando a influência do tamanho de tubetes e da densidade de cultivo na qualidade de mudas de

Schinus terebinthifolius, obtiveram diâmetro padrão de 3,0 mm aos 90 dias após a repicagem.

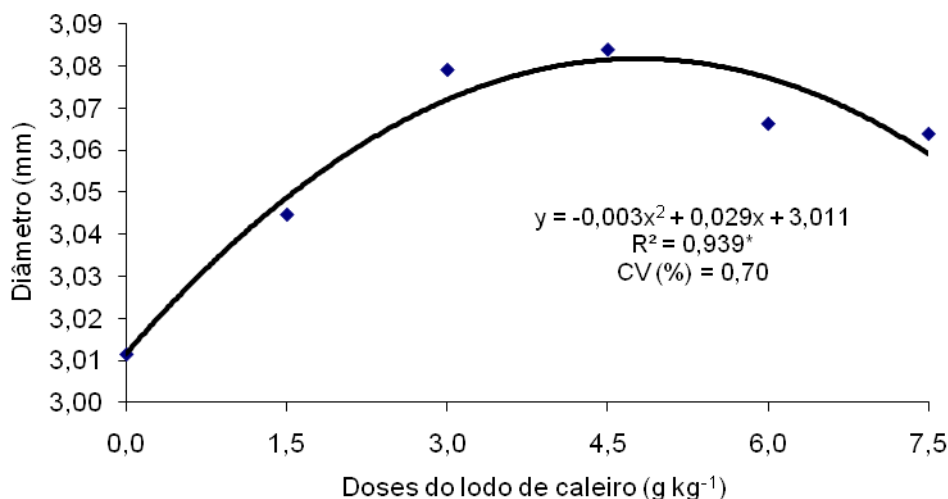


FIGURA 3 – DIÂMETRO DO COLO EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALCIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $p < 0,05$).

4.2.2 Massa de matéria seca da raiz

As médias de MSR tiveram tendência quadrática (Figura 4), sendo que a maior média estimada foi de 0,33 g para a dose estimada de 2,71 g kg⁻¹ do lodo de calcário. Porém, esses resultados foram menores que os obtidos por Fonseca et al. (2002) (médias de 0,57 g), estudando *Trema micrantha*, aos 120 dias após a emergência das plântulas em diferentes níveis de sombreamento.

Lima et al. (2003) obtiveram a mesma tendência de decréscimo na produção de MSR, com o aumento de doses de boro em *Schizolobium amazonicum*, ocasionados por um possível efeito tóxico.

Azevedo Neto e Tabosa (2000) relataram que a salinidade interfere na produção de matéria seca radicular e de matéria seca da parte aérea. Essa redução ocorre pelo desvio da energia do crescimento

para a manutenção, reduzindo assim os gastos metabólicos de energia associada à adaptação a salinidade.

A tendência de redução das médias de MSR com o aumento das doses do lodo de caleiro pode ser explicada pela possível redução do potencial osmótico da solução do substrato em função do excesso de sais de sódio (LOCATELLI et al., 2007; MELLONI et al., 2000).

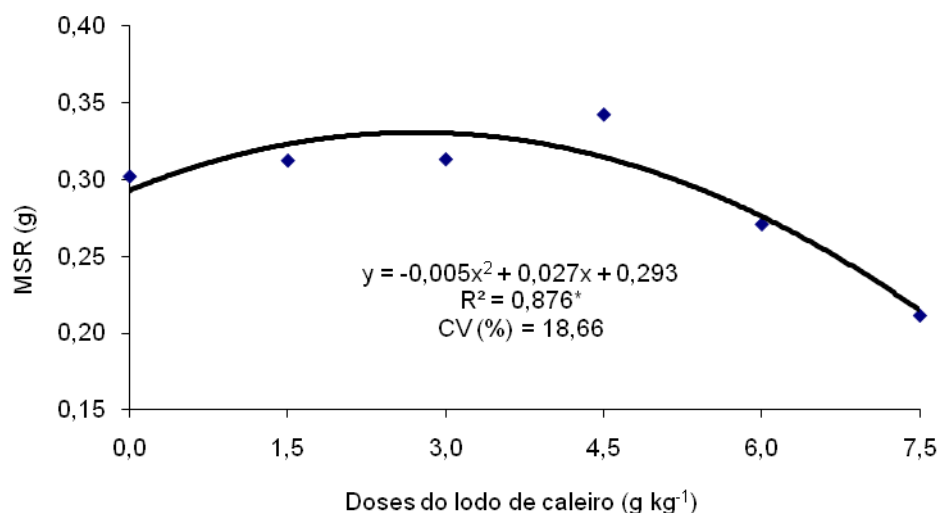


FIGURA 4 – MASSA DE MATÉRIA SECA DA RAIZ EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $p < 0,05$).

Na Figura 5 observou-se que a partir de 3,0 g kg⁻¹ do lodo de caleiro a massa de matéria das raízes, decresceram indicando o ponto no qual a tolerância a alcalinidade e a salinidade afetaram o desenvolvimento das mudas de *Schizolobium amazonicum*.

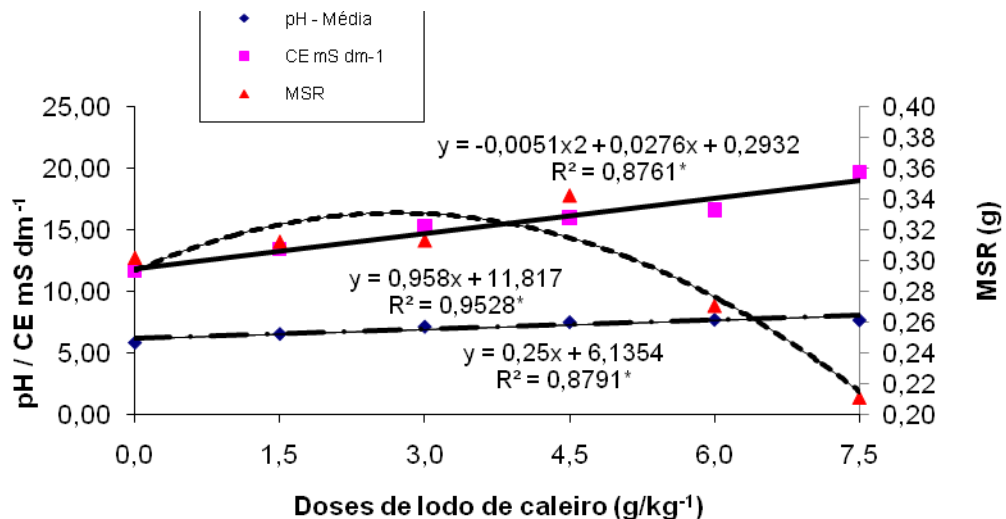


FIGURA 5 – INTERAÇÃO ENTRE pH/CE/MSR EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $\rho < 0,05$).

4.2.3 Relação massa de matéria seca da parte aérea por massa de matéria seca da raiz

A relação MSPA por MSR teve médias com efeito quadrático. Sendo que a menor média estimada foi de 3,86 para a dose de 2,86 g kg⁻¹ do lodo de calcário (Figura 6). Dados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004a) estudando crescimento inicial de *Schizolobium amazonicum*, observou média de 2,83 g kg⁻¹ em tratamento completo. Ressaltando que os valores mais altos de seus tratamentos são indicadores de maior biomassa da parte aérea em relação ao MSR.

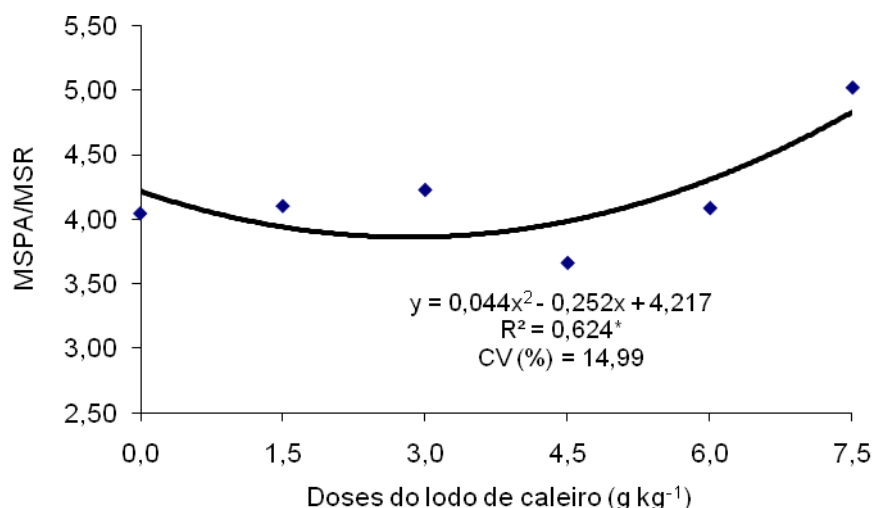


FIGURA 6 – RELAÇÃO MSPA/MSR EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $p < 0,05$).

4.2.4 Índice de Qualidade de Dickson

A maior média do IQD 0,11 foi obtida com a dose de 3,5 g kg⁻¹ do lodo de calcário (Figura 7). A partir dessa dose os valores de IQD decresceram.

Os valores da relação H/D deste estudo influenciaram fortemente na relação IQD, pois seu valor médio 9,97 está acima do considerado como adequado em avaliação de mudas, com base em valores entre 5,4 e 8,1 recomendados por Carneiro (1995). Por sua vez, os valores da relação H/D são altos em função da média das alturas das mudas 30,47 cm, sendo 10 vezes maior que a média dos diâmetros do colo, 3,06 mm.

Fonseca et al. (2002), estabeleceram como padrão o valor de 0,20 para IQD em ensaio com *Trema micrantha*, seguindo recomendação de Hunt (1990) que chegou a esse valor em estudo de qualidade de mudas de *Pseudotsuga menziesii*.

Binotto (2007), estudando relação entre variáveis de crescimento e o IQD em mudas, obteve médias de 0,05 para *Eucalyptus grandis* e de 0,16 para *Pinus elliotii*, respectivamente, aos 120 e 125 dias após a emergência.

No entanto, para mudas de *Schizolobium amazonicum* não existe na literatura recomendações para valores de IQD adequado, somente recomendações que quanto maior for o valor encontrado melhor será o IQD.

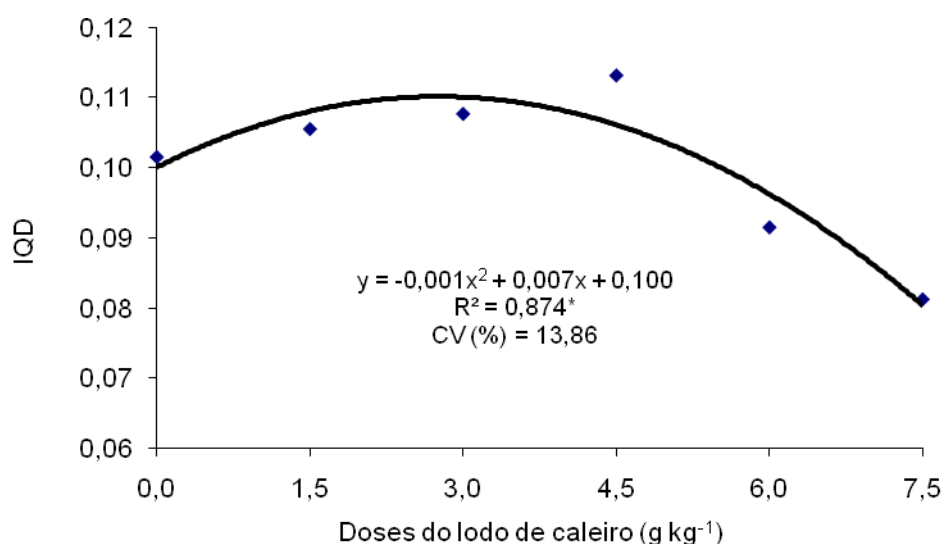


FIGURA 7 – INDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* (* $\rho < 0,05$).

4.3 Análise química do tecido vegetal de *Schizolobium amazonicum*

Para as médias de macronutrientes extraídos de folhas das mudas de *Schizolobium amazonicum*, foram verificadas diferenças entre as doses do lodo de calceiro para N, P, K, Ca e Mg. Não se detectou diferenças para S e Na.

Os teores dos macronutrientes N, P e Ca variaram com as doses de lodo de calceiro. Para os nutrientes K, S e Mg não foram encontradas diferenças entre os tratamentos.

Das médias dos teores dos nutrientes observou-se lógica nos resultados, tanto na parte aérea como para as raízes, sendo que a concentração de Ca foi maior em relação à de Mg, que foi também maior que a de K. Mas no entanto, a concentração de Na⁺ nos tratamentos foi

maior que a dos demais nutrientes. Essa tendência com o Na^+ também foi encontrada por Martines (2005).

Os nutrientes P e Ca foram encontrados em maiores quantidades na MSR. Os teores médio de N foram encontrados em maiores concentrações na MSPA. Marques et al. (2004b) também obteve resposta semelhante, com concentração de N maior nas folhas de mudas de *Schizolobium amazonicum*, possivelmente devido ao efeito de diluição pela baixa produção de biomassa.

Os nutrientes N, P e Mg tiveram, curvas de tendência semelhantes, onde observou-se redução no teor médio pela adição do lodo de caleiro até a dose de $4,5 \text{ g kg}^{-1}$, sendo que a partir dessa dose houve aumento de teores. Essas tendências podem ser explicadas pelo efeito de diluição na MSR que teve produção de matéria seca reduzida.

4.3.1 Nitrogênio

Os teores de N nos tratamentos tiveram médias com efeito quadrático, tanto na parte aérea quanto nas raízes (Figura 8). Observou-se redução nos teores de N até a dose de $3,17 \text{ g kg}^{-1}$ do lodo de caleiro, com média de $3,22 \text{ g kg}^{-1}$ de N na parte aérea e $4,12 \text{ g kg}^{-1}$ do lodo de caleiro, com média de $2,12 \text{ g kg}^{-1}$ de N, nas raízes.

O tratamento sem adição do lodo de caleiro teve a maior concentração $2,71 \text{ g kg}^{-1}$ de N nas raízes e a 2ª maior concentração na parte aérea $3,57 \text{ g kg}^{-1}$ de N. Resultados semelhantes foram observados por Martines (2005) em que o aumento da salinidade foi fator que mais inibiu a fixação biológica do N, comprometendo a sua absorção pelas plantas.

Marques et al. (2004b), estudando exigências nutricionais de *Schizolobium amazonicum* na fase mudas, obtiveram valor de $24,8 \text{ g kg}^{-1}$ em folhas e relataram que o N foi o nutriente que mais limitou o desenvolvimento inicial de mudas. Essa tendência também foi confirmada por Locatelli et al. (2007).

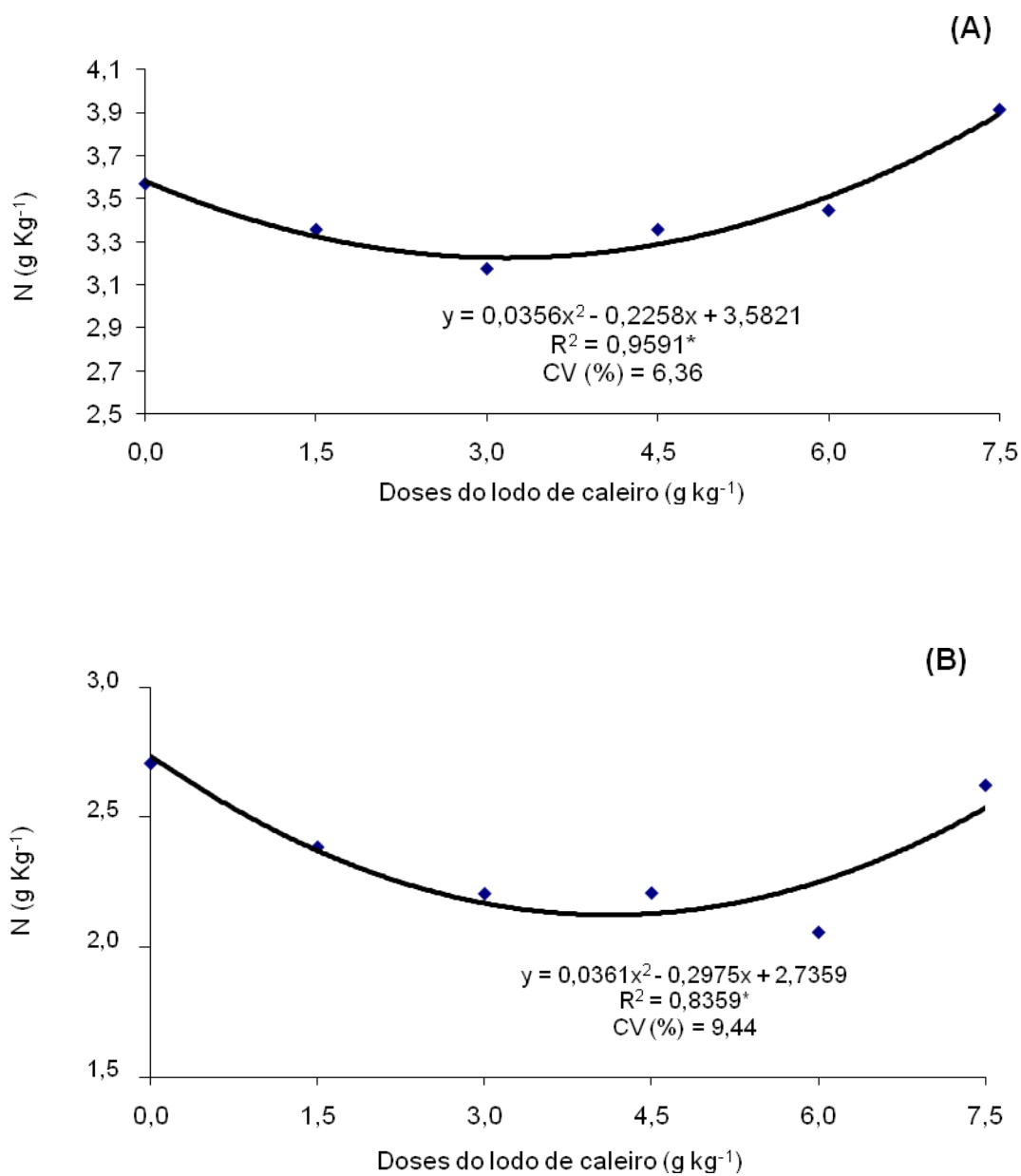


FIGURA 8 – TEORES DE NITROGÊNIO NA PARTE AÉREA (A) E NAS RAÍZES (B) DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO (* $p < 0,05$).

4.3.2 Fósforo

Os teores de P tiveram efeito quadrático, sendo que a menor média foi de $0,74 \text{ g kg}^{-1}$ de P para a dose de $4,03 \text{ g kg}^{-1}$ do lodo de caleiro na parte aérea e $0,67 \text{ g kg}^{-1}$ de P para a dose de $5,42 \text{ g kg}^{-1}$ do lodo de caleiro nas raízes (Figura 9).

Tecchio et al. (2006), estudando crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto de citrumelo “Swingle”, cultivado em substrato obteve $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de P, 100 dias após o transplante.

Segundo Raij et al. (1996), o P tem teor adequado as plantas entre $0,9$ e $1,3 \text{ g kg}^{-1}$. Tal qual descreveu Freire e Freire (2007) os teores de P deste estudo tem restrições de disponibilidade para as mudas em função do alto valor de pH.

Lima (2009), também atribuiu ao pH a baixa disponibilidade de P às plantas, pois, em meio alcalino o íon dominante passa a ser o difosfato, menos disponível. O P absorvido pelas plantas está na forma de ortofosfato, sendo mais disponível em meio ácido (COELHO, 1973).

O tratamento sem adição do lodo de caleiro teve maior concentração de P na parte aérea $0,87 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,14 \text{ g kg}^{-1}$ nas raízes. Esses valores podem ser explicados, possivelmente, por não terem altas concentrações de cálcio no substrato, que resultaria em precipitação com o P solúvel.

Outro fator que pode ter limitado a absorção de P foi a baixa densidade radicular das mudas (Novais et al. 2007). Nas raízes a concentração de P nas raízes do tratamento sem adição do lodo de caleiro chegou a ser até 39,48 % maior que no tratamento com $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ do lodo de caleiro, $0,69 \text{ g kg}^{-1}$ de P.

As médias de P nas raízes foram maiores que as médias obtidas na parte aérea, $0,81 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,79 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Marques et al. (2004b) obtiveram resultados com a mesma tendência em estudo de exigências nutricionais de *Schizolobium amazonicum* na fase de mudas, obtendo maiores concentrações de P nas raízes, em tratamento completo.

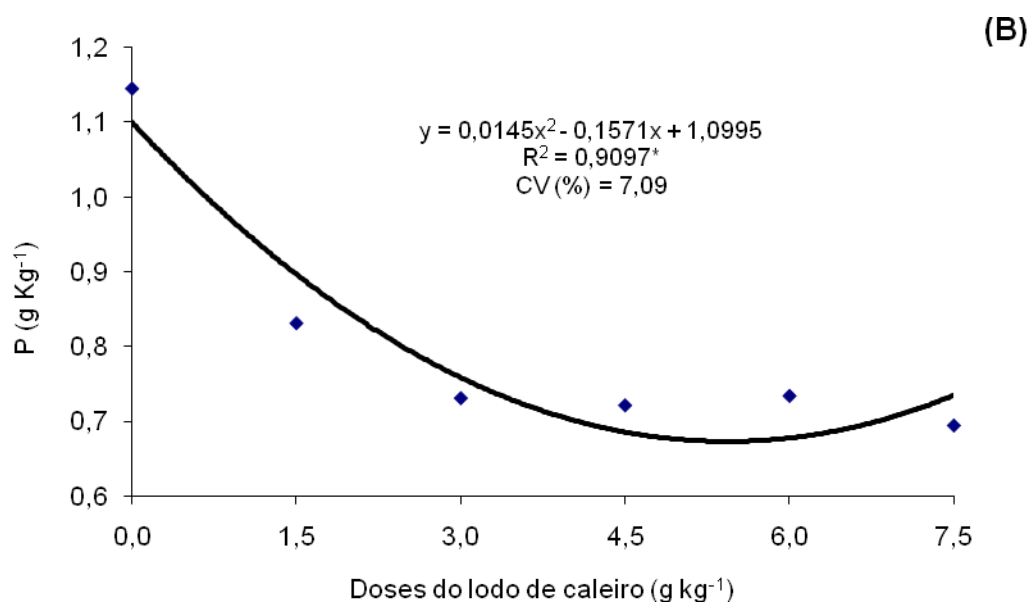
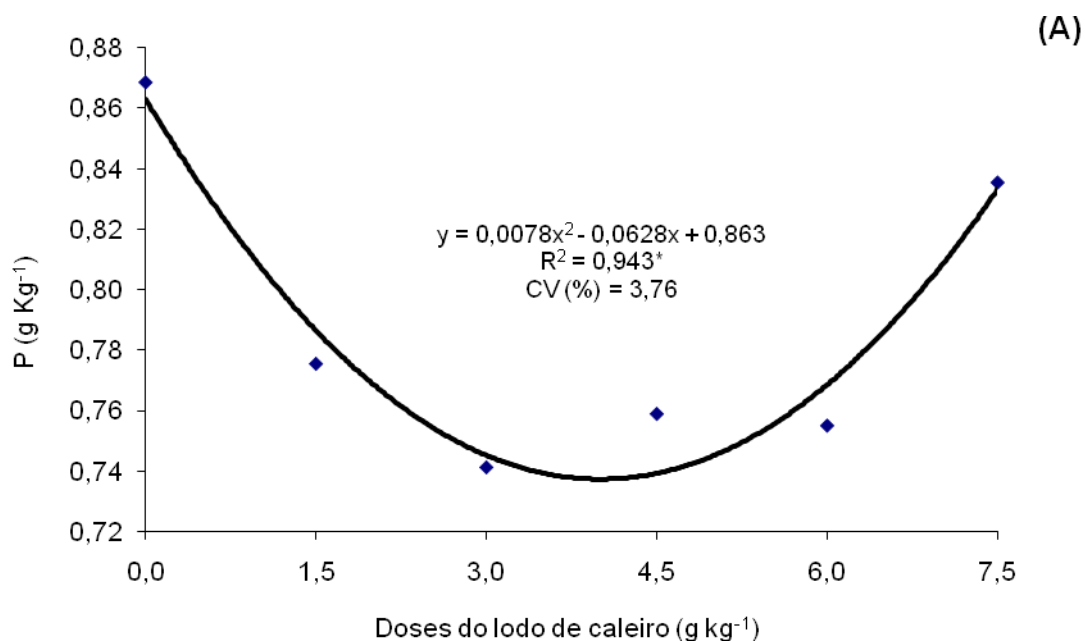


FIGURA 9 – TEORES DE FÓSFORO NA PARTE AÉREA (A) E NAS RAÍZES (B) DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO (* $p < 0,05$).

4.3.3 Potássio

Os valores de K na parte aérea se ajustaram ao modelo linear decrescente, com média de $2,26 \text{ g kg}^{-1}$ de K, onde foi verificado que para cada g kg^{-1} de doses do lodo de caleiro ocorreu decréscimo de $0,0631 \text{ g kg}^{-1}$ de K, ou seja, a adição de doses do lodo de caleiro afetaram a absorção de K na parte aérea da mudas (Figura 10).

Segundo Lira (2006), o K é um elemento que sempre se encontra em baixos teores nos bio sólidos, pois, é um elemento solúvel que não fica retido na matéria orgânica do lodo, se perdendo com o efluente.

Tal qual observado nos elementos N e P a maior concentração de K foi de na parte aérea $2,55 \text{ g kg}^{-1}$ e nas raízes $2,96 \text{ g kg}^{-1}$ no tratamento sem lodo, pois, provavelmente foram favorecidos pela menor concentração de Ca no substrato. Para Freire e Freire (2007), a absorção de K pelas plantas pode não ser tão fácil, dada a competição entre cátions do substrato, principalmente de Na^+ , de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , em maior concentração do que o K^+ .

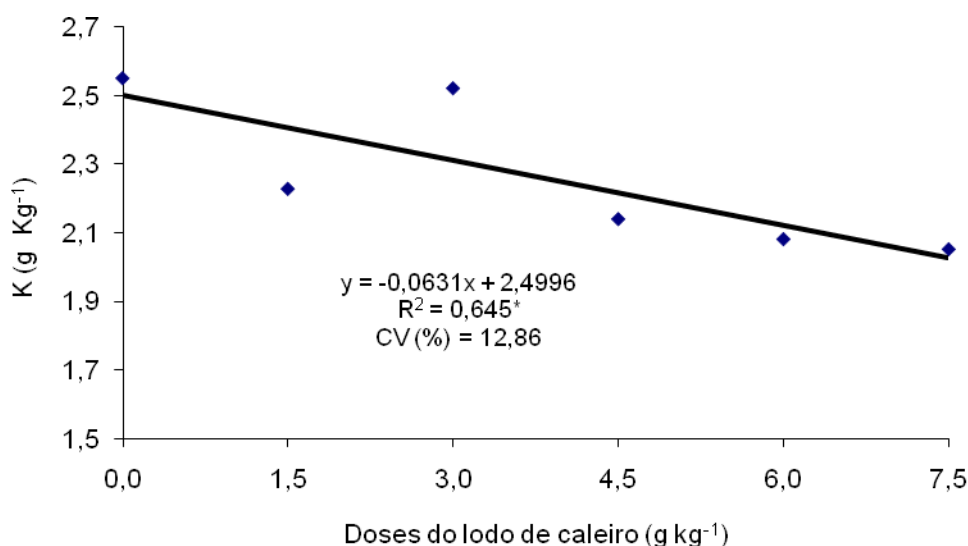


FIGURA 10 – TEORES DE POTÁSSIO NA PARTE AÉREA DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO (* $p < 0,05$).

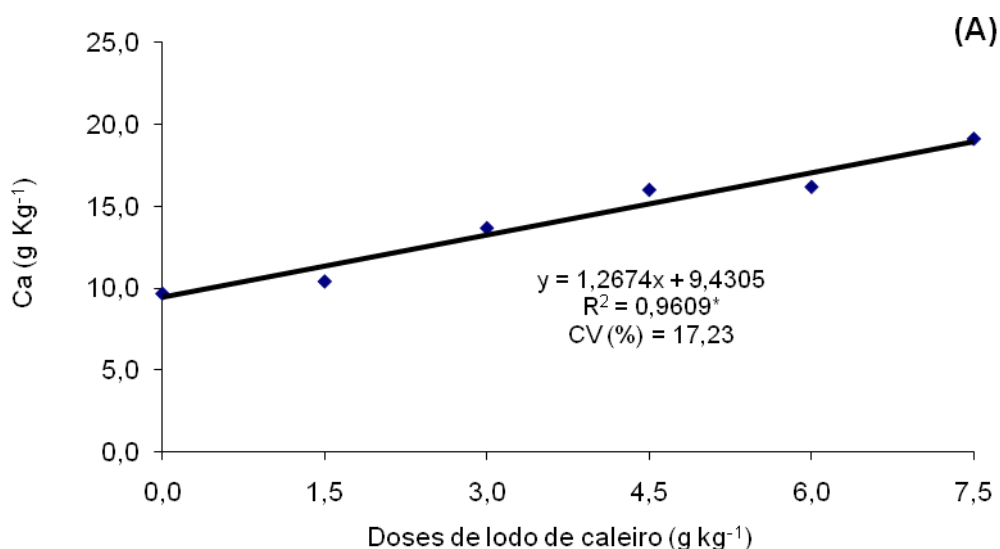
4.3.4 Cálcio

O teor médio de Ca foi de 14,18 g kg⁻¹ na parte aérea e 19,41 g kg⁻¹ nas raízes, com efeito linear (Figura 11), sendo que para cada variação em g kg⁻¹ de lodo de calcário acresceu 1,27 g kg⁻¹ de Ca, na parte aérea e 3,0 g kg⁻¹ nas raízes das mudas.

Os teores crescentes de Ca, provavelmente, se devem à concentração elevada de Ca no lodo de calcário (152,0 g kg⁻¹) que tem como origem o hidróxido de Ca que é o reagente empregado na fase de calcário, na produção de couro no processo de curtimento de peles.

O Ca foi absorvido pelas mudas em quantidades que afetou o equilíbrio de absorção de Mg e K por competições entre cátions. Nas doses com maiores concentrações de Ca teve as menores concentrações de Mg e K, tanto nas raízes como na parte aérea.

Guedes et al. (2006), estudando propriedades químicas e nutrição de eucalipto em função de aplicação do lodo de esgoto, obtiveram teores de médios lineares e crescentes, entre 10,1 e 24,3 g kg⁻¹ de Ca, que são valores muito acima da faixa de teores considerados como adequado para *Eucalyptus* — (6,0 e 10, 0 g kg⁻¹) recomendados por Gonçalves, (1995).



“Continua...”

“Figura 11, Cont.”

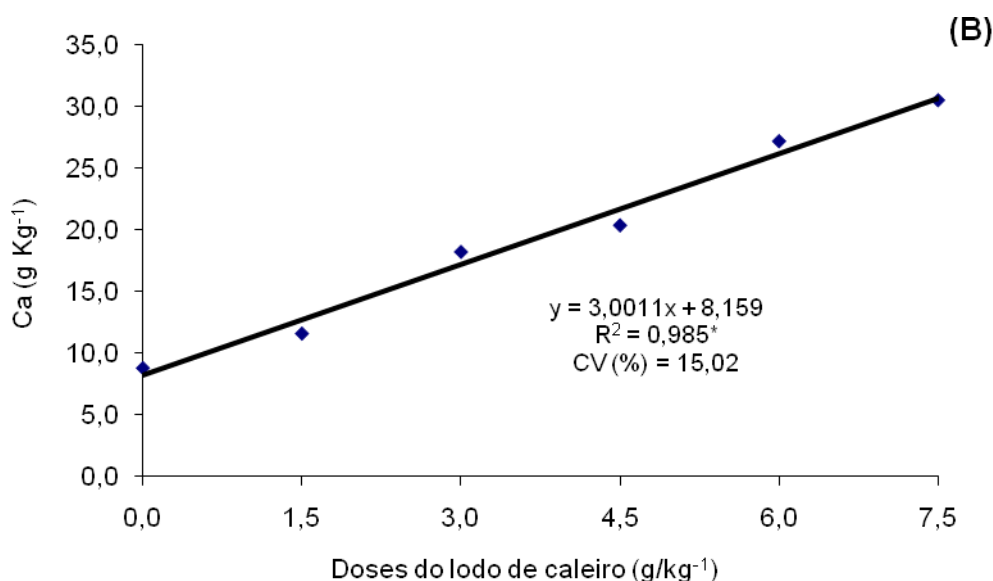


FIGURA 11 – TEORES DE CÁLCIO NA PARTE AÉREA (A) E NAS RAÍZES (B) DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO (* $p < 0,05$).

4.3.5 Magnésio

A menor média estimada foi de 4,38 g kg⁻¹ de Mg para a dose de 1,43 g kg⁻¹ do lodo de calcário para a parte aérea das mudas. Somente, para a parte aérea observou-se médias com efeito positivo (Figura 12).

Marques et al. (2004b), encontraram teor médio de 3,9 g kg⁻¹ de Mg, para tratamento completo em ensaio com *Schizolobium amazonicum*. Já, Guedes et al. (2006) obtiveram médias entre 2,7 e 4,3 g kg⁻¹ em Eucalipto com aplicação de lodo de esgoto com características alcalinas.

Dechen (1983), estudando deficiências de Ca e Mg em plantas encontrou teores de Mg nas folhas entre 2,0 e 4,0 g kg⁻¹. Para Vitti et al. (2006), um excesso de Mg pode causar deficiência de K e, principalmente de Ca pela concorrência por cátions.

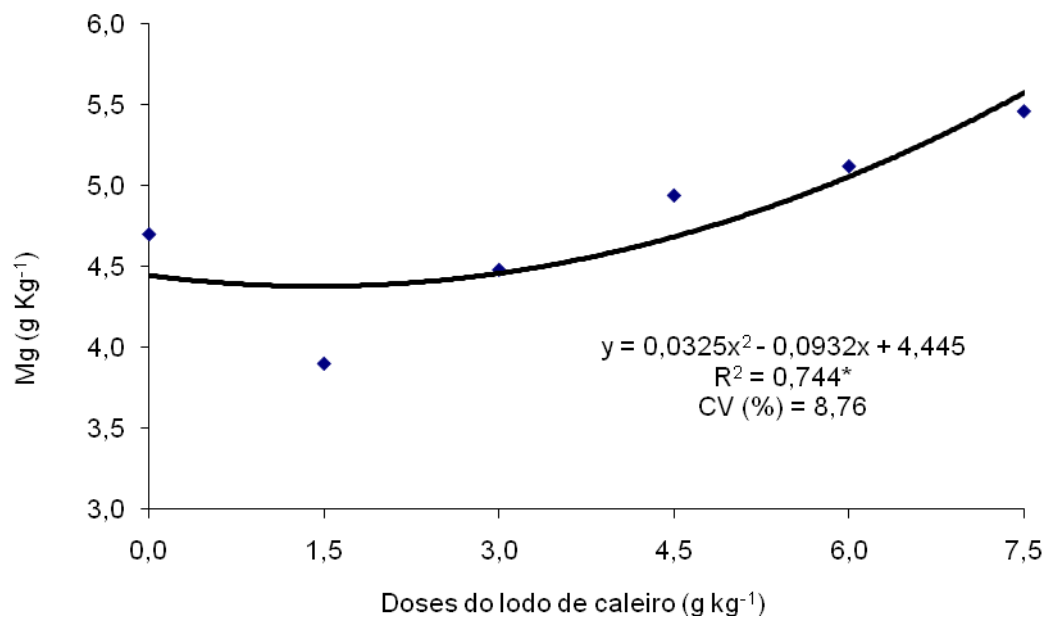


FIGURA 12 – TEORES DE MAGNÉSIO NA PARTE AÉREA DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALCEIRO (* $p < 0,05$).

5 CONCLUSÕES

1. O uso do lodo de caleiro na produção de mudas de Pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum*) alterou as características morfológicas das mudas.
2. A disponibilidade de nutrientes no substrato e seus teores na parte aérea e raízes das mudas foram afetados pelo uso de lodo de caleiro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G.; PAIVA, C. P. Avaliação de substratos para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23. Manhuaçu. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1997. p. 192-194.

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 159-164. 2000.

BINOTTO, A. F. et. al. Regressão linear múltipla para estimativa do grau de interferência das variáveis morfológicas sobre o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden. 11º Simpósio de estatística Aplicada à experimentação agrônômica – SEAGRO. 2005, Lavras, Anais. Lavras: universidade Federal de Lavras. 2005. Disponível em: www.posgraduacao.ufla.br/gauss//congresso/11seagro - acesso em: 27/11/2009.

BINOTTO, A. F. **Relação entre as variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDA N.º 17 de 21 de maio de 2007. **DOU**, Brasília, 24/05/2007. seção 1, 8 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA N.º 24 de 20 de junho de 2007. **DOU**, Brasília, 21/06/2007. seção 1, 23 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDAMAPA n.º 28 de 27-07-2007. **DOU**, Brasília, 31/07/2007. seção 1, 11 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDA N.º 31 de 23 de outubro de 2008. **DOU**, Brasília, 24/10/2008. seção 1, 20 p.

CAMARGO, O. A; MONIZ, A. C; JORGE, J. A.; VALADARES, J. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. Boletim Técnico n. 106.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F, et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

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

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

COSTA, D. H. M. et al. **Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber)**. Belém: Banco da Amazônia, 1998. Série Rural.

COUTINHO, C. J.; CARVALHO, C. M. **O uso de vermiculita na produção de mudas florestais**. In: ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 7., Curitiba, 1983. Anais. Curitiba. p. 54-63.

DECHEN, A. R. **Deficiência de cálcio e magnésio nos solos e plantas**. In RAIJ, B. V; BATAGLIA, O. C. e SILVA, N. M. Acidez e Calagem no Brasil. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, p. 86-95.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In: NOVAIS, R. F, et al. (Ed.). Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

ERNANI, P. R; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. **Potássio**. In: NOVAIS, R. F, et al. Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FARIA, L. C. **Uso do lodo de esgoto (biossólido) como fertilizante em eucaliptos**: demanda, potencial, produção e crescimento das árvores e viabilidade econômica. 2007. 105 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. 600 p.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solos e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carboníferos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.755-763, 2003.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4 p. 515-523, 2002.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: NOVAIS, R. F, et al. (Ed.). Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 929-990.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6 p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da mata atlântica**. Piracicaba: Esalq, 1995. p. 1-23. n. 15. Documentos florestais.

GUEDES M. C. et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 30. p. 267-280, 2006.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Target Seedling Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations, General Technical Report RM-200, 1990, Roseburg, **Proceedings**. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, P. 218-222, 1990.

JOSÉ, A. C; DAVIDE A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p.187-196, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. C. H. B. A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LIMA, S. R. et al. Comportamento do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) submetido à aplicação de doses de boro. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, p.192-204, 2003.

LIMA, V. S. **Atributos de um plintossolo em função do lodo de curtume**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

LIRA, A. C. S. **Lodo de esgoto em plantações de Eucalipto: Carbono, Nitrogênio e aspectos da fotossíntese**. 2006. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP.

LOCATELLI, M. et al. Deficiências nutricionais em mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, suplemento 2, p. 648-650, 2007.

LOUREIRO, A. A. et al. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA-CPPF, 2000. 191 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MARQUES, T. C. L. L. M. et al. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) sob omissão de nutrientes e de Sódio em solução nutritiva. **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p.184-195, 2004a.

MARQUES, T. C. L. L. M. et al. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) na fase de muda. **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p.167-183, 2004b.

MARTINES, A. M. **Impacto do lodo de curtume nos atributos biológicos e químicos do solo**. 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 456 p.

MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade, fertilizantes e fertilização do solo**. Fertilidade do solo. Piracicaba: Luiz de Queiroz, 1983. 274 p.

MELLONI, R.; SILVA, F. A. M.; CARVALHO, J. G. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Miracrodruon urundeuva*). **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 035-040, 2000.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. **Relação Solo-Planta**. In: NOVAIS, R. F., et al. (Ed.). Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 133-204.

ORTOLANI, L. L. A.; GONÇALVES, L. N.; GUIMARÃES, A. M.; OLIVEIRA, P. R. S.; RESENDE, F. V.; SILVA, R. F.; MOTTA, C. F.; BALUT, F. F.; FAVORETO, A. J. Comparação entre diversos fertilizantes e adições do condicionador físico de solo terra cottem em mudas em tubetes com substrato plantmax-café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1998. p.131-132.

POSSATO, E. L. **Uso de lodo de curtume em eucalipto e seu efeito no crescimento de mudas e nos atributos químicos de um cambissolo.** 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestas e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

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

RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IA, 1996. 285 p.

SILVA, F. C. (Org.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370 p.

SOUZA, D. M. G; Miranda, L. N. e Oliveira, S. A. **Acidez do solo e sua correção.** In: NOVAIS, R. F, et al. (Ed.). Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

TAVARES, L. S. **Lodo de curtimento para a produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*).** 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

TECCHIO, M. A. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto citrumelo “Swingle”, cultivado em substrato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 1, 37-44, janeiro/abril, 2006.

TEIXEIRA, K. R. G.; GONÇALVES FILHO, L. A. R.; CARVALHO, E. M. S.; ARAÚJO, A. S. T.; SANTOS, V. B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciências Agrotécnicas.** Lavras, v. 30, n. 6, p. 1071-1076, novembro/dezembro, 2006.

VITTI G. C.; LIMA. E.; CICARONA. F. **Cálcio, magnésio e enxofre.** In: FERNANDES, M. S (Ed.). Nutrição Mineral de plantas. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-354.

APÊNDICES

APÊNDICE A - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS PARA *Schizolobium amazonicum*, EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO (%)

Parâmetros	Tratamentos (% de lodo de caleiro)						Médias	CV
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5		
H (cm)	30,18	30,58	30,52	30,77	30,44	30,33	30,47ns	1,06
D (mm)	3,01	3,04	3,08	3,08	3,07	3,06	3,06*	0,70
H/D	10,03	10,05	9,92	9,98	9,94	9,91	9,97ns	1,32
MSPA (g)	1,11	1,16	1,19	1,20	1,00	0,99	1,11ns	12,80
MSR (g)	0,30	0,31	0,31	0,34	0,27	0,21	0,29*	18,66
MSPA/MSR	4,04	4,10	4,23	3,66	4,09	5,02	4,19*	14,99
IQD	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,08	0,10*	13,86

H: altura; D: diâmetro; H/D: relação altura e diâmetro; MSPA: massa matéria seca da parte aérea; MSR: massa matéria seca da raiz; MSPA/MSR: relação massa matéria seca da parte aérea/ massa matéria seca da raiz; IQD: índice de qualidade de Dickson e CV: coeficiente de variação. (* $p < 0,05$).

APÊNDICE B – VALORES MÉDIOS DE pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM FUNÇÃO DE DOSES DO LODO DE CALEIRO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Schizolobium amazonicum*

Parâmetros	Tratamentos (% de lodo de caleiro)						Médias	CV
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5		
pH	5,83	6,55	7,15	7,51	7,71	7,68	7,07*	13,27
CE (dS m ⁻¹)	11,63	13,41	15,24	15,95	16,57	19,65	15,41*	0,99

CE: condutividade elétrica e CV: coeficiente de variação. (* $p < 0,05$).

**APÊNDICE C – TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES NA PARTE
AÉREA DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO DE
DOSES DO LODO DE CALEIRO**

Parâmetros	Tratamentos (% de lodo de caleiro)						Médias	CV
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5		
N	3,57	3,36	3,18	3,36	3,45	3,91	3,47*	6,36
P	0,87	0,78	0,74	0,76	0,76	0,84	0,79*	3,76
K	2,55	2,23	2,52	2,14	2,08	2,05	2,26*	12,86
S	9,79	9,85	10,37	10,71	10,33	11,53	10,43ns	16,63
Ca	9,70	10,44	13,68	16,00	16,18	19,10	14,18*	17,23
Mg	4,70	3,90	4,48	4,94	5,12	5,46	4,77*	8,76
Na	11,31	11,57	12,33	11,95	12,71	12,71	12,10ns	10,17

CV: coeficiente de variação; (* $p < 0,05$).

**APÊNDICE D - TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES NAS
RAÍZES DE *Schizolobium amazonicum* EM FUNÇÃO
DE DOSES DO LODO DE CALEIRO**

Parâmetros	Tratamentos (% de lodo de caleiro)						Médias	CV
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5		
N	2,71	2,39	2,21	2,21	2,06	2,62	2,37*	9,44
P	1,14	0,83	0,73	0,72	0,73	0,69	0,81*	7,09
K	2,96	2,67	2,49	2,52	2,52	2,32	2,58ns	17,12
S	8,85	8,80	8,77	8,74	8,69	7,71	8,60ns	9,08
Ca	8,76	11,56	18,18	20,34	27,16	30,48	19,41*	15,02
Mg	15,48	14,52	15,02	14,08	16,82	13,48	14,90ns	15,06
Na	18,94	17,80	16,27	16,53	16,91	16,66	17,19ns	13,17

CV: coeficiente de variação; (* $p < 0,05$).