

EFEITO DA CALAGEM E DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM UM SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO¹

FRANCISCO JOSÉ DE ALBUQUERQUE CAVALCANTI²

SINOPSE.— Em trabalho realizado em casa de vegetação, fêz-se um estudo preliminar sobre a ação de CaCO_3 na neutralização do alumínio trocável existente no solo e o efeito do fósforo no crescimento do milho.

O solo utilizado apresentava pH de 4,1 e um teor de Al trocável igual a 0,9 me/100 g de solo.

Os tratamentos, constituídos por doses crescentes de um corretivo e de um fertilizante fosfatado, tomaram a forma fatorial de 3×3 com quatro repetição. Para corretivo utilizou-se o carbonato de cálcio "p.a." e como fonte de P_2O_5 , o superfosfato triplo 40-45%.

Procedeu-se ao tratamento do solo contido nos vasos (3 kg/vaso) com CaCO_3 30 dias antes do emprêgo dos fertilizantes. As doses de P_2O_5 , bem como as de N e K_2O foram aplicadas no plantio. Utilizaram-se sementes de milho da variedade Amarelão.

No final da incubação, o pH do solo para a maior dose de CaCO_3 (1,234 g por kg de solo) foi de 4,5. Essa mesma dose do corretivo neutralizou 63% do Al trocável decorridos 30 dias de sua aplicação e 72%, aos 75 dias, ocasião da colheita.

De acôrdo com a interpretação estatística dos resultados obtidos, concluiu-se que: 1) o máximo de desenvolvimento para as plantas com relação ao fósforo está entre as doses de 0 e 0,14 g/kg de P_2O_5 ; 2) não foi obtido o máximo de desenvolvimento das plantas com as doses de CaCO_3 empregadas; 3) não houve interação entre o fósforo e o corretivo.

INTRODUÇÃO

A correção dos solos ácidos da Zona Fisiográfica Litoral-Mata de Pernambuco vem sendo cada vez mais empregada, muito embora a escassez de dados referentes a este problema não permita que a quantidade de calcário utilizada atinja, em todos os casos, o efeito esperado.

Enquanto isso, tem-se notado que o emprêgo de fertilizantes fosfatados sempre se destaca dos demais, haja vista não somente a acentuada carência de fósforo desses solos, mas também o fato de não se levar em conta certos aspectos da questão.

A solubilidade do fósforo, segundo Mendes (1954), pode ser controlada pelo pH e pela concentração de cálcio da solução do solo. Foy (1964) mostra que, em soluções nutritivas, metade do fósforo comumente empregado é o bastante para se obter a produção máxima, uma vez corrigida a acidez causada pelo Al trocável. Além disso, o Al trocável pode interferir na assimilação e no translocamento do fósforo, segundo Wright (1937). De acôrdo com Bixby *et al.* (1964), a fixação dos fosfatos solúveis processa-se rapidamente em solos de zona quente e de alta pluviosidade com pH menor que 5,5. Pratt (1966) afirma que a disponibilidade maior de fósforo para as plantas se dá numa faixa de pH entre 6 e 7.

Pelo visto, conclui-se que o êxito da adubação fosfatada depende da ação simultânea de diversos fatores, os quais, por serem influenciados pelo calcário, aumentam ainda mais a necessidade de se conhecer melhor o comportamento destes solos à calagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado (horizonte A_1 0-20 cm) foi coletado ao lado direito da BR 232 em área pertencente ao Engenho do Pôço, município de Moreno, PE, junto ao perfil anteriormente analisado por Dantas (1967). Trata-se de um solo classificado pela Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo do Ministério da Agricultura como Podzólico Vermelho-amarelo, fase floresta subperenifolia, relêvo forte ondulado, pertencente àquêles com horizonte B textural.

O material, antes de ser colocado em vasos plásticos, 3 kg por vaso, foi secado ao ar, triturado e passado em peneira de 2 mm. Uma vez homogeneizado, tomou-se uma amostra representativa que foi protocolada no Setor de Solos do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE) sob o n.º 12.298 e em seguida analisada, apresentando as seguintes características:

Características físicas:

Areia grossa (%)	7;
Areia fina (%)	55;
Silte (%)	9;
Argila (%)	29;
Equiv. de umidade (%)	25;
Densidade aparente	1,3;

¹ Recebido 30 out. 1970, aceito 15 abr. 1971.

Trabalho realizado no Setor de Solos do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE), durante o Curso de Treinamento do SAPT/68 sob a orientação do Químico Especialista em Solos, Luiz Bezerra de Oliveira.

² Eng.º Agrônomo do Setor de Solos do IPEANE, Caixa Postal 205, Recife, Pernambuco.

Características químicas:

Carbono (%),	1,60;
Mat. org. (%),	2,76;
Nitrogênio total (%),	0,17;
Relação C:N	9,40;
Al ³⁺ + H ⁺ (me/100 g)	7,94;
S (me/100 g)	1,03.

Delineamento experimental

Foi escolhido um fatorial de 3 × 3 com quatro repetições para os tratamentos constituídos por doses crescentes de carbonato de cálcio "p.a." e superfosfato triplo 40-45%.

Aplicação de CaCO₃

Inicialmente foi adicionado ao solo em estudo apenas o corretivo nas doses 0, 1 e 2, representadas por 0, 0,617 e 1,234 g de CaCO₃ por kg de solo. A partir desse momento, mesmo nos vasos que não receberam nenhum tratamento, foi feita aplicação d'água com o objetivo de manter a umidade do solo nas condições da microporosidade ou porosidade capilar segundo Oliveira (1963, 1968). Este valor (26%) foi mantido durante 30 dias (período de incubação), mediante reposição diária da água evaporada. Ao fim deste período foram retiradas amostras compostas para análise do solo utilizado em cada tratamento.

Aplicação do fósforo e plantio

As doses 0, 1 e 2, correspondentes a 0, 0,07 e 0,14 g de P₂O₅ por kg de solo foram aplicadas 30 dias após o emprego do corretivo. Como fonte de P₂O₅ foi escolhido, pelo seu grau de solubilidade em água, o superfosfato triplo 40-45% que, de acordo com Tisdale e Rucker (1964), é recomendado para culturas de ciclo curto. Nessa ocasião, fez-se ainda uma adubação uniforme para cada recipiente com 0,20 g de N e 0,20 g de K₂O, sob as formas de sulfato de amônio 20% e sulfato de potássio 50%. Os fertilizantes, inclusive o fosfatado, foram misturados com todo o conteúdo dos vasos. Em seguida, colocaram-se em cada um deles 10 sementes de milho da variedade Amarelão. Posteriormente foi feito desbaste, conservando-se apenas 5 plantas por vaso. Metade da dose de nitrogênio foi aplicada em cobertura, 18 dias após o plantio.

Suprimento d'água e colheita

O suprimento d'água permitiu que fôsse mantida a umidade conforme anteriormente citado, durante todo o ensaio. Periódicamente realizaram-se, ao acaso, mudanças na disposição dos vasos a fim de reduzir a ação de fatores estranhos.

Quando as plantas atingiram 45 dias foram cortadas pela base, colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa a 60°C até peso constante. Para melhor interpretação dos resultados, colheu-se para análise uma amostra composta do solo utilizado em cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do CaCO₃ e do fósforo puderam ser constatados por intermédio do resultado das análises químicas de amostras extraídas do solo em estudo e do peso seco das plantas. Nesse mesmo sentido, foram tiradas várias fotos poucos dias antes da colheita (Fig. 3, 4 e 5).

Efeito do CaCO₃

Nos Quadros 1 e 2 observa-se que a ação desse corretivo durante todo o período de incubação resultou principalmente em alterações nos valores iniciais do pH, Ca e Al.

QUADRO 1. Resultados analíticos do solo, antes do tratamento com CaCO₃.

N.º da amostra	pH	P (ppm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³
			(me/100 g de solo)				
12 298	4,1	1,0	0,45	0,40	0,14	0,04	0,0

* As determinações do pH, Al e P foram feitas no Subsetor de Fertilidade e as demais, no Subsetor de Química do Setor de Solos do IPEANE.

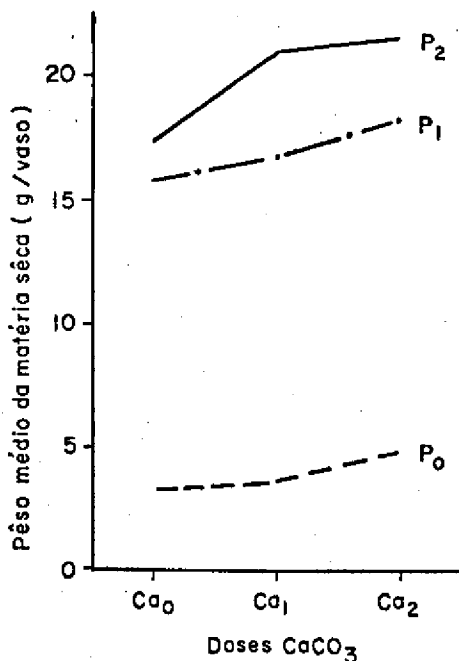
Antes de se aplicarem ao solo as doses de CaCO₃, o pH era de 4,1, passando para 4,2 e 4,5 após 30 dias.

Com respeito ao Ca, observa-se que a cada dose de CaCO₃ correspondeu um acréscimo de Ca trocável de 1,0 me/100 g de solo.

O Al trocável neutralizado pelas doses 1 e 2 de CaCO₃ equivale, respectivamente, a 45 e 63% do encontrado para a dose 0 (Quadro 2).

QUADRO 2. Resultados analíticos das amostras compostas do solo, 30 dias após a aplicação do CaCO₃.

Doses	pH	P (ppm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³
			(me/100 g de solo)				
0	4,0	2	0,50	0,50	0,19	0,12	1,1
1	4,2	3	1,50	0,50	0,17	0,11	0,6
2	4,5	3	2,50	0,70	0,16	0,10	0,4

FIG. 1. Efeito do CaCO₃ sobre o milho, em diferentes doses de P₂O₅.

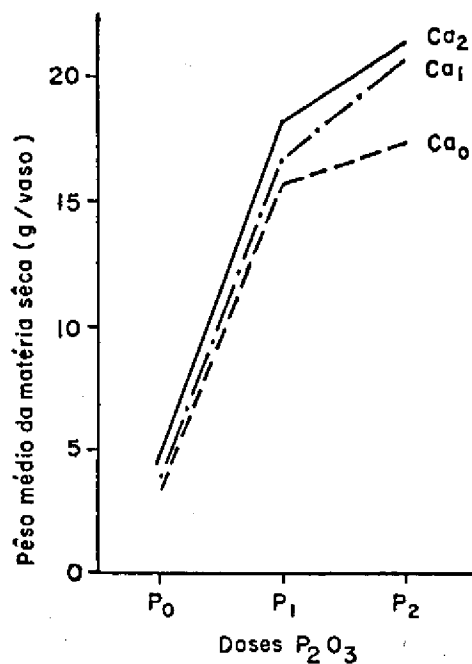


FIG. 2. Efeito do fósforo sobre o milho, em diferentes doses de CaCO₃.

Após a colheita, foram feitas novas análises do solo. Como se observa nos Quadros 2 e 3, os valores do pH para os tratamentos que receberam uma mesma dose de CaCO₃ praticamente não se alteraram com a aplicação de doses crescentes de P₂O₅. Desperta atenção, ainda, o fato de serem esses valores para uma mesma dose de CaCO₃ aproximadamente iguais em amostras tomadas antes do plantio e após a colheita.

Executando-se os tratamentos que não receberam CaCO₃, onde quase não houve alteração nos valores de Ca, os demais apresentaram variações nos teores desse elemento, o que é explicado pela resposta das plantas ao fósforo adicionado. Este fato ocorreu também com relação ao Mg, K e Na (Quadro 3).

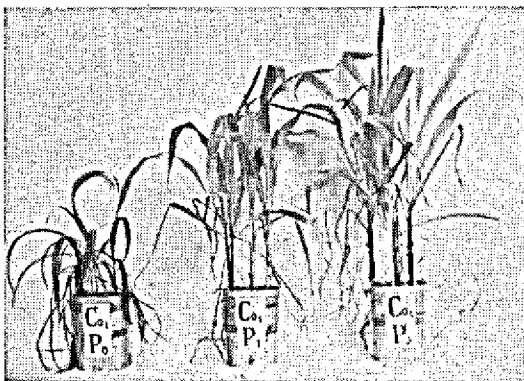


FIG. 4. Resposta do milho a doses crescentes de P, em presença de Ca₁, 3 dias antes da colheita.

A maior percentagem de Al trocável neutralizado foi de 72%, considerando-se os valores 1,1 e 0,3 que correspondem à dose 0 de CaCO₃ (Quadro 2) e a dose 2 desse corretivo (Quadro 3).

A influência do CaCO₃ no desenvolvimento das plantas, para cada dose de P₂O₅, é mostrada na Fig. 1. As curvas de resposta ao CaCO₃ em presença de P₀ e P₁ podem ser consideradas como de formatos semelhantes. O aumento verificado entre as doses 0 a 1 de CaCO₃.

QUADRO 3. Resultados analíticos das amostras compostas do solo, após a colheita e segundo os tratamentos

Trat.	pH	P (ppm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³
(me/100 g de solo)							
Ca ₀ P ₀	4,0	1	0,50	0,50	0,16	0,15	1,0
Ca ₀ P ₁	4,0	7	0,50	0,30	0,08	0,07	1,2
Ca ₀ P ₂	3,9	14	0,60	0,20	0,07	0,06	1,2
Ca ₁ P ₀	4,2	3	1,60	0,35	0,17	0,10	0,5
Ca ₁ P ₁	4,2	6	1,40	0,20	0,09	0,07	0,5
Ca ₁ P ₂	4,1	12	1,40	0,30	0,07	0,07	0,6
Ca ₂ P ₀	4,4	3	2,55	0,40	0,12	0,10	0,3
Ca ₂ P ₁	4,4	5	2,40	0,25	0,09	0,07	0,3
Ca ₂ P ₂	4,6	14	2,10	0,15	0,06	0,06	0,3

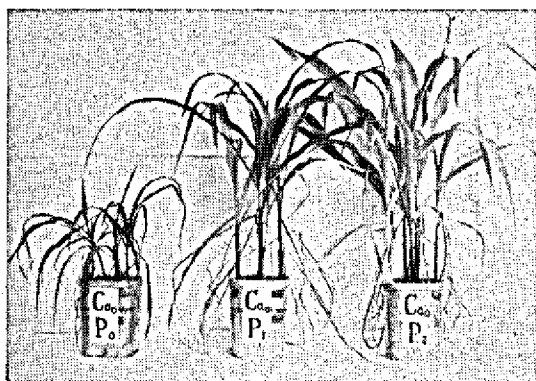


FIG. 3. Resposta do milho a doses crescentes de P, na ausência do CaCO₃, 3 dias antes da colheita.



FIG. 5. Resposta do milho a doses crescentes de P, em presença de Ca₂, 3 dias antes da colheita.

QUADRO 4. Pêso em gramas das 5 plantas contidas em cada vaso, colhidas 45 dias após o plantio e secadas em estufa a 60°C até peso constante

Ca	P											
	- 0 -				- 1 -				- 2 -			
0	3,18	3,30	3,07	3,70	15,50	15,50	14,90	17,00	16,55	17,45	19,50	15,95
1	3,40	3,70	3,10	4,30	15,26	17,35	16,10	18,30	21,70	22,50	21,15	18,00
2	4,85	4,70	5,00	5,00	17,65	17,70	17,70	19,30	20,80	25,75	20,85	18,70

QUADRO 5. Análise da variância

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Total	35	1.837,20		
P'	1	1.529,60	1.529,60	738,93
P''	1	194,37	194,37	93,89
Ca'	1	43,74	43,74	21,13
Ca''	1	0,51	0,51	0,24
P' Ca'	1	6,69	6,69	3,23
Erro	30	62,29	2,07	

F (5%) = 4,17
F (1%) = 7,56
C.V. = 10,61%

foi inferior ao correspondente às doses 1 e 2. O inverso se deu com relação à formação da curva de resposta ao CaCO_3 em presença de P_2 (Fig. 1).

Não foi significativo o efeito quadrático para o CaCO_3 empregado, de acordo com a análise estatística dos dados (Quadros 4 e 5). O efeito linear para o CaCO_3 , foi altamente significativo.

Efeito do fósforo

De acordo com os dados contidos no Quadro 4, obteve-se em média um aumento de peso, em matéria seca, superior a 300%, ocasionado pela adição de 0,07 g de P_2O_5 por kg de solo. Essa mesma quantidade de fósforo elevou, em média, a concentração de P no solo para 6 ppm. Por outro lado, ficou constatado que a aplicação da dose 2 de P_2O_5 resultou apenas num acréscimo de 20% na produção de matéria seca, em relação à dose anterior. Este fato foi comprovado estatisticamente, uma vez que o efeito quadrático para o fósforo foi altamente significativo (Quadros 3, 4 e 5).

Esses resultados podem ser observados graficamente na Fig. 2, onde se destaca a ação da dose 1 de P_2O_5 . As curvas mostram o efeito do fósforo dentro de cada dose de CaCO_3 . É fácil observar ainda que elas se apresentam com formas similares, evidenciando a ausência das possíveis interações $\text{P} \times \text{Ca}$ constatadas pela análise estatística (Quadro 5).

As Fig. 3, 4 e 5, por sua vez, permitem uma melhor compreensão do efeito do CaCO_3 e do superfosfato no desenvolvimento do milho.

CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado este estudo e de acordo com os resultados obtidos, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

- 1) o máximo de desenvolvimento para o milho, com relação ao fósforo, está entre as doses 0 e 2;
- 2) para se obter um maior desenvolvimento das plantas, com respeito ao CaCO_3 , deve-se em outra oportu-

nidade aumentar as quantidades empregadas do corretivo uma vez que:

a) em determinação feita 30 dias após a aplicação do carbonato de cálcio, o valor do pH não foi além de 4,5;

b) a percentagem de Al trocável neutralizado pela dose maior de CaCO_3 , 30 dias após sua aplicação, não ultrapassou de 63%;

c) não foi estatisticamente significativo o resultado obtido para a pesquisa sobre o efeito quadrático do CaCO_3 ;

3) tanto corretivo como fertilizante atuaram isoladamente, sem que houvesse interação entre P e CaCO_3 ;

4) a redução do teor de Al trocável existente no solo (de 1,1 para 0,6 me/100 g de solo) proporcionou, em média, um aumento no peso seco das plantas de 12%; onde o solo se apresentava com 0,4 me/100 g de Al trocável, essa percentagem elevou-se a 22%.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Direção do IPEANE pela oportunidade que nos foi dada de participar do curso de treinamento do SAPT, ao Coordenador deste e ao Orientador pelo estímulo recebido, e aos chefes e auxiliares dos diversos Subsetores do Setor de Solos, que colaboraram na realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- Birby, D.W., Rucker, D.L. & Tisdale, S.L. 1964. Phosphatic fertilizers, properties and processes. Bull. 8, Sulphur Inst. Washington, D.C. 64 p.
- Dantas, H.da S. 1967. Complexo sortivo dos principais solos do Estado de Pernambuco. I. Zona Litoral-Mata. Inst. Pesq. Exp. agropec. Nordeste, Recife. 115 p.
- Foy, C.D. 1964. Toxic factors in acid soils of the Southeastern United States as related to the response of alfalfa to lime. Prod. Res. Rep. n.º 80, A.R.S., U.S. Dep. Agricultura. (Citado por Kamprath 1967)
- Kamprath, E.J. 1967. A acidez do solo e a calagem. Bolm téc. 4, Série Int. Análise Solos, Univ. Est. Carolina do Norte. 20 p. (Trad. Muzelli, O. & Kalckmann, R.E.)
- Mendes, W. 1954. A influência da cal na adubação fosfatada. Bolm téc. 13, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Rio de Janeiro. 29 p.
- Oliveira, L.B.de 1963. Estudo físico-hídrico do solo, caracterização completa sob o ponto de vista físico, de uma área experimental da Série Recife, localizada na Estação Experimental do Curado. Bolm téc. 19, Inst. Pesq. Exp. agropec. Nordeste, Recife. 38 p.
- Oliveira, L.B.de 1968. Determinação da macro e microporosidade pela "mesa de tensão" e amostras de solo com estrutura indeformada. Pesq. agropec. bras. 3:197-200.
- Pratt, P.F. 1966. Química do solo, curso intensivo. (Trad. port. por Nascimento, A. & Vettori, L.) Editado pelo Convênio Min. Agric./Div. Pedol. Fert. Solo - USAID/Brasil, Rio de Janeiro. 88 p.
- Tisdale, S.L. & Rucker, D.L. 1964. Crop response to various phosphates. Bull. 9, Sulphur Inst. Washington. D.C. 20 p.
- Wright, K.E. 1937. Effects of phosphorus and lime in reducing aluminum toxicity of acid soils. Pl. Physiol., Lancaster, 12: 137-181.

ABSTRACT.- Cavalcanti, F.J. de A. 1972. *Effects of amendment and phosphatic fertilizing in a red-yellow podzolic soil.* Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., 7:81-85. (Inst. Pesq. Agropec. Nordeste, C.P. 205, Recife, PE, Brazil)

This work was carried out in a green house where a preliminary study was done on the action of CaCO_3 , in the neutralization of the exchangeable aluminum present in the soil and the effect of phosphorus on corn development.

The soil used had a pH of 4.1 and exchangeable aluminum 0.9 me/100 gm of soil.

The treatments, consisting of varying amounts of an amendment and a phosphatic fertilizer, were arranged in a 3×3 factorial design with four replications. Calcium carbonate (Guaranteed Reagent) was used as an amendment and as source of P_2O_5 , Triple Superphosphate 40-45%.

The CaCO_3 was applied to the soil (in 3 kilogram pots) 30 days before the employment of fertilizers. Applications of P_2O_5 as well as N and K_2O were added to the pots at planting time. Seeds used were of the Amarelão variety.

The soil pH for the highest level of CaCO_3 at the end of incubation was 4.5. This same amount of amendment neutralized 63% of the exchangeable Al after a period of thirty days from application and 72% after 75 days, at the time of harvesting.

According to the statistical interpretation of data obtained it is permissible to conclude that: 1) maximum growth of plants in relation to phosphorus is between the 0 and 2 levels; 2) maximum growth of plants was not obtained with the CaCO_3 levels employed; 3) there was no interaction between phosphorus and lime.