

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RALPH BARBOSA RODRIGUES ALVES

**AVALIAÇÃO DA REATIVIDADE DOS PRODUTOS “FERTISILICIO MASTER” E
“FERTISILICIO MASTER ADITIVADO” ATRAVÉS DO MÉTODO QUÍMICO**

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

RALPH BARBOSA RODRIGUES ALVES

**AVALIAÇÃO DA REATIVIDADE DOS PRODUTOS “FERTISILICIO MASTER” E
“FERTISILICIO MASTER ADITIVADO” ATRAVÉS DO MÉTODO QUÍMICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Gaspar Henrique Korndörfer

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

RALPH BARBOSA RODRIGUES ALVES

**AVALIAÇÃO DA REATIVIDADE DOS PRODUTOS “FERTISILICIO MASTER” E
“FERTISILICIO MASTER ADITIVADO” ATRAVÉS DO MÉTODO QUÍMICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 14 de junho de 2008

Eng. Agr. M.Sc. Lucélia Alves Ramos
Membro da Banca

Eng. Agr. Leonardo Silva Araújo
Membro da Banca

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer
Orientador

RESUMO

Poucas são as informações com relação às melhores fontes de silício para uso na agricultura, sendo que alguns produtos já vêm sendo comercializados como fontes desse elemento. O aproveitamento de materiais como fontes de Si e corretivos de solo são desejáveis, pois se de um lado reduz o passível ambiental e as áreas de depósitos das indústrias, de outro fornece Si às culturas. Objetivou-se determinar a reatividade dos produtos “Fertisilício Master” e “Fertisilício Master Aditivado”, em dois diferentes solos e verificar a sua interferência sob o pH e no aumento de Si, Ca e Mg nesses solos. Para tal, um experimento foi instalado na Universidade Federal de Uberlândia em local protegido, utilizando os solos: Neossolo Quartzarênico Órtico Típico e Latossolo Vermelho Distrófico Típico. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em todos os tratamentos foram realizadas quatro repetições. O ensaio foi composto por doses crescentes de Wollastonita nas seguintes quantidades: 0, 200, 400 e 800 Kg ha⁻¹ de silício e para avaliar a reatividade de fontes de Si, foram utilizados dois produtos nas doses de 200 e 400 kg ha⁻¹ de silício. Foram avaliados os teores de Si solúvel, Ca²⁺, Mg²⁺ e pH no solo. Os dados coletados foram submetidos primeiramente à análise de regressão polinomial para as doses crescentes da fonte padrão (Wollastonita) e posteriormente a análise do desempenho dos produtos Fertisilício Máster, Fertisilício Master Aditivado e Wollastonita, utilizando o teste de Tukey com comparação entre as medias ao nível de 5% de probabilidade e auxílio do programa SISVAR, sendo a média das duas doses (200 e 400 kg ha⁻¹) de cada fonte nos dois tipos de solo. Com os resultados obtidos verificou-se que a Wollastonita e Fertisilício Master Aditivado foram as fontes mais eficientes em disponibilizar Si nos dois solos estudados, Fertisilício Master Aditivado e a Wollastonita foram as fontes mais eficientes em aumentar o Ca trocável nos dois solos estudados e Fertisilício Master Aditivado foi à fonte mais eficiente em aumentar o Mg trocável nos dois solos estudados.

Palavras-Chave: silício, reatividade e fonte.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Silício no Solo.....	6
2.2 Silício na Planta.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Tratamentos.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Silício no solo.....	14
4.1.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Máster e Fertilísio Master aditivado como fontes de Si.....	15
4.2 pH do solo.....	16
4.2.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Máster e Fertilísio Master aditivado como corretivos de acidez.....	17
4.3 Ca e Mg no solo.....	18
4.3.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Máster e Fertilísio Master aditivado como fontes de Ca e Mg.....	19
5 CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

O silício (Si) é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, estando logo após o oxigênio. Diversos estudos têm demonstrado os efeitos benéficos do silício para muitas culturas.

Várias classes de solos da região central do Brasil (áreas de cerrado) são pobre em Si solúvel (disponível para as plantas) nos horizontes superiores (RAIJ; CAMARGO, 1973). Nestas condições pode se esperar resposta para aplicação de Si na forma de fertilizantes principalmente quando aplicado em plantas acumuladoras de Si como é o caso da maioria das gramíneas.

Poucas são as informações com relação às melhores fontes de silício para uso na agricultura, sendo que alguns produtos já vêm sendo comercializados como fonte desse elemento, dentre esses se destacam: os agregados siderúrgicos, subprodutos da produção de fósforo elementar, cimento, silicatos de magnésio (Serpentinitos), silicatos de potássio, termofosfatos, sílica gel e fontes naturais como a Wollastonita (RAMOS, 2005).

No entanto é necessário investigar e identificar as fontes com maior potencial, observando se essas apresentam características como, altos teores de Si solúvel, facilidade de aplicação (densidade alta), altos teores de CaO e MgO, baixo custo e baixos teores de contaminantes do solo, como metais pesados (KORNDÖRFER et al., 2004a).

O Si apresenta-se em determinados compostos (silicatos/escórias) fortemente ligados ao mineral e, portanto, pouco aproveitável pelas plantas. Assim sendo, os teores totais de Si nem sempre indicam seu potencial de uso como fertilizante silicatado. Portanto, é preciso identificar e avaliar o potencial agrônomo dessas fontes por meio de métodos químicos e biológicos.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a reatividade dos produtos “FERTISILÍCIO MASTER” e “FERTISÍLÍCIO MASTER Aditivado”, em dois diferentes solos e verificar a sua interferência sob o pH e no aumento de Si, Ca e Mg nesses solos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

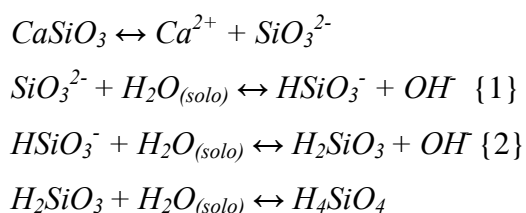
2.1 Silício no solo

Os corretivos de acidez do solo são produtos capazes de neutralizar a acidez e ainda levar nutrientes essenciais às plantas, principalmente o cálcio e o magnésio. Geralmente os materiais empregados como corretivos de acidez são óxidos, hidróxidos, escórias e carbonatos de Ca e Mg (MALAVOLTA, 1980).

Assim como nos carbonatos, a reatividade de uma fonte de silício varia de acordo com sua granulometria, a dosagem utilizada, o tipo de solo e o tempo de contato com o solo. Porém, em comparação aos carbonatos, o poder corretivo das fontes de silício pode ser superior em função da característica de suas partículas, que apresentam maior superfície específica, e, teoricamente, maior reatividade (NOLLA, 2004).

Entre os corretivos utilizados na recuperação desses solos, o silicato de cálcio é uma das alternativas que, além de eliminar a acidez do solo, funciona como importante protetor das plantas contra os danos causados por doenças e insetos.

Dentre as principais fontes de silício, destacam-se as escórias de siderurgia, tendo como principais componentes os silicatos de cálcio (CaSiO_3) e de magnésio (MgSiO_3) sendo estes, os responsáveis pela correção da acidez do solo. Basicamente o mecanismo de correção da acidez pelos silicatos presentes nas escórias pode ser explicado pelas seguintes reações descritas por Alcarde e Rodella (2003):



As equações demonstram que a hidrólise do ânion silicato promove a liberação de hidroxilas (OH^-) que no solo reagem neutralizando os prótons (H^+), promovendo a elevação do pH, e ainda reagem com o Al^{3+} presente no solo formando o hidróxido de alumínio (Al(OH)_3), que corresponde a uma forma precipitada e não tóxica aos vegetais e como consequência quanto maior a dose de silicato aplicada, maior o pH do solo (KORNDÖRFER et al., 2002; CARDOSO, 2003).

Em seu mecanismo de correção da acidez do solo, os silicatos, diferentemente dos carbonatos, não liberam para a atmosfera moléculas de CO₂, que contribuem para o aumento do efeito estufa e de seus conseqüentes danos ao meio ambiente (NOLLA, 2004).

Segundo Korndörfer et al. (2004a), uma fonte de silício, pode ser recomendada para uso agrícola caso tenha altos teores de Si solúvel, CaO e MgO, alta reatividade (poder real de neutralização), boas propriedades físicas (granulometria fina, alta densidade, etc.), efeito residual prolongado, baixo custo e tenha em sua composição baixos teores de contaminantes (metais pesados e radioativos).

Sendo que os agregados siderúrgicos são as fontes mais abundantes e “baratas” de silicatos, já que o seu uso na agricultura pode reduzir esse passivo ambiental, uma vez que o Brasil é um dos grandes produtores mundiais de ferro-gusa, produzindo 6,25 milhões de toneladas anuais (KORNDÖRFER et al., 2002).

Vários estudos em campo e em casa-de-vegetação têm sido conduzidos para verificar a eficácia dos produtos utilizados como fontes de silício. De modo geral, o que se observa é que fontes de silício, como Wollastonita, escórias de alto forno (CARVALHO-PUPATTO et al., 2003), agregados siderúrgicos, xisto e termofosfato (PEREIRA et al., 2003), proporcionam incrementos nos teores de Ca e Mg trocáveis e uma elevação do pH do solo, reduzindo a concentração de Al⁺³ fitotóxico. Além do fornecimento de Ca e Mg, é importante mencionar que o uso de silicatos aumenta os teores de Si no solo, variando conforme a fonte utilizada.

2.2 Silício na Planta

O silício torna as plantas mais tolerantes a patógenos, pragas e variações climáticas bruscas, devido ao enrijecimento das células e controle de funções vitais e de “stress” para as plantas, tal como o colapso dos vasos do xilema quando a planta transpira muito.

Como descrito anteriormente, o mecanismo de correção da acidez do solo pelo uso dos silicatos, resulta na produção do ácido monossilícico (H₄SiO₄), que corresponde à forma química pela qual a planta absorve o silício, micronutriente benéfico às plantas (BRASIL, 2004). Assim sendo a presença do Si na composição dos corretivos do solo pode ser considerado como uma vantagem deste material em relação aos carbonatos.

Segundo Rodrigues (2000), o aumento do teor de Si nas plantas de arroz com a aplicação de silicato de cálcio explicou a redução significativa no aparecimento de novas lesões causadas pela “queima da bainha” (*Rhizoctonia solani*) nas bainhas do arroz e no comprimento relativo das mesmas.

No Brasil, alguns produtos já vêm sendo comercializados como fonte de Si, tais como Silifétil, Agrosilício, MB-4, Siligran etc.. Há trabalhos que mostram a eficiência de alguns destes produtos (KORNDÖRFER; GASCHO, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento de incubação, o qual foi instalado na Universidade Federal de Uberlândia em local protegido de luz e umidade, com delineamento experimental inteiramente casualizado. A incubação foi realizada em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd) e Neossolo Quartzarênico Órtico típico (RQo). Os solos foram caracterizados quanto aos seus atributos químicos (Tabela 1) e físicos (Tabela 2).

Tabela 1 - Análise química dos solos que foram estudados na incubação.

Solos	pH	P**	Si	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	CTC	SB	V m	
											-----%-----	
		-mg dm ⁻³ -			----- cmol _c dm ⁻³ -----							
LVd	3,9	2,8	6,5	1,1	0,2	0,1	0,4	1,5	2,4	0,4	17	72
RQo	4,0	8,9	1,3	0,8	0,2	0,1	0,3	1,2	1,9	0,3	19	70

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); Al, Ca, Mg = (KCl 1 N); M.O. = (Walkley-Black EMBRAPA, 1997); SB = Soma de bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. por Bases / m = Sat. por Al.

Tabela 2 - Análise física dos solos utilizados no estudo de incubação.

Solos	Areia	Areia Fina	Silte	Argila
	Grossa			
		----- g kg ⁻¹ -----		
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico Típico	73	53	146	728
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico Típico	516	280	79	125

Observações: Análise textural pelo Método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).

O Si oriundo da areia é fundido em presença do NaOH na temperatura de aproximadamente 1.200⁰C até a formação do silicato de sódio (processo executado na fábrica da INEOS em São Paulo). O silicato de sódio então é reagido com o ácido sulfúrico para produção da sílica gel - SiO₂ (processo executado na fábrica de Rio Claro). Este último processo gera uma água de lavagem ácida, que é neutralizada com cal [Ca(OH)₂]. Os sólidos gerados neste processo de neutralização são constituídos de CaSO₄ x H₂O mais sílica (SiO₂) o qual passa por um processo de filtragem para remoção da parte líquida finalizando o processo, formando o “FERTISILICIO MASTER”.

O produto “FERTISILICIO MASTER” é um produto formado por compostos de Si na forma de SiO₂, Ca na forma de Ca(OH)₂ e CaSO₄.xH₂O e Mg na forma de Mg(OH)₂. Os sólidos se apresentam na forma de grãos de reduzida granulometria, variando da forma pastosa a sólida, dependendo do seu teor de umidade. A cor predominante é cinza. O produto

“FERTISILÍCIO MASTER Aditivado” recebe posteriormente quantidades extras de Cal enriquecendo o material com Ca e Mg. Assim foram testados os produtos indicados na Tabela 3, sendo que os mesmos foram caracterizados quanto a seus teores Si total, Si solúvel, conforme metodologia descrita por Korndörfer et al, (2004b), teores de CaO e MgO segundo EMBRAPA (1999) (Tabela 3). Os produtos testados foram moídos até passar 100% em peneira de 50 mesh (malhas/polegada). As doses dos produtos Fertilisício Master e Fertilisício Master Aditivado (fontes de Si) adicionadas aos solos foram baseadas nos teores de Si total da fonte.

Para efeito de comparação tanto para as avaliações com relação aos elementos Si, Ca e Mg quanto para o efeito sobre o pH do solo, utilizou-se a Wollastonita, que corresponde a um produto mundialmente empregado em estudos com silício, classificado como um metassilicato de cálcio natural de alto grau de pureza.

Tabela 3 - Caracterização química dos produtos Fertilisício Master, Fertilisício Máster Aditivado e do padrão Wollastonita utilizados no experimento (Resultados LAFER).

FONTES	Si Total	Si Solúvel*	CaO	MgO
	-----%-----			
Fertilisício Master	17,8	2,16	3,9	6,05
Fertilisício Master Aditivado	15,8	3,6	24,53	13,46
Wollastonita (padrão)	20,7	4,6	42,4	1,9

* Extração com $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

Fontes de nutrientes para as culturas devem ser analisadas quanto aos teores de metais pesados em sua constituição, podendo ou não ser limitado seu uso em solos agrícolas, pois seu acúmulo é preocupante e existe grande risco de serem transferidos para as diferentes espécies de plantas.

Os produtos foram caracterizados quanto à sua concentração de metais pesados, “Fertilisício Máster” (Tabela 4) e “Fertilisício Máster Aditivado” (Tabela 5), sendo os teores encontrados aceitos para a sua utilização como fertilizante.

Tabela 4 - Caracterização química quanto à presença de metais no produto Fertilisício Máster (Resultados INEOS).

Parâmetros	Unidade	Resultados	Obs.	L.D. ⁽¹⁾
Ni	ppm	4,5	-	1,0
Cd	ppm	< L.D.	abaixo do L.D.	0,5
PB	ppm	5,0	-	1,0

⁽¹⁾ L.D. Limite de detecção do método

Tabela 5 - Caracterização química quanto à presença de metais no produto Fertilisício Máster Aditivado (Resultados INEOS).

Parâmetros	Unidade	Resultados	Obs.	L.D. ⁽¹⁾
Ni	ppm	12,0	-	1,0
Cd	ppm	< L.D.	abaixo do L.D.	0,5
Pb	ppm	7,5	-	1,0

⁽¹⁾ L.D. Limite de detecção do método

3.1 Tratamentos

Aos solos foram incorporadas às fontes de silício (Wollastonita, Fertilisício Master e Fertilisício Master aditivado), as doses adicionadas foram determinadas com base nos teores de Si total das fontes e consistiram em doses crescentes, que equivaleram a 0, 200, 400 e 800 kg ha⁻¹ de Si para a Wollastonita, e 200 e 400 kg ha⁻¹ para Fertilisício Master e Fertilisício Master aditivado, de modo que com os resultados do tratamento padrão (Wollastonita) fosse possível obter uma curva padrão (Tabela 6).

Os solos receberam doses de Si proveniente da fonte padrão (Wollastonita), pois a partir dessa fonte foi possível fazer a correspondência de reatividade para o produtos testado.

A Wollastonita (CaSiO₃) é comercializado com o nome de Vansil – EW 20. De acordo com o fabricante, apresenta a seguinte composição química: SiO₂ = 51,9%; CaO = 42% ou (30% Ca); MgO = 1,5%; Al₂O₃ = 1,8%; Na₂O = 0,3%; Fe₂O₃ = 0,3%; pH = 9,8 (sol. 10%); MnO = 0,03%; densidade = 2,9 kg/m³; peso molecular = 116; ponto de fusão = 1540°C.

Tabela 6 - Doses de Si e dos produtos utilizados nos 2 solos (estudo de incubação).

Fonte/Material ^(*)	Si		Si		Dose	Dose
	Dose Si	Total fonte/Material	Solúvel NH ₄ NO ₃ +Na ₂ CO ₃	Dose Fonte/Material	Fonte/Material	Fonte/Material
	kg ha ⁻¹	%	%	kg ha ⁻¹	g/300g solo	
Testemunha	0	-	-	0	0	
Wollastonita (padrão Si)	200	21,0	4,6	952,4	0,143	
Wollastonita (padrão Si)	400	21,0	4,6	1904,8	0,286	
Wollastonita (padrão Si)	800	21,0	4,6	3809,5	0,571	
“Fertilísício Master”	200	17,8	2,2	1119,8	0,168	
“Fertilísício Master”	400	17,8	2,2	2239,6	0,336	
“Fertilísício Master aditivado”	200	15,8	3,6	1265,8	0,190	
“Fertilísício Master aditivado”	400	15,8	3,6	2531,7	0,380	

Os produtos Fertilísício Master e Fertilísício Master aditivado e a Wollastonita foram misturados com 300 g de solo seco ao ar e peneirado, dentro de um saco plástico. Após a mistura, o solo foi colocado em recipientes plásticos (potes). Adicionando-se água destilada em quantidades iguais em cada recipiente e de acordo com a capacidade de retenção de água de cada solo (Figura 1).

Depois de 30 e 60 dias de reação com o solo (período de incubação), foi retirada uma amostra de solo de aproximadamente 50 g de cada recipiente. As amostras foram identificadas, secas e analisadas quanto aos teores de Si solúvel, pelo método de extração em CaCl₂ 0,01mol L⁻¹, conforme metodologia descrita por Korndörfer et al., (2004b). As análises de pH em CaCl₂ 0,01mol L⁻¹, Ca e Mg trocáveis seguiram a metodologia descrita pela EMBRAPA (1999).

Com relação aos resultados obtidos, primeiramente foi feita uma análise de regressão polinomial para as doses crescentes da fonte padrão (Wollastonita) e posteriormente a análise do desempenho dos produtos Fertilísício Máster, Fertilísício Master Aditivado e Wollastonita, utilizando o teste de Tukey com comparação entre as médias ao nível de 5% de probabilidade e auxílio do programa SISVAR, sendo a média das duas doses (200 e 400 kg ha⁻¹) de cada fonte nos dois tipos de solo.



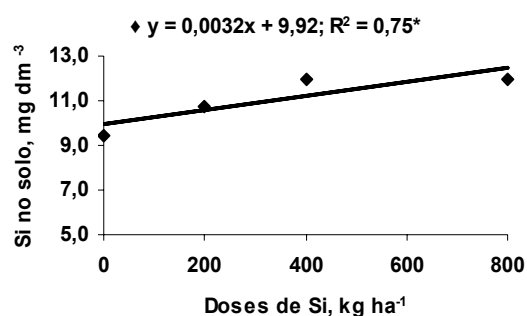
Figura 1. Procedimentos para instalação dos experimentos de reatividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Silício no solo

Os teores de silício solúvel, do Latossolo Vermelho Distrófico típico, tanto após 30 quanto para 60 dias de incubação, aumentaram significativamente com as doses de Wollastonita aplicadas (Figura 2), concordando com dados obtidos por Vidal (2003), que obteve resultados semelhantes estudando o comportamento de doses crescentes de Wollastonita no solo.

A



B

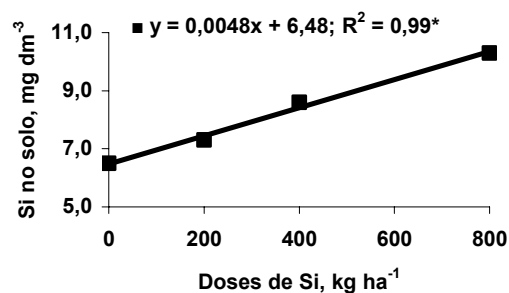


Figura 2. Teores de Si no solo, extraídos em cloreto de cálcio, no Latossolo Vermelho Distrófico típico, em função da aplicação de doses de Wollastonita, após 30 (A) e 60 (B) dias de incubação.

O mesmo efeito é notado no Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Figura 3). Isso demonstra, de forma geral, a eficiência e a solubilidade da Wollastonita, disponibilizando silício em solução.

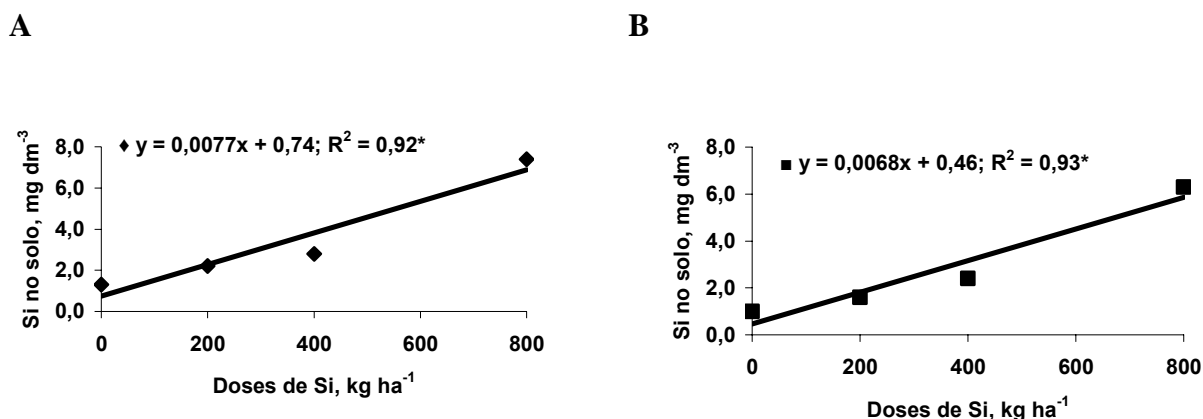


Figura 3. Teores de Si no solo, extraídos em cloreto de cálcio, no Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em função da aplicação de doses de Wollastonita, após 30 (A) e 60 (B) dias de incubação.

4.1.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Máster e Fertilísio Master aditivado como fontes de Si

Nos dois solos estudados tanto aos 30 quanto aos 60 dias, as fontes mais eficientes em disponibilizar Si foram Wollastonita e Fertilísio Master Aditivado (Tabela 7), o que mostra a boa reatividade da fonte testada. A maior liberação de Si pela fonte teste, nos dois solos estudados, mostra a boa solubilidade dos produtos, o que provavelmente irá se refletir na absorção deste elemento pelas plantas (RAMOS, 2005).

Em ambos os solos, os teores de Si apresentaram-se maiores na primeira coleta, isto é, 30 dias após o início da incubação (Tabela 7), isso demonstra que praticamente toda reação do produto aconteceu nos primeiros 30 dias o que indica uma disponibilidade rápida pelas fontes podendo estas ser usadas em culturas de ciclo (ARAÚJO, 2007).

Tabela 7 - Teores de Si no solo, extraídos com CaCl_2 ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$), após 30 e 60 dias de incubação para os dois tipos de solos.

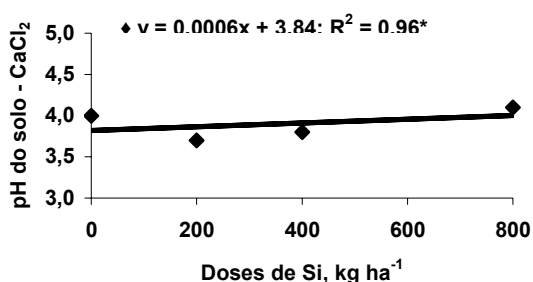
Fontes	RQo		LVd	
	Média das doses			
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
	----- Teores de Si (mg kg^{-1}) -----			
Wollastonita	2,61 a	2,13 a	10,84 b	7,39 b
FM	1,94 b	1,44 b	10,01 c	6,80 c
FMA	2,63 a	2,28 a	11,39 a	7,98 a
	CV (%) = 6,38	CV (%) = 7,14	CV (%) = 6,38	CV (%) = 7,14

Médias seguidas de mesma letra na coluna não distinguem entre si (Tukey 5%)

4.2 pH do solo

O incremento das doses de Wollastonita proporcionou aumentos significativos do pH em ambos os solos (Latossolo Vermelho Distrófico típico e Neossolo Quartzarênico Órtico típico), tanto aos 30 quanto aos 60 dias de incubação (Figuras 4 e 5). A presença do silicato (SiO_3^{-2}) é capaz de neutralizar os prótons (H^+), segundo a equação descrita por Alcarde (1992), o que resulta em um efeito sobre o pH do solo e consequentemente quanto maior a dose de silicato aplicada, maior o pH do solo (KORNDÖRFER et al., 2002; CARDOSO, 2003).

A



B

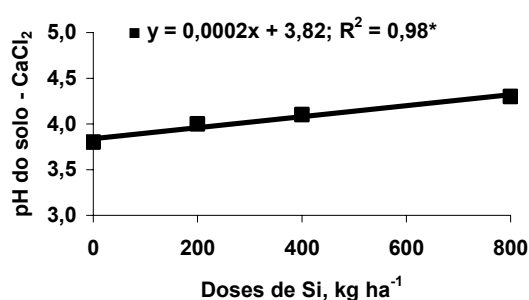
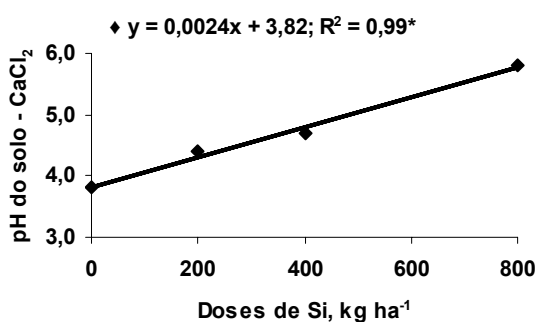


Figura 4. pH do solo, extraídos em cloreto de cálcio, no Latossolo Vermelho Distrófico típico, em função da aplicação de doses de Wollastonita, após 30 (A) e 60 (B) dias de incubação.

A



B

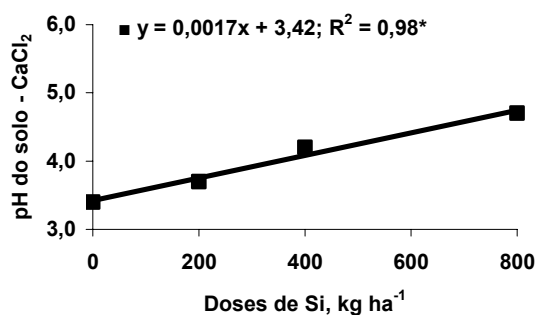


Figura 5. pH do solo, extraídos em cloreto de cálcio, no Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em função da aplicação de doses de Wollastonita, após 30 (A) e 60 (B) dias de incubação.

O comportamento das doses crescentes de Wollastonita foi o mesmo nos dois solos. Aumentando-se as doses, tem-se o aumento do pH, porém no Neossolo Quartzarênico Órtico típico ocorre uma maior elevação do pH em relação ao Latossolo Vermelho Distrófico típico. Isso ocorre devido ao menor poder tampão dos solos arenosos, em relação aos argilosos (QUEIROZ, 2003), ou seja, os solos arenosos oferecem uma resistência menor à mudança de pH, em relação aos solos argilosos.

4.2.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Master e Fertilísio Master aditivado como corretivos de acidez

A Wollastonita quanto e o Fertilísio Master Aditivado foram as fontes mais eficientes em corrigir o pH do Neossolo Quartzarênico Órtico típico, aos 30 dias após a incubação (Tabela 8), o que demonstra a rápida reatividade destas fontes neste solo.

Avaliando-se a média entre as doses de cada fonte, pode-se observar que a Wollatonita obteve uma melhor performance que os produtos Fertilísio Master e Fertilísio Master Aditivado na correção do pH do Neossolo Quartzarênico Órtico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico (Tabela 8).

A correção do pH foi maior no solo arenoso (Neossolo) se comparada ao argiloso (Latossolo) devido ao menor poder tampão do solo arenoso, isto é, precisa-se de menos corretivo para elevar uma mesma unidade de pH em um solo de textura arenosa como o Neossolo Quartzarênico Órtico típico confirmando os dados de Queiroz (2003).

Tabela 8 - pH em CaCl_2 ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$), após 30 e 60 dias de incubação para os dois tipos de solo.

Fontes	RQo		LVd	
	Media das doses			
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
	-----pH-----			
Wollastonita	4,9 a	4,3 a	3,8 a	4,0 a
FM	3,9 c	3,7 b	3,5 b	3,7 b
FMA	4,5 b	3,9 b	3,8 a	3,9 ab
	CV (%) = 4,32	CV (%) = 6,36	CV (%) = 4,32	CV (%) = 6,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna não distinguem entre si (Tukey 5%)

4.3 Ca e Mg no solo

Após 60 dias do início do período de incubação, o incremento nas doses de Wollastonita proporcionou um aumento significativo nos teores de Ca em ambos os solos, como se observa na Figura 6. O que já era esperado em função da alta concentração de óxido de cálcio presente nesta fonte (Tabela 3), concordado com dados obtidos por Ramos (2005).

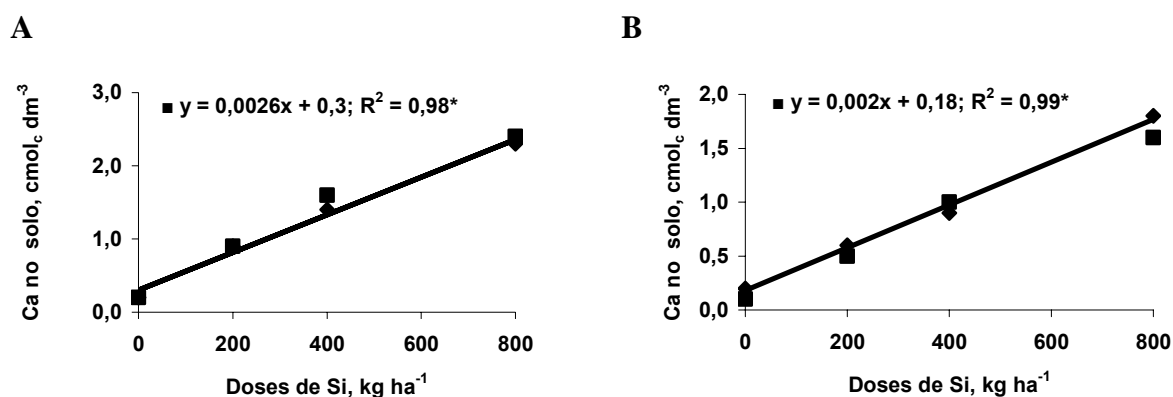


Figura 6. Teores de Ca no solo extraído com KCL 1 mol L⁻¹, 60 dias após o início da incubação para o Neossolo Quartzarênico Órtico típico (A) e para o Latossolo Vermelho Distrófico típico (B).

Na Figura 7 observa-se que para os teores de Mg, o incremento das doses de Wollastonita, não teve o mesmo efeito, consequência da baixa concentração de óxido de magnésio na Wollastonita (Tabela 3), portanto a análise de regressão não se mostrou significativa, concordado com dados obtidos por Araújo (2007).

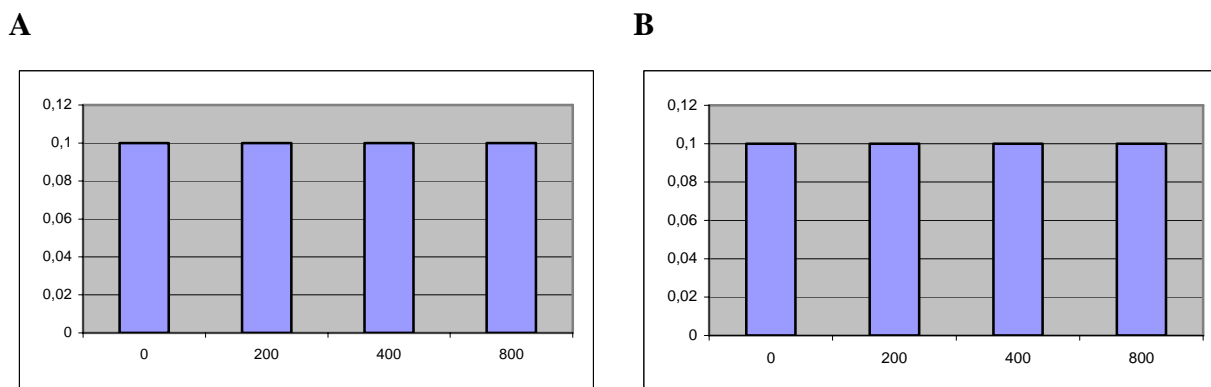


Figura 7. Teores de Mg no solo extraído com KCl 1 mol L⁻¹, 60 dias após o início da incubação para o Neossolo Quartzarênico Órtico típico (A) e para o Latossolo Vermelho Distrófico típico (B).

4.3.1 Avaliação dos produtos Fertilísio Master e Fertilísio Master Aditivado como fontes de Ca e Mg

Comparando-se os produtos Fertilísio Master Aditivado e Fertilísio Master com a Wollastonita, por meio da média entre as doses (200 e 400 kg ha⁻¹), os teores de Ca e Mg no solo após 30 e 60 dias de incubação refletem fundamentalmente a composição destes produtos, isto é, a Wollastonita, rica em Ca apresentou maior aumento nos teores deste nutriente em comparação com os produtos diferindo estatisticamente apenas aos 60 dias após incubação para o Latossolo Vermelho Distrófico típico (Tabela 9), concordado com os dados obtidos por Araújo (2007). Já para os teores de Mg o produto Fertilísio Master aditivado apresentou melhor desempenho em ambos os solos, devido a sua alta concentração em óxido de magnésio diferindo estatisticamente da Wollastonita e produto Fertilísio Máster (Tabela 10).

Tabela 9 - Teores de Ca, 30 e 60 dias após o início da incubação, para os dois tipos de solo.

Fontes	RQo		LVd	
	Media das doses			
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
----- cmol _c dm ⁻³ -----				
Wollastonita	1,2 a	1,3 a	0,8 a	0,8 a
FM	0,4 b	0,4 b	0,2 b	0,2 c
FMA	1,1 a	1,1 a	0,7 a	0,6 b
	CV (%) = 19,71	CV (%) = 23,06	CV (%) = 19,71	CV (%) = 23,06

Médias seguidas de mesma letra na coluna não distinguem entre si (Tukey 5%)

Tabela 10 - Teores de Mg, 30 e 60 dias após o início da incubação, para os dois tipos de solo.

Fontes	RQo		LVd	
	Media das doses			
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
----- cmol _c dm ⁻³ -----				
Wollastonita	0,1 b	0,1 b	0,1 b	0,1 b
FM	0,1 b	0,1 b	0,1 b	0,1 b
FMA	0,7 a	0,6 a	0,4 a	0,5 a
	CV (%) = 38,97	CV (%) = 31,97	CV (%) = 38,97	CV (%) = 31,97

Médias seguidas de mesma letra na coluna não distinguem entre si (Tukey 5%)

A maior concentração de Mg nos silicatos implica na sua utilização em solos com baixos teores de Mg (0,5 cmol_cdm⁻³), podendo, assim, agir semelhantemente ao calcário dolomítico (RAMOS, 2005).

5 CONCLUSÕES

As fontes, Wollastonita e Fertilício Master Aditivado foram as mais eficientes em disponibilizar Si nos dois solos estudados;

Fertilício Master Aditivado e a Wollastonita foram as fontes mais eficientes em aumentar o Ca trocável nos dois solos estudados;

Fertilício Master Aditivado foi à fonte mais eficiente em aumentar o Mg trocável nos dois solos estudados.

REFERÊNCIAS

- 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. de; LOPES, A. S.; ALVARES V., V.H. (ed). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.
- ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).
- ARAÚJO, L. S. **Viabilidade do uso da "escória transformada" como corretivo de acidez do solo e fonte de Si, Ca e Mg**. 2007. 39f. Monografia (Graduação em agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- BRASIL DECRETO Nº. 2954. Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Normas jurídicas (texto integral)**. DEC 004954, 14 jan., 2004, 27p.
- CARDOSO, K. **Aplicação de silicato de cálcio na recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens***. 2003. 48f. Monografia (Graduação em agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.
- CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; SILVA, R. H. Efeito de escória de alto forno no crescimento radicular e na produtividade de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1323-1328, nov. 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro-RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed.rev. atual. Rio de Janeiro: 1999. 212p.
- KORNDÖRFER, G.H.; GASCHO, G.J. Avaliação de fontes de silício para o arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., Pelotas, 1999. **Anais...** Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p.313-316.
- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e magnésio na agricultura**. 3. ed. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, Boletim Técnico; 01. 2004a. 23 p.
- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; NOLLA, A. **Análise de silício**: solo planta e fertilizante. Uberlândia, GPSi-ICIAG-UFU, Boletim Técnico; 02. 2004b. 50 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 3., 2004. **Palestras...** Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.

PEREIRA, H.S.; VITTI, G.C., KONDÖRFER, G.H. Comportamento de diferentes fontes de Silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Lavras, n.27, p. 101-108, 2003.

PEREIRA, H.S., KONDÖRFER, G.H.; VIDAL, A.A.; CAMARGO, M.S. Fontes de silício para a cultura do arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n. 5, p. 522, 2004.

QUEIROZ, A.A. **Reação de fontes de silício em quatro solos do cerrado**. 2003. 39f. Monografia (Graduação em agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

RAIJ, B. van; CAMARGO, O. A. Sílica solúvel em solos. **Bragantia**, Campinas, v.32, n.11, p.223-231, 1973.

RAMOS, L.A. **Reatividade de fontes de silício e sua eficiência na absorção e acumulação na cultura do arroz irrigado**. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

RODRIGUES, F.A. **Fertilização silicatada na severidade da queima das bainhas (*Rhizoctonia solani* Kühn) do arroz**. 2000. 100f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

VIDAL, A. **Fontes de silício para a cultura do arroz**. 2003. 34f. Monografia (Graduação em Agronomia); Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.