

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 15

Campinas, junho de 1956

N.º 12

EFEITO DE TRÊS TIPOS DE CALCÁRIOS NA REAÇÃO DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA (*)

J. ROMANO GALLO, R. A. CATANI e H. GARGANTINI, *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônômico*

RESUMO

O trabalho teve por objetivo comparar a eficiência de calcários calcítico e dolomíticos na correção da acidez do solo e sua influência no crescimento da planta e na composição química em cálcio e magnésio, das folhas. O ensaio foi instalado com soja, em vasos de Mitscherlich e constou de oito tratamentos com três repetições. Todos os vasos receberam igualmente N, P_2O_5 e K_2O nas formas de nitrato de amônio, fosfato de amônio e nitrato de potássio. Foram utilizados três calcários diferentes: um altamente calcítico, um dolomítico sedimentar e um dolomítico típico, em quantidades equivalentes quanto ao valor neutralizante total. O grau de finura dos materiais calcários foi dado por uma mistura, em partes iguais, das frações limitadas pelas peneiras Tyler de 65-150 e 150-270 malhas por polegada. Ao cabo de 2 meses e meio, as seguintes observações e determinações foram feitas: a) reação do solo (pH) e hidrogênio trocável; b) teor de cálcio e magnésio nas folhas; c) desenvolvimento da planta e peso de material seco.

Os resultados obtidos permitem concluir que nas condições da experiência em estufa, com o tipo de solo terra roxa misturada, nível químico do solo empregado e com o grau de finura do material utilizado, o comportamento dos calcários calcítico e dolomíticos no solo foram virtualmente iguais no aumento do valor pH e no decréscimo de H^+ trocável. A quantidade de calcário adicionada, calculada para elevar a saturação em bases do solo a 70%, elevou o pH do solo a um valor satisfatório em relação ao esperado.

Quanto ao desenvolvimento da soja, os calcários acarretaram aumento de produção de hastes e folhas. Os calcários dolomíticos produziram maior peso de material seco.

1 — INTRODUÇÃO

A incorporação de um calcário ao solo, como corretivo, na maioria das vezes tem dado motivo a certas perguntas quanto à natureza do material destinado à calagem. Assim, é comum procurar-se saber se a calagem é mais eficiente quando feita com calcário do tipo calcítico, que apresenta um teor elevado em cálcio, 40% ou mais em CaO e menos de 5%

(*) Recebido para publicação em 6 de dezembro de 1955.

em MgO, ou se o hidrogênio do solo seria igualmente neutralizado mediante a adição de um calcário dolomítico, com teor elevado em magnésio, isto é, 25-30% em CaO e 15-20% em MgO. Entre os dolomíticos, os de origem sedimentar teriam mais prontamente efeito sobre a acidez do solo que os do tipo cristalino?

Segundo investigações conduzidas por Beacher e outros (1), em experiência em vasos, com trêvo, os calcários calcíticos e dolomíticos de peneira 100 ou malha mais fina, usados em quantidades quimicamente iguais, foram igualmente efetivos no aumento do pH e no decréscimo do hidrogênio trocável do solo. Entre os calcários de grau de finura 10-20 malhas, os dolomíticos reagiram menos intensamente com o hidrogênio do solo, enquanto os calcíticos tiveram maior efeito, em relação a essa característica.

A fim de conseguir algumas informações de caráter preliminar sobre o assunto, foi instalado um ensaio em vasos, com três calcários diferentes, dos tipos calcítico, dolomítico sedimentar e dolomítico cristalino.

Procurou-se, também, comparar neste trabalho, os resultados dos testes de laboratório, usados, para fins de calagem, na avaliação da exigência de calcário de um solo, com os dados obtidos no ensaio. O método baseia-se na relação entre pH e a porcentagem de saturação em bases (2), e as estimativas são feitas a partir do pH e do H^+ trocável expresso em equivalentes miligramas por 100 g de solo. As recomendações de calcário são orientadas para conduzir o solo ao valor pH 6,5, aproximadamente, considerado ótimo para a maioria dos casos. Muitas vezes, quantidades inadequadas de calcário têm sido recomendadas. Por esse método, se as condições não forem totalmente satisfeitas, pode-se estar seguro, no entanto, contra os efeitos de uma calagem excessiva.

Além dos objetivos citados, foi estudada a influência dos materiais calcários no crescimento da soja e na composição química das folhas, em cálcio e magnésio.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados vasos de Mitscherlich esmaltados, contendo terra roxa misturada, procedente da Estação Experimental Central do Instituto Agrônomo, em Campinas, retirada à profundidade de 0 — 20 cm. Cada vaso recebeu 6 kg de terra seca ao ar, passada na peneira de 4 mm de abertura de malha.

Foram os seguintes os resultados da análise química do solo usado :

pH.....	5,30				
Carbono (C).....	2,06%				
Nitrogênio (N).....	0,140%				
PO_4^{3-} (1).....	0,013	e. mg/100 g de solo	sêco		
K^+ trocável.....	0,18	e. mg	"	"	"
Ca^{+2} trocável.....	3,63	e. mg	"	"	"
Mg^{+2} trocável.....	0,87	e. mg	"	"	"
H^+ trocável.....	5,40	e. mg	"	"	"

(1) PO_4^{3-} extraído com solução de H_2SO_4 0,05 N.

Como planta foi empregada a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), variedade "Abura". As sementes foram inoculadas com inoculante específico "Legume-Aid Inoculant" na proporção de 240 g de inoculante para 60 kg de sementes.

O ensaio foi instalado em novembro de 1953 e teve a duração de dois meses e meio, a contar da data da instalação, procedendo-se à colheita quando as plantas mostraram-se em início de florescimento.

Os tratamentos, em número de oito, com três repetições, foram os seguintes: 1 — testemunha geral; 2 — testemunha sem calcário; 3 — 1 dose de calcário calcítico; 4 — 2 doses de calcário calcítico; 5 — 1 dose de calcário dolomítico sedimentar; 6 — 2 doses de calcário dolomítico sedimentar; 7 — 1 dose de calcário dolomítico cristalino; 8 — 2 doses de calcário dolomítico cristalino.

As quantidades de calcários correspondentes a 1 dose foram calculadas para se obter uma saturação em bases de 70%. Essas quantidades são quimicamente equivalentes quanto ao total de neutralizante, e para o cálculo foram considerados o pH e o H^+ trocável do solo (2).

Os seguintes calcários foram utilizados neste trabalho: calcário de Itaú, material calcítico ou altamente cálcico; calcário de Limeira, dolomítico sedimentar; calcário de Taubaté, dolomítico cristalino. Algumas das características desses materiais são citadas em trabalhos precedentes (3,4). O grau de finura dos materiais calcários estudados foi dado por uma mistura, em partes iguais, das frações limitadas pelas peneiras Tyler de 65-150 e 150-270 malhas por polegada. Os calcários foram uniformizados quanto ao grau de finura, para que, na interpretação dos resultados, caso houvessem variações em relação ao efeito dos calcários sobre o pH e na redução do H^+ trocável do solo, estas não fôssem atribuídas à diversidade granulométrica. A composição química foi a seguinte:

<i>Material</i>	<i>Teores totais</i>		
	CaO %	MgO %	CaCO ₃ equiv. %
Itaú	47,2	5,1	96,8
Limeira	27,6	19,2	96,9
Taubaté	31,7	19,7	105,4

Todos os tratamentos, com exceção do testemunha geral, receberam por vaso, 2,2 g de P₂O₅ e 3,0 g de K₂O, respectivamente nas formas de (NH₄)₂HPO₄ e KNO₃, em solução; 2,0 g de N por vaso, nas formas dos sais citados e de NH₄NO₃, em solução.

No solo foi mantida unidade favorável durante toda a duração do ensaio, procedendo-se, diariamente, ao retórno do percolado.

A instalação do ensaio deu-se no dia 11 de novembro de 1953, data em que o calcário foi misturado aos 6 kg de terra, em tambor rotativo, e os vasos foram cheios. Não receberam calcário apenas os vasos relativos aos tratamentos testemunha geral e testemunha sem calcário; os demais

receberam terra com calcário na base de uma e duas doses, segundo os tratamentos. Instalado o ensaio, no mesmo dia cada vaso foi umedecido com 1½ litros de água, a fim de ativar a ação do calcário no solo, e em seguida coberto com o próprio coletor invertido, para evitar evaporação excessiva.

No dia 20 de novembro foram feitas aplicações dos adubos em solução, nas bases citadas, e procedeu-se à sementeira, utilizando-se 10 sementes por vaso. As sementes de soja germinaram em 25 de novembro e em 1.º de dezembro foi feito um desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. No dia 26 de janeiro de 1954 foram feitas observações sobre o desenvolvimento das plantas, comprovadas com fotografias, e nessa mesma data efetuou-se a colheita da parte aérea, cortando-se as plantas rente ao solo. O material colhido foi seco em estufa a 60-70°C e pesado, determinando-se os teores de cálcio e magnésio nas folhas.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

3.1 — EFEITOS SOBRE A ACIDEZ DO SOLO

Findo o ensaio, o solo foi removido dos vasos e depois de seco ao ar foi destorroado, homogenizado e passado em peneira de 2 mm. Para cada repetição foram determinados o pH e o H⁺ trocável. Determinou-se o pH na suspensão obtida com 10 g de terra e 25 ml de água destilada, após 3 horas de repouso. O H⁺ trocável ou adsorvido foi determinado por agitação de 5 g de terra com 100 ml de solução normal de acetato de cálcio (2). Os resultados obtidos são apresentados no quadro 1.

QUADRO 1.—Resultados da análise do solo, dois meses e meios após a instalação do ensaio. Os valores do hidrogênio trocável são expressos em equivalentes miligramas por 100 gramas de solo

TRATAMENTOS	1.ª repetição		2.ª repetição		3.ª repetição	
	pH	H ⁺ troc.	pH	H ⁺ troc.	pH	H ⁺ troc.
		e. mg		e. mg		e. mg
Testemunha geral	5,75	5,44	5,65	5,17	5,65	4,96
Testem. sem calc.	5,60	6,16	5,65	5,84	5,60	5,97
1 dose Itaú	6,25	4,64	6,20	5,04	6,25	4,96
2 doses Itaú	6,60	3,38	6,60	3,52	6,65	3,60
1 dose Limeira	6,25	4,88	6,25	5,12	6,30	5,04
2 doses Limeira	6,55	3,84	6,65	3,76	6,70	3,92
1 dose Taubaté	6,30	5,28	6,30	5,28	6,25	5,04
2 doses Taubaté	6,50	4,00	6,70	3,68	6,70	3,92

Os dados do quadro 1 mostram a influência de três tipos diferentes de materiais calcários sobre o pH e o teor de H⁺ trocável do solo.

Segundo os resultados apresentados, todos os materiais calcários aumentaram de forma significativa o pH do solo e diminuíram os teores de H⁺ trocável, em relação aos valores dos tratamentos sem calcário.

Analisando-se os dados do quadro 1, pode-se observar que os solos de todos os tratamentos que receberam calcário, independentemente da natureza do material usado, tiveram seu pH elevado com o aumento da quantidade de calcário adicionada. Os teores de H^+ trocável decresceram no mesmo sentido, isto é, diminuíram à medida que a quantidade de calcário aumentou.

Comparando-se os resultados de pH e H^+ trocável para uma e duas doses dos calcários calcítico e dolomíticos, conclui-se que, para doses idênticas, não se registraram variações apreciáveis entre êsses dados.

Não houve diferença entre o pH do tratamento testemunha sem calcário, quando comparado ao tratamento testemunha geral. O H^+ trocável do tratamento sem calcário, no entanto, foi ligeiramente mais elevado em tôdas as repetições.

Por conseguinte, com apóio nos resultados obtidos, pode-se dizer que os efeitos determinados pelos materiais calcários calcítico e dolomíticos na acidez do solo foram praticamente idênticos. As pequenas variações apresentadas são de pouca importância agrônômica. Provavelmente, maiores diferenças poderão ser obtidas aumentando-se o tempo de ação do calcário no solo.

Segundo foi verificado em trabalhos anteriores (3,4), os calcários estudados podem ser diferenciados pela solubilidade em solução de ácido acético a 1%, solução esta que permite refletir em conjunto as características do material, como composição química, propriedades físico-químicas, características mineralógicas etc. Em outras palavras, a solubilidade em solução de ácido acético a 1% possibilita identificar o material, isto é, se se trata de um calcário altamente cálcico ou de um calcário dolomítico e, entre êstes, se o material é do tipo sedimentar ou de natureza cristalina.

Os dados desta experiência preliminar vêm demonstrar que, apesar dos calcários utilizados neste trabalho apresentarem solubilidade distinta em ácido acético a 1%, por serem diferentes, os efeitos determinados no solo sôbre o pH e o H^+ trocável foram iguais ou semelhantes, nos três casos.

Ainda que a solubilidade em solução diluída de ácido acético constitua um valioso auxiliar na caracterização, identificação e classificação dos calcários, como o é o ácido cítrico a 2% para os fosfatos naturais, não se pode, diante dos dados obtidos, estimar a provável atividade do material no solo ou comparar o valor agrônômico dos calcários, apoiando-se nos resultados obtidos em laboratório, em condições determinadas e comparáveis, o que, aliás, já foi ventilado em trabalho anterior (3).

As quantidades de calcários calculadas teóricamente como suficientes para conduzir o solo à saturação em bases de 70%, não elevaram o pH ao valor esperado 6,5 mas o pH médio de nove repetições foi de 6,25, o que pode ser tido como resultado satisfatório, dada a duração de apenas 2½ meses da experiência. Deve-se considerar, todavia, que a reação dos calcários com o hidrogênio do solo é relativamente lenta, razão pela qual

revestem-se de importância o grau de finura e o tempo de contato das partículas de calcário com o solo.

O fato de os calcários calcítico e dolomíticos não apresentarem diferença sugere que, na aquisição de um material calcário para fins de corretivo, satisfeitas as condições de grau de finura, o primeiro requisito a ser considerado é o custo por unidade de equivalente quilograma de neutralizante (2).

3.2 — EFEITOS SÔBRE A PRODUÇÃO DE MATERIAL SÊCO

No quadro 2 são apresentados os pesos de material sêco correspondentes à parte aérea (hastes e fôlhas) e os resultados da análise de cálcio e magnésio de fôlhas de soja, na ocasião da colheita do ensaio.

QUADRO 2.—Produções de material sêco dos diferentes tratamentos de ensaio de soja em vasos. Porcentagem de cálcio e magnésio nas fôlhas, no final do ensaio

TRATAMENTOS	Pêso de material sêco	Quantidade do elemento no material sêco	
	Hastes e fôlhas	Fôlhas	
	g	CaO %	MgO %
Testemunha geral	26	1,48	0,73
Testem. sem calc.	133	1,47	0,80
1 dose Itaú	175	1,80	0,86
2 doses Itaú	181	2,10	0,89
1 dose Limeira	198	1,76	1,08
2 doses Limeira	207	1,99	1,28
1 dose Taubaté	210	1,76	1,16
2 doses Taubaté	217	2,08	1,32

A figura 1 reúne duas fotografias tomadas também no dia em que se procedeu à colheita do ensaio (dois meses após a germinação). Pela fotografia A percebe-se, de forma nítida, o maior desenvolvimento das plantas de soja contidas no vaso 3 (1 dose de calcário de Limeira) sôbre as plantas dos vasos 2 (testemunha sem calcário) e 1 (testemunha geral). A inspeção da fotografia B não permite diferenciar visualmente o desenvolvimento das plantas contidas nos vasos 1 (1 dose de calcário Itaú), 4 (1 dose de calcário de Limeira) e 7 (1 dose de calcário de Taubaté), o que, no entanto, foi possível através do pêso de material sêco, que possibilitou uma comparação de ordem quantitativa.

Não obstante a soja mostre-se tolerante até certo ponto à acidez do solo, as produções de hastes e fôlhas foram mais elevadas em todos os tratamentos com calcário.

(2) O numero de e. kg de neutralizante existente em 100 kg de calcário é dado pela soma : % CaO/28 + % MgO/20.

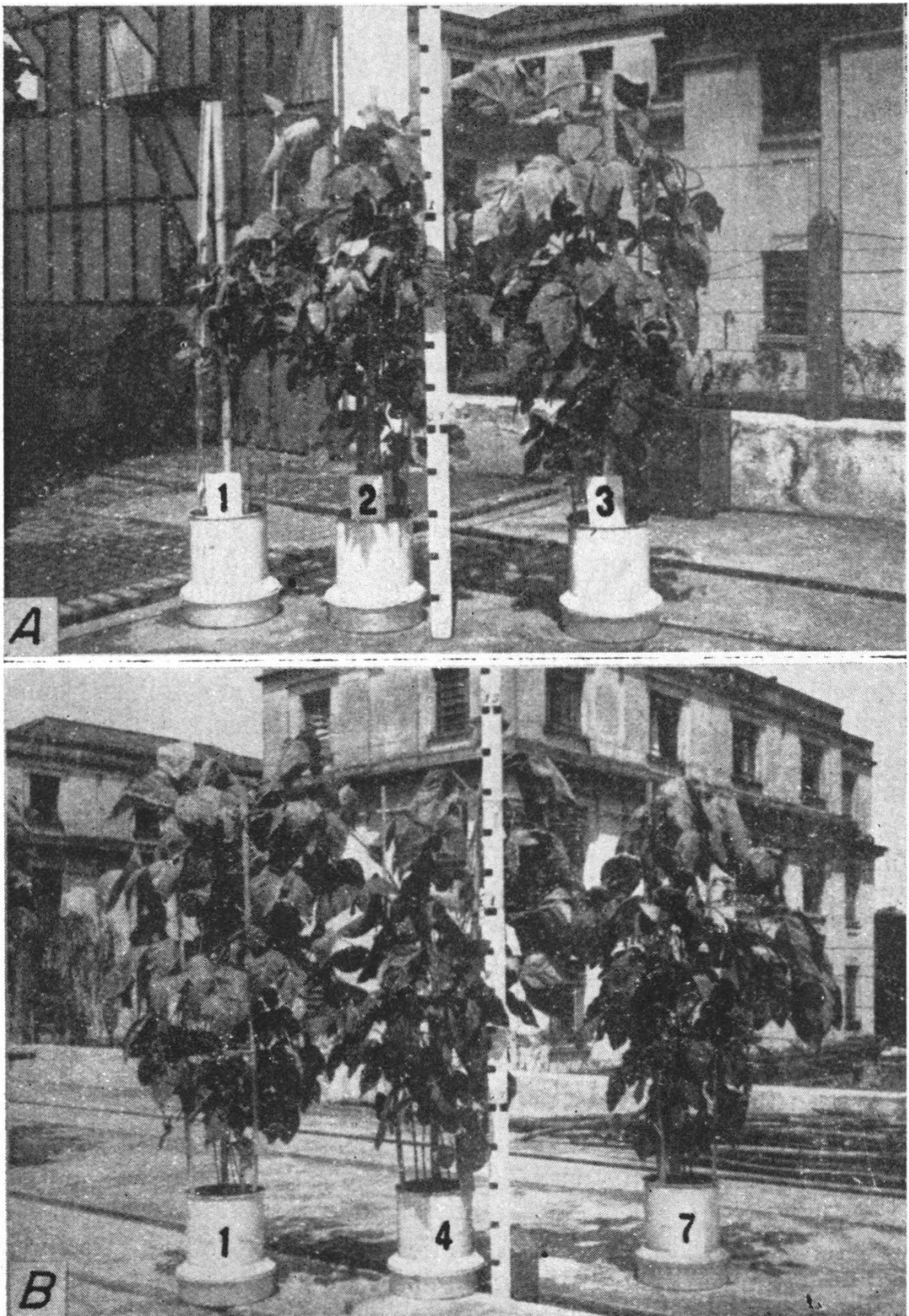


FIGURA 1. — *A* — Comparação entre os tratamentos com e sem calcário: 1—testemunha geral; 2— NPK, sem calcário; 3— NPK + 1 dose de calcário de Limeira; *B* — Comparação entre os tratamentos que receberam 1 dose de calcário: 1— calcário de Itaú; 4— calcário de Limeira; 7— calcário de Taubaté. (Fotografias tiradas dois meses após a germinação).

Tomando-se por referência o tratamento testemunha sem calcário, os acréscimos porcentuais de produção de material sêco sobre a produção de material sêco desse tratamento, atribuídos à ação do calcário, foram os seguintes : 1 dose de calcário Itaú, 32; 2 doses de calcário Itaú, 36; 1 dose de calcário de Limeira, 49; 2 doses de calcário de Limeira, 56; 1 dose de calcário de Taubaté, 58; 2 doses de calcário de Taubaté, 63.

Como se nota, a produção de material sêco de hastes e folhas foi maior nos tratamentos que receberam calcário dolomítico. A maior produção de soja para feno, procedente de solos tratados com **calcários dolomíticos**, em relação aos tratados com calcários calcéticos, tem sido apontada por outros autores (6). A soja é uma planta exigente em magnésio e a produção mais baixa dos tratamentos com calcário calcético pode ser atribuída ao teor menos elevado em magnésio, nos tecidos da planta. Webb e colaboradores (7) estudaram o efeito do magnésio sobre a produção da soja e verificaram que, em geral, uma deficiência de magnésio, em qualquer período de crescimento da planta, afeta sensivelmente a produção de sementes e vagens; tem efeito moderado sobre a produção de hastes, pecíolos e raízes e pequena influência quanto à produção de folíolos. Segundo êsses autores, a maior parte do magnésio acumula-se nas folhas, onde a atividade é mais intensa. Conforme citam Hammond e outros (5), da quantidade total de cálcio e magnésio da planta madura, 77% de cálcio e 66% de magnésio estão contidos nas folhas. Como a maior parte de cálcio e magnésio acumula-se nas folhas, estas constituem, por conseguinte, a parte vegetal mais importante para o controle desses elementos.

Os resultados obtidos (quadro 2) mostram que o teor de magnésio das folhas foi maior nos tratamentos com calcário dolomítico e cresceu com a quantidade aplicada. Não houve, entretanto, variação ponderável quanto ao teor em cálcio, para doses idênticas. Os dados relativos à porcentagem de magnésio contida nas folhas estão de acôrdo com a ordem de produção de material sêco apresentada.

4 — CONCLUSÕES

As conclusões mais importantes que os dados obtidos permitem tirar são as seguintes :

a) Houve um aumento significativo do pH do solo e um decréscimo de H^+ trocável, em todos os tratamentos que receberam calcário.

b) Não foi notada diferença significativa no pH e H^+ trocável do solo para quaisquer dos três tipos de materiais usados : calcário calcético, calcário dolomítico sedimentar e calcário dolomítico cristalino.

c) O pH do solo cresceu e o H^+ trocável decresceu com o aumento da quantidade de calcário calcético ou dolomítico.

d) A quantidade de calcário adicionada ao solo, calculada a partir do pH e do H^+ trocável, para elevar a porcentagem de saturação em bases a 70% ou a um pH correspondente de 6,5, produziu um resultado razoavelmente satisfatório, em relação ao esperado.

e) Todos os tratamentos que receberam calcário, indistintamente do tipo de calcário empregado, permitiram um maior desenvolvimento das plantas de soja, em relação ao tratamento sem calcário.

f) A produção de hastes e folhas foi maior nos solos tratados com calcário dolomítico do que nos que receberam calcário altamente cálcico.

g) O teor de magnésio nas folhas foi mais elevado nos tratamentos com calcário dolomítico e cresceu com a quantidade aplicada. O teor de cálcio para doses idênticas praticamente não variou com o calcário empregado.

h) Os resultados relativos à porcentagem de magnésio contida nas folhas e à produção de material seco de hastes e folhas variaram no mesmo sentido.

EFFECT OF THREE TYPES OF LIMESTONE ON SOIL REACTION AND SOYBEAN GROWTH

SUMMARY

A study was made of the effect of three types of finely powdered limestone (calcitic, typical dolomitic, and sedimentary dolomitic) on soil acidity, on the development of soybean plants growing in treated soil, and on the mineral content of their leaves.

The experiment was carried out under greenhouse conditions in Mitscherlich pots filled with the "terra roxa misturada" type of soil. Eight treatments with three replications were compared. Equal amounts of N, P₂O₅, and K₂O were added to all pots, except to one of the controls. Another control received the fertilizers but no limestone. Two levels of each of the three types of limestone were tested. The limestones were finely powdered, and a mixture of equal parts of the fractions obtained through the Tyler sieves 65-150 and 150-270 was used.

The following data were taken 2½ months after the experiment was started: a) soil reaction (pH) and exchangeable hydrogen; b) calcium and magnesium content of the leaves; c) growth of the plants and weight of dry matter. The results obtained indicated that under the conditions of the experiment the three types of limestone induced the same changes in pH and the same decrease of exchangeable hydrogen in the soil. Amounts of limestone sufficient to saturate about 70% of the exchange capacity increased the pH to a satisfactory level as was expected. The three types of limestone increased the growth of the plant and the amount of dry matter produced. The dolomitic limestone gave the greatest increases. For the same type of limestone the increase in dry matter was greater in plants that received the higher level of the treatment.

LITERATURA CITADA

1. BEACHER, R. L., LONGENECKER, D. & MERKLE, F. G. Influence of form, fineness, and amount of limestone on plant development and certain soil characteristics. *Soil. Sci.* 73:75-82. 1952.
2. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. *Rev. Agric., Piracicaba* 30:49-60. 1955.
3. GALLO, J. R. Estudo da solubilidade, em solução de ácido acético a 1%, de alguns materiais calcários de grau de finura comercial. *Bragantia* 13:[133]-138. 1954.

4. ——— & CATANI, R. A. Solubilidade de alguns tipos de calcários. *Bragantia* 13:[63]-74. 1954.
5. HAMMOND, L. C., BLACK, C. A. & NORMAN, A. G. Nutrient uptake by soybeans on two Iowa soils. Ames, Iowa agric. Exp. Sta., 1951. p. 463-512. (Res. Bull. N.º 384)
6. MEYER, T. A. & VOLK, G. W. Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cations, and plant growth. *Soil Sci.* 73:37-52. 1952.
7. WEBB, J. T., OHLROGGE, A. J. & BARBER, S. A. The effect of magnesium upon the growth and phosphorus content of soybean plants. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 18:458-462. 1954.