

Características químicas do solo e crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott em área degradada adubada com lodo de esgoto e silicato de cálcio

Cecílio Frois Caldeira Júnior¹
Renato Alves de Souza²
Alisson Moura Santos²
Regynaldo Arruda Sampaio²
Ernane Ronie Martins²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas do solo e o crescimento do *Astronium fraxinifolium*, em resposta à adubação com lodo de esgoto e silicato de cálcio, em área degradada. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 16 tratamentos advindos da interação de quatro doses de lodo de esgoto (0,0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg cova⁻¹) e quatro doses de silicato de cálcio (0,0; 50,0; 100,0 e 150,0 g cova⁻¹), com três repetições. Foram determinados a altura, o diâmetro do coleto e a projeção da copa de *A. fraxinifolium* e também o pH do solo e os teores de matéria orgânica, P, K, Ca e Mg, além da saturação de bases e da acidez trocável. O silicato de cálcio reduziu a acidez trocável e aumentou o teor de cálcio e a saturação de bases do solo. Entretanto, diminuiu a disponibilidade de K, além de não influenciar o crescimento da espécie plantada. Por outro lado, o lodo de esgoto aumentou a disponibilidade de P e K no solo e a altura, o diâmetro do coleto e a projeção da copa do *A. fraxinifolium*, o que aponta este resíduo como uma alternativa para a recuperação de solos degradados.

Palavras-chave: *Astronium fraxinifolium*, silicato de cálcio, lodo de esgoto, fertilidade do solo

ABSTRACT

Chemical characteristics of soil and growth of *Astronium fraxinifolium* (Schott) in response to fertilization with sewage sludge and calcium silicate

The objective of this work was to evaluate the chemical characteristics of the soil and growth of *A. fraxinifolium* in response to fertilization with sewer sludge and calcium silicate in a degraded area. The experiment was arranged in a randomized block design, with 16 treatments from the interaction of four doses of sewer sludge (0; 2; 4 and 6 kg hole⁻¹) and four doses of calcium silicate (0; 50; 100 and 1500 g hole⁻¹) with three repetitions. Height, collar diameter and crown projection of *A. fraxinifolium* plants, as well as soil pH and organic matter levels, P, K, Ca and Mg, base saturation and exchangeable acidity were determined. Calcium silicate reduced the exchangeable acidity and increased the calcium level and base saturation of the soil. However, it decreased K availability, besides not having affected plant growth. On the other hand, sewer sludge increased P and K availability in the soil and height, collar diameter and crown projection of *A. fraxinifolium* plants, indicating that this residue can be an alternative for recovery of the degraded soils.

Key words: *Astronium fraxinifolium*, calcium silicate, sewage sludge, soil fertility

Recebido para publicação em abril de 2007 e aprovado em fevereiro de 2009

¹ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Caixa Postal 9. CEP 13.418-900, Piracicaba, SP - Brasil. Email: cecilio.frois@usp.br (autor correspondente)

² Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Osmane Barbosa, s/n° Caixa Postal 135. CEP 39.404-006 Montes Claros, MG - Brasil.

INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas está ligada a fatores tais como recomposição da paisagem, contenção da erosão, conservação de recursos hídricos, prevenção de assoreamento dos cursos d'água, entre outros (Glufke, 1999). A recuperação ambiental envolve um conjunto de ações planejadas que visam a proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio paisagístico e de sustentabilidade. Como primeiro passo para restaurar um ecossistema trata-se da recomposição da vegetação (Bell, 1996). Certamente, em áreas drasticamente alteradas, correções e fertilizações prévias do substrato poderão promover o melhor desenvolvimento da vegetação implantada.

A utilização do lodo na agricultura é uma alternativa mais equilibrada do ponto de vista ecológico, pois promove a melhoria das condições do solo e favorece o desenvolvimento da cobertura vegetal implantada (David & Tsutiya, 2001). O lodo de esgoto é considerado uma fonte de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, haja vista possuir quantidades significativas de nitrogênio e fósforo, assim como de cálcio e magnésio em quantias menores (Bettiol & Camargo, 2006). Adicionalmente, a aplicação de silicatos aumenta a saturação por bases e os teores de cálcio e magnésio, além de corrigir a acidez do solo e aumentar a disponibilidade de fósforo (Korndörfer, 2004). Segundo o mesmo autor, a absorção do silício pelas plantas traz benefícios como maior resistência da parede celular, maior taxa fotossintética, menor perda de água e aumento na produtividade.

Os solos da Savana Brasileira (vegetação tipo Cerrado) apresentam-se naturalmente ácidos, com altos teores de alumínio, dificultando o desenvolvimento das plantas (Franco, 2005). A espécie *Astronium fraxinifolium* (Schott), conhecida popularmente por Gonçalo-Alves, tem sido uma das espécies de maior ocorrência quando há revegetação natural em áreas de Neossolo Litólico, degradado pelo uso agrícola no norte de Minas Gerais. Sua ocorrência tem sido relatada em Cerrado senso restrito. Possui madeira de alta durabilidade, sendo utilizada na confecção de moveis, construção civil e naval (Lorenzi, 2002). A casca, entrecasca e as raízes são usadas na medicina popular.

Assim, pretende-se avaliar as características químicas do solo e o crescimento dessa espécie em resposta a adubação com lodo de esgoto e silicato de cálcio, em área degradada no norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no período de maio de 2005 a junho de 2006, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Neossolo Litólico degradado por atividades agrícolas. As características químicas e físicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

O lodo de esgoto desidratado foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE no município de Juramento – MG, operada pela Copasa – MG. Logo após a aquisição do material (lodo de esgoto), foram feitas análises laboratoriais, seguindo métodos preconizados por Tedesco (1995): Matéria Orgânica, pH, Umidade, Carbono e Nitrogênio (Tabela 2).

O silicato de cálcio utilizado foi adquirido da empresa AgroSilício e apresenta as características descritas na Tabela 3.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, num total de 16 tratamentos com três repetições. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de lodo de esgoto (0,0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg cova⁻¹) combinados com quatro doses de silicato de cálcio (0,0; 50,0; 100,0 e 150,0 g cova⁻¹), os quais foram adicionados às covas que receberam as mudas, sem adição de outros fertilizantes ou mesmo correção do solo.

Utilizaram-se quatro plantas por parcela, dispostas em quadrado com espaçamento de 2 x 2 m, resultando em 48 unidades experimentais. As covas foram feitas com as seguintes dimensões: 0,3 x 0,3 x 0,3 m. Para obtenção das mudas de Gonçalo-Alves, realizou-se o plantio de sementes adquiridas de espécimes remanescentes no campus universitário, sendo este realizado no mês de novembro de 2005, em saco plástico de tamanho 16 x 24 cm. As mudas foram levadas ao campo no mês de maio de 2005 sendo irrigadas duas vezes por semana, até o mês de novembro de 2005, quando se iniciou o período das chuvas na região.

Avaliaram-se mensalmente o diâmetro do colo, a altura e a projeção da copa das plantas medidas por paquí-

Tabela 1. Características químicas e físicas^{1/} do Neossolo Litólico da área experimental do Núcleo de Ciências Agrárias/UFMG

Atributos do solo	Valor
pH em água	4,80
P-Mehlich 1 (mg dm ⁻³)	1,12
P-remanescente (mg L ⁻¹)	26,02
K (mg dm ⁻³)	38,32
Ca (cmolc dm ⁻³)	1,00
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,40
Al (cmolc dm ⁻³)	3,80
H+Al (cmolc dm ⁻³)	21,88
SB (cmolc dm ⁻³)	1,50
t (cmolc dm ⁻³)	5,30
m (%)	71,72
T (cmolc dm ⁻³)	23,38
V (%)	6,41
Mat. Orgânica (dag kg ⁻¹)	2,50
Areia grossa (dag kg ⁻¹)	1,70
Areia fina (dag kg ⁻¹)	34,30
Silte (dag kg ⁻¹)	36,00
Argila (dag kg ⁻¹)	28,00

^{1/}Métodos descritos por Embrapa (1997).

Tabela 3. Características químicas e físicas do silicato de cálcio.

	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	Mo	Zn
	%									μg g ⁻¹
Silicato de cálcio	42,00	12,00	23,00	0,42	0,19	0,37	11,00	1,80	0,40	0,13

Tabela 2. Características químicas e físicas do lodo de esgoto.

	pH-H ₂ O	Matéria Orgânica	Nitrogênio	Carbono	Umidade 65 °C
		g kg ⁻¹		%	
Lodo de esgoto	4,80	16,20	2,40	9,42	6,00

metro digital (precisão de 0,01 mm) e régua métrica (precisão de 0,1 cm), respectivamente. No mês de junho de 2006, realizou-se amostragem do solo nas covas a uma profundidade de 20 cm e, em seguida, as amostras foram levadas ao Laboratório de Solos do Núcleo de Ciências Agrárias/UFGM para análise físico-química, conforme os métodos adotados pela Embrapa (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ajuste de equações de regressão, testando-se os coeficientes até 5% de probabilidade pelo teste F.

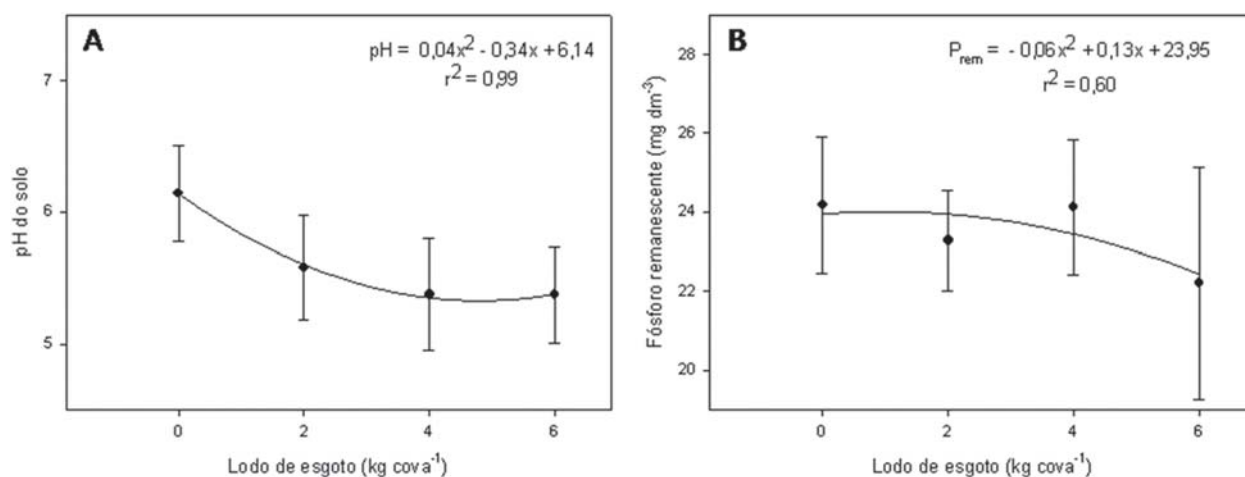
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de lodo de esgoto alterou o crescimento do Gonçalo-Alves, enquanto a adição de silicato de cálcio juntamente ao lodo de esgoto modificou as características químicas do solo. Conforme se observa na Figura 1A, o pH do solo se alterou somente em resposta ao lodo de esgoto, apresentando resposta quadrática negativa. Nas doses de lodo de esgoto de 0 a 2 kg cov⁻¹, o pH obtido é classificado como “bom” no entanto, o acréscimo de lodo de esgoto em doses acima de 2 kg cov⁻¹ resulta em diminuição do pH, que passa a ser classificado como “baixo” (Ribeiro *et al.*, 1999). Esta acidificação pode estar associada às reações de nitrificação do N amoniacal;

à provável oxidação de sulfitos e à produção de ácidos orgânicos durante a degradação do resíduo por microrganismos (Simonete *et al.*, 2003).

A maior concentração de P disponível foi verificada na dose de 4 kg cov⁻¹, alcançando 8,10 mg dm⁻³ (Figura 1B). Nestes valores, o P disponível no solo é considerado “baixo”, no entanto, nos demais tratamentos a classificação é “muito baixo” (Ribeiro *et al.*, 1999). Em razão do elevado teor de matéria orgânica, o lodo pode atuar diminuindo a adsorção de P no solo (Hue, 1995), pois poderá fornecer íons orgânicos que competem com o fosfato pelos sítios de adsorção. Apesar de se ter observado aumento da concentração de P do solo com o aumento da dose de lodo de esgoto em Argissolo Vermelho-Amarelo encontrado no Estado de São Paulo (Simonete *et al.*, 2003), ainda existem dúvidas quanto ao potencial do lodo em aumentar a disponibilidade de P no solo (Melo *et al.*, 2002). Ademais, não foi verificada mudança no P disponível no solo com alteração nas doses de silicato de cálcio.

Os valores de K foram influenciados pelas doses de lodo de esgoto assim como pelo silicato de cálcio, sendo a interação significativa Figura 2A. Valores mais altos para potássio foram verificados na ausência de silicato e lodo de esgoto, assim como nas doses controle de silicato (0 g

**Figura 1.** Atributos químicos do solo conforme tratamentos (lodo de esgoto x silicato de cálcio) aplicados: A-pH e B-Fósforo remanescente.

cova⁻¹) e máxima de lodo (6 kg cova⁻¹), em que os valores médios alcançaram aproximadamente 47 e 43 mg dm⁻³, respectivamente. Estas foram as únicas combinações de tratamentos que resultaram em mudança na classificação do nível de potássio no solo, passando de baixo para médio (Ribeiro *et al.*, 1999). Tem sido observada pouca alteração na concentração de potássio no solo com a adição de lodo (Simonete *et al.*, 2003), todavia, conforme Figura 2A, há aumento deste nutriente com incremento de lodo de esgoto e ausência de silicato de cálcio. Ademais, valores mais baixos de potássio foram encontrados no tratamento controle de lodo e máximo de silicato. Desta forma, percebe-se que o silicato de cálcio pode reduzir a disponibilidade de potássio no solo, assim como o lodo de esgoto auxilia na sua liberação, nas condições existentes neste estudo. Além disso, o potássio tem sido o elemento de maior necessidade de suplementação com fertilizantes

minerais quando da utilização do lodo para adubação, pois esse elemento tem baixa concentração nesse insumo (Melo *et al.*, 2002). Este comportamento era esperado, uma vez que o potássio encontra-se predominantemente sob forma iônica nas águas residuárias e, durante o tratamento nas estações de tratamento de esgoto tende a ficar em solução, o que explica as baixas concentrações do elemento em lodos de esgoto (Tsutiya, 2001).

A concentração de cálcio trocável no solo variou segundo a interação entre os insumos aplicados. Anteriormente à aplicação dos tratamentos o solo da área apresentava baixo nível de cálcio, todavia, posteriormente alcançou classificação “bom” (Ribeiro *et al.*, 1999) nas doses mais altas de silicato (100 e 150 g cova⁻¹). O aumento de cálcio no solo deu-se proporcionalmente ao incremento de silicato e teve seu máximo quando associado a doses intermediárias de lodo (2 e 4 kg cova⁻¹). A concentra-

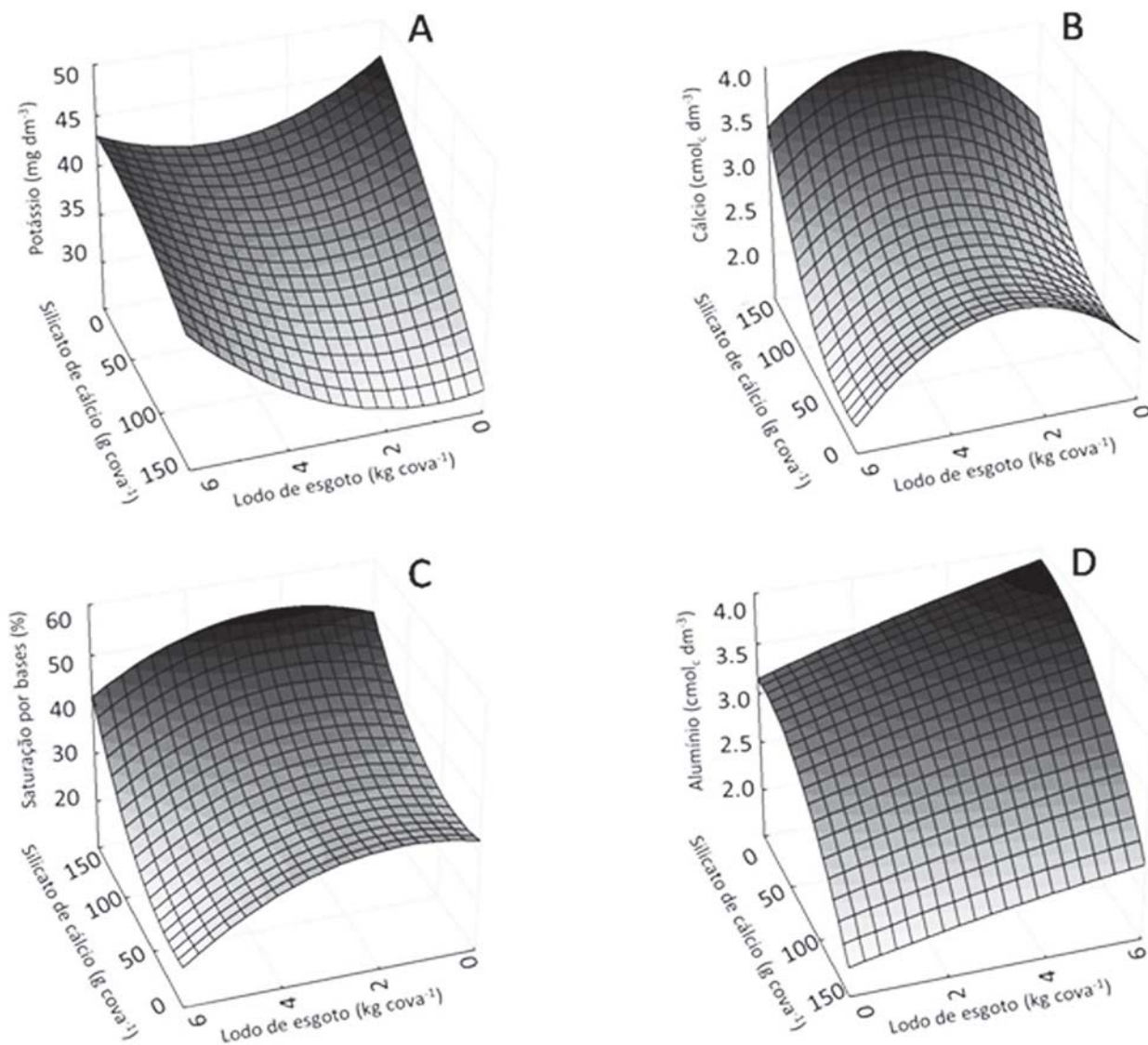


Figura 2. Atributos químicos do solo em resposta a aplicação de lodo de esgoto e silicato ao solo. A-Potássio; B-Cálcio; C-Saturação por bases; D-Alumínio trocável.

ção máxima de cálcio é obtida na maior dose de silicato (150 g cova^{-1}) associada $3,41 \text{ kg cova}^{-1}$ de lodo, conforme Figura 2B. Estes resultados eram esperados, pois o silicato aplicado possui altos teores de cálcio (Tabela 3) e Rodrigues *et al.* (1999) notaram que após a aplicação de silicatos houve um incremento de cálcio trocável.

A saturação por bases, classificada anteriormente como “muito baixa” (Ribeiro *et al.*, 1999), aumentou concomitante à elevação do silicato de cálcio, alcançando valor máximo no tratamento de 150 g cova^{-1} de silicato com $2,16 \text{ kg cova}^{-1}$ de lodo de esgoto (Figura 2C), sendo sua classificação “médio” (Ribeiro *et al.*, 1999). O acréscimo de lodo acima da quantidade supracitada leva à redução na saturação por bases em todos os tratamentos de silicato, diferentemente do verificado por Simonete *et al.* (2003), os quais verificaram não haver alteração na saturação por bases com o aumento de lodo aplicado. Estes resultados demonstram que o silicato de cálcio pode ser usado para elevação da saturação por bases do solo.

Devido ao seu caráter corretivo, o aumento na dose de silicato levou a diminuição da acidez trocável (Al^{3+}) (Figura 2D). Entretanto, a adição de lodo acarretou aumento de Al^{3+} , sendo esta elevação pequena em presença da maior dose de silicato. Para essa variável, excetuando as doses de lodo inferiores a 2 kg cova^{-1} , conjugadas com a maior dose de silicato (150 g cova^{-1}), a acidez trocável é considerada muito alta, pois adquire valores superiores a $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Ribeiro *et al.*, 1999). O silicato de cálcio pode reduzir a toxidez causada por alumínio, ferro e manganês nos solos ácidos (Savant *et al.*, 1997), como o existente nesta área experimental (Tabela 1), assim como o lodo de esgoto é capaz de aumentar a acidez trocável (Simonete *et al.*, 2003).

Quanto ao Mg trocável e à matéria orgânica presentes no solo, não foram obtidas diferenças estatisticamente significativas neste ensaio. Foram encontrados, para o Mg^{2+} , valores médios que variaram entre $0,90 - 1,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, classificando-o, segundo Ribeiro *et al.* (1999), como “bom”; contudo, a matéria orgânica foi classificada como “baixa”, por apresentar valores entre $1,56 - 2,00 \text{ dag kg}^{-1}$. Isso pode ter ocorrido porque o carbono orgânico aplicado via lodo de esgoto pode ser afetado tanto por oxidação como por erosão, assim como pelo revolvimento do solo e pela sua influência nos regimes de aeração, umidade, temperatura e exposição da superfície (Bayer & Mielniczuk, 1997), os quais são fatores intensos na área de estudo. Ademais em solos tropicais, é difícil obter aumentos significativos nos teores de matéria orgânica em curto espaço de tempo, em razão da elevada atividade biológica nos trópicos (Gonçalves & Ceretta, 1999). Neste sentido, Melo *et al.* (2004) observaram não haver aumento de matéria orgânica após três anos de aplicação de lodo de esgoto ao solo.

A altura do Gonçalo-Alves foi influenciada somente pelo lodo de esgoto, tendo máximo crescimento na dose de $5,09 \text{ kg cova}^{-1}$, onde alcançou $54,22 \text{ cm}$ (Figura 3A). Doses mais altas de lodo podem ter causado fitotóxico na espécie, conforme encontrado por Tsutiya (2001) estudando *Eucalyptus grandis* (W. Hill). Todavia, nesta mesma área experimental, Caldeira Júnior *et al.* (2005) encontraram resposta linear quanto ao crescimento de *Azadirachta indica* (A. Juss) com o incremento de doses de lodo de esgoto aplicadas ao solo.

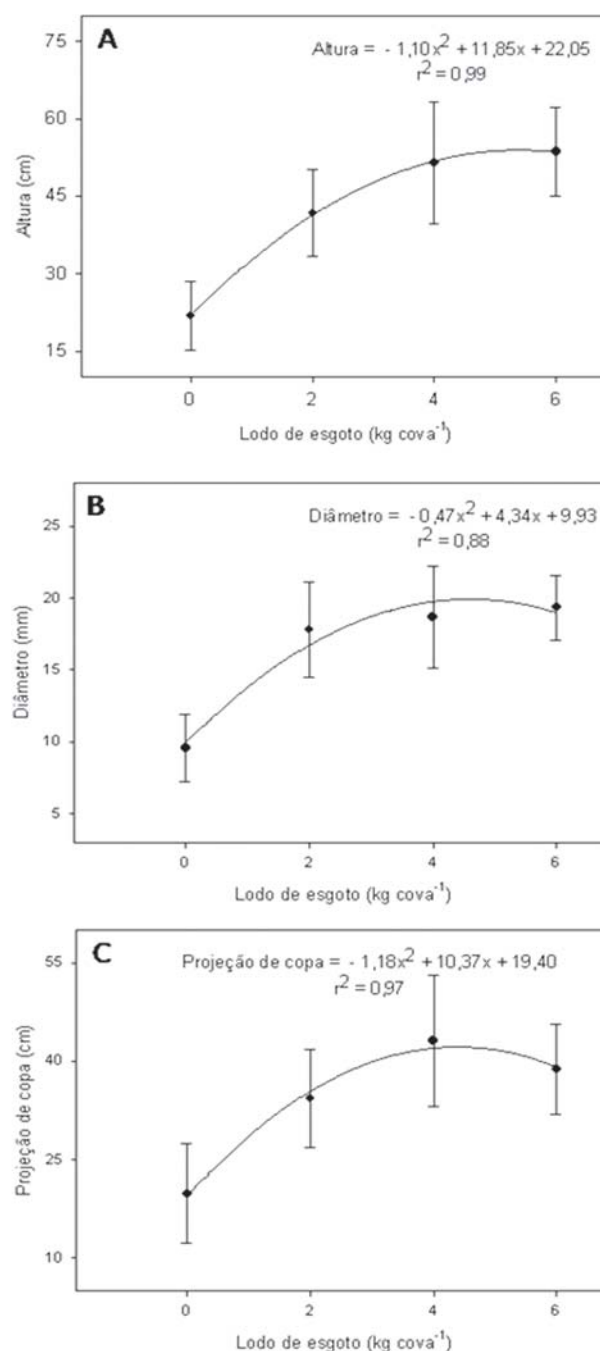


Figura 3. Altura da parte aérea (A), diâmetro do caule (B) e projeção de copa (C) do Gonçalo-Alves em função das doses de lodo de esgoto adicionadas ao solo.

O diâmetro do coleto e a projeção de copa das plantas aumentaram com o incremento das doses de lodo de esgoto. O ponto de máximo crescimento observado é alcançado quando a dose de lodo de esgoto aplicada é de 4,59 e 4,56 kg cova⁻¹; elevando o valor dessas variáveis para 19,91 mm e 40,78 cm, respectivamente (Figuras 3B e 3C). Portanto, observa-se que a aplicação de lodo de esgoto e silicato de cálcio trouxeram benefícios ao solo e proporcionaram melhor crescimento da espécie estudada, favorecendo ao aumento da cobertura do solo, diminuição da erosão e maior aporte de serrapilheira, melhorando a estruturação do solo (Simonete *et al.*, 2003). Ademais, a aplicação de lodo de esgoto ao solo pode promover melhor agregação das partículas, melhorando a estrutura e, com isso, o desenvolvimento radicular e a infiltração de água (Andreoli, 2001), estimulando um crescimento vegetal mais rápido, formando uma cobertura vegetal sobre o solo, protegendo-o da erosão.

CONCLUSÕES

O pH do solo reduziu-se com o aumento de lodo e não foi alterado pela adição de silicato.

Concentrações mais altas de potássio foram encontradas na ausência de silicato e lodo, assim como na maior dose de lodo e controle de silicato.

A saturação por bases e o teor de cálcio no solo aumentaram principalmente em função da adição de silicato ao solo.

A acidez trocável foi reduzida com a aplicação de silicato e aumentou com o incremento de lodo.

A matéria orgânica e o magnésio não sofreram alteração significativa com a aplicação de lodo e silicato ao solo.

O fósforo disponível, a altura, o diâmetro do coleto e a projeção da copa do Gonçalves-Alves aumentaram conforme a adição de lodo de esgoto, independentemente da adição do silicato de cálcio.

REFERÊNCIAS

- Andreoli CV, Sperling M, Von, Fernandes F (2001) Lodos de esgoto: tratamento e disposição final. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná; 6:484p.
- Bayer C, Mielniczuk J (1997) Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 21:235-239.
- Bell, LC (1996) The Australian Centre for Minesite Rehabilitation Research – An initiative to meet the strategic research needs for sustainable mining rehabilitation. Water, Air, and Soil Pollution, 91:125-133.
- Bettiol, W & Camargo, OA (2006) Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 349p.
- Caldeira Júnior, CF, Souza RA, Souza GM, Araújo AV, Sapaio RA, Martins ER (2005) Avaliação de crescimento do Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) adubado com lodo de esgoto em solo degradado. In: 56°. Congresso Nacional de Botânica, Curitiba. Anais, Sociedade Botânica do Brasil, CD-ROM.
- David AC, Tsutiya MT (2001) Secagem térmica de biossólidos na região metropolitana de São Paulo. In: 21°. Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental, João Pessoa. Anais, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. CD-ROM.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo 2ª. ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPIS 1997. 212p. (Documento 01).
- Franco, AC (2005) Biodiversidade de forma e função: implicações ecofisiológicas das estratégias de utilização de água e luz em plantas lenhosas do Cerrado. In: Scariot, A, Sousa-Silva JC, Felfili JM (Orgs.) Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. p.179-196.
- Glufke, C (1999) Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 48p.
- Gonçalves CN, Ceretta CA (1999) Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23: 307-313.
- Hue NV (1995) Sewage sludge. In: Rechcigl JE (Ed.) Soil amendments and environmental quality. Boca Raton, Lewis Publ., p.193-239.
- Korndörfer GH, Pereira HS, Camargo MS (2004) Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura. v.1, 3 ed. Uberlândia, UFU/ICIAG (Boletim Técnico: 01). 15p.
- Lorenzi, H (2002) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 368 p.
- Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvarez-Venegas, VH (1999) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359p.
- Melo VP, Beutler NA, Souza ZM, Centurion JF, Melo WJ (2004) Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:67-72.
- Melo WJ, Marques MO, Melo VP (2002) O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: Tsutiya MT, Comparini JB, Alem Sobrinho P, Hespagnol I, Navas A, Bermúdez F, Machín J (1998) Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. Geoderma, 87:123-135.
- Rodrigues FA, Corrêa GF, Korndörfer GH, Santos MA, Datnoff LE (1999) Efeito do silicato de cálcio e da autoclavagem na supressividade e na condutividade de dois solos à *Rhizoctonia solani*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:1367-1371.
- Savant NK, Snyder GH, Datnoff LE (1997) Silicon management and sustainable rice production. Advances in Agronomy, 58:151-199.
- Simonete MA, Kiehl JC, Andrade CA, Teixeira CFA (2003) Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38: 1187-1195.
- Tedesco MJ, Gianello C, Bissani CA, Bohnen H, Volkweiss SJ (1995) Análise de solo, plantas e outros materiais. 2ª. Ed., Porto Alegre, Departamento de Solos/UFRGS. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- Tsutiya MT (2002) Alternativas de disposição final de biossólidos. In: Tsutiya MT, Comparini JB, Alem Sobrinho P, Hespagnol I, De Carvalho PCT, Melfi AJ, Melo WJ, Marques MO (Eds) Biossólidos na agricultura, São Paulo, ABES, p.133-180.