



# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agronômico, Campinas

Vol. 39

Campinas, abril de 1980

Artigo n.º 6

## EMPREGO DE CALCÁRIO E DE SUPERFOSFATO SIMPLES NA CULTURA DO ALGODOEIRO EM SOLO ARGILOSO ÁCIDO (1)

NELSON M. DA SILVA (2), CARLOS A. M. FERRAZ (2), FRANCISCO S. O. RODRIGUES FILHO (2), *Seção de Algodão*, e RÚTER HIROCE (2), *Seção de Química Analítica, Instituto Agronômico*

### RESUMO

Foi conduzido durante quatro anos agrícolas ensaio permanente de calagem e adubação mineral em latossolo roxo, ácido, com 66% de argila, 4,3% de M.O., 5,0 de pH e 0,9, 0,8 e 0,5 meq/100ml de T.F.S.A. respectivamente de  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , originalmente sob vegetação de "cerradão", no município de Guaíra (SP).

Em esquema de parcelas subdivididas, o calcário dolomítico (PRNT de 56%) foi incorporado às parcelas nas doses de 0, 1,5, 3,0 e 6,0t/ha, no primeiro ano, e a adubação mineral (P x K, fatorial 3 x 2), nas subparcelas, a cada ano. Empregou-se  $P_2O_5$  nas doses de 0, 60 e 120kg/ha, sob forma de superfosfato simples, e  $K_2O$  nas doses de 40 e 80kg/ha, através de cloreto de potássio.

A calagem promoveu alterações sensíveis em índices analíticos que refletem a acidez do solo, desde o primeiro ano. Nesse particular, destacou-se a dose máxima que elevou o pH e a soma das bases ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ), respectivamente, a valores acima de 5,5 e de 3,0 meq, tendo eliminado praticamente o  $Al^{3+}$ . Através do tempo, notou-se um aumento logarítmico no teor das bases (até cerca de 4,3 meq), enquanto o índice pH começou a declinar a partir do terceiro ano agrícola, sem ter ultrapassado o índice 6,0.

O efeito da calagem sobre a produtividade das plantas foi sempre significativo e de natureza linear, tendo aumentado em intensidade até o terceiro ano agrícola. A ação do superfosfato simples, embora significativa e de natureza quadrática, foi sempre inferior à do calcário. O algodoeiro não reagiu à adubação potássica, assim como não se observou qualquer interação significativa.

No ano da aplicação, o calcário promoveu sensíveis aumentos nas concentrações de P, Ca e Mg do limbo foliar, enquanto deprimiu os níveis de K, Fe, Mn e Al. Durante o estudo, não se observou qualquer distúrbio das plantas que pudesse ser atribuído ao uso de altas doses de corretivo, como carência de potássio e/ou de micronutrientes.

(1) Trabalho apresentado no 17.º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Manaus (AM), de 8 a 13 de julho de 1979. Recebido para publicação a 7 de agosto de 1979.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

## 1. INTRODUÇÃO

É relativamente pequeno, entre nós, o número de trabalhos de calagem visando ao aproveitamento de solos ácidos pelo algodoeiro. Entretanto, resultados obtidos em alguns ensaios de campo, conduzidos a partir do final da década de 1950, têm revelado a grande importância dessa prática. Em solos de campo cerrado, aplicações de doses de calcário (2 a 8t/ha) necessárias para elevar o pH à faixa de 6,3, proporcionaram aumentos variáveis na produção, desde 50 até 433% (11, 14). Em solo ácido (pH = 5,3), o emprego de 5t/ha de calcário, em ensaio permanente, aumentou em 19% a produção das plantas (2). Já a dosagem de 4,54t/ha, aplicada a solo com pH 4,9, visando elevá-lo à faixa de 6,5, chegou a aumentar a produtividade em cerca de 93% (3).

Tendo em vista o número relativamente limitado de dados experimentais, com reações nem sempre de mesma grandeza por parte das plantas, não se formulou até o momento um critério adequado de recomendação de calcário. Presentemente, o diagnóstico de calagem se fundamenta em trabalhos de laboratório (1, 9), ou é elaborado de forma indireta, considerando-se resultados experimentais e certas características próprias dos solos (5, 8). Por se basearem em métodos até certo ponto distintos, os resultados nem sempre coincidem.

Visando aumentar o conhecimento da reação do algodoeiro à aplicação de calcário e à adubação mineral, e suas interações, instalou-se ensaio em solo ácido, de caráter

permanente, cujos resultados obtidos nos primeiros quatro anos são aqui relatados e discutidos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em latossolo roxo ácido, muito argiloso, originalmente coberto por vegetação conhecida por "cerradão", no município de Guaiúba (SP) (6), instalou-se um ensaio de caráter permanente com o algodoeiro. Foram avaliados os efeitos da calagem e da adubação mineral na produção e nos teores foliares do algodoeiro, e da aplicação de corretivo nas propriedades químicas do solo. Vinte e quatro tratamentos foram repetidos quatro vezes no campo experimental, tendo-se adotado esquema de distribuição em parcelas subdivididas. O calcário foi aplicado às parcelas nas doses de 0, 1,5, 3,0 e 6,0t/ha, cerca de dois meses antes do primeiro plantio. Nas subparcelas foram distribuídos seis tratamentos de um fatorial 3 x 2 para P x K, com aplicações anuais no sulco de plantio de 0, 60 e 120kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 e 80kg/ha de K<sub>2</sub>O, respectivamente, através de superfosfato simples e de cloreto de potássio.

Efetuuou-se adubação nitrogenada uniforme, através de sulfato de amônio na dose de 50kg/ha de N, sendo 10kg/ha aplicados por ocasião do plantio e o restante em cobertura, após o desbaste.

O calcário foi aplicado a lanço a 4 de setembro de 1974, após aração e gradagem normais, sendo incorporado com enxada rotativa. O preparo do solo nos anos subsequentes foi efetuado apenas com enxada rotativa e passagem de subsolador, quando

(3) Gleba pertencente à Fazenda Vera Cruz. Agradecimentos são devidos a seu proprietário, Sr. Edson Leite de Moraes, e aos Srs. Massamoru e Carlos Kage, pela valiosa colaboração prestada.

necessário, buscando-se assim evitar o arrastamento do corretivo e dos adubos. A análise do produto revelou os seguintes valores (\*):

CaO .....	19,3%
MgO .....	21,8%
Material retido na peneira 10 .....	6,6%
Material retido na peneira 50 .....	49,3%
Material que passou na peneira 50 ...	43,6%
PRNT .....	56,0% CaCO <sub>3</sub>

A soma de óxidos excede 38%, ou seja, é superior ao mínimo legal exigido, verificando-se um predomínio de óxido de magnésio, o que não é normal mesmo para um calcário considerado dolomítico. Quanto às características físicas, não satisfaz às exigências mínimas legais, desde que

uma acentuada parcela ficou retida na peneira 10 e menos de 50% passou na peneira 50. Em consequência, o índice de eficiência do corretivo (PRNT) mostrou-se extremamente baixo, ao nível dos piores resultados obtidos para um número elevado de calcários paulistas estudados (16).

Antes da calagem, procedeu-se a uma amostragem composta de solo na camada arável da gleba experimental, cuja análise química revelou os seguintes resultados (\*): 4,3% de M.O.; 5,0 de índice pH; 0,9, 0,8 e 0,5 meq/100 ml de T.F.S.A., respectivamente de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, e 80 e 3µg/ml de K e P. Amostra extraída de um único ponto do terreno, em diversas profundidades do perfil (5), possibilitou sua classificação como de textura muito argilosa (13). Resultados de análises granulométrica e química estão expostos no quadro I.

QUADRO 1. — Resultados de análises química e granulométrica do solo, de amostras coletadas em um dado ponto do terreno, a diversas profundidades, no ensaio de calagem e adubação mineral com o algodoeiro, em Guaíra (SP)

Profundidade	Análise química							Análise granulométrica			
	M.O.	pH	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	P	Areia			
								Argila	Limo	Fina Grossa	
cm	%		— meq/100ml —			µg/100ml		%			
0-20	4,1	5,3	0,5	0,9	0,6	88	1	66	7	16	10
20-40	4,1	5,1	0,6	0,8	0,5	62	1	69	9	14	8
40-60	2,7	5,2	0,0	0,5	0,3	26	1	72	9	12	7
60-80	1,9	5,4	0,0	0,3	0,2	17	1	71	10	12	7
80-100	1,7	5,9	0,0	0,2	0,1	18	1	74	5	14	6

(\*) As análises químicas foram efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico, Campinas.

(5) As análises físicas foram efetuadas pela Seção de Pedologia do Instituto Agronômico, Campinas.

No primeiro ano agrícola, o solo do ensaio foi amostrado mais duas vezes, aproximadamente aos quatro e nove meses após a calagem. Nas fases subsequentes do estudo, efetuou-se coleta uma vez por ano, no 17.º, 32.º e 41.º mês, sendo feita a amostragem até 40cm, nas duas últimas épocas. Como o objetivo era avaliar as modificações promovidas apenas pela calagem, coletou-se amostra de terra fora da faixa de adubação.

A variedade de algodão utilizada foi a IAC 16. A parcela experimental consistiu em quatro linhas de 5m de comprimento, sendo as duas centrais consideradas úteis. Adotou-se espaçamento de 1,00m entre linhas e 0,20m entre plantas.

Por volta dos oitenta dias da emergência do algodoeiro, no primeiro ano agrícola, foram coletadas amostras de quintas folhas, em número aproximado de trinta por parcela, para análises químicas dos diversos nutrientes.

### 3. RESULTADOS

Na figura 1 estão traçadas as curvas que mais se ajustaram à disposição dos pontos correspondentes aos valores de pH,  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , determinados nas análises químicas de amostras de solo retiradas durante cerca de quatro anos de efeito da calagem.

No tratamento testemunha, ou seja, que não recebeu corretivo, notou-se como destaque apenas uma diminuição gradativa do índice pH através do tempo. Quando se incorporou a dose mínima do corretivo, houve, com o tempo, um decréscimo de natureza logarítmica do teor de

$Al^{3+}$ , de 0,9 para cerca de 0,4 meq, e um aumento quadrático no índice pH, originalmente de 5,0, para um máximo de cerca de 5,3, no 19.º mês, decrescendo a partir de então. Da mesma forma,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  cresceram de 0,8 e 0,5 respectivamente, para máximos de 1,5 e 0,9, por volta do 22.º mês, caindo a seguir.

Com a aplicação de 3t/ha de calcário, o valor do índice pH não ultrapassou a faixa de 5,5, apresentando decréscimo após o 23.º mês da calagem; o teor de  $Al^{3+}$  caiu a índice próximo de 0,5 meq ainda no primeiro ano agrícola, alcançando valor de até 0,2 meq; o teor de  $Ca^{2+}$  cresceu até 1,8 meq, caindo após o 25.º mês, enquanto o teor de  $Mg^{2+}$ , com o tempo, aumentou de forma logarítmica até cerca de 1,1 meq.

Na dosagem máxima de calcário, observou-se aumento rápido do índice pH que, no quarto mês, já alcançava valor igual a 5,5, atingindo um máximo aproximado de 6,0, por volta do 25.º mês; o teor de  $Al^{3+}$  caiu abruptamente com a calagem, acusando valor próximo de 0,1 meq já nos primeiros meses de estudo;  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  aumentaram de forma logarítmica através do tempo, tendo sido observado valor de 3,0 meq na soma dos nutrientes após o quarto mês de ação do calcário.

Análise de amostras de solo colhidas por tratamento até a profundidade de 40cm, no 32.º mês da calagem (terceiro ano agrícola), acusou acréscimos gradativos nos valores de pH,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  em função das doses de corretivo usadas, assim como decréscimo também proporcional nos teores de  $Al^{3+}$ , conforme resultados expostos no quadro 2.

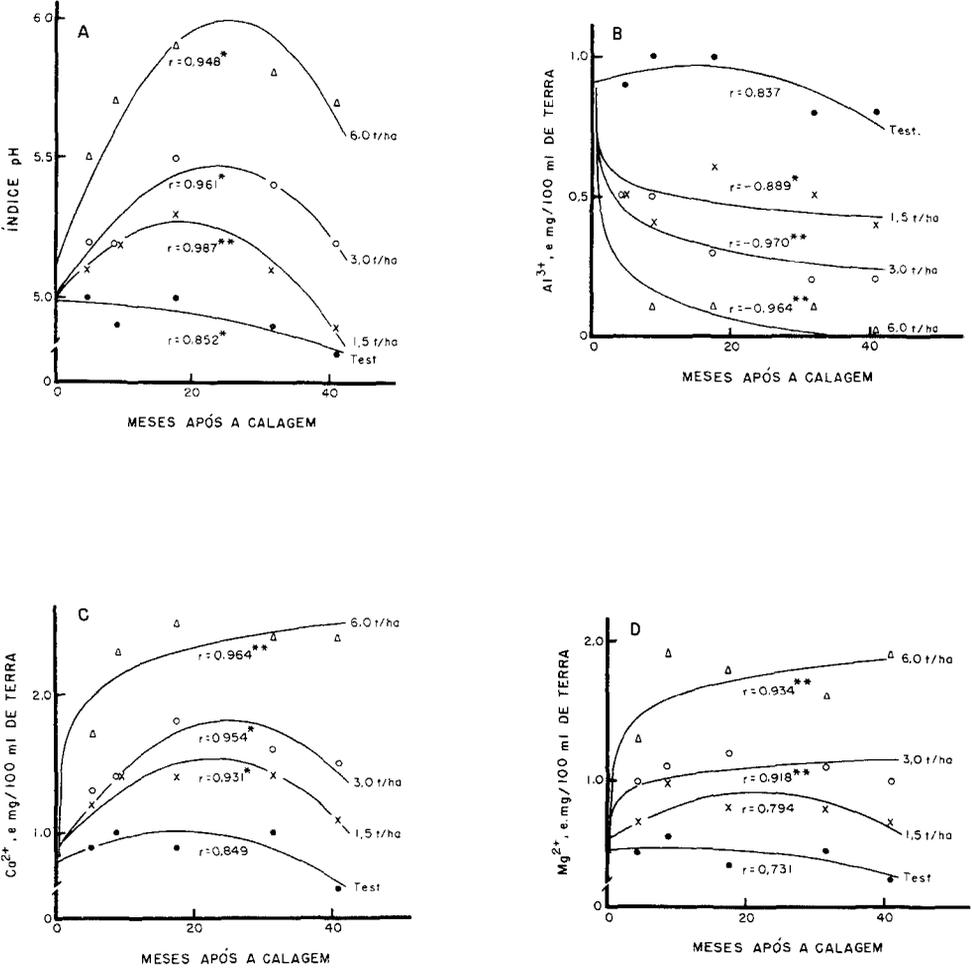


Figura 1 - Variações no índice pH (A), nos teores de Al<sup>3+</sup> (B), Ca<sup>2+</sup> (C) e Mg<sup>2+</sup> (D) da análise do solo através do tempo, em função da calagem.

QUADRO 2. — Resultados de análises de solo de amostras coletadas a duas profundidades, de 0-20 e 20-40 cm, no ensaio de calagem e de adubação mineral, de Guaira (SP), no terceiro e no quarto ano agrícola, assim como valores dos coeficientes de correlação simples (r) para cada característica

Calcário	pH	Al <sup>3+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	
32.º mês de calagem (°)								
t/ha	meq/100ml de T.F.S.A.							
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
0	4,9	4,9	0,8	0,7	1,0	0,8	0,5	0,4
1,5	5,1	4,9	0,5	0,8	1,4	0,7	0,8	0,4
3,0	5,4	4,0	0,2	0,5	1,6	0,9	1,1	0,5
6,0	5,8	5,2	0,1	0,2	2,4	1,2	1,6	0,9
r	0,963 *		0,797		0,891		0,925	
41.º mês da calagem (°)								
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
0	4,8a	4,7a	0,8c	0,4c	0,6a	0,6a	0,3a	0,4a
1,5	4,9a	4,8a	0,4b	0,3bc	1,1b	0,6ab	0,7b	0,4a
3,0	5,2b	4,9ab	0,2a	0,2ab	1,5c	0,8ab	1,0c	0,5ab
6,0	5,7c	5,1b	0,0a	0,2a	2,4d	0,9b	1,9d	0,7b
r	0,990 **		0,968 *		0,934		0,970 *	

(°) Amostra geral colhida por tratamento. Não houve análise estatística dos dados.

(\*) Amostras colhidas por repetição. Letras não comuns, em uma mesma coluna, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%.

Embora se observe certa correspondência nos valores dos índices analíticos, determinados na camada arável (0-20cm) e na camada subsequente 20-40cm), obteve-se significância estatística no estudo de correlação simples apenas para o índice pH.

No 41.º mês (quarto ano agrícola), procedeu-se a nova amostragem do perfil, sendo coletado solo nas quatro repetições de cada tratamento. O quadro 2, ainda, registra os resultados analíticos. Observa-se grande

concordância entre os dados obtidos na superfície e mais profundamente, exceto em parte para o Ca<sup>2+</sup>. Observa-se, também, que a calagem nos mais altos níveis (3 e 6t/ha) proporcionou alterações significativas no índice pH e nos teores de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, analisados à profundidade de 20-40cm.

Resultados de produção de algodão em caroço, bem como valores respectivos de análises estatísticas, obtidos nos quatro anos de estudo, estão expostos no quadro 3.

QUADRO 3. — Resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/10m<sup>2</sup>), correspondentes aos tratamentos com calagem e com superfosfato simples, bem como dados das análises de variância, obtidos nos quatro anos de condução do ensaio permanente, em Guaira (SP)

Calcário	Superfosfato simples (kg/ha)			Média
	0	300	600	
<b>t/ha</b>	1974/75, CV = 30,8%			
0,0	0,394	0,594	0,568	0,518 a (1)
1,5	0,614	0,626	0,661	0,634 ab
3,0	0,624	0,839	0,921	0,795 b
6,0	0,905	1,036	1,106	1,016 c
Média	0,634 a (1)	0,774 ab	0,814 b	0,741
	1975/76, CV = 31,3%			
0,0	0,553	0,621	0,744	0,639 a
1,5	0,891	1,008	1,183	1,027 b
3,0	1,179	1,284	1,551	1,338 c
6,0	1,473	1,631	1,839	1,648 d
Média	1,024 a	1,136 ab	1,329 b	1,163
	1976/77, CV = 22,2%			
0,0	0,399	0,664	0,843	0,635 a
1,5	1,034	1,213	1,209	1,152 b
3,0	1,755	1,865	1,983	1,868 c
6,0	2,194	2,360	2,495	2,350 d
Média	1,345 a	1,525 ab	1,632 b	1,501
	1977/78, CV = 34,1%			
0,0	0,065	0,275	0,321	0,220 a
1,5	0,314	0,379	0,465	0,386 a
3,0	0,583	0,775	0,895	0,751 b
6,0	0,876	1,219	1,146	1,080 c
Média	0,459 a	0,662 b	0,707 b	0,609

(1) Letras não comuns simbolizam classes estatísticas diferentes, pelo teste de Tukey a 5%.

A reação das plantas à calagem foi significativa em todos os anos agrícolas. No primeiro, a dose 1 não diferiu estatisticamente da testemu-

nha, o mesmo tendo ocorrido entre as doses 2 e 1. No segundo e terceiro anos, houve completa diferenciação entre as quatro doses usadas, enquan-

to no último ano, apenas as duas maiores doses diferiram da testemunha e também entre si.

A aplicação de superfosfato simples, por sua vez, proporcionou aumentos menores na produção, embora significativos e de natureza quadrática. Com efeito, a média da dose intermediária em todos os anos não foi diferente estatisticamente da produtividade da maior dose, enquanto não diferiu da testemunha nos três primeiros anos.

Foi observado aumento gradativo da produtividade do primeiro para o terceiro ano, exceto para o tratamento sem calcário e sem fósforo. No último ano, ocorreram as menores produtividades do estudo, exceção feita aos tratamentos com dose máxima de calcário e adubados com superfosfato simples, que se mantiveram pouco

acima dos níveis alcançados no primeiro ano. Não foram detectadas interações significativas, quer entre calcário e adubação mineral, quer entre os efeitos de fósforo e de potássio. Aliás, as plantas reagiram pouco a potássio, razão por que as médias de produção não são apresentadas. Não se observou, também, durante os quatro anos de estudo, qualquer sintoma de danos que pudesse ser atribuído ao uso de altas doses de corretivo, como sinais de carência de potássio ou de micronutrientes.

No quadro 4 são apresentadas as concentrações médias de macro e de micronutrientes, assim como de alumínio, obtidas em análises de quintas folhas colhidas em 1974/75, bem como resultados de análises estatísticas onde tenha sido observado efeito significativo da calagem e/ou da adubação mineral.

QUADRO 4. — Concentrações médias de macronutrientes, de micronutrientes e de alumínio em análises de quintas folhas, no primeiro ano de estudo, assim como resultados de análises de variâncias respectivas, obtidas no ensaio de calagem com o algodoeiro, de Guaíra (SP)

Calcário	Elementos						
	P	K	Ca	Mg	Fe <sup>(1)</sup>	Mn	Al <sup>(2)</sup>
t/ha	%			ppm			
0,0	0,259a	2,32b	1,73a	0,56a	292b	320c	291c <sup>(*)</sup>
1,5	0,271ab	2,29ab	1,88ab	0,63ab	278b	212b	245bc
3,0	0,276ab	2,05a	2,06b	0,75b	188a	158a	171ab
6,0	0,294b	2,10ab	2,31c	0,80c	171a	134a	121a
Tukey 5% (d.m.s.)	0,029	0,260	0,195	0,125	86,1	51,5	77,5
CV%	10,3	11,9	9,8	18,2	37,1	25,0	37,5

(<sup>1</sup>) Concentrações obtidas para os níveis de 0, 300 e 600 kg/ha de superfosfato simples 273c; 217b e 207a (CV% = 27,9).

(<sup>2</sup>) Concentrações obtidas para os níveis de 0, 300 e 600 kg/ha de superfosfato simples 258b; 184a e 179a (CV% = 33,8).

(\*) Letras não comuns simbolizam classes estatísticas diferentes, pelo teste de Tukey a 5%.

Com o uso do corretivo constatarem-se, respectivamente, aumento e diminuição de forma quadrática na concentração de P e de K, no limbo foliar do algodoeiro. Os aumentos verificados nos teores de Ca e de Mg foram lineares, enquanto Fe, Mn e Al diminuíram da mesma forma com a calagem. Com a aplicação de superfosfato simples, as únicas alterações significativas observadas foram os decréscimos nas concentrações de Fe e Al, em função das doses de adubo usadas.

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Embora a calagem tenha proporcionado aumentos de natureza quadrática nos valores de pH da camada arável do solo, através do tempo, os maiores acréscimos ocorreram no ano de aplicação do corretivo. Nesse caso, destacou-se o efeito da maior dose, que, após o quarto mês, já elevava o pH à faixa de 5,5-6,5, considerada comumente a mais adequada para o algodoeiro (12). Somando-se a isso uma diminuição abrupta nos teores de  $Al^{3+}$  e aumentos sensíveis nos teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , observados nas duas últimas doses de calcário, pode-se admitir que as maiores modificações nas características químicas do solo ocorreram durante o primeiro ano da calagem. Dados semelhantes foram obtidos em nosso meio por FERRAZ (3) e, no exterior, por WALKER & WHITE (17).

A baixa produtividade observada em 1974/75, mesmo nos mais altos níveis de calagem e de adubação, pode ser atribuída a condições pouco adequadas de acidez do solo encontradas pelas plantas durante a fase inicial de ação do corretivo, aplicado cerca de dois meses antes do primeiro

plantio. Diante de tais fatos, sugere-se a conveniência de novos estudos sobre épocas de aplicação de calcário e plantio de culturas mais tolerantes e menos onerosas no primeiro ano de correção de terras ácidas, conforme tem sido usualmente recomendado (5).

O aumento na produtividade média obtido no segundo ano agrícola (1975/76), embora possa em parte ser atribuído a efeito de ano, foi principalmente devido à correção da acidez. Note-se que, enquanto na testemunha, sem calcário, o acréscimo foi da ordem de 23%, nos tratamentos calcariados esteve em torno de 64%. Já no terceiro ano agrícola (1976/77), o aumento nas parcelas corrigidas subiu para 120% do original, enquanto não variou na testemunha, em função do ano anterior.

Retornando aos resultados analíticos da camada arável do solo, nota-se que, nesses dois anos agrícolas, o algodoeiro encontrou as melhores condições para desenvolvimento, em particular nas últimas doses de calcário. Aliás, as alterações registradas no pH e nos teores de  $Al^{3+}$  e, principalmente os acréscimos mais persistentes nos valores de  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$ , devem estar refletindo uma liberação gradativa de bases, o que parece ser típico de material com precária granulometria (4). Há que destacar, ainda, a melhoria nas condições gerais de acidez observadas em análises de amostras colhidas abaixo da camada arável do solo, durante os dois últimos anos de estudo. O  $Al^{3+}$  praticamente não existia mais na faixa de 20-40cm, nas parcelas de máxima calagem, no terceiro ano, o que deve ter permitido maior penetração da raiz principal do algodoeiro. A melhoria no índice pH e nos teores

de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , também observada, provavelmente propiciou mais intensa emissão de radículas, que constituem a parte mais ativa do sistema radicular das plantas e que costumam aprofundar-se até a faixa de 30cm (6).

Em 1977/78 ocorreu um decréscimo geral de produtividade, principalmente nas parcelas com pouco ou sem calcário. Para demonstrar que esse declínio foi devido principalmente ao efeito de ano, são apresentados a seguir resultados obtidos com a mesma variedade (IAC 16) em ensaio de melhoramento conduzido em Viradouro, município vizinho ao do presente estudo. Nos anos de 1974/75, 1975/76, 1976/77 e 1977/78 foram verificadas, respectivamente, as seguintes produções médias de algodão em caroço, em quilograma/10m<sup>2</sup>: 2,273; 2,383; 2,382 e 1,427 (7, 6).

Coincidentemente, ocorreu um declínio nos valores de pH do terceiro para o quarto ano, inclusive nas parcelas calcariadas, difícil de ser explicado tendo em vista os dados analíticos disponíveis. Com efeito, se por um lado foi usada razoável quantidade de sulfato de amônio (250kg/ha/ano), que poderia acelerar a marcha de acidificação do solo (15), cuidou-se de efetuar as amostragens sempre fora da faixa de adubação. Ademais, nas altas doses de corretivo, as bases se mantiveram em nível elevado e o  $\text{Al}^{3+}$  abaixo do nível de toxicidade.

Analisando as médias anuais de produção de algodão, notam-se acréscimos sensíveis de produtividade devidos ao uso de 6t/ha de calcário, que, acumulados através dos anos, permitiriam retornos substanciais do capital

inicial, mesmo que este não fosse subsidiado. Assim, não é possível estimar a dose que seria economicamente recomendável, dentro dos níveis empregados. De qualquer forma, ela estaria bem acima daquela indicada para eliminar o alumínio livre (10) ou calculada em função de outras características de solo, como capacidade média de troca de cátions e porcentagem de saturação em base (8, 5). Essa diferença pode ser atribuída a vários fatores, como baixo PRNT do calcário usado, alta capacidade de troca de cátions do solo, adequada nutrição do algodoeiro proveniente de reservas naturais e da adubação mineral empregada.

Resta comentar, somente pequeno devido a aplicação de superfosfato simples, dado o baixo nível original de fósforo detectado na análise do solo. É em particular estranho que não tenha ocorrido interação significativa entre calagem e adubação, nem mesmo nos anos agrícolas de maior efeito do calcário (1975/76 e 1976/77). No primeiro ano, quando se efetuou amostragem de folha, notou-se influência significativa da adubação fosfatada, apenas diminuindo as concentrações de Fe e Al, enquanto o teor de P não sofria alterações sensíveis. Mais uma vez o efeito do calcário se destacou, concorrendo não só para aumentar Ca e Mg e diminuir K, Fe, Mn e Al, como também para aumentar o próprio teor de P do limbo foliar.

Uma vez que o efeito da adubação fosfatada na produção esteve aquém do esperado, tendo em vista o baixo teor extraído pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05N,

(6) INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas. Ensaio regional de variedades paulistas de algodoeiro. 1975/76, 1976/77 e 1977/78. (Boletins em preparo para publicação)

e que praticamente não sofreu alteração o teor de P da folha com a aplicação de superfosfato simples, é de supor que algum P inacessível ao extrator em questão tenha satisfeito

parte das necessidades da planta, devendo o presente método estar detectando menos P do que aquele aproveitado pelo algodoeiro.

#### USE OF LIME AND OF ORDINARY SUPERPHOSPHATE FOR COTTON CULTIVATED ON ACID CLAY SOIL

##### SUMMARY

Results of a four year liming experiment with cotton are discussed. This experiment was conducted on Latosolic B Terra Roxa soil, acid, with a pH index of 5.0, originally under "cerradão" vegetation, with 66% of clay, 4.3% of organic matter, 0.9, 0.8 and 0.5 (meq/100 ml) of  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$ , respectively. The experimental design was a split-plot, with four replications. Dolomitic limestone was applied in the first year, on main plots at the levels of 0, 1.5, 3.0 and 6.0 t/ha. P and K were annually applied on split-plots, as a factorial 3 x 2, at the levels of 0, 60 and 120 kg/ha of  $P_2O_5$  and 40 and 80 kg/ha of  $K_2O$ , respectively, with ordinary superphosphate and potassium chloride.

Four months after lime application, the neutralization of the exchangeable aluminum found by soil analysis was observed, at the highest level, the pH value increased up to 5.5 and values of calcium plus magnesium reached 3.0 meq. The linear effect upon cotton yield, due to liming, was significant during all the period of this study, increasing from the first to the third year. The effect of phosphorus was smaller, but positive and significant. Cotton plants did not react to potassium fertilization and interactions were not observed.

Lime increased the concentrations of P, Ca and Mg in leaf blades, and decreased those of K, Fe, Mn and Al in the year when it was applied. There were no symptoms of K or micronutrient deficiencies due to the use of lime at high level.

##### BIBLIOGRAFIA

1. 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. Agríc., Piracicaba, 30:49-60, 1955.
2. CORREA, D. M.; PETTINELLI, A.; VENTURINI, W. R. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. XI. Ensaio com calcário, adubação verde e adubação mineral. Bragantia, Campinas, 20(22):617-633, 1961.
3. FERRAZ, C. A. M. Efeitos de calcário, fósforo e potássio na produtividade do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em Latossolo Roxo. Tese de Doutorado em Ciências. Botucatu, Faculdades de Ciências Médicas e Biológicas, 1973. 70p.
4. FREITAS, L. M. M. & RAIJ, B. van. Efectos residuales del encalado de un Latosol en São Paulo, Brasil. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A., ed. Manejo del suelos en la America Tropical. Raleigh, North Carolina State University, 1974. p.304-312.
5. FUZATTO, M. G. Adubação mineral. In: Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, Inst. Bras. de Potassa, 1965. p.475-508.

6. HALL, N. S. et alii. A tracer technique to measure growth and activity of plant root systems. Raleigh, North Carolina Agric. Exp. Sta., 1953. 40p. (Tech. Bull., 101)
7. INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas. Ensaio regionais de variedades paulistas de algodoeiro. IV. 1973/74 — 1974/75. Campinas, 1979. 74p.
8. ————. Tabelas de adubação e calagem. Campinas, 1977. 198p. (Boletim, 209)
9. KAMPRATH, E. J. A acidez do solo e a calagem. Washington, Departamento de Estado, 1967. 20p. (International soil testing — Bol. 4)
10. ————. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34:252-254, 1970.
11. McCLUNG, A. C.; FREITAS, L. M. M.; MIKKELSEN, D. S. & LOTT, W. L. Adubação do algodoeiro em solos de campo cerrado no Estado de São Paulo. New York, IBEC Research Institute, 1961. 35p. (Boletim, 27)
12. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola, adubos e adubações. 2.ed. São Paulo, Ceres, 1967. 606p.
13. MEDINA, H. P. Classificação granulométrica do solo: Classes e subclasses texturais. In: Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono/Ed. da Univ. de São Paulo, 1972. p.21-28.
14. MIKKELSEN, D. S.; FREITAS, L. M. M. & McCLUNG, A. C. Efeitos da calagem e adubação mineral na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo cerrado. São Paulo, Inst. de Pesquisas IRI, 1963. 48p. (Boletim, 29)
15. NEVES, O. S.; VIEGAS, G. P. & FREIRE, E. S. Efeito do uso contínuo de certos adubos azotados sobre o pH do solo. Bragantia, Campinas, 19: CXXXV-CXXXII, 1960. Nota, 25.
16. RAJ, B. van. Estudo de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. IV. O poder relativo de neutralização total. Bragantia, Campinas, 36:139-145, 1977.
17. WALKER, M. E. & WHITE, A. W. Effects of liming on crop yields and chemical properties of Tifton and Greenville soils. Georgia, Agr. Exp. Sta., 1963. (Bull. 108)