



SOLUBILIDADE DE FERTILIZANTES CONTENDO SILÍCIO - MÉTODO INCUBAÇÃO

(Versão 15.2010)

**Protocolo desenvolvido pela
Universidade Federal de Uberlândia**

1. OBJETIVO

A incubação de fertilizantes contendo Si em solos tem por objetivo determinar a reatividade e a velocidade de liberação do Si, Ca e Mg, proveniente de materiais SILICATADOS (escórias, agregados siderúrgicos, silicatos, etc.) para fins de registro junto ao Ministério da Agricultura, de acordo com os § 9º e 10º do Art. 18 da Instrução Normativa nº 05 de 23 de fevereiro de 2007.

2. PROCEDIMENTOS

A incubação será feita em 2 diferentes tipos de solo, argiloso (> 60% de argila) e arenoso (< 15% de argila): 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).

Para os interessados em fazer o teste de incubação através de outra instituição, diferente da Universidade Federal de Uberlândia, deverão anexar um documento comprovando que os solos utilizados foram fornecidos pela Universidade Federal de Uberlândia. Este procedimento tem como objetivo uniformizar e padronizar os resultados do teste de incubação. Os laboratórios interessados em adquirir os solos "padrões" deverão procurar o LAFER - Laboratório de Análise de Fertilizantes do ICIAG/UFU (Campus Umuarama) em Uberlândia.



TABELA 1. Análise química dos solos utilizados no estudo de incubação.

Solos*	pH	P**	Si	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	CTC	SB	m	M.O.
LVd	4,4	2,0	6,6	0,70	0,20	0,0	0,26	0,96	7,30	4	73	40
RQo	4,4	56,0	3,3	1,00	0,20	0,10	0,39	1,40	5,20	7	71	15

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.

Solo	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
g kg ⁻¹				
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico Típico	90	43	33	834
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico Típico	626	218	1	155

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

Os solos receberão doses crescentes de Si proveniente de uma fonte considerada padrão (Wollastonita), equivalentes a 0, 100, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de Si (TABELA 4). A partir da curva padrão pode-se fazer a correspondência de reatividade para as fontes testadas.

Facultativamente, doses crescentes de carbonato de cálcio (CaCO₃ - p.a.) poderão ser utilizadas quando houver interesse em determinar o Equivalente em CaCO₃ ou o valor corretivo da fonte de Si.

O silicato de cálcio (Wollastonita - CaSiO₃) é um produto mundialmente empregado em estudos com silício e é classificado como um metassilicato de cálcio natural de alto grau de pureza, comercializado com o nome de Vansil – EW 20. Na TABELA 3, são apresentados os resultados de análise realizada no LAFER - Lab. de análise de Fertilizantes do ICIAG/UFU.

As fontes de Si serão caracterizadas quanto a seus teores Si total, Si solúvel, conforme metodologia descrita por Korndörfer et. al. (2004) e teores de CaO e MgO segundo EMBRAPA (1999). Os produtos a serem testados deverão ser moídos até passar 100% em peneira de 50 mesh (malhas/polegada). As doses dos produtos (fontes de Si) a serem adicionadas aos solos serão baseadas nos teores de Si total da fonte.



TABELA 3. Caracterização química da fonte padrão Wollastonita.

Fonte	Si Total	Si Solúvel*	CaO	MgO
-----%-----				
Wollastonita (padrão)	21,0	4,6	42,4	1,9

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

TABELA 4. Doses de Si e de produto (fontes de Si, silicato e calcário) que deverão ser utilizadas nos 2 solos (estudo de incubação).

Trata- Mento	FONTE/MATERIAL ^(*)	Dose Si	Si TOTAL da Fonte	Dose da Fonte Si	Dose da Fonte Si
		kg/ha	%	kg/ha	g/300g solo
1	TESTEMUNHA	0	---	0	0
2	WOLLASTONITA (padrão de Si)	100	21,0	476,19	0,071
3	WOLLASTONITA (padrão de Si)	200	21,0	952,38	0,143
4	WOLLASTONITA (padrão de Si)	400	21,0	1904,76	0,286
5	WOLLASTONITA (padrão de Si)	600	21,0	2857,14	0,429
6	FERTILIZANTE COM Si* (A)	200	--	--	--
7	FERTILIZANTE COM Si* (A)	400	--	--	--

(*) As amostras (Fontes/Material), antes de serem colocadas para incubação, deverão ser secas e moídas até passarem 100% em peneira de 50 mesh (malhas/polegadas).

As fontes de Si e a wollastonita deverão ser misturadas com 300g de solo seco ao ar e peneirado, dentro de um saco plástico (FIGURA 1). Após a mistura, o solo deve ser colocado em recipientes plásticos (FIGURA 2). Adicionar água destilada em quantidades iguais em cada recipiente e de acordo com 80% da capacidade de retenção de água de cada solo (FIGURAS 2 e 3).



FIGURA 1. Incorporação das fontes ao solo através de saco plástico



FIGURA 2. Água adicionada aos recipientes plásticos com solo



FIGURA 3. Solo incubado em recipientes plásticos tampados



Depois de 60 dias de reação com o solo (período de incubação), identificar as amostras, fazer a secagem, peneirar e determinar o Si solúvel pelo método de extração em CaCl_2 0,01mol L⁻¹, conforme metodologia descrita por Korndörfer et al., (2004). As análises de pH em CaCl_2 0,01mol L⁻¹, Ca e Mg trocáveis são facultativas e deverão seguir a metodologia descrita pela EMBRAPA (1999).

3. CÁLCULO DO EQUIVALENTE EM SILICATO DE CÁLCIO

Depois de realizadas as análises laboratoriais fazer o cálculo do Equivalente em Silicato de Cálcio (Eq.SiCa) através da seguinte fórmula:

$$\text{Eq.SiCa (\%)} = \frac{\sum [(X_{f200} - X_t) + (X_{f400} - X_t)]}{\sum [(X_{w200} - X_t) + (X_{w400} - X_t)]} \times 100$$

Onde:

X_{f200} = Teor de Si da fonte Si em teste – dose de 200 kg ha⁻¹ de Si

X_{f400} = Teor de Si da fonte Si em teste – dose de 400 kg ha⁻¹ de Si

X_{w200} = Teor de Si da wollastonita (CaSiO_3) – dose de 200 kg ha⁻¹ de Si

X_{w400} = Teor de Si da wollastonita (CaSiO_3) – dose de 400 kg ha⁻¹ de Si

X_t = Teor de Si da testemunha (teor correspondente ao solo utilizado sem aplicação de Si).

Observação: O cálculo do Eq. SiCa (%) deverá ser feito individualmente para cada tipo de solo (argiloso e arenoso).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento será conduzido num delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições (TABELA 4). As doses de Wollastonita serão analisadas por meio de ajuste matemático (regressão polinomial). O Coeficiente de Variação máximo aceitável para o teste de incubação será de 20% para os valores de Si no solo.

5. CLASSIFICAÇÃO DO FERTILIZANTE

O resultado do teste permite estimar o potencial de reação ou solubilidade dos fertilizantes contendo Si.



Fertilizantes contendo Si que atingirem valor de Eq.SiCa igual ou superior a 45%, calculados com base na fórmula apresentada, em cada um dos solos (arenoso e argiloso) simultaneamente, estarão habilitados a fazer o Registro junto ao Ministério da Agricultura e não precisam apresentar o teste biológico ou agronômico.

6. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados do teste devem ser apresentados na forma de relatório em papel timbrado da instituição oficial ou credenciada que o conduziu, contendo assinatura do (a) pesquisador (a) responsável. Além das demais informações pertinentes, o relatório deve conter, necessariamente, os dados de caracterização física e química dos solos utilizados, na forma das Tabelas 1 e 2, e do material testado, na forma da Tabela 4 deste protocolo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro- RJ). **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2 ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1999, 212p
KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA. H. S.; NOLLA. A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante.** Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004. 34 p. (Boletim Técnico, 2)