

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, fevereiro de 1965

N.º 8

## PARCELAMENTO E INTERVALO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO (1)

A. ZINGRA DO AMARAL (2), F. DA COSTA VERDADE (2), *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Fertilidade do Solo*, NÉLSON C. SCHMIDT, *engenheiro-agrônomo*, *Estação Experimental de Pindamonhangaba*, ANTÔNIO CARLOS PIMENTEL WUTKE e KOZEN IGUE, *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Fertilidade do Solo*, *Instituto Agrônomo*

### RESUMO

São apresentados os resultados de um ensaio com o objetivo de estudar os efeitos do parcelamento do calcário a intervalos variáveis.

A dose de calcário foi aplicada de uma vez, em cada um dos três anos de condução da experiência (1959-60 a 1961-62), bem como parceladamente: um terço por ano, metade no primeiro ano e no segundo, no segundo e no terceiro ou no primeiro e no terceiro.

A eficiência dos tratamentos foi avaliada através dos seus efeitos no pH, nos teores trocáveis de  $H^+ + Al^{+3}$ , cálcio e magnésio do solo e na produção de milho.

A aplicação de calcário atuou notavelmente sobre a produção de milho a partir do segundo ano. De modo geral, as diversas formas de aplicação se equivaleram, excluindo-se aquelas correspondentes ao parcelamento iniciado no segundo ano e à dose única empregada no terceiro. As variações de pH e de  $H^+ + Al^{+3}$  não assumiram os valores teóricos esperados, situando-se bem aquém da expectativa. As determinações dos teores trocáveis de cálcio e de magnésio indicaram movimentação relativamente rápida e considerável desses elementos através do perfil do solo, atingindo a profundidade de 40-70 cm durante o período de condução da experiência.

### I — INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo, obviamente, se inclui sempre entre os fatores importantes do sucesso da exploração agrícola. Conservar ou aumentar essa fertilidade tem sido uma das preocupações constantes da pesquisa agrônômica, que de há muito identificou a acidez excessiva do solo como contrária a esse objetivo (1, 4, 6, 7, 12, 15), além de propiciadora de um complexo de condições igualmente prejudiciais. Entre essas, incluem-se

(1) Recebido para publicação em 23 de novembro de 1964.

(2) Atualmente no Serviço de Fotointerpretação.

(3) Atualmente responsável pelo Serviço de Fotointerpretação.

a baixa disponibilidade do fósforo, a redução dos fenômenos de nitrificação, a elevação do teor de alumínio solúvel e o decréscimo das bases trocáveis, principalmente cálcio e magnésio.

Para atenuar ou mesmo anular essas condições indesejáveis, a calagem, considerada no seu duplo aspecto — de correção da acidez do solo e de fornecimento de cálcio e magnésio às plantas — é a prática indicada. Todavia, embora de conhecimento antigo, não está, ainda, suficientemente generalizada e, não raro, é imprópriamente utilizada. Contribuem para esta situação, no primeiro caso, o desconhecimento do problema para alguns; para outros, a ineficiência ou a ausência de um fomento adequado e dificuldades de várias ordens para aquisição de calcário. Por sua utilização inadequada responde, principalmente, a inobservância das normas técnicas, já estabelecidas através da experimentação e da pesquisa.

Há que considerar, por outro lado, que determinados aspectos da calagem não estão de todo conhecidos. Se alguns, como a quantidade de calcário a aplicar, têm sido objeto de numerosos estudos (3, 10, 11), outros não têm recebido a mesma atenção. Assim é que na revisão da literatura não encontramos trabalhos experimentais relacionados ao problema do parcelamento do calcário. Este ensaio constitui uma contribuição ao seu estudo.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido durante três anos (1959-60 a 1961-62) na Estação Experimental de Pindamonhangaba, do Instituto Agrônomo, em solo classificado como série monotípica Pinhão (14).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram os seguintes os tratamentos, onde *T* significa aplicação total do calcário;  $1/2$  e  $1/3$  correspondem às frações daquela dose, empregadas nos parcelamentos, e *C* representa omissão de qualquer dose de corretivo, no ano:

TRATAMENTO	1. <sup>o</sup> ano	2. <sup>o</sup> ano	3. <sup>o</sup> ano
1 .....	T	C	C
2 .....	C	T	C
3 .....	C	C	T
4 .....	1/2	1/2	C
5 .....	C	1/2	1/2
6 .....	1/2	C	1/2
7 .....	1/3	1/3	1/3
8 .....	C	C	C

A quantidade total de calcário (*T*), calculada com base no índice pH e no teor de  $H^+ + Al^{+3}$  do solo (3), foi de 4,25 t/ha. Aos parcelamentos de metade e de um terço daquela dose corresponderam, pois, em cada aplicação, respectivamente 2,13 e 1,42 t/ha. As principais características do calcário utilizado são: 49,07% de  $CaCO_3$  ou 27,49% de  $CaO$ ; 35,71% de  $MgCO_3$  ou 17,07% de  $MgO$ ; 0,23% retidos em peneira 10 e 45,53% retidos em peneira 100.

Durante os três anos de condução da experiência a planta indicadora foi o milho, HMD-6999.

Cada canteiro constou de cinco linhas de 10 metros de comprimento, sendo aproveitadas apenas as três centrais. O espaçamento adotado foi o de 1 m x 0,40 m, conservando-se duas plantas em cada cova.

O calcário foi distribuído sobre toda a superfície dos canteiros, logo após a aração e gradeação, e incorporado ao solo por meio de enxada. Procurou-se não aprofundar muito a camada de solo revolvida, atendendo às observações de Ogg e Stewart (8). Nos três anos, a antecedência da calagem, com relação ao plantio, variou de 20 a 30 dias, estando condicionada ao início da estação chuvosa.

A adubação, empregada em todos os tratamentos, nos três plantios, foi de 40-75-30 kg/ha de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente, nas formas de salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio. O fósforo, o potássio e 1/4 do nitrogênio foram sempre empregados no sulco, um dia antes de cada plantio. Os restantes 3/4 da adubação nitrogenada foram aplicados em cobertura, quando as plantas apresentavam altura aproximada de 50 cm.

Antes do início da experiência e anualmente, após a colheita, foram coletadas amostras compostas de solo, da camada superficial de 20 cm, para a determinação da acidez. Para estudar a migração em profun-

didade dos elementos, mais especialmente do cálcio e magnésio, foram também retiradas amostras compostas das profundidades de 20 a 40 e de 40 a 70 cm, na mesma data inicial, já referida, e no segundo e terceiro anos, após a colheita.

São os seguintes os resultados analíticos da amostra composta de solo, retirada na profundidade de 0-20 cm, antes que fôsse feita qualquer operação de preparo do terreno:

pH . . . . .	4,90
Carbono, % . . . . .	2,06
Nitrogênio total, % . . . . .	0,15
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> trocável, e.mg por 100 g de solo . . . . .	8,15
K <sup>+</sup> trocável, e.mg por 100 g de solo . . . . .	0,14
Ca <sup>++</sup> trocável, e.mg por 100 g de solo . . . . .	1,26
Mg <sup>++</sup> trocável, e.mg por 100 g de solo . . . . .	0,83
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> solúvel (1), e.mg por 100 g de solo . . . . .	0,07

A composição total do solo, antes do início do ensaio e nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-70 cm, encontra-se no quadro 1.

QUADRO 1. — Composição total do solo antes do início da experiência e em diferentes profundidades

Determinações	0 — 20 cm	20 — 40 cm	40 — 70 cm
	%	%	%
SiO <sub>2</sub> . . . . .	59,75	58,09	56,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	19,76	21,38	22,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,30	6,50	7,10
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,02	0,02	0,06
MnO . . . . .	tr.	tr.	tr.
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,75	0,77	0,84
—H <sub>2</sub> O a 110°C . . . . .	2,29	2,25	2,12
Perda ao rubro . . . . .	10,36	10,32	10,19
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,11	0,11	0,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,06	0,05	0,04
MgO . . . . .	0,24	0,20	0,21
CaO . . . . .	0,36	0,31	0,31

(1) Extraído com solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N

Os métodos de determinação dos teores trocáveis dos vários elementos e do pH se encontram nos trabalhos de Catani e outros (2) e Küpper (5). Os dados apresentados no quadro 1 foram obtidos segundo os critérios da Seção de Agrogeologia (9). Nos cálculos de transformação de dados analíticos foram utilizados os fatores de conversão apresentados por Verdade (13).

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 — PRODUÇÃO DE MILHO

Durante os três anos, a cultura do milho se manteve em um nível bastante satisfatório, quer com relação ao «stand» final, quer do ponto de vista de uniformidade das plantas nas parcelas. O mesmo se pode dizer do estado fitossanitário, não havendo incidência de pragas ou de moléstias digna de registro.

De modo geral, a amplitude de variação entre as repetições diminuiu gradativamente, refletindo o efeito cumulativo das práticas de preparo do terreno, adubação e tratos culturais, sobre a uniformidade do solo.

Os resultados das três colheitas de milho encontram-se no quadro 2.

Verifica-se, pela apreciação do quadro 2, que houve aumento das produções, de ano para ano, em todos os tratamentos. Isto evidencia a capacidade de reação desse solo às práticas que elevem os seus fatores de produtividade, uma vez que as variações climáticas nos três anos não justificam esses aumentos. As chuvas foram sempre satisfatórias, em precipitação e distribuição. O mesmo foi evidenciado pelo balanço hídrico diário (5), por pântadas, segundo Thornwaite & Mather — 1955 (125 mm) e feito para os três anos agrícolas (Ver figura 1.).

Os resultados da primeira colheita (1959/60) revelaram variações consideráveis entre as repetições. Embora se possam associar as maiores produções com os tratamentos que receberam calcário, a análise da variância dos dados (6) não apontou diferenças significativas. Foi de 19,3% o coeficiente de variação do ensaio nesse ano.

No ano seguinte (1960/61), constatou-se aumento de produção em

(5) Os autores expressam os seus agradecimentos ao Eng.º Agr.º Angelo Paes de Camargo, da Seção de Climatologia Agrícola, pela reunião dos dados e execução dos cálculos.

(6) Os autores expressam os seus agradecimentos ao Eng.º Agr.º Toshio Igue, da Seção de Técnica Experimental, pela execução da análise estatística, em que foi empregado o teste Tukey a 5%.

QUADRO 2. — Produções de milho em grãos, das repetições, das médias dos tratamentos e produções médias dos três anos

Tratamentos	1959/60	1960/61	1961/62	Médias
	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
1 — T C C	2,82	3,07	4,73	3,54
	3,27	3,30	4,90	3,82
	2,23	3,17	4,63	3,34
	2,76	3,20	4,90	3,62
	2,77	3,18	4,79	3,58
2 — C T C	2,60	3,97	5,07	3,88
	3,64	4,03	4,90	4,19
	1,98	2,93	4,33	3,08
	2,38	2,50	4,33	3,07
	2,65	3,36	4,66	3,55
3 — C C T	2,81	3,02	3,43	3,09
	2,00	2,33	4,23	2,85
	1,35	2,60	4,63	2,86
	3,26	2,17	3,57	3,00
	2,35	2,53	3,97	2,95
4 — 1/2 1/2 C	3,46	3,53	4,57	3,85
	2,89	3,63	4,57	3,70
	2,19	3,20	5,17	3,52
	2,30	3,27	3,77	3,11
	2,71	3,41	4,52	3,54
5 — C 1/2 1/2	2,74	2,53	4,23	3,17
	2,27	2,83	4,77	2,95
	1,37	2,93	4,70	3,00
	2,52	2,73	3,43	2,89
	2,22	2,76	4,03	3,00
6 — 1/2 C 1/2	3,03	3,73	4,73	3,82
	2,29	2,73	4,57	3,20
	2,91	3,00	4,47	3,46
	1,95	2,33	4,57	2,95
	2,54	2,95	4,58	3,35
7 — 1/3 1/3 1/3	3,39	3,13	5,57	4,03
	2,87	4,03	5,00	3,97
	2,38	3,27	4,90	3,51
	2,07	3,57	4,00	3,23
	2,68	3,50	4,87	3,68
8 — C C C	2,68	2,83	2,57	2,69
	2,72	2,47	3,77	2,98
	1,43	2,40	3,73	2,53
	2,41	2,23	3,53	2,72
	2,31	2,48	3,40	2,73

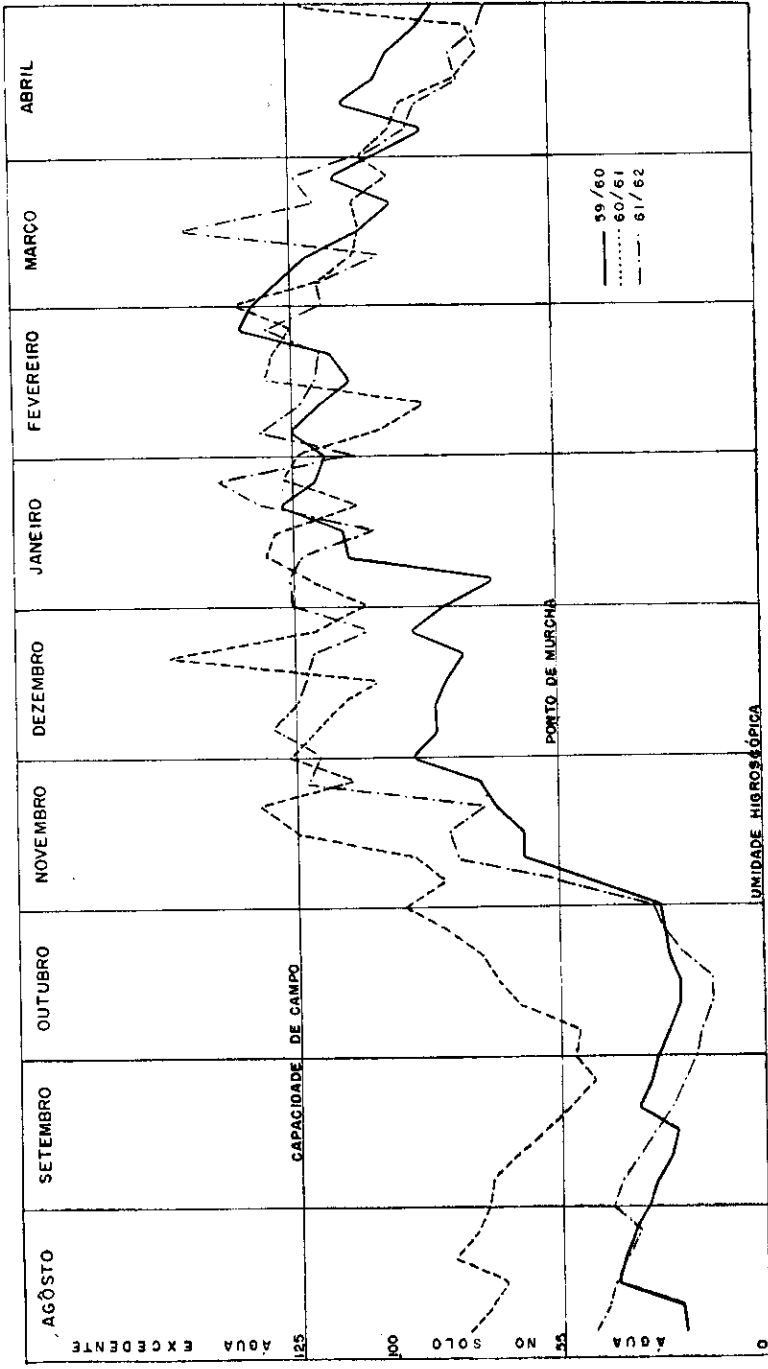


FIGURA I. — Disponibilidades hídricas no solo segundo o método do balanço hídrico de Thornwaite & Mather — 1955 (125 mm), para três anos agrícolas em Pindamonhangaba.

todo o ensaio, e tendência acentuada de maior uniformidade entre as repetições. O coeficiente de variação baixou para 12,4% e a análise da variância dos dados já revelou significância entre tratamentos, e uma d.m.s. de 0,89 t/ha. Não obstante, dos tratamentos que receberam calcário, somente o de número 7 (parcelamento em três doses) diferiu daqueles em que o corretivo não foi aplicado (tratamentos 3 e 8). Convém assinalar que os tratamentos 4, 2 e 1, embora não diferissem estatisticamente dos tratamentos sem calagem, proporcionaram substanciais aumentos de produção sobre êsses últimos, de, respectivamente, 34, 32 e 25%. Entre as várias formas de aplicação do calcário não há diferenças estatísticas a apontar.

No último ano de condução do ensaio (1961/62), as produções se elevaram ainda, de modo geral, e o coeficiente de variação reduziu-se mais, 10,3%, sendo a d.m.s. de 1,06 t/ha. À exceção dos tratamentos 5 e 3, todos os que receberam calcário foram superiores ao testemunha. Neste ano também não se constataram diferenças entre as diversas formas de aplicação do calcário, estatisticamente.

Da análise da variância das médias das produções dos três anos, conclui-se que, à exceção dos tratamentos 3 e 5, os demais foram superiores ao testemunha. Por outro lado, também nesta avaliação do seu efeito médio tôdas as demais formas de aplicação do calcário se equivaleram.

### 3.2 — MODIFICAÇÕES DO SOLO

Os resultados das determinações dos índices pH e dos teores trocáveis de  $H^+$  +  $Al^{3+}$  das amostras coletadas nos três anos e em diferentes profundidades, encontram-se no quadro 3.

Na camada arável do solo (0-20 cm), foi de 5,40 o índice pH mais elevado, no final do ensaio; durante os três anos, o valor máximo determinado foi 5,70 e apenas no tratamento 2 (1960/61). Êstes resultados, que traduzem modificações bem aquém do valor teórico esperado — com relação ao pH inicial do solo — podem ser atribuídos, em parte, à solubilização incompleta do calcário. Por outro lado, há que considerar a retirada do cálcio e do magnésio através das colheitas e a sua difusão no perfil do solo, por lixiviação, uma vez que, na determinação da quantidade de calcário a aplicar, essas perdas não são computadas e os cálculos consideram apenas a camada superficial do





solo. Embora não tenha havido contróle rigoroso, as inspeções frequentes permitem inferir que as perdas por erosão deverão ter sido mínimas, com relação às demais.

Do confronto dos dados de produção com os de pH depreende-se que aquela não esteve diretamente relacionada com as variações desse índice. Parece que, menos pela neutralização de íons hidrogênio, do que pela imobilização de íons alumínio, suprimento de cálcio e magné-

QUADRO 4. — Resultados das determinações dos teores de  $\text{Ca}^{++}$  trocável, em e.mg por 100 g de solo, feitas após cada colheita e em diferentes profundidades

Tratamentos	0 — 20 cm		20 — 40 cm		40 — 70 cm	
	60/61	61/62	60/61	61/62	60/61	61/62
1 — T C C .....	2,06	1,77	1,04	1,25	0,78	1,20
2 — C T C .....	2,21	1,98	1,11	1,25	0,73	0,83
3 — C C T .....	1,04	1,82	1,04	1,35	0,88	0,99
4 — 1/2 1/2 C .....	1,88	1,77	0,96	1,04	0,69	0,99
5 — C 1/2 1/2 .....	1,67	1,56	0,84	0,88	0,62	0,78
6 — 1/2 C 1/2 .....	1,29	1,61	1,00	1,25	0,77	1,14
7 — 1/3 1/3 1/3 .....	1,69	1,98	1,19	1,30	0,90	1,04
8 — C C C .....	1,19	1,25	1,11	0,94	0,90	0,94
Antes do início do ensaio .....	1,26		1,08		0,95	

QUADRO 5. — Resultados das determinações dos teores de  $\text{Mg}^{++}$  trocável, em e.mg por 100 g de solo, feitas após cada colheita e em diferentes profundidades

Tratamentos	0 — 20 cm		20 — 40 cm		40 — 70 cm	
	60/61	61/62	60/61	61/62	60/61	61/62
1 — T C C .....	1,74	0,73	1,04	0,59	0,83	0,39
2 — C T C .....	1,45	0,72	0,49	0,52	0,51	0,44
3 — C C T .....	1,00	0,90	0,66	0,45	0,60	0,43
4 — 1/2 1/2 C .....	1,07	0,69	0,66	0,46	0,76	0,33
5 — C 1/2 1/2 .....	1,01	0,68	0,64	0,45	0,46	0,45
6 — 1/2 C 1/2 .....	1,20	0,62	0,66	0,47	0,63	0,37
7 — 1/3 1/3 1/3 .....	1,64	0,95	0,97	0,44	0,74	0,37
8 — C C C .....	0,59	0,51	0,56	0,50	0,31	0,33
Antes do início do ensaio .....	0,83		0,78		0,64	

QUADRO 6. — Quantidades de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , em toneladas por hectare, existentes no solo de alguns dos tratamentos no final do ensaio e antes do seu início. Cálculos baseados nos teores trocáveis

Tratamentos	$\text{CaCO}_3$ em t/ha				$\text{MgCO}_3$ em t/ha				Soma	
	0 — 20	20 — 40	40 — 70	40 — 70	0 — 20	20 — 40	40 — 70	40 — 70	$\text{CaCO}_3$	$\text{MgCO}_3$
1 — T C C .....	1,98	1,56	1,25	1,25	0,69	0,62	0,34	0,34	4,79	1,65
4 — 1/2 1/2 C .....	1,98	1,30	1,03	1,03	0,66	0,48	0,29	0,29	4,31	1,43
7 — 1/3 1/3 1/3 .....	2,22	1,63	1,08	1,08	0,90	0,46	0,33	0,33	4,93	1,69
8 — C C C .....	1,40	1,18	0,98	0,98	0,48	0,53	0,29	0,29	3,56	1,30
Antes do início do ensaio .....	1,41	1,35	0,99	0,99	0,79	0,82	0,56	0,56	3,75	2,17

sio às plantas e outros efeitos indiretos da calagem, devem-se os acréscimos de produção.

As determinações de  $H^+ + Al^{3+}$ , de modo geral, variaram para menos em tôdas as profundidades e de ano para ano. Salvo poucas exceções, mostraram-se diretamente relacionadas às variações de pH, de acôrdo com o esperado.

Nos quadros 4 e 5 figuram, respectivamente, as determinações de cálcio e de magnésio trocáveis, feitas nas mesmas amostras já referidas. Não obstante a existência de alguns dados discrepantes, principalmente com relação ao magnésio, verifica-se que houve arrastamento considerável, em tempo relativamente curto, dêsses elementos através do perfil do solo. Por outro lado, é evidente que a lixiviação do magnésio foi muito mais intensa que a do cálcio, o que será devido às diferentes forças de adsorção dêsses elementos pelos colóides do solo.

Com base nos teores trocáveis de cálcio e de magnésio, foram calculadas as quantidades de  $CaCO_3$  e  $MgCO_3$ , em toneladas por hectare, existentes no solo de alguns dos tratamentos, no final do ensaio e antes do seu início. Êsses dados estão apresentados no quadro 6. Verifica-se que houve perdas consideráveis de  $CaCO_3$  e  $MgCO_3$ . Ao que tudo indica, essas perdas são mais devidas à lixiviação, confirmando, aliás, as observações de Whelan (15). Segundo Mohr (7), uma colheita regular de milho extrai o correspondente a cerca de 150 kg/ha de  $CaCO_3$ , e as perdas foram da ordem de uma tonelada, considerando que a calagem incorporou ao solo 2,09 t/ha de  $CaCO_3$  e 1,52 t/ha de  $MgCO_3$ . É preciso considerar, ainda, que uma fração do calcário poderá ter permanecido insolubilizada, o que deixou de ser avaliado devido a falhas no método de análise, que não permitiram que os cálculos fôssem baseados nos teores totais.

Êssas observações, mais aquelas correspondentes à movimentação de cálcio e magnésio trocáveis, corroboram as apreciações feitas com relação às variações do índice pH.

#### 4 — CONCLUSÕES

1) Em todos os tratamentos com calcário as variações de pH do solo foram de pequena amplitude, pouco se afastando do valor determinado no início do ensaio. Devido, principalmente, ao arrastamento de cálcio e magnésio através do perfil do solo, não ocorreram as condições

ideais, que deveriam prevalecer para que o *pH* atingisse o valor teórico esperado, de 6,5, na camada arável.

2) Os aumentos de produção não mostraram relação com as variações de *pH*.

3) Os aumentos de produção devidos à calagem foram significativos.

4) Não obstante o parcelamento em três doses tenha proporcionado as maiores produções, não houve diferenças significativas entre as várias formas de aplicação do calcário.

5) Nas condições do ensaio, a adoção de qualquer das formas de parcelamento (à exceção do iniciado no segundo ano) deverá ser condicionada a outros fatores que não a produção.

#### APPLICATION OF PARCELLED LIME IN DIFFERENT INTERVALS

##### SUMMARY

The purpose of this investigation was to study the effect of parcelled lime applied at variable intervals, as can be seen below, during three years (1959/60, 1960/61 and 1961/62).

As described in the present paper, this field experiment was conducted at the Pindamonhangaba Experiment Station using the corn hybrid HMD-6999, and had eight treatments with four replications, as follows:

TREATMENTS	1959/60	1960/61	1961/62
1 .....	NPK + lime	NPK	NPK
2 .....	NPK	NPK + lime	NPK
3 .....	NPK	NPK	NPK + lime
4 .....	NPK + ½ lime	NPK + ½ lime	NPK
5 .....	NPK	NPK + ½ lime	NPK + ½ lime
6 .....	NPK + ½ lime	NPK	NPK + ½ lime
7 .....	NPK + ⅓ lime	NPK + ⅓ lime	NPK + ⅓ lime
8 .....	NPK	NPK	NPK

Rate of lime was 4.25 tons to the hectare.

The efficiency of the treatments was evaluated through their effects on the *pH* and  $H^+ + Al^{+3}$ , and on calcium and magnesium, in the grain yield as well as in the soil. The results indicated that the lime applications increased the yield of corn.

The different intervals of time, when parcelled lime was applied, had no influence on the corn yield.

The variation of pH and  $H^+ + Al^{3+}$  was very small during the development of the experiment.

The motion into the soil profile of the calcium and magnesium was considerable and rapid.

### LITERATURA CITADA

1. CAMARGO, T. DE & MELLO, P. C. O papel do cálcio na conservação do poder absorvente do solo. Campinas, Instituto Agronômico, 1934. (Boletim Técnico N.º 13).
2. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem do solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 29p. (Boletim N.º 69).
3. ——— & ———. 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.
4. CESAR, H. P. Importância do cálcio na agricultura. Rev. Agric., Piracicaba 11:[162]-164. 1936.
5. Küpper, A. A dosagem do magnésio pela 8-hidroxiquinolina. In Reunião Brasileira de Ciência do Solo, 2.º, Rio de Janeiro, 1953. Anais p. [145].
6. MOHR, W. A influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. In Congresso Nacional de Conservação de Solos, 1.º, 17 a 23 de julho de 1960. Campinas.
7. ———. O teor de cálcio e a acidez dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. In 1.ª Mesa Redonda de Conservação do Solo. Porto Alegre. Circular N.º 73.
8. OGG, W. G. & STEWART, A. B. Liming and Manuring. The Scottish J. of Agriculture. Vol. 23. 1941.
9. PAIVA, J. E. (neto), NASCIMENTO, A. C., KÜPPER, A. [e outros]. Situação atual dos estudos dos solos da Bacia Paraná-Uruguaí e programa para investigação dos solos da região. Relatório datilografado apresentado à Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. Campinas, Instituto Agronômico, 1955.
10. PATEL, D. D. & TRUOG, E. Lime Requirement Determination of Soils. Proc. Soil Sci. America 16:[41]-44. 1952.
11. SCHRADER, O. L. O emprêgo do calcário na correção dos solos ácidos da baixada de Sepetiba. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 5.º. Pelotas, 1955. Anais p.260.
12. TRUOG, E. Soil Acidity and Liming. U.S.D.A. Yearbook of Agriculture [563]-580. 1938.
13. VERDADE, F. C. Representação e conversão dos constituintes do solo, dos adubos e das cinzas das plantas. Campinas, Instituto Agronômico. (Boletim N.º 71)
14. ———, HUNGRIA, L. S., RUSSO, R. [e outros]. Solos da Bacia de Taubaté. Levantamento de reconhecimento, séries monotípicas, suas propriedades genético-morfológicas, físicas e químicas. Bragantia 20:[43]-322. 1961.
15. WHELAN, A. The effects of lime on the soil. The Scottish J. of Agriculture. Vol. 20. 1937.