

Mistura de doses de escórias de siderurgia e adubo formulado no sulco de semeadura da cultura do arroz.⁽¹⁾

Michelle Thayana Muniz⁽²⁾, Marcos André Silva Souza⁽³⁾, Mozaniel Batista da Silva⁽⁴⁾

⁽¹⁾Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012.

⁽²⁾Aluna de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: michellethayana@hotmail.com

⁽³⁾Orientador, Professor da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: marcosandre@fesurv.br

⁽⁴⁾Co-orientador, Professor da Faculdade de Agronomia e Faculdade de Engenharia Ambiental Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail:mozaniel@fesurv.br

Resumo: Atualmente o interesse por fontes alternativas de correção do solo vem crescendo. Tradicionalmente, o corretivo mais utilizado é o carbonato de cálcio, calcário, seja dolomítico, calcítico ou magnésiano. Devido ao baixo custo e facilidade de extração e utilização, o calcário foi utilizado, por muito tempo, como única fonte corretiva do solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os benefícios nutricionais, promovidos pela utilização de silicato de cálcio e magnésio presente nas escórias de siderurgia misturado no sulco de plantio na cultura do arroz no estado nutricional do arroz. O experimento foi conduzido em campo com delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por cinco doses de agrosilício: 0, 300, 600, 900 e 1200 kg ha⁻¹ com 5 repetições totalizando 25 parcelas. A cultivar utilizada foi a sertaneja com espaçamento de 0,25m entre linhas. Foram avaliados os teores foliares de macro e micronutriente na cultivar sertaneja. Após a realização da análise estatística, utilizando o software SISVAR 4.3, conclui-se que o acréscimo das doses de silicato de cálcio e magnésio promoveu aumento na concentração dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e fósforo, já os teores dos micronutrientes; ferro, zinco, manganês e cobre sofreram depleção com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio.

Palavras chave: correção; latossolo; sílica; oryza;

Mixing doses of scrap steel and fertilizer formulated in seed furrows of rice.

Abstract: Currently the interest in alternative sources of soil remediation is growing. Traditionally, the most widely used is lime calcium carbonate, limestone, or dolomite, calcite or magnesium. Due to the low cost, ease of extraction and use, the limestone was used for a long time as the only source corrective soil. This study aimed to assess the nutritional benefits promoted by the use of calcium silicate and magnesium present in metallurgy slag mixed at planting rice in the nutritional status of rice. The field experiment was conducted with a completely randomized design (CRD) with five doses of agrosilicio: 0, 300, 600, 900 and 1200 kg ha⁻¹ with 5 replicates totaling 25 plots. The cultivar used was sertaneja with spacing of 0,25m between rows. We evaluated foliar macro and micronutrient in farming hinterland. After statistical analysis, using software SISVAR 4.3, we conclude that the extra doses of calcium silicate and magnesium promoted an increase in the concentration of nutrients: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. As for the concentration of micronutrients, iron, zinc,

manganese and copper depletion suffered with increasing doses of calcium silicate and magnesium.

Keywords: correction; latossolo; sílica; oryza;

INTRODUÇÃO

O arroz é uma gramínea acumuladora de silício (Barbosa Filho, 2002). Seu consumo mundial é inquestionável, sendo cultivado em 120 países, sendo que os maiores produtores estão concentrados no continente Asiático (Pitombeira, 2006). Em 2009/2010, o Brasil foi o nono produtor mundial e colheu 11,66 milhões de toneladas, distribuídos nos estados do Rio Grande do Sul (7,32 milhões de toneladas), Santa Catarina (1,06 milhões de toneladas), Mato Grosso (0,74 milhões de toneladas) e, em Goiás, não ultrapassou 196.300 toneladas (CONAB, 2012).

O silício, micronutriente, conforme a legislação brasileira de fertilizantes (Ramos, 2005), não é um componente essencial para o desenvolvimento das plantas (Baliza, 2007), embora sua aplicação apresente inúmeros benefícios tais como proteção das plantas contra doenças e pragas, melhoria no seu crescimento e desenvolvimento das plantas, em consequência, rendimento em sua produtividade, ou seja, rendimento nos grãos (Barbosa Filho, 2002).

Os solos brasileiros são, na maioria das vezes, ácidos e apresentam níveis de alumínio elevado e, em contrapartida, baixos teores de cátions básicos, o que dificulta na produção das culturas (Nolla, 2005), é preciso que se realizem medidas corretivas como a calagem para neutralizar a acidez contida nos solos (Chaves, 2008). O calcário é o mais utilizado para correção de solos ácidos, devido o seu baixo custo comercial (Alcarde, 1992).

Atualmente, a utilização de resíduos gerados em setores industriais, utilizados para fins agrícolas, é um dos modos mais práticos e promissores para de se dar fim nobre ao material (Freitag, 2008), de grande acúmulo em pátios industriais como é o caso da escória de siderurgia (Vidal, 2008).

Escórias de siderurgias, subprodutos originados das indústrias ferro-gusa, apresentam, em sua composição, silicato de cálcio e magnésio (Alcarde, 2005), sendo fontes de sílica, podendo ser utilizadas para fins agrícolas (Gomes, 2009), por ter

características corretivas semelhantes aos carbonatos sendo então, utilizado como corretivo do solo.

É preciso escolher adequadamente as fontes de silício, identificando aqueles que possuem elevados teores de silício solúvel e óxidos de cálcio e magnésio, baixo custo, alta reatividade, e nos casos de componentes derivados de indústrias apresentarem uma pequena proporção de teores pesados (Ramos, 2005).

O presente trabalho teve como objetivo foi avaliar os benefícios nutricionais, promovidos pela utilização de silicato de cálcio e magnésio presente nas escórias de siderurgia misturado no sulco de plantio na cultura do arroz no seu estado nutricional do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área experimental da faculdade de agronomia da Universidade de Rio Verde - FESURV, Município de Rio Verde – GO. O solo utilizado é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2006). As características químicas e granulométricas (EMBRAPA, 1997) do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, cujos resultados foram: MO: 21,0 g dm⁻³; pH (CaCl₂): 3,8; P (mechich): 2,0 mg dm⁻³; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e H + Al³⁺: 0,1, 0,4, 0,1 e 7,8 cmol dm⁻³, respectivamente; e saturação por bases: 7,1 %. Os teores de areia, silte e argila foram, respectivamente, de 360, 110 e 530 g kg⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram constituídos da aplicação de doses de agrosilício: 0; 300; 600; 900 e 1200 kg ha⁻¹ aplicados no sulco de semeadura no mês de abril, misturados com o formulado de semeadura com espaçamento de 0,25m e NPK 8-20-18 utilizando 400 kg ha⁻¹ com cinco repetições, totalizando 25 parcelas. A caracterização química do agrosilício é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização química do agrosilício

Agrosilício Pó (Silicato de Cálcio e Magnésio)		
Cálcio	Ca	25,0%
	CaO	34,9%
Magnésio	Mg	6,0%
	MgO	9,9%
Silício	Si	10,5%
	SiO ₂	22,4%

Cada parcela foi constituída de uma área de 4 m² (2x2 m) constituída de oito linhas com espaçamentos de 0,25m. Foi considerada área útil apenas às duas linhas centrais descartando-se as demais com área de bordadura. A dose do formulado de semeadura recomendada foi de 400 kg ha⁻¹ para alcançar os 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ recomendado para a cultura do arroz. A densidade de semeadura utilizada foi de 4,25g de sementes por metro linear (170 kg de sementes ha⁻¹) utilizando a cultivar sertaneja. Vinte dias após a emergência da cultura do arroz, foi realizado a primeira adubação de cobertura nitrogênio na dose de 30kg ha⁻¹ e uma segunda adubação de cobertura na mesma dose, no trigésimo dia, também foi realizada junto com a primeira cobertura de nitrogênio 20 kg ha⁻¹ de KCl.

Aos 45 dias após a emergência da cultura, foi realizada a coleta das plantas pertencentes às duas linhas centrais de cada parcela para a quantificação dos macronutrientes: nitrogênio; fósforo; potássio; cálcio; magnésio e os micronutrientes: ferro; cobre; zinco e manganês determinados, segundo metodologia preconizada pela Embrapa (1997). Após a quantificação dos macro e micronutrientes da parte área do arroz, foi realizada a análise estatística, aplicando-se a regressão para o fator dose com auxílio do software SISVAR 4.3(Ferreira,1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de nitrogênio na parte área da planta foram influenciados pelas doses de escórias de siderurgia,(Figura1). O mesmo comportamento é verificado para os nutrientes: fósforo, (Figura 2);(potássio), (Figura 3); (cálcio), (Figura 4) e magnésio, (Figura 5).

O comportamento semelhante para todos os macronutrientes supramencionados deve-se às melhorias que a escória de siderurgia, silicato de cálcio e magnésio, promoveu quando aplicado nas diferentes doses no sulco de plantio. Como já é consagrado, na literatura, o silicato de cálcio e magnésio é utilizado como corretivo de solo, já que o mesmo apresenta Poder de Neutralização (PN) e Reatividade (RE) semelhante ao corretivo tradicional calcário.

Nitrogênio

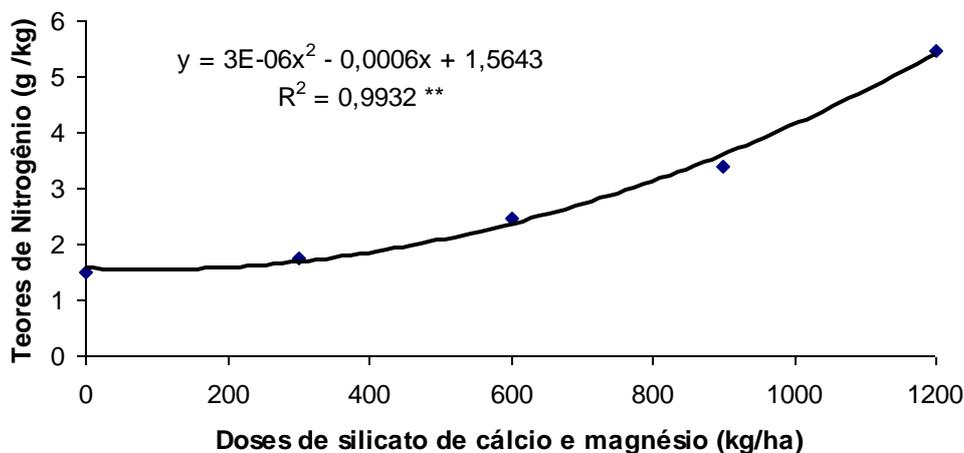


Figura 1. Teores de nitrogênio foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

Segundo Alcarde e Rodella (2003), o silicato de cálcio e magnésio pode ser utilizado como corretivos de solos, pois no processo de solubilização ocorre a formação de SiO_3 que reagem com a molécula da água liberando íons (OH^-), que neutralizam o Al^{+3} resultando na sua precipitação e elevação do pH do solo, promovendo assim a sua correção.

De acordo Korndörfer et al. (2002), os resíduos industriais, contendo silicato de cálcio e magnésio, apresentam composição semelhante aos dos carbonatos e podem também ser utilizados como corretivos de solos apresentando também vantagens em relação aos carbonatos. Ainda, segundo o mesmo autor, a recomendação da dose a ser aplicada pode ser realizada utilizando os mesmos critérios adotados para os carbonatos.

Dessa forma, com a elevação do pH do solo para faixa de valores de 5,5 a 6,5 o sistema radicular da planta apresenta maior eficiência de absorção de macro e micronutrientes resultando, assim, em maiores absorção de nitrogênio o que reflete nos teores mais elevados de nitrogênio na planta,(Figura1).

De acordo com Arantes et. al. (1999), em solos com baixo teor de silício a aplicação de silicato de cálcio e magnésio, via escória, promovem melhorias nos atributos químico do solo dentre eles: aumento do pH, saturação por base, redução da saturação por alumínio e aumenta a disponibilidade de cálcio e magnésio, corroborando os resultados encontrados nesse trabalho.

Ainda, segundo a EMBRAPA - Empresa de Pesquisa Brasileira Pecuária e Agricultura - (2009), a utilização de silicatos, via adubação, aumenta a eficiência da adubação convencional baseada na aplicação de NPK, uma vez que os adubos silicatados geralmente apresentam boas propriedades de adsorção ocorrendo menor lixiviação de potássio e aumento no fornecimento de cálcio e magnésio na solução do solo.

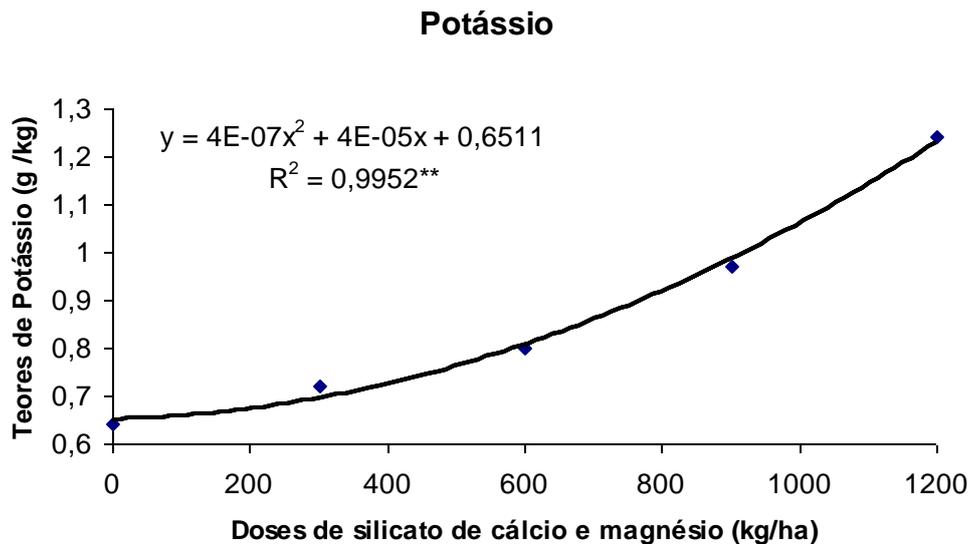


Figura 2. Teores de potássio foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

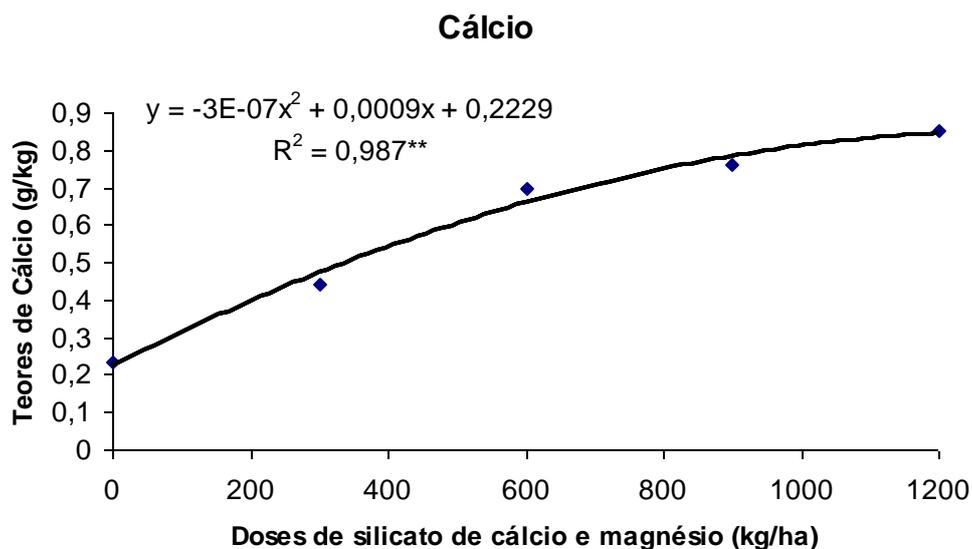


Figura 3. Teores de cálcio foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

Magnésio

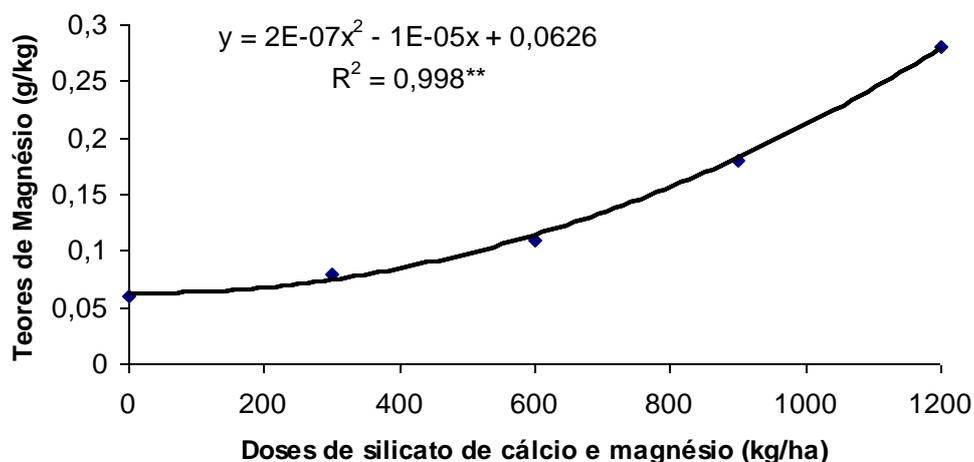


Figura 4. Teores de magnésio foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

Quanto ao fósforo, verifica-se, pela (Figura 5), com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio, houve incremento nos teores de fósforo na parte aérea do arroz antes do florescimento. Isto se deve às melhorias proporcionadas pela correção via silicato de cálcio e magnésio no sulco de plantio. Como já supramencionado, com a elevação do pH do solo, ocorre a precipitação e imobilização do alumínio trocável, o mesmo ocorre com o ferro reduzindo assim a fixação do fósforo aos óxidos de ferro e alumínio.

Naturalmente, os solos do cerrado apresentam elevada acidez, baixa saturação por base e são pobres em silício, devido ao processo de intemperização.

Hingston et. AL. (1972) relata que o processo de adsorção dos íons fosfato aos minerais de argila não silicatados, óxidos de ferro e alumínio, é um processo de troca de ligantes de completo de superfície, no qual as hidroxilas e moléculas de água, previamente coordenadas aos cátions de Fe^{+3} ou Al^{+3} , são deslocadas pelos íons de H_2PO_4 resultado, assim, na sua fixação e indisponibilidade para as plantas.

Nesse processo de adsorção-dessorção, a maior adsorção de fósforo ocorre em solos ricos em goethita em relação à hematita devido em parte ao tamanho da goethita em relação à hematita (Corrêa, 1984; Souza et al., 1991).

O aumento dos teores de fósforo na parte aérea do arroz deve-se ao aumento da disponibilidade do mesmo na solução do solo em virtude das doses de silicato de cálcio

e magnésio que promoveram efeito aditivo: correção, resultando em menor disponibilidade de ferro e alumínio para a fixação do fósforo. O segundo efeito é caracterizado pelo processo de competição entre os íons de silício e o fósforo pelos os mesmos sítios de adsorção nos óxidos de ferro e alumínio, tão comuns nos solos tropicais, em especial aos solos do cerrado (Baldeon, 1995; Carvalho, 1999). Segundo Leite (1997), o uso de silicato de cálcio e magnésio em solos bastante intemperizados promoveu incremento na disponibilidade de fósforo na solução do solo elevando a disponibilidade a 4 mg dm^{-3} .

Também Smyth e Sanchez (1980), ao trabalhar com Latossolo, verificaram reduções significativas na retenção de fósforo, chegando a 24% quando da utilização de silicato de cálcio e magnésio e aumento nos valores de CTC do solo, reduzindo a perda por lixiviação dos demais cátions encontrados na solução do solo, aumentando a disponibilidade dos mesmos para as plantas.

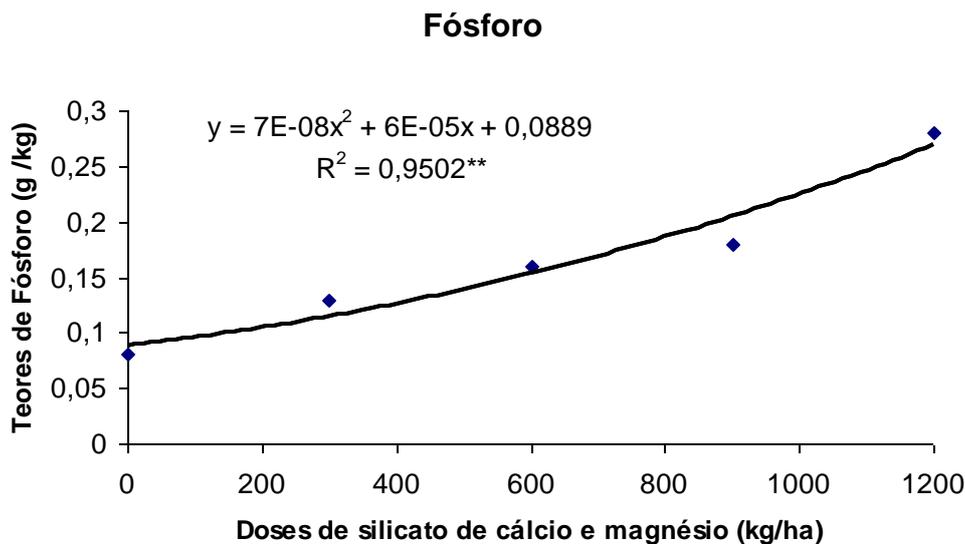


Figura 5. Teores de fósforo foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

Os teores foliares de micronutriente na parte aérea do arroz também foram influenciados pelas doses de silicato aplicadas no sulco de plantio (Figuras: 5, 6 e 7).

Verifica-se em todas as figuras supramencionadas um comportamento de redução dos teores com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio. Embora a escória, utilizada nesse trabalho, silicato de cálcio e magnésio, contenha micronutriente em sua composição agindo como fonte de cobre, ferro, manganês e zinco a disponibilidade desses micronutrientes foi fortemente influenciada pelo pH da solução do solo em

função das doses aplicadas. Como já explicitado, a escória de siderurgia apresenta poder corretivo, pois durante a sua solubilização ocorre a produção de íons (OH⁻), os quais promovem a eliminação dos íons H⁺ e Al³⁺ que são os grandes responsáveis pela acidez do solo. Entretanto, para doses mais concentradas acima de 400 kg ha⁻¹ no sulco de semeadura, pode ocorrer o aumento nos valores de pH da solução do solo para valores que vão além da faixa adequada de pH 5,5 a 6,5 o que condiciona a precipitação dos íons metálicos ferro, cobre, zinco e manganês na forma de hidróxidos, indisponibilizando esses micronutrientes para o arroz. Durante a condução do ensaio em campo, foram mensurados os valores de pH, na linha de semeadura, e encontrados valores que vão de 5,5 (300 kg ha⁻¹) a 7,6 (1200 kg ha⁻¹) o que explica a depleção dos teores de micronutrientes na parte aérea do arroz.

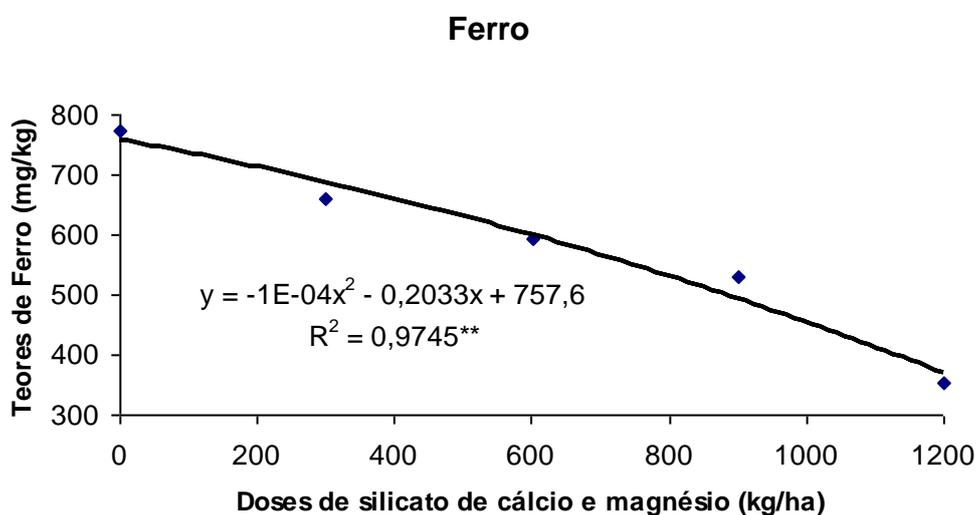


Figura 6. Teores de ferro foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

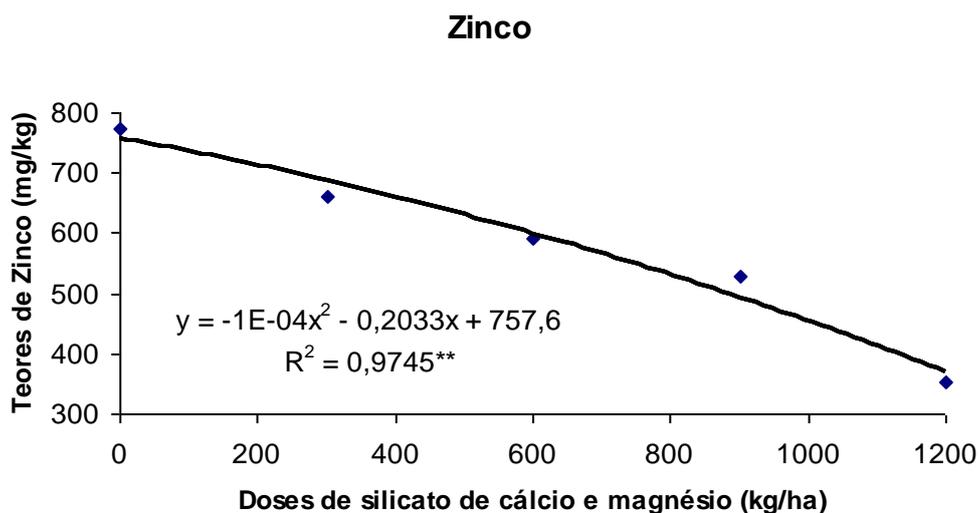


Figura 7. Teores de zinco foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

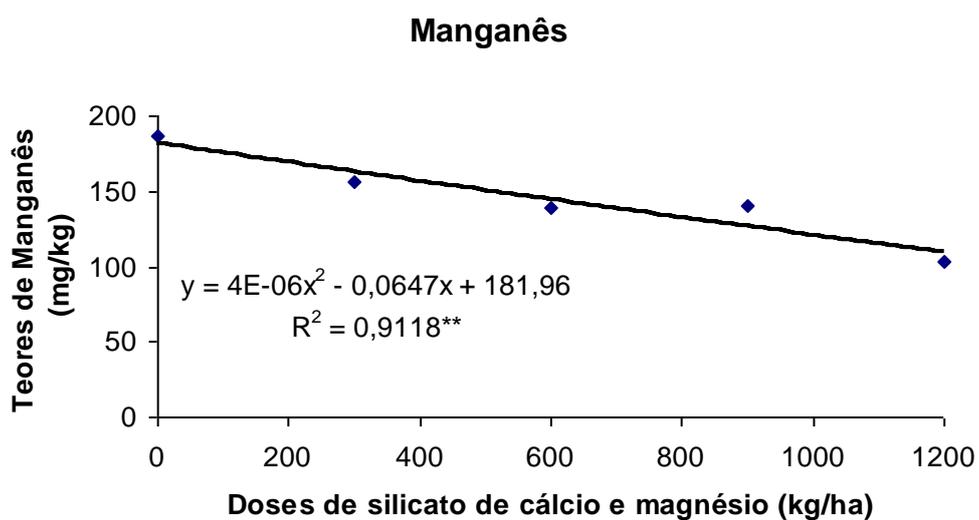


Figura 8. Teores de manganês foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

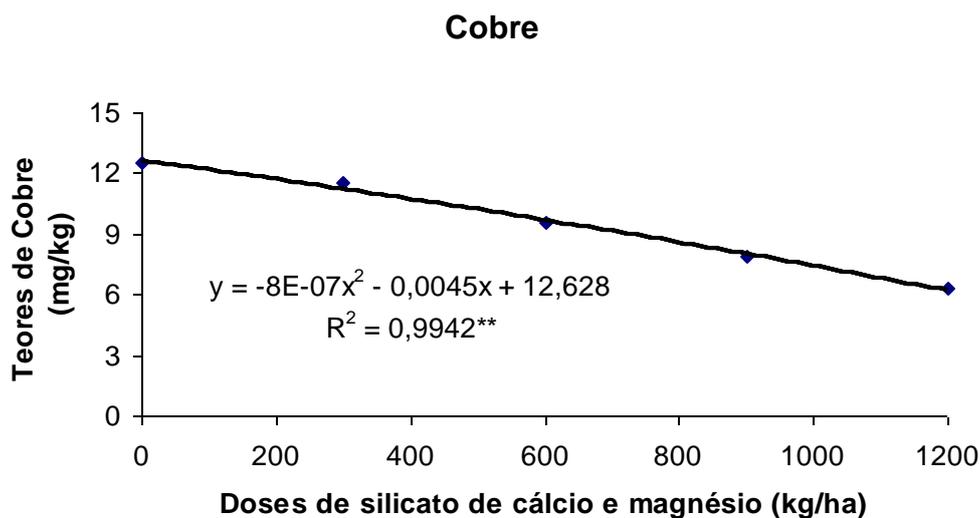


Figura 9. Teores de cobre foliar na cultura do arroz antes do florescimento em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no sulco de plantio.

CONCLUSÃO

O acréscimo das doses de silicato de cálcio e magnésio promoveu aumento na concentração dos macronutrientes: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo.

Os teores foliares dos micronutrientes: ferro, zinco, manganês e cobre sofreram depleção com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio.

REFERÊNCIA

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. Por J.C. Alcarde. São Paulo, ANDA, 2005. 24p. (ANDA, Boletim Técnico, 6),

ALCARDE, J.C. **Corretivos de acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. ANDA- Associação Nacional para Difusão de Adubos Corretivos Agrícolas, São Paulo - SP. 1992. Boletim Técnico No.6

ALCARDE, J. A.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVARES, V. V. H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.

ARANTES, V.A; KORNDÖRFER, G.H; CORRÊA G.F. & SNYDER G.H. Efeito da aplicação de silicato de cálcio em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Rev. bras. Ci. Solo**, Viçosa/MG. V.23,n.3, 623-629. 1999.

BALDEON,J.R.M. **Efeito da ação alcalinizante e da competição entre silicato e fosfato na eficiência do termofosfato magnésiano e solos ácidos.**

Piracicaba,1995.88p.Tese(Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,Universidade de São Paulo.

BALIZA,D.P.; ARAUJO,J.L; FAQUIN,V.; ÁVILA, F.W. **Efeito da interação silício-nitrogênio sobre o crescimento do arroz**, Universidade Federal de Lavras - MG 2007.5p.

BARBOSA FILHO,P; PRABHU, A.S. **Aplicação de silicato de cálcio na cultura de arroz.(GO)**. Circular Técnica 51, ISSN 1678-9636 Santo Antônio de Goiás,GO, dezembro, 2002.4p.

CARVALHO, R. **Interações silício-fósforo em Latossolo Vermelho- Escuro e Cambissolo** cultivados com mudas de eucalipto, 1999.89 p.Tese(Doutorado)- Universidade Federal de Lavras-MG,1999.

CONAB(Companhia Nacional de Abastecimento).Levantamento de grãos safra 2012/2013. Intenção de plantio segundo levantamento NOV/2012. Acesso em: 26 de novembro de 2012, disponível;
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_11_08_09_10_48_boletim_portugues_novembro_2012.pdf

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos de Planalto de Viçosa,MG**.Viçosa:UFV,1984.87f.Dissertação(Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa,Viçosa, 1984

CHAVES,L.H.G; FARIAS ,C.H.A.de. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. **Revista Caatinga**,(Mossoró- Brasil)ISSN0100-316 X,vol.21,n.5(Número Especial), p.75-82,dezembro de 2008.Universidade Federal Rural do Semi-Árido(UFERSA).

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Brasília, 1997, 212 p.

EMBRAPA. O Silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos. **Embrapa Agropecuária Oeste**. 2009. Acesso em: 26 de novembro de 2012, disponível; <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2005/artigo.2005-09-26.3380213476/>.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

FERREIRA D.F. SISVAR 4.3 - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 1999.

FREITAG, E. **Escória de aciaria, lama cal e lodos de esgoto no cultivo da soja sob sistema plantio direto**/ Elisa Freitag-Botucatu:[s.n.], 2008. xii, 278f.: gráfs, tabs. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2008.

GOMES, C. F. Disponibilidade de silício proveniente de escória de siderurgia para a cultura de arroz./ Cezesmundo Ferreira Gomes. - Dourados, MS: UFGD, 2009. 41. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados.

HINGSTON, F. J.; POSNER, A. M.; QUIRK, J.P. Anion adsorption by goethite and gibbsite. I. The role of the proton in determining adsorption envelopes. **Jornal of Soil Science**, v.23, p. 177-192, 1972.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M. S. de. **Papel do silício na produção de cana-de-açúcar**. STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 21, p.6-9, 2002.

LEITE, P. da C. **Interação silício-fósforo em Latossolo Roxo cultivado com sorgo em casa-de-vegetação**. 1997.86 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

NOLLA, A.; SCHLINDWEIN, J. A; AMARAL, A. S. do; ANGHINONI, I. Indicadores para a tomada de decisão de calagem no sistema plantio direto. **Revista Brasileira Agrocência** ,Pelotas,v.11,n.4,p.471-476,out-dez,2005.

PITOMBEIRA, J.B. **Cultura do arroz**.(CE) Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Fitotecnia. Disciplina: Grandes culturas I. Fortaleza, Ceará, 2006.51p. Apostila.

RAMOS,L.A. **Reatividade de fontes de silício e sua eficiência na absorção e acumulação na cultura do arroz irrigado**/ Lucélia Alves Ramos-2005. 63f: il.

Dissertação (mestrado)-Universidade de Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

SOUZA, J. A.; CURI, N.; GUEDES, G. A. A. Relação entre mineralogia e adsorção de fósforo em alguns latossolos sob cerrado do planalto central. **Ciência e Prática**, Brasília, DF, v. 15, p. 103-111, 1991.

SMYTH, T.J. & SANCHEZ, P.A. Effects of lime, silicate, and phosphorus applications to an Oxisol on phosphorus sorption and ion retention. **Jornal of Soil Science.**, 44:500-505, 1980.

VIDAL, A. A. de. **Escória de siderurgia na cultura do arroz e interpretação com nitrogênio**/ Anelisa de Aquino Vidal.—Jaboticabal,2008 xiii,110f.;28 cm.Tese(doutorado)-Universidade Estadual Paulista,Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,2008.