

## Faixa Adequada de Atributos Químicos de Rejeito de Mineração de Quartzito Após Adubação Mineral e Orgânica no Crescimento Inicial do Jacarandá do Cerrado

**Neubert Homem Gonçalves<sup>(2)</sup>; Enilson de Barros Silva<sup>(3)</sup>; Cristiany Silva Amaral<sup>(4)</sup>; Israel Marinho Pereira<sup>(5)</sup>; Bárbara Olinda Nardis<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq e CAPES.

<sup>(2)</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); Campus JK, Rodovia MGT 367, km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina/MG; E-mail: neubert.ef@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Associado; Departamento de Agronomia, UFVJM – Bolsista do CNPq – PQ2; E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br; <sup>(4)</sup> Mestre em Ciência Florestal; UFVJM; E-mail: cristianyamaral@yahoo.com.br <sup>(5)</sup> Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Florestal, UFVJM; E-mail: imarinhopereira@gmail.com <sup>(6)</sup> Graduanda de Agronomia; Departamento de Agronomia; UFVJM; E-mail: barbara.olinda@yahoo.com.br.

**RESUMO:** A espécie arbórea *Dalbergia miscolobium* Benth, popularmente conhecida como jacarandá do cerrado, pertence à família Fabaceae, é uma espécie indicada para a recuperação de áreas degradadas. Com o objetivo de se obter a dose recomendada de adubação NPK e orgânica e faixas adequadas de atributos químicos de rejeito de mineração de quartzito no crescimento inicial de jacarandá do cerrado, conduziu-se um experimento em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco combinações de adubação mineral (AM) e orgânica (AO) e um tratamento adicional do rejeito sem AM e AO (Controle). As combinações foram: 0%AO/100%AM; 25%AO/75%AM; 50%AO/50%AM; 75%AO/25%AM; 100%AO/0%AM. As doses de 100% de AM e AO foram de 25 mg de N, 25 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20 mg de K, e 5 g de esterco de curral por dm<sup>3</sup> de rejeito. A dose recomendada para crescimento inicial do jacarandá do cerrado é de 22,5 mg de N; 22,5 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 18,0 mg de K<sub>2</sub>O e 0,5 g de esterco de curral por dm<sup>3</sup> de rejeito da mineração de quartzito. As faixas adequadas para crescimento inicial do jacarandá do cerrado em rejeito de quartzito são pH em água: 4,60 - 4,52; P: 124,44 - 134,95 e K: 19,30 - 18,64 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 0,29 - 0,28, Mg: 0,09 - 0,06, CTC efetiva: 0,59 - 0,56 e CTC a pH 7,0: 1,22 - 1,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, m: 27,76 - 30,31 e V: 34,71 - 33,14.

**Termos de indexação:** área degradada, espécie nativa.

### INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Dalbergia miscolobium* Benth, popularmente conhecida como jacarandá do cerrado, pertence à família Fabaceae, é uma espécie indicada para a recuperação de áreas degradadas, pois possui alto índice de regeneração natural com alta capacidade de recolonização em

áreas degradadas (Nunes et al., 2002), o que justifica seu uso em plantios com fins para a restauração ambiental. No entanto, o pouco conhecimento do comportamento dessa espécie, principalmente em relação as suas exigências nutricionais em áreas degradadas pela mineração de quartzito torna sua utilização comprometida em programas de restauração.

O objetivo do trabalho foi obter a dose recomendada de adubação NPK e orgânica e faixas adequadas de atributos químicos de rejeito de mineração de quartzito no crescimento inicial do jacarandá do cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de novembro de 2010 a abril de 2011, em condições de casa de vegetação no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, MG, Brasil (18°12'S; 43°34'W e altitude de 1.370 m).

Para instalação do experimento utilizou-se o rejeito da mineração de quartzito oriundo das áreas de exploração localizada no município de Diamantina (MG), no qual foi retirada uma amostra para análise química e de textura do substrato. A amostra do substrato foi secada ao ar, e passada em peneira de 2,0 mm de abertura, sendo posteriormente realizada a análise química (Silva, 2009) e de textura do substrato (Embrapa, 1997) (**Tabela 1**). Os resultados da análise química foram ajustados para o todo da constituição granulométrica dos rejeitos de quartzito.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco combinações de adubação mineral (AM) e orgânica (AO) e um tratamento adicional (Controle), com quatro repetições. As doses de 100% de AM foram de 25 mg de N, 25 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20 mg de K; e 100% de AO, 5 g de esterco de curral, ambas por dm<sup>3</sup> de rejeito. As combinações de 0%AO/100%AM;

25%AO/75%AM; 50%AO/50%AM; 75%AO/25%AM; 100%AO/0% AM; que corresponderam respectivamente às doses de 25 mg N, 25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20 mg K<sub>2</sub>O, por dm<sup>3</sup> de rejeito, sem adição de esterco de curral; 18,75 mg N, 18,75 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15 mg K<sub>2</sub>O e 1,25 g esterco de curral, por dm<sup>3</sup> de rejeito; 12,5 mg N, 12,5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 mg K<sub>2</sub>O e 2,5 g esterco de curral, por dm<sup>3</sup> de rejeito; 6,25 mg N, 6,25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5 mg K<sub>2</sub>O e 3,75 g esterco de curral, por dm<sup>3</sup> de rejeito; 5 g de esterco sem adição de fertilizante mineral. A dose de 5 g de esterco de curral por dm<sup>3</sup> de rejeito foi recomendada segundo a CFSEMG (1999). A parcela experimental foi composta por vasos de plásticos de 5 dm<sup>3</sup>, simulando a cova numa situação de campo, onde foram colocados 3 dm<sup>3</sup> de rejeito de quartzito seco, obtendo-se densidade uniforme de 0,93 g cm<sup>-3</sup>. Os vasos tiveram o fundo fechado para evitar perda de nutrientes e de água.

Na instalação do experimento foram aplicados 0,119 g de calcário dolomítico por dm<sup>3</sup> de rejeito para fornecimento de Ca e Mg pelo método da saturação por bases para elevação de V a 55% (Alvarez et al., 1999). Na mesma época foi realizada a adubação fosfatada e a adubação orgânica em acordo com as porcentagens de AM e AO descritas. O material de rejeito foi incubado por mais 30 dias, sendo a umidade do material mantida durante todo o experimento em 60% do volume total de poros (VTP), aferida diariamente através de pesagem, completando-se o peso com água deionizada. Uma semana antes do início do experimento foi feita a adubação de 0,0005 g de B (ácido bórico) e 0,001 g de Zn (sulfato de zinco) por dm<sup>3</sup> de rejeito (Cantarutti et al., 1999).

As sementes de jacarandá do cerrado foram coletadas em árvores selecionadas no campo e colocadas a germinar diretamente nos vasos contendo o rejeito de quartzito, 30 dias após a germinação das sementes foi feito o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. As adubações nitrogenadas e potássicas em cobertura iniciaram 15 dias após o desbaste e foram parceladas em quatro vezes sendo as aplicações realizadas em intervalos de 15 dias.

Após um período experimental de 125 dias foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA) do jacarandá do cerrado.

A análise química do rejeito foi realizada após a retirada das mudas de jacarandá do cerrado que foram: pH em água; P e K extraídos pelo Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg e Al pelo KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; acidez potencial (H + Al) pelo acetato de cálcio e matéria orgânica pelo método Walkley-Black (Embrapa, 1997; Silva, 2009). Os resultados da análise química foram ajustados

para o todo da constituição granulométrica dos rejeitos de quartzito de cada parcela experimental.

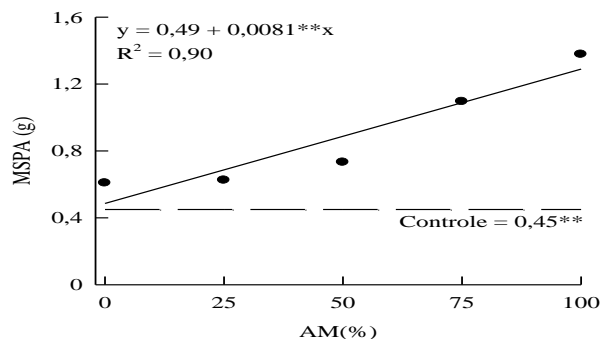
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as porcentagens de AM foram submetidas a estudo de regressão e a média do controle foi comparada com os demais tratamentos pelo teste F. A partir da equação obtida, estimaram-se a porcentagem de AM e AO para 90 e 100% da máxima produção de MSPA do jacarandá do cerrado.

A faixa adequada dos atributos químicos do rejeito de quartzito foi estimada substituindo-se porcentagem de AM (x) nas equações que relacionam as combinações de AM e AO com os atributos químicos do rejeito de quartzito.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de MSPA do jacarandá do cerrado apresentaram influência da adubação mineral (AM) (eixo x) aplicada no rejeito da mineração de quartzito (**Figura 1**).

As combinações não adequadas de AM e AO mostraram-se limitantes, afetando em geral o crescimento inicial das mudas da espécie em produção de MSPA. O maior crescimento da espécie, observado com a combinação de 100% de AM, referente a 25,0 mg de N; 25,0 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20,0 mg de K<sub>2</sub>O por dm<sup>3</sup> de rejeito, e 0% de AO, onde não houve adição de esterco de curral, em relação aos demais tratamentos e ao controle, se deve ao efeito positivo da adubação mineral. A dose recomendada considerando 90% do crescimento máximo da parte aérea do jacarandá do cerrado é dada por 90% de AM referente a 22,5 mg de N; 22,5 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 18,0 mg de K<sub>2</sub>O por dm<sup>3</sup> de rejeito e 10% de adubação orgânica (AO), referente a 0,5 g de esterco de curral por dm<sup>3</sup> de rejeito.



**Figura 1** - Produção de massa seca da parte aérea (MSPA) (eixo y) em função da porcentagem de adubação mineral (AM) (eixo x), aplicada em rejeito da mineração de quartzito em mudas de jacarandá do cerrado (\*\* significativo a 1% pelo teste de F).

A determinação dos atributos químicos do substrato é bastante relevante, pelo fato de ser parâmetro de referência para o manejo adequado das plantas, dando subsídio para recuperação de áreas degradadas. Através de uma avaliação do substrato foram obtidos os valores adequados dos atributos químicos do rejeito (**Tabela 2**) para o jacarandá do cerrado na área degradada pela extração de quartzito em função da AM e AO.

A faixa de pH em água encontrado na análise química do rejeito da mineração de quartzito (**Tabela 2**) para a espécie sob influência da AM e AO está abaixo de 5,4, considerado muito baixo a baixo segundo a interpretação de Alvarez et al. (1999), sendo um pH que restringe o crescimento de plantas, mas promoveu o crescimento inicial adequada da espécie nativa e não diferiu do controle (**Tabela 2**).

O teor de fósforo (P) no rejeito aumentou com a AM e AO, que possibilitou obter a faixa adequada para melhor crescimento inicial do jacarandá do cerrado, que diferiu do controle (**Tabela 2**). De acordo com Alvarez et al. (1999), o rejeito de quartzito utilizado no experimento foi classificado como textura arenosa com teor de argila nos rejeitos abaixo de 15 dag kg<sup>-1</sup>. Baseado na classificação da textura dos rejeitos, a faixa crítica de P foi considerada ótima (30 a 45 mg dm<sup>-3</sup>) segundo Alvarez et al. (1999).

A acidez potencial (H + Al) não houve ajuste de equação, sendo calculada apenas uma média da AM e AO que não diferiu do controle (**Tabela 2**). Os valores de acidez trocável e potencial, bom (1,01-2,00) e muito baixo (<1,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) segundo a interpretação de Alvarez et al. (1999), respectivamente, o que reflete as características do rejeito de quartzito.

Quanto às bases trocáveis dos rejeitos, houve aumento no teor de K com a AM e AO, sendo a faixa adequada para o melhor crescimento do jacarandá do cerrado (**Tabela 2**) que foi enquadrado na faixa de teor baixa (16 a 40 mg dm<sup>-3</sup>) (Alvarez et al., 1999), sendo que o teor baixo no controle, sem adubação (**Tabela 1**), conforme encontrado também por Silva et al. (2004) em áreas de mineração de ouro com teores baixos.

Analisando-se os teores de Ca e Mg trocável diminuíram com aplicação da AM e AO (**Tabela 2**), sendo que faixa crítica de Ca ficou classificado como muito baixo (< 0,41 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e do Mg de muito baixo (< 0,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) segundo classificação de interpretação proposta por Alvarez et al. (1999). As análises químicas do rejeito de mineração de ouro foram encontrados teores

superiores de Ca (1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e Mg (0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) (Silva et al., 2004).

A capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e a pH 7,0 diminuíram com aplicação da AM e AO no rejeito de quartzito cultivada com o jacarandá do cerrado (**Tabela 2**). As faixas adequadas obtidas para o crescimento adequada da espécie nativa enquadram em valores muito baixos para CTC efetiva (< 0,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), e a CTC a pH 7,0 (< 1,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), conforme interpretação de Alvarez et al. (1999). Estas faixas da CTC efetiva e a pH 7 diferiram do controle (**Tabela 2**). A elevação da capacidade de troca de cátions refletiu pelo aumento das bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>) proporcionada pela AM e AO.

O aumento das bases trocáveis refletiu na diminuição dos valores de saturação por bases (V), sendo a faixa adequada para melhor crescimento inicial do jacarandá do cerrado (**Tabela 2**) considerada baixa (20 a 40%) segundo interpretação de Alvarez et al. (1999).

Os teores de matéria orgânica (MO) modificaram com a AM e AO que diferiu do controle (**Tabela 2**). Os valores médios são considerados teor baixo de MO (0,7 a 2,0 dag kg<sup>-1</sup>) por Alvarez et al. (1999).

## CONCLUSÕES

A dose recomendada para crescimento inicial do jacarandá do cerrado é de 22,5 mg de N; 22,5 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 18,0 mg de K<sub>2</sub>O e 0,5 g de esterco de curral por dm<sup>3</sup> de rejeito da mineração de quartzito.

As faixas adequadas para crescimento inicial do jacarandá do cerrado em rejeito de quartzito são pH em água: 4,60-4,52; P: 124,44 - 134,95 e K: 19,30 - 18,64 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 0,29 - 0,28, Mg: 0,09 - 0,06, CTC efetiva: 0,59 - 0,56 e CTC a pH 7,0: 1,22 - 1,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, m: 27,76 - 30,31 e V: 34,71 - 33,14.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e CAPES.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, CFSEMG, 1999. p. 25-32.

CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H.E.; OLIVEIRA, F.T.T. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V., V.H. (Ed.).

Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.332-341.

CFSEMG. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, CFSEMG, 1999. p.87-92.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, CNPS, 1997. 212p.

NUNES, R.V.; SILVA-JUNIOR, M.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T. Intervalos de classe para abundância, dominância, e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. Revista Árvore, Viçosa, v.26, n.2, p.173-182, 2002.

SILVA, S.R.; PROCÓPIO, S.O.; QUEIROZ, T.F.N.; DIAS, L.E. Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28(1): 189-196, 2004.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

**Tabela 1** - Análise química e de textura do rejeito da mineração de quartzito antes da implantação do experimento.

pH <sub>água</sub>	P		K		Ca		Mg		Al		T		m		V		MO		Cascalho/ Areia Calhaus		Silte		Argila	
	- mg dm <sup>-3</sup> -		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		----- % -----		----- g kg <sup>-1</sup> -----																	
5,0	1,2	5,3	0,5	0,2	0,2	1,7	24	41	7,1	340,4	554,0	99,0	6,6											

pH<sub>água</sub> - Relação solo-água 1:2,5. P e K - Extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. T - Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m - Saturação de alumínio. V - Saturação por bases. MO - Matéria orgânica determinada através da multiplicação do resultado do carbono orgânico pelo método *Walkley-Black* por 1,724. Cascalho/calhaus - Tamisação em peneira de 2,0 mm. Areia, silte e argila - Método da pipeta.

**Tabela 2** - Equações de regressão ajustadas para os atributos químicos ( $\hat{y}$ ) do rejeito da mineração de quartzito em função da porcentagem de adubação mineral (AM) (x) e, faixas adequadas para atingir 90-100% da produção máxima de massa seca da parte aérea (90 - 100% MSPA) e no controle, após a colheita das mudas de jacarandá do cerrado aos 125 dias do transplantio.

Atributo químico	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Faixa adequada (90 - 100% MSPA) <sup>9/</sup>	Controle <sup>11/</sup>
pH em água <sup>1/</sup>	$\hat{y} = 5,36 - 0,0084**x$	0,98	4,60 - 4,52	5,15
P <sup>2/</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 29,84 + 1,0511**x$	0,90	124,44 - 134,95	2,28*
K <sup>2/</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 25,22 - 0,0658**x$	0,96	19,30 - 18,64	4,28*
Ca <sup>3/</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 0,37 - 0,0009**x$	0,93	0,29 - 0,28	0,19*
Mg <sup>3/</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 0,35 - 0,0029**x$	0,91	0,09 - 0,06	0,07*
Al <sup>3/</sup> efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 0,05 + 0,0014**x$	0,99	0,18 - 0,19	0,20
H + Al <sup>4/</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 0,81$	-	0,81 <sup>10/</sup>	0,69*
CTC <sup>5/</sup> efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 0,82 - 0,0026**x$	0,82	0,59 - 0,56	0,37*
CTC <sup>5/</sup> a pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y} = 1,60 - 0,0042**x$	0,89	1,22 - 1,18	1,00*
m <sup>6/</sup> (%)	$\hat{y} = 4,83 + 0,2548**x$	0,99	27,76 - 30,31	16,22*
V <sup>7/</sup> (%)	$\hat{y} = 48,88 - 0,1574**x$	0,95	34,71 - 33,14	30,67*
MO <sup>8/</sup> (%)	$\hat{y} = 1,26 - 0,0036**x$	0,95	0,94 - 0,90	0,60*

\*\*significativo a 1% pelo teste de t. <sup>1/</sup>Relação solo-água 1:2,5. <sup>2/</sup>Extrator Mehlich-1. <sup>3/</sup>Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. <sup>4/</sup>Acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0. <sup>5/</sup>Capacidade de troca de cátions. <sup>6/</sup>Saturação de alumínio. <sup>7/</sup>Saturação por bases. <sup>8/</sup>Matéria orgânica determinada através da multiplicação do resultado do carbono orgânico pelo método *Walkley-Black* por 1,724. <sup>9/</sup>Faixa adequada correspondente a aplicação de 90 e 100% de adubação mineral (AM). <sup>10/</sup>Valor médio da AM. <sup>11/</sup>\* Diferença do controle dos demais tratamentos de AM e AO pelo teste F a 5%.