

EFEITOS DO RESÍDUO DE GESSO DA INDÚSTRIA CERÂMICA SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Ivo Aparecido Paparotte¹; Carlos Antonio Centurión Maciel²

RESUMO

O gesso utilizado como molde na indústria cerâmica, após algum tempo de uso, deverá ser substituído, tornando-se a sucata de gesso, um resíduo de difícil destinação final. Todavia, esse resíduo é um subproduto industrial com potencial de ser empregado em solos agrícolas como corretivo da acidez e fonte de nutrientes, com destaque ao cálcio, enxofre, magnésio e em menor grau o potássio. Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar a sua utilização em solos agrícolas, de forma sustentável e sem agressões ao meio ambiente. Quantidades crescentes deste produto foram misturadas a um solo ácido, umedecido e deixado em incubação durante 15 dias. Após este período as amostras foram secas ao ar, peneiradas e analisadas nas suas propriedades químicas. Pelos resultados, pode-se inferir rápida e eficiente reatividade na correção da acidez do solo e crescente liberação de seus componentes (Ca, S, Mg e K). Concluiu-se que este resíduo, quando já não é possível a sua reutilização, poderá ser disposto em solos agrícolas desde que utilizado nas quantidades recomendadas como corretivo da acidez. Considerando as modificações nas características químicas do solo como corretivo e portador de nutrientes, optou-se pela verificação de algum efeito fitotóxico que por acaso poderia ocorrer com o resíduo durante os vários processos industriais a que é submetido, principalmente ao permanecer em contato com os componentes que originam a peça cerâmica e responsável pela sua ação neutralizante e fonte de Mg e K. Para tal efeito foi utilizado como planta teste, a alface, sensível à presença de substâncias fitotóxicas, em ensaio em vasos, com doses crescentes de gesso. Constatou-se resposta positiva de produção de massa vegetal, até a dose correspondente a 10 t ha⁻¹ sem nenhum sintoma de fitotoxidez.

Palavras-chave: sucata de gesso, efeitos no solo e planta, alface.

EFFECTS OF GYPSUM CERAMICS INDUSTRIES RESIDUES ON SOIL CHEMICAL PROPERTIES

ABSTRACT

Gypsum used as molds in ceramics industry must be replaced after some time of utilization becoming, thus, a waste product, a difficult final destination residue. This residue, however, is shown to be an industrial by-product with potential to be employed in agricultural acid soils as acidity amendment and nutrients source, especially of calcium, sulfur, magnesium and, in smaller degree, of potassium. This issue proposes to evaluate its utilization in agricultural soils as sustainable form out of environment aggressions. Increasing quantities of this gypsum waste were mixed to some acid soil, moistened and left in incubation during 15 days. After that, samples were air dried, sifted and analyzed in its chemical qualities. By the results, a quick and efficient reaction on soil acidity correction and growing liberation of his components (Ca, S, Mg and K) could be inferred. It can be concluded that, whenever it is not possible its reutilization in ceramics industry, this residue can be placed in agricultural soils, since recommended quantities for soil acidity amendment are followed. Considering the modifications in soil chemical quality as acidity corrective and nutrients contents, this issue chose to verify some possible fitotoxic effects that may occur in the residue during the several industrial trials to which it is submitted, mainly when in contact with components that originated the ceramics pieces, responsible by loading it amendment action and Mg and K source. For such, lettuce was used as a plant test because of its sensitiveness to the presence of fitotoxic substances. They were put in pot tests with gypsum waste increasing quantities. A positive answer of vegetable production mass corresponding to 10 t ha⁻¹ out of visual fitotoxic symptoms was evident.

Key words: gypsum residues, effects on soil and plants, lettuce.

Trabalho recebido em 16/09/2005 e aprovado para publicação em 22/02/2006

¹ Extraído do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do primeiro autor, apresentado na UNIPINHAL – Curso de Engenharia Ambiental.

² Engenheiro Ambiental - e-mail: iapaparotte@icasa.com.br

³ Professor do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (UNIPINHAL) - e-mail:hussar@unipinhal.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A principal responsabilidade da ciência do solo é gerar conhecimento e tecnologia para que esta se constitua, em termos permanentes, na base dos sistemas de produção de alimentos e de matéria prima. Dentro dessa premissa geral, e utilizando experiências já vivenciadas na agricultura brasileira, procura-se caracterizar que o seu manejo deve ser feito de forma integrada e harmônica com os demais fatores que compõem os sistemas de produção.

Os solos brasileiros, se por um lado apresentam características favoráveis para o cultivo, por outro lado possuem limitações, como acidez (NOVAES et al, 1980), baixa fertilidade e susceptibilidade à erosão, para cuja solução a ciência e a tecnologia são fundamentais.

Em todas essas situações, o Brasil é rico de exemplos em que a tecnologia gerada permitiu que transformações no solo, em particular, e no ambiente de maneira mais ampla, proporcionasse a viabilização, a diversificação, a expansão e a estabilização de sistemas de produção agropecuária.

Contudo, essas transformações no fator terra afetam e são afetados pelos demais fatores de produção-capital e trabalho. Essas inter-relações estreitas entre os fatores exigem que se estabeleçam

políticas agrícolas adequadas ao manejo do solo de forma abrangente e na estratégia de aproveitamento dos resíduos industriais e insumos agrícolas relacionados a esse manejo.

No Brasil, quantidade significativa dos resíduos sólidos produzidos é lançada em aterros sanitários, terrenos baldios e outras áreas as quais sofrem impactos ambientais irreversíveis.

Dentre esses resíduos, o gesso utilizado na indústria cerâmica para a formação de moldes, após algum tempo de uso, se torna a sucata de gesso, o qual apresenta uma difícil destinação, sendo que diversos estudos têm buscado a utilização deste material.

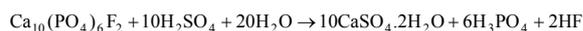
Uma das alternativas, ainda pouco estudadas para a disposição desse resíduo, refere-se à sua utilização na agricultura. Sob a ótica agrônômica, seu emprego tem sido justificado principalmente em duas situações:

- a) quando se requer fornecimento de cálcio e de enxofre;
- b) na diminuição de concentrações tóxicas do alumínio trocável nas camadas subsuperficiais, com conseqüente aumento de cálcio nessas camadas, visando criar condições favoráveis ao crescimento radicular. (PALEGESSOS, 2004)

A particularidade do gesso é a possibilidade dele ser utilizado em

quantidades superiores à dos demais adubos devido ao seu baixo custo (EMBRAPA, 1976). Quando o objetivo principal é testar esses benefícios no aprofundamento de bases pela aplicação do gesso, alguns trabalhos ficam prejudicados por não isolarem o efeito nutricional do enxofre. O baixo custo do nutriente cálcio contido no gesso é outro fator favorável à sua utilização. O calcário, no caso da cana-de-açúcar, muitas vezes apresenta teores elevados de magnésio que participa na reatividade do material, fazendo parte do cálculo do PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total). O gesso, nesses casos, entraria como um balanceador da relação Ca/Mg do solo, principalmente quando o calcário utilizado for o dolomítico que possui esta relação exagerada (1/1 em $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de solo).

O gesso agrícola é originado do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfatada, realizada com o fim de produzir ácido fosfórico, isto quer dizer que o gesso é subproduto da fabricação do H_3PO_4 , conforme a seguinte reação:



O gesso agrícola (sulfato de cálcio) tem sido recomendado em áreas cujos teores de alumínio são altos e os de cálcio baixos, nas camadas subsuperficiais (abaixo de 20 cm) do solo.

Dentre as culturas que responderam positivamente à aplicação do gesso estão a cana de açúcar (MEDINA, BRINHOLI, 1998; PENATTI, 1994; MORELLI et al., 1992), o amendoim (CAÍRES et al., 1999), e a alfafa (SARMENTO et al., 2002; SARMENTO et al., 2001). Além dessas culturas, ele é indicado para a pastagem, principalmente aquelas formadas com espécies mais susceptíveis ao alumínio e mais exigentes em cálcio, como as espécies do gênero *Panicum* e os cultivares de capim-elefante.

Apesar de não ser propriamente um corretivo de acidez e não substituir o calcário (FREITAS et al., 1985), quando aplicado ao solo é capaz de reduzir os efeitos nocivos do alumínio, além de ser uma fonte de enxofre (em torno de 15% S). Ademais, ao contrário do calcário, esse insumo agrícola consegue ainda arrastar elementos como o cálcio, potássio e o magnésio para as camadas mais abaixo da superfície do solo.

Conforme demonstrado, a literatura é rica em informações sobre gesso agrícola, sendo carente sobre o emprego da sucata de gesso.

O objetivo deste trabalho consistiu em estudar uma destinação adequada para este resíduo industrial, gerado pela utilização de gesso na função de molde para peças cerâmicas, aplicando-o em

solos agrícolas, estudando-se as seguintes propostas:

- a) ação como corretivo dos componentes da acidez do solo: H^+ e Al^{3+} ;
- b) quantificar as dosagens corretas na utilização como corretivo da acidez;
- c) verificar a sua eficiência como fonte de cálcio, enxofre, magnésio e potássio, determinando-se os teores disponíveis, e
- d) verificar possíveis efeitos de fitotoxicidade na cultura da alface.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências do Laboratório de Solos e Campus I do curso de Engenharia Ambiental do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal, SP, UNIPINHAL.

O solo utilizado neste experimento, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa, foi colhido no Campus II do UNIPINHAL e o resíduo de sucata de gesso foi proveniente da Indústria e Cerâmica Andradense S/A - ICASA, localizada no município de Andradas – MG, a qual retém 16% do mercado na produção de louça sanitária.

A matéria prima, gesso ou gipsita, $CaSO_4$, utilizada como molde da peça cerâmica, durante o processo de secamento da moldagem, absorve o excesso de

umidade da massa ou produto da fabricação da louça sanitária. Este material pastoso, composto de várias argilas coloidais, feldespatos, caulim e filito compõem a barbotina, a qual irá ser moldada no gesso.

A barbotina possui pequenas quantidades de potássio e magnésio sendo de reação neutra a alcalina.

Cada forma de gesso é utilizada para a moldagem de 100 (cem) peças. Quando a sua porosidade fica reduzida por saturação, ela deve ser descartada e substituída. Este material descartado é denominado sucata de gesso, objeto do presente estudo.

O molde de gesso utilizado no processo de fabricação das cerâmicas e o local no qual o resíduo de sucata de gesso é posteriormente descartado são apresentados nas Figuras 1 e 2.

Nesse processo são geradas 90 toneladas mensais de resíduos.

Na primeira etapa do ensaio, avaliou-se a ação neutralizante do resíduo sobre as amostras de solo ácido e a determinação da dosagem suficiente para permitir a ação favorável sobre as principais características químicas do solo em estudo.



Figura 1. Molde de gesso da indústria cerâmica ou sucata de gesso.



Figura 2. Sucata de gesso pronta para utilização.

Para esse fim, quantidades crescentes de sucata de gesso, moída e peneirada, foram adicionadas ao solo seco e peneirado. As quantidades corresponderam a 0, 10, 20, 30, 40 e 50 ton/ha, respectivamente. Após a homogeneização solo/gesso, elevou-se a umidade da mistura até a capacidade de campo, deixando-a acondicionada em sacos plásticos para incubação por quinze dias.

No tratamento referente à testemunha, ou seja, sem qualquer aplicação de sucata de gesso, a amostra de solo foi somente umedecida. A partir desta amostra padrão, a qual carrega apenas as suas propriedades físicas e químicas inerentes do solo estudado, fez-se a comparação com as amostras acrescidas com resíduo industrial.

Passado o período de acondicionamento, as amostras foram secas ao ar, peneiradas e analisadas quimicamente.

Na segunda fase do experimento, considerando-se as modificações nas características químicas do solo, fez-se a verificação da possibilidade de algum efeito fitotóxico que esse resíduo poderia ter adquirido durante os vários processos industriais a que o gesso é submetido, principalmente ao permanecer em contato com os componentes do produto final que

é a cerâmica, até o momento em que é conduzido aos fornos.

Com esta finalidade, instalou-se outro ensaio experimental sob condições de casa de vegetação, no Campus I do UNIPINHAL, utilizando-se vasos plásticos contendo 8 kg de terra em cada um deles.

O delineamento experimental constou de oito tratamentos e três repetições, com dosagens crescentes de sucata de gesso junto ao solo bem homogeneizado.

O tratamento 1 (Testemunha), para efeito comparativo, não recebeu sucata de gesso e sim adubação e calagem, conforme análise de solo e exigência nutricional da cultura.(RAIJ et al, 1997)

A planta teste escolhida foi a alface (*Lactuca sativa* L.), em virtude da sua grande sensibilidade à presença de substâncias fitotóxicas, que por ventura existissem na sucata de gesso.

Durante o desenvolvimento vegetativo, foram realizados os tratamentos culturais pertinentes à cultura tais como adubações de plantio e cobertura, irrigação, controle de pragas e doenças, além do acompanhamento visual do desenvolvimento vegetativo e aparência, para se detectar possíveis incidências de sintomas de fitotoxicidade.

A colheita foi realizada antes do início do florescimento, aos 45 dias após

germinação, procedendo-se à pesagem da parte aérea recém colhida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Resultados das análises químicas

Os tratamentos, dosagens e análise de solo após o período de incubação, são apresentados na Tabela 1.

Análise do pH

Comparando-se os valores do pH da amostra de solo sem a adição de resíduo até a dosagem mais elevada de aplicação, 50 t ha^{-1} , observa-se que houve um aumento significativo passando de 5,1 para 6,6. Este aumento indica que a sucata de gesso é capaz de elevar o pH do solo, o que pouco ocorre com o gesso comum ou gipsita (CaSO_4) e também com o proveniente da indústria de fertilizantes fosfatados, denominado fosfogesso ou gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$). Tal comportamento deve-se à impregnação no molde de gesso, dos componentes da massa cerâmica úmida, fato repetido durante a fabricação por cem (100) vezes consecutivas, após o qual, é descartado.

Análise de Fósforo

Os índices constantes esperados para as concentrações de fósforo das reações realizadas se comprovaram. Em todas as amostras os valores obtidos para P

foram os mesmos (5 mg dm^{-3}). A ausência de alterações nestes índices referem-se a falta de fósforo no resíduo.

Análise de Potássio

As concentrações de potássio obtidas seguiram os valores da amostra inicial até o tratamento de 30 t ha^{-1} , ficando na faixa de $0,6 \text{ mmolc dm}^{-3}$. Para as amostras com 40 e 50 t ha^{-1} , a concentração de potássio atingiu $0,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$, notando-se um acréscimo na concentração desse elemento químico do solo à medida que se aumentou a dosagem do resíduo de sucata de gesso, provavelmente proveniente do mineral feldespato, componente da barbotina.

Análise de Cálcio

Os índices de Ca^{2+} iniciais que eram de 16 mmolc dm^{-3} no tratamento testemunha, se elevaram para $290 \text{ mmolc dm}^{-3}$, na dosagem mais elevada de resíduo, ou seja, de 50 t ha^{-1} .

Portanto, à medida que se aumentou a concentração de sucata de gesso, houve uma elevação nos resíduos de Ca^{2+} , comprovando-se ser esse resíduo uma excelente fonte de Ca^{2+} trocável ou disponível.

Análise de Magnésio

A sucata de gesso proporcionou um aumento nos teores de Mg, ao contrário do que ocorreria apenas com a utilização de gesso agrícola, o qual é isento deste elemento.

Pode-se observar que a sucata de gesso utilizada tem um certo teor de Mg e K. Isto se deve a utilização do gesso na cerâmica como molde para o processo produtivo, onde o mesmo absorve a água da barbotina de massa cerâmica retendo tais elementos em seus poros.

A barbotina de massa tem em sua formulação argilas coloidais, pedriscos, caulins, e outros os quais geram o diferencial do resíduo de sucata de gesso. Estes componentes seriam os responsáveis pelas alterações do pH, H + Al e do Mg, fato não ocorrente quando é utilizado o gesso comum e o fosfogesso.

Análise de H + Al

Os teores de H + Al decresceram à medida em que se aumentou a dosagem do resíduo no solo e, por conseguinte, ao se aumentar os valores de Ca + Mg também em decorrência dos componentes acima citados

2. Resultados do experimento com plantas

Na Tabela 2 são apresentados os tratamentos, dosagens de gesso utilizados,

média de produção da alface nas três repetições, e análise estatística.

Entre os tratamentos, a produtividade manteve-se em patamares estatisticamente não significativos nas dosagens de até 10 t ha⁻¹, quantidade considerada satisfatória para a disposição do resíduo no solo, sem alteração negativa do ambiente e ainda incorporando benefícios para a produtividade agrícola.

Para dosagens mais elevadas, acima de 12 t ha⁻¹, constatou-se uma diminuição no desenvolvimento da alface em função da alteração do pH, trazendo como consequência uma diminuição na disponibilidade dos micronutrientes metálicos, tais como o zinco, manganês, ferro e cobre.

4. CONCLUSÕES

A aplicação da sucata de gesso em solo ácido, possibilitou os seguintes benefícios nas características do solo e desenvolvimento da alface:

- a) Efeito corretivo da acidez do solo, ao proporcionar um aumento do pH e diminuição da acidez total (H + Al).
- b) Como fonte de nutrientes, através da liberação de quantidades crescentes de cálcio, magnésio e potássio. O enxofre, embora não determinado, estaria presente como componente básico do gesso.

- c) Aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Soma das Bases (SB) e Saturação por Bases (%V) em função de liberação de cálcio, magnésio e potássio da sucata de gesso.
- d) Até a dosagem de 12 t ha⁻¹, não foi constatada qualquer ação prejudicial no desenvolvimento vegetativo.
- e) Em nenhuma das dosagens com gesso foi constatado sintoma de fitotoxidez, permitindo a sua disposição em solos agrícolas e culturas sensíveis, como fonte de nutrientes e corretivo da acidez.

REFERÊNCIAS

- CAÍRES, E. F. *et al.* Produção de milho, trigo e soja, em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, São Paulo, v.23, n.2, p.315-327, abr./jun.1999.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Planaltina (DF). **Rel. Tec. Anu. Cerrados**. Planaltina. 1976. 154 p.
- FREITAS, E.; SNYDER, V.; STONER, E.; CARVALHO, L.J.C.B. Mechanical impedance as a constraint to deeper rooting in low bulk density oxisols in Brazil. **Agron. Abstr.** Madison, American Society of Agronomy, 1985. p. 206.
- MEDINA, C.; BRINHOLI, O. Uso de resíduos agroindustriais nas produções de cana-de-açúcar, açúcar e álcool. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.11, p. 1821-1825, nov. 1998.
- MORELLI, J.L.; NELLI, E.J. DEMATTE, J.L.I. ; DALBEN, A.E. Efeitos do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21., Campinas, 1992, p.96. **Programas e Resumos**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1992.
- NOVAES F.; BONIFÁCIO, A; LAMSTER, E.C. **Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis**. Brasília, SNAP/EMBRATER. 1980. 28 p.
- PALEGESSOS. GESSO e suas propriedades. Disponível em: <http://www.palegessos.com/gesso>. Acesso em: 16 março. 2004; 22 maio. 2004.
- PENATTI, C.P. Calcário e gesso em cana-de-açúcar, **V Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica**, Piracicaba, SP, 1994.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. e FURLANI, A.R.G. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. 285, p.(Boletim 100)
- SARMENTO, P. *et al.* Dinâmica do surgimento de brotos de alfafa em função de diferentes fontes de fósforo, da aplicação de gesso e do momento de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.1, n.1, p. 1103 – 1116, maio/jun. 2002.
- SARMENTO, P. *et al.* Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e a calagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 381 – 390, abr./jun. 2001.

Tabela 1. Análise química do Latossolo Vermelho Amarelo submetido a diferentes dosagens de sucata de gesso, em Espírito Santo do Pinhal – SP, no ano de 2004.

Gesso t ha ⁻¹	pH CaCl ₂	P (mg dm ⁻³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺ mmol _c /dm ⁻³	SB	CTC	V (%)
0	5,1	5	0,6	16	5	21	21,6	42,6	51
10	6,1	5	0,6	98	28	18	126,6	144,6	88
20	6,2	5	0,6	154	38	17	192,6	209,6	92
30	6,4	5	0,6	205	46	16	251,6	267,6	94
40	6,5	5	0,8	289	63	15	352,8	367,8	96
50	6,6	5	0,8	290	64	13	354,8	367,8	96

Tabela 2. Tratamentos, dosagens, produção de alface e análise estatística .

Tratamento	Gesso (t ha ⁻¹)	Alface (g vaso ⁻¹)	Tukey a 5%
1	0	204	ab
2	2	192	ab
3	4	204	ab
4	6	163	ab
5	8	173	ab
6	10	206	ab
7	12	187	ab
8	14	105	a
		<i>F</i>	2,73
		C.V.	19,74
		D.M.S.	100,00

Obs: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.