

CURVAS DE NEUTRALIZAÇÃO DE SOLO COM LAMA DE CAL, COMPARADA COM CaCO₃ p.a. E CALCÁRIO

Rivail Salvador Lourenço*

RESUMO

Procurando avaliar a qualidade da lama de cal, rejeito de fábrica de celulose, como corretivo da acidez do solo, foram conduzidos dois ensaios de incubação com solo, nos laboratórios da *Embrapa Florestas*, Colombo-PR. No primeiro ensaio foram testadas doses crescentes do produto, comparadas com série idêntica de carbonato de cálcio p.a., em 7 tratamentos (0; 4; 8; 12; 16; 20 e 24 t/ha) e 3 repetições, durante 60 dias. No segundo ensaio foi incubado o equivalente a 14 t/ha do produto, comparado com um calcário dolomítico, procedendo-se análises a cada período de 10 dias, durante 60 dias. O produto testado teve desempenho semelhante as suas referências, tanto em função das doses quanto da velocidade de reação, constituindo-se num sucedâneo à utilização agrônômica do calcário.

PALAVRAS-CHAVE: Correção, incubação, lama de cal, resíduo.

LIME SLUDGE SOIL NEUTRALIZATION CURVES COMPARED TO CaCO₃ p.a. AND CALCAREOUS

ABSTRACT

Two experiments involving soil incubation were conducted aiming to evaluate the quality of "lime sludge", a by-product of pulp production. In the first experiment it were tested increasing levels of "lime sludge" compared with identical series of calcium carbonate, p.a., in seven treatments (0; 4; 8; 12; 16; 20 e 24 t/ha) in three replicates during 60 days. In the second experiment it was incubated the equivalent to 14 t/ha of "lime sludge", compared with dolomite calcarium and analyzed each every 10 days during 60 days. "Lime sludge" had similar characteristics to calcium carbonate and dolomite calcarium when comparing the levels applied and the speed of reaction what makes the by-product an alternative to the use of calcarium in agriculture practices.

KEY WORDS: Amendment, incubation, lime sludge, residue.

* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA nº 3.636/D, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente de tecnologias tem originado uma preocupação, também crescente, com o reaproveitamento de rejeitos, resíduos ou detritos. Pawlowsky (1976) já fazia referência ao aproveitamento de resíduos, observando que os despejos podem ser considerados como matéria-prima de custo zero, e que sua recuperação proporcionaria um retorno razoável do investimento feito na aquisição dos equipamentos. Afirma ainda que, dificilmente, o reaproveitamento de resíduos seria menos vantajoso do que o seu tratamento.

Na indústria de celulose e papel, há a geração de um resíduo, descrito por Bergamin et al. (1994) como originário da etapa de caustificação, no processo de recuperação do licor de cozimento, onde é utilizada a cal hidratada. Esporadicamente, o forno de cal sofre um descarte de uma "lama de cal", sólida e de coloração cinza claro, homogênea e sem odor característico.

Este material, de reação alcalina, qualifica-se como possível sucedâneo do calcário na correção da acidez do solo, tão comum no Brasil.

Este trabalho compara o comportamento da lama de cal, utilizada como corretivo da acidez do solo, com o carbonato de cálcio (p.a.), no que diz respeito a doses e com um calcário dolomítico comercial quanto à velocidade de reação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do presente trabalho foram conduzidos dois ensaios, em condições de laboratório, no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Florestas), no município de Colombo-PR, com lama de cal da Irani Agroflorestal S A, situada no município de Várzea Bonita-SC.

Segundo Munhoz (1979), a avaliação da exigência de calcário para elevar o pH de um solo a um valor determinado pode ser feita por diversos métodos e, dentre eles destaca-se o da incubação, utilizado por autores como Freitas et al (1968), Munhoz (1979), Quaggio (1983) e Lourenço (1984).

O método utilizado para avaliar a ação dos corretivos foi o da "Incubação", que é padrão nestes tipos de estudo. Em ambos os ensaios foi utilizado como substrato, os primeiros 20cm de um solo, coletado na fazenda experimental do Canguiri, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, classificado como cambissolo álico Tb A proeminente, textura muito argilosa. O solo foi seco em estufa (60°C), passado em peneira de 2mm de malha e cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Resultado de análise química para fins de fertilidade, dos solos utilizados nos ensaios

Ensaio	pH	MatOrg	Al	H + Al	Ca + Mg	K	Na	P
n ^o	CaCl ₂	g/kg	cmol _c / dm ³					mg/kg
1	4,31	70,5	3,9	18,5	5,00	0,25	0,04	2
2	3,50	76,9	5,0	21,6	4,65	0,17	0,05	1

As variáveis pertinentes a acidez e capacidade de troca catiônica são apresentadas na tabela 2.

TABELA 2. Valores de soma de bases, capacidade de troca, saturação de bases e saturação de alumínio para o pH atual e pH 7.0.

Ensaio	Valor	pH atual			pH 7,0			
		S	CTC	V	m	CTC	V	m
			cmol _c /dm ³	%		cmol _c /dm ³	%	
1	5,3	9,2	57	42	24,8	21	16	
2	4,9	9,9	49	51	26,5	18	19	

As incubações foram procedidas em sacos plásticos, mantidos no escuro, contendo 1 kg de solo, umedecidas a 50% da capacidade de campo e homogeneizando-se a umidade a cada dois dias, durante 60 dias.. Para evitar evaporação excessiva, os recipientes tinham sua parte superior parcialmente fechada, permitindo alguma troca gasosa com o ambiente externo através de canudinhos plásticos.

- **Ensaio 1**

No ensaio 1, os materiais corretivos utilizados foram a **lama de cal** e o **carbonato de cálcio** (CaCO₃ p.a.), este último tomado como padrão.

O cálculo da necessidade de calagem (NC), pelo método da saturação de bases, indicava o equivalente a 12 t/ha de CaCO₃, para atingir 70% da saturação de bases (V%).

Foram efetuadas duas séries dos 7 seguintes tratamentos, com três repetições: 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 t de CaCO₃/ha, tanto para o **carbonato de cálcio** quanto para a **lama de cal**.

- **Ensaio 2**

Neste ensaio foram utilizados o equivalente a 14 toneladas **de lama de cal** e outras 14 toneladas de um **calcário dolomítico** comercial. Tabela 3, ambos com 6 tratamentos de 3 repetições, nos seguintes períodos de incubação: 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias

TABELA 3. Teores de óxidos de cálcio, magnésio e hidróxido de sódio dos corretivos agrícolas testados.

Corretivo utilizado	CaO	MgO %	NaOH
lama de cal	53,1	0,16	0,09
calcário dolomítico	29,5	21,7	—

Após os períodos de incubação, para evitar depressão no pH pelos sais formados na mineralização da matéria orgânica, as amostras foram lavadas com água destilada em colunas de percolação e, em seguida, secas ao ar, segundo observação de Raij (1981).

Todas as determinações analíticas nos solos, anteriores e posteriores às incubações, foram efetuadas nos laboratórios da Embrapa-Florestas. Foram procedidas as determinações de matéria orgânica, por via úmida, utilizando-se o fator 1,72 pelo qual se multiplica o teor de carbono, oxidado pelo dicromato de potássio e titulado pelo sulfato ferroso amoniacal; pH em CaCl_2 0,01M, na relação 1:2,5; potássio e sódio trocável, por fotometria de chama; Ca, Mg, e Al, por extração com uma solução de KCl 1N e titulação; H + Al, por leituras potenciométricas do pH de equilíbrio tampão SMP do solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados expressos nas tabelas 1 e 2 permitem inferir que as porções de solo utilizadas nos dois ensaios dizem respeito a solos de baixa fertilidade, considerada a CTC a pH 7.0. A saturação de Al, pela CTC efetiva, é alta ou muito alta, constituindo-se em solos de elevada acidez com baixo teor de fósforo, médio de potássio e altos teores de Ca + Mg e de matéria orgânica.

Na tabela 4, pode-se observar os valores obtidos para as variáveis analisadas posteriormente à incubação, referentes ao ensaio 1.

TABELA 4. Resultados das análises do solo após 60 dias de incubação com Lama de Cal Carbonato de Cálcio(CaCO₃ p.a.). Ensaio 1.

Corre- tivo em t/ha	pH		Al		Ca + Mg		H + Al		Na	
	CaCl ₂ 0,01M		cmol _c / dm ³							
	Lama	CaCO ₃	Lama	CaCO ₃	Lama	CaCO ₃	Lama	CaCO ₃	Lama	CaCO ₃
0	4,31	4,31	3,93	3,93	4,90	4,90	23,27	23,27	0,07	0,07
4	4,53	4,46	2,32	1,92	8,50	7,47	16,00	13,63	0,08	0,05
8	5,04	4,90	0,52	0,60	13,47	12,38	9,93	8,60	0,16	0,07
12	5,62	5,35	0,15	0,10	15,60	15,13	6,30	6,00	0,18	0,06
16	5,91	5,67	0,00	0,00	19,55	18,10	4,57	4,77	0,22	0,08
20	6,23	5,96	0,00	0,00	21,40	20,05	3,50	3,50	0,26	0,09
24	6,63	6,21	0,00	0,00	23,40	22,07	2,57	2,40	0,31	0,09

Pelo exame dos valores obtidos, fica claro o bom desempenho da lama de cal tendo o carbonato de cálcio como referência. Esta eficiência já era esperada pelo exame prévio de seu poder de neutralização, indicado pelo teor de óxidos e pela eficiência relativa, considerado o seu alto grau de finura. A Figura 1 expressa esta condição com clareza, no que diz respeito ao pH, segundo a curva obtida que, por ajuste dos pontos resultante das equações de regressão linear (1), para a lama de cal e (2), para CaCO₃, a seguir: 1) $Y = 4,266548 + 0,1002083x$ ($R^2 = 0,99$) e 2) $Y = 4,252619 + 0,0845833x$ ($R^2 = 0,99$).

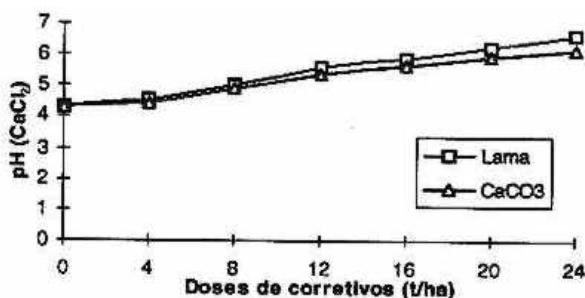


Figura 1. Valores de pH em função das doses de corretivo aplicadas.

Outro ponto de atenção quanto a possibilidade de utilização da lama de cal como corretivo, diz respeito ao aporte de sódio ao solo, Figura 2. Não se tratando de regiões áridas ou semi-áridas, as condições de precipitações generosas e bem distribuídas e com teores de matéria orgânica de médio a alto, serão suficientes para garantir o bom desenvolvimento e produção das culturas, apesar do aporte supra citado.

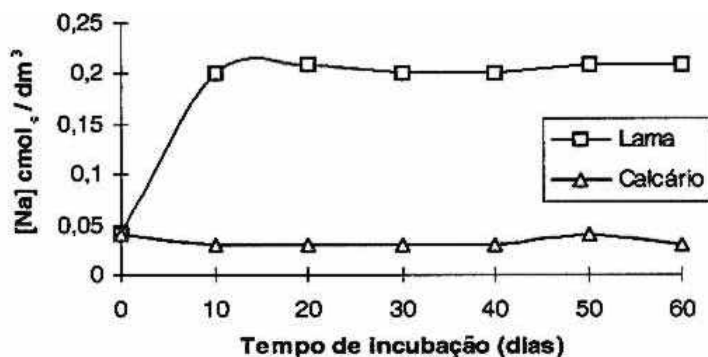


FIGURA 2. Concentração de sódio em função do período de incubação.

Uma eventual preocupação com o sódio seria sobre o seu efeito no solo, causando dispersão, diminuindo a permeabilidade, a aeração e prejudicando o manejo, consideradas as doses e freqüência de aplicação, mas, pelos teores obtidos, tal preocupação pode ser descartada, pois, as limitações culturais nos solos salinos-sódicos, segundo Boyer (1985), a escala de Riverside (U.S. Soil Survey Staff, 1951), adaptada às condições brasileiras, indica como limite inferior da relação Na/CTC x 100, referente a plantas muito sensíveis ao sódio, o valor 2,0. E, os valores obtidos neste trabalho, para esta mesma relação, se situam em torno de 1,0.

Na Tabela 5, são expressos os valores obtidos nas análises químicas, após a incubação, referentes ao Ensaio 2, onde se comparou a aplicação da lama de cal (equivalente a 14t de corretivo por hectare) com a de um calcário dolomítico, em função do tempo de incubação.

TABELA 5. Resultados das análises do solo em função do período de incubação com Lama de Cal e Calcário dolomítico. Ensaio 2.

Tempo em dias	pH		Al		Ca + Mg		H + Al		Na	
	CaCl ₂ 0,01M						cmol _c / dm ³			
	Lama	Calcário	Lama	Calcário	Lama	Calcário	Lama	Calcário	Lama	Calcário
0	3,50	3,50	5,00	5,00	4,65	4,65	21,60	21,60	0,04	0,04
10	6,37	5,69	0,05	0,10	14,87	13,70	3,10	3,50	0,20	0,03
20	6,59	5,94	0,05	0,10	16,67	14,27	2,97	3,43	0,21	0,03
30	6,43	5,75	0,05	0,10	16,42	14,07	3,10	3,80	0,20	0,03
40	6,40	5,85	0,05	0,10	16,07	14,73	3,17	3,53	0,20	0,03
50	6,46	5,78	0,05	0,10	17,20	15,88	2,97	3,70	0,21	0,04
60	6,22	5,90	0,05	0,10	16,53	15,47	3,53	3,37	0,21	0,03

Pela observação dos dados, para todas as variáveis, nota-se que dez dias de incubação foram suficientes para ambos os corretivos testados, elevarem

suficientemente o pH a uma faixa favorável à maioria das culturas e neutralizar o alumínio tóxico, elevando a saturação em bases ao redor de 80%.

Assim, considerando os diversos fatores que definem um bom corretivo, temos: a lama de cal aqui estudada, tem um bom **valor neutralizante**, que diz respeito a sua equivalência em carbonato de cálcio. Tem um **grau de finura**, que atende às exigências da legislação, desde que se constitui num material pulverulento quando seco. Portanto, da conjugação desses dois fatores, resulta um material com **PRNT** elevado, 95,6%, ou seja, necessitaríamos de 104,6 kg desta lama de cal para satisfazer uma recomendação de 100kg de calcário com PRNT 100. Também, é importante uma consideração econômica pois, os dispêndios da empresa com transporte, depósito e descarte desse rejeito tornam o faturamento positivo quando esse, agora subproduto, é utilizado nos seus próprios campos de produção ou é vendido a terceiros. É notável que, atualmente, a empresa vende toda a produção deste material a R\$ 4,07 a tonelada e que, com uma produção média de 1650 toneladas mensais de lama de cal, auferir uma receita anual superior a R\$ 80 mil. utilizado nos seus campos de produção ou vendido a terceiros, gerando um retorno financeiro, em quaisquer dos casos.

Merece referência o estado físico deste produto, quando da sua obtenção, é um complicador no que respeita ao armazenamento, transporte e aplicação, por se tratar de uma lama ou pasta.

Ainda, permitimos-nos sugerir alguns futuros ensaios com a lama de cal, quanto a sua utilização: em condições de campo; em compostagem; na adição a outros resíduos sólidos, vegetais ou não, para melhorar sua condição física, facilitando o seu manuseio; na correção de tanques de piscicultura; na calagem de dejetos de animais ou de lodo de esgoto urbano, visando a estabilização química e reduzindo problemas de odor, além inativar ou destruir patógenos daqueles rejeitos. Neste último caso, é conveniente lembrar que a cal entra com 30 a 50% do volume de matéria seca a ser tratada, constituindo uma boa demanda.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios nos permitem concluir que o material testado é um bom corretivo agrícola de solo, constituindo-se num sucedâneo à utilização do calcário.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMIN, F.N.; ZINI, C.A.; GONZAGA, J.V.; BORTOLAS, E. Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto? In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. **Seminário**. Botucatu: UNESP. Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1994. p.97-120.

BOYER, J. L. Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos. Salvador: Ed. Ison Guimarães Carvalho, 1985. 311 p.

FREITAS, L.M.M.; PRATT, P.F., VETTORI, L. Testes rápidos para estimar as necessidades em calcário de alguns solos de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.3, p. 159-164, 1968.

- LOURENÇO, R.S. **Curvas de neutralização dos principais solos de Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE-Porto Velho, 1984. 33p. (EMBRAPA Porto Velho. Boletim de Pesquisa, 3).
- MUNHOZ, F.G. Curvas de neutralização em alguns solos do Estado do Paraná. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.I, n.1, p.3-8, ago./dez. 1979.
- PAWLOWSKY, U. **Proteína a partir de desperdícios.** Curitiba: Administração de Recursos Hídricos, 1976. 39p. Trabalho apresentado no 15. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária. Buenos Aires, 1976.
- QUAGGIO, J.A. **Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo.** Piracicaba: ESALQ, 1983. 76p. Tese Mestrado.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa/Instituto Internacional de Potassa. 1981, 142p.