

EFEITO RESIDUAL DE ALGUNS ADUBOS NITROGENADOS SOBRE
ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM SOLO*

Manuel Palma Rosales**
Francisco A. F. Mello***
Sylvio Arzolla***
Maria D. Thomasi***

RESUMO

Foi feito um ensaio em vasos, com 4 repetições, usando terra ácida e de baixa fertilidade para testar os valores fertilizantes de uréia (com e sem enxofre), nitrato de amônio e sulfato de amônio.

Fez-se, a princípio, correção do pH para 6,0 e aplicação de adubo fosfatado e potássio nas doses de 90 e 120 kg/ha de

* Entregue para publicação em 20/07/87. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

** Aluno do Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

*** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

P_2O_5 e K_2O , respectivamente. As doses de N foram de 0, 120 e 240 kg/ha.

A planta teste foi o milho.

No ano seguinte o ensaio foi repetido, mas sem calagem e sem adição dos fertilizantes nitrogenados.

No ano subsequente repetiu-se o ensaio anterior fazendo-se, porém, calagem em duas repetições de cada tratamento.

Após a colheita do milho estudaram-se os efeitos residuais dos adubos nitrogenados em competição tomando-se como parâmetros de avaliação a produção de massa de matéria seca de partes aéreas e de plantas inteiras e conteúdos de nitrogênio das mesmas, os teores de alumínio trocável do solo, de hidrogênio potencial, hidrogênio trocável, índices pH e porcentagens de nitrogênio das terras.

As principais conclusões gerais são:

- a. Relativamente ao Al^{3+} trocável, nos tratamentos que receberam calagem não houve efeito residual dos adubos nitrogenados, mas na ausência do corretivo o sulfato de amônio apresentou efeito considerável. Os demais apresentaram efeitos menos pronunciados.
- b. De um modo global, no que se refere ao H^+ potencial e trocável não houve efeito residual dos fertilizantes

nitrogenados nos tratamentos que sofreram correção da acidez, mas, naqueles que não receberam CaCO_3 houve algum efeito residual, sobretudo do sulfato de amônio.

- c. Quando se tomou o valor pH como índice de avaliação do efeito residual, apenas o sulfato de amônio baixou o pH das terras, tanto nos tratamentos que receberam calagem como nos que não a receberam.
- d. Não houve efeito residual dos fertilizantes nitrogenados quando ele foi avaliado pelo teor de N do solo.
- e. Quando se emprega fertilizantes amoniacais com frequência, sobretudo o sulfato de amônio, deve-se atentar para a correção da acidez do solo.

INTRODUÇÃO

Os fertilizantes nitrogenados amoniacais e amídico têm como característica o poder de acidificar os solos, sobretudo quando usados continuamente.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo principal de estudar esse aspecto, como parte de um protocolo que envolveu a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP e Petrofertil/Nitrofertil-NE/Ultrafertil S.A.

REVISÃO DE LITERATURA

Serão feitas menções somente a alguns trabalhos realizados no Brasil.

CATANI & GALLO (1954) estudaram o efeito que o uso contínuo de sulfato de amônio, super fosfato e cloreto de potássio determinam no solo. Para isso, serviram-se de dois ensaios de adubação que a Seção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, vinha realizando em Campinas e Mococa durante 16 e 12 anos. As amostras foram retiradas das linhas e das entrelinhas. N₀, N₁, N₂ representam 0, 20 e 40 kg N/ha na forma de sulfato de amônio. Os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Efeito das doses de sulfato de amônio sobre pH do solo.

Experimento	Localização	pH		
		N ₀	N ₁	N ₂
Campinas	nas linhas	5,74	5,42	5,07
	nas entrelinhas	5,24	5,63	5,30
Mococa	nas linhas	6,29	5,57	5,52
	nas entrelinhas	6,20	6,13	6,00

Na Tabela 1, nota-se que as linhas que receberam sulfato de amônio, tiveram o pH mais baixo que as entrelinhas. As doses usadas foram pequenas e, segundo os autores, devido a tendência atual de usar doses cada vez maiores de N, a acidificação pode ser mais intensa.

NEVES et alii (1960) estudaram o efeito de salitre do Chile, uréia, e sulfato de amônio sobre o pH de um solo da Estação Experimental de Campinas e produções

de milho, algodão e arroz. Amostras de terra para medição do pH foram retiradas no início e no final do ensaio. Os resultados foram os seguintes:

Tratamento	pH
pH inicial	6,50
PK + salitre do Chile	5,91
PK + uréia	5,61
PK + sulfato de amonio	5,07

Os autores afirmaram que o salitre do Chile contribui para atenuar a acidificação do solo e que o maior efeito acidificante do sulfato de amonio é facil de se entender, porque além do efeito do NH_4^+ , ele possui o anion SO_4^- , que é um forte acidificante das terras.

MELLO & ANDRADE (1973) resumiram os resultados obtidos por CHICA & LOTERO sobre os efeitos de adubações de pastagens com nitrato de sódio, sulfato de amonio e uréia. Os resultados mostraram que o nitrato de sódio elevou o pH, a uréia baixou-o moderadamente e o sulfato de amonio o fez fortemente.

PUPO DE MORAES et alii (1976), após um longo ensaio de competição de fontes nitrogenadas em cafeeiro, tomaram amostras de terra sob as copas das plantas e no meio das ruas, nos diversos tratamentos e determinaram o pH e os teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis das mesmas. Os resultados estão na tabela 2.

Eles observaram que o salitre do Chile se opôs à acidificação do solo, o nitrocalcio, a uréia e o sulfato de amonio contribuíram para a acidificação, nessa ordem.

KIEHL et alii (1981) avaliando, em condições de laboratório, o efeito acidificante de três adubos nitrogenados, em solos de diferentes texturas do município

Tabela 2. Efeitos de fontes de N sobre o pH e teores de Ca^{2+} + Mg^{2+} trocáveis, após 12 anos de adubação na base de 150 kg N/ha.

Treatment	Local de amostragem	pH	Ca^{2+} trocáveis, e Mg^{2+} mg/100 g
sem N	A	6,2	5,2
	NA	6,4	5,8
salitre do Chile	A	5,8	2,1
	NA	6,3	4,7
nitrocalcio	A	5,0	2,2
	NA	6,1	4,0
urêia	A	4,4	1,2
	NA	5,5	4,6
sulfato de amonio	A	4,3	0,7
	NA	4,9	2,9

A: sob as copas das plantas, pontos adubados

NA: no meio das ruas, pontos não adubados

de Piracicaba, verificaram que o grau de acidificação não se correlacionou com a textura, porém os solos com maiores valores de pH foram os que mais se acidificaram. O poder de acidificação dos adubos abeceu a seguinte ordem: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \text{NH}_4\text{NO}_3 > \text{urêia}$.

MELLO & ARZOLLA (1983) constataram que após a primeira colheita de milho a uréia praticamente não acidificou o solo; o nitrato de amônio teve um efeito muito pequeno, sendo o efeito do sulfato de amônio o mais pronunciado.

Após a segunda colheita, a uréia e o nitrato de amônio elevaram muito pouco o teor de H^+ potencial do solo, porém, o sulfato de amônio elevou-o sensivelmente.

MATERIAL E MÉTODOS

A terra utilizada é proveniente de solo de tabuleiro de Maceió (Rio Largo), Alagoas, e a planta teste foi o milho (Zea mays L.) c.v. Piranão.

O solo possui as seguintes características físicas e químicas, apresentadas nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Algumas características físicas da T.F.S.A. proveniente do solo empregado.

Características	Porcentagem
areia total	49,1
limo	8,3
argila	42,6

Tabela 4. Algumas características químicas da T.F.S.A. proveniente do solo em-
pregado.

Características	Valores	Interpretação
pH (relação terra-água 1:2,5)	4,90	ácido
C%	0,51	baixo
PO ₄ ⁻³ solúvel em H ₂ SO ₄ 0,05 N e mg/100 g de terra	0,02	baixo
K ⁺ trocável, e.mg/100 g terra	0,03	baixo
Ca ₂ ⁺ trocável, e.mg/100 g terra	0,16	baixo
Mg ₃ ⁺ trocável, e.mg/100 g terra	0,32	baixo
Al ⁺ trocável, e.mg/100 g terra	0,76	alto
H ⁺ potencial, e.mg/100 g terra	3,28	médio
N total, %	0,05	baixo

Um trabalho foi conduzido durante 3 anos em casa de vegetação. Foram utilizados vasos com 3,0 kg de terra. No primeiro ano, as terras dos vasos foram submetidas aos tratamentos da Tabela 5, sendo os adubos bem misturados a elas e plantado milho. No 2º e 3º anos foi omitido o nitrogênio apenas e o enxofre.

O fósforo foi utilizado como superfosfato triplo (45% de P_2O_5); nos tratamentos 9 e 10, potássio e enxofre foram utilizados como K_2SO_4 . Nos outros tratamentos, o potássio foi utilizado na forma de KCl. Nos tratamentos 11 e 12, o enxofre foi aplicado na forma de gesso.

Descrições mais detalhadas dos dois primeiros ensaios são apresentadas por THOMAZI (1983) e MELLO & ARZOLLA (1983).

Antes de fazer a terceira semeadura (02/01/83), foram determinados os valores de pH e de H^+ das terras e feita a correção da acidez para pH 6,0 segundo o método de CATANI et alii (1954), em duas repetições de cada tratamento (A e B) usando-se $CaCO_3$. As duas outras repetições, C e D, não receberam calagem.

Após a colheita (05/03/83) as terras dos vasos foram secas ao ar, destorroadas e analisadas. A acidez de troca ($H^+ + Al^{3+}$) foi determinada pelo seguinte modo: a 10 g de terra seca foram adicionados 100 ml de solução de KCl 1N; seguiu-se agitação por 15 minutos, depois foi filtrado. Do extrato foi tomada uma alíquota de 25 ml, titulada com NaOH 0,025 N, sendo usada fenolftaleína 0,5 % como indicador.

Para determinar o Al^{3+} trocável foi adicionada uma gota de HCl 0,02 N à solução já titulada (acima mencionada); foram adicionados 2 ml de solução NaF a 4% e titulada com HCl 0,025 N. Os miliequivalentes de ácido usados são considerados como correspondentes ao Al^{3+} trocável.

Tabela 5. Tratamentos utilizados no primeiro ano

Tratamentos	Adubos	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/ha)
1	testemunha absoluta	0 - 0 - 0
2	testemunha sem N	0 - 90 - 120
3	Uréia	120 - 90 - 120
4	Uréia	240 - 90 - 120
5	Nitrato de amônio	120 - 90 - 120
6	Nitrato de amônio	240 - 90 - 120
7	Sulfato de amônio	120 - 90 - 120
8	Sulfato de amônio	240 - 90 - 120
9	Uréia + S (K ₂ SO ₄)	120 - 90 - 120
10	Uréia + S (K ₂ SO ₄)	240 - 90 - 120
11	Uréia + S (CaSO ₄)	120 - 90 - 120
12	Uréia + S (CaSO ₄)	240 - 90 - 120

A dose de enxofre foi de 20,4 kg/ha.

A acidez potencial (H^+) foi determinada segundo o método de CATANI & JACINTHO (1974), o pH (em água na proporção de 2:1) potenciometricamente e nitrogênio pelo método de Kjeldahl.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alumínio trocável no solo

Os resultados numéricos referentes aos teores de alumínio dos solos após a 3ª colheita se encontram na Tabela 6.

A comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem aparece na Tabela 7.

Comparando as médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5%, observa-se que não existem diferenças estatísticas entre elas.

Esse fato, aliado aos baixos teores de Al^{3+} trocável encontrados, revela que a calagem, elevando o pH das terras, precipitou quase o total desse elemento que se encontrava nas terras dos vasos.

Na Tabela 8 encontram-se os resultados da comparação de médias dos tratamentos que não receberam calagem.

Observa-se, pelos dados da Tabela 8 que na ausência de calagem apareceram os efeitos residuais dos adubos nitrogenados.

Os tratamentos que elevaram mais os teores de Al^{3+} trocável foram os 08 e 07, doses de 240 e 120 kgN/ha como sulfato de amônio, respectivamente.

Tabela 6. Alumínio trocável nos solos após a 3ª colheita, e.mg/100 g de terra.

Tratamentos	Repetições					
	A	B	\bar{X}	C	D	\bar{X}
1	0,050	0,050	0,050	0,220	0,050	0,130
2	0,040	0,020	0,030	0,170	0,170	0,170
3	0,050	0,030	0,040	0,390	0,290	0,340
4	0,020	0,030	0,025	0,320	0,390	0,355
5	0,050	0,020	0,035	0,470	0,430	0,450
6	0,040	0,020	0,030	0,430	0,350	0,390
7	0,020	0,020	0,020	0,740	0,710	0,725
8	0,020	0,030	0,025	1,000	1,050	1,025
9	0,030	0,050	0,040	0,440	0,360	0,400
10	0,030	0,030	0,030	0,440	0,440	0,440
11	0,040	0,030	0,035	0,270	0,310	0,290
12	0,020	0,030	0,025	0,310	0,280	0,295

Tabela 7. Comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem (Al₂O₃ trocável/100 g de terra).

Tratamentos	Média
01	0,050 a
03	0,040 a
09	0,040 a
05	0,035 a
11	0,035 a
02	0,030 a
06	0,030 a
10	0,030 a
04	0,025 a
08	0,025 a
12	0,025 a
07	0,020 a

dms , Tukey a 5% = 0,044

cv = 34,262 %

Tabela 8. Comparação entre as médias dos tratamentos que não receberam calagem. Al^{3+} trocável / 100 g de terra.

Tratamentos	Média
08	1,025 a
07	0,725 b
05	0,450 c
10	0,440 c
09	0,400 c
06	0,390 c
04	0,355 cd
03	0,340 cde
12	0,295 cde
11	0,290 cde
02	0,170 de
01	0,135 e

dms, Tukey a 5% = 0,205 cv = 12.366 %

Os tratamentos sem nitrogênio, 01 e 02, foram os que apresentaram os teores mais baixos de Al^{3+} trocável. Os demais apresentaram teores intermediários.

A explicação para tais observações é a seguinte: o sulfato de amônio é o adubo nitrogenado que provoca maior acidificação do solo, conforme já foi constatado por vários autores. Por isso acarreta o aparecimento de teores mais elevados de Al^{3+} trocável.

Segundo VAN RAIJ (1981) e outros autores a acidez dos solos promove o aparecimento do alumínio em solução, que passa a ser catião trocável. Assim, o alumínio trocável é consequência da acidez do solo e responsável

vel por parte dela (MELLO et alii, 1984).

Na opinião de MALAVOLTA (1976) nas condições normais dos solos, o alumínio é o principal responsável pela acidez.

Hidrogênio potencial no solo após a terceira colheita.

Os resultados numéricos referentes ao teor de H^+ potencial dos solos, após a terceira colheita, se encontra na Tabela 9.

A comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem aparecem na Tabela 10.

Tabela 10. Comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem, e. mgH⁺ /100 g de terra.

Tratamentos	Médias
08	2,78400 a
09	2,31200 a
10	2,31200 a
11	2,12800 a
03	2,10800 a
05	2,08000 a
12	2,06400 a
02	2,04800 a
04	2,03600 a
01	2,03200 a
07	2,00000 a
06	1,97200 a

dms, Tukey a 5% = 0,981319 cv = 11,451782 %

Tabela 9. Hidrogênio potencial (H^+) no solo após a terceira colheita, e.mg/100 g de solo.

Tratamentos	Repetições					
	A	B	\bar{X}	C	D	\bar{X}
1	1,840	2,224	2,032	2,672	2,016	2,344
2	1,904	2,192	2,048	3,056	2,960	3,008
3	2,184	2,032	2,108	3,472	3,120	3,296
4	2,184	1,888	2,036	3,264	3,104	3,184
5	2,320	1,840	2,080	3,630	3,280	3,460
6	1,920	2,020	1,970	3,470	3,200	3,340
7	2,000	2,000	2,000	3,970	3,950	3,960
8	3,200	2,370	2,780	4,480	4,960	4,720
9	2,300	2,320	2,310	3,260	3,790	3,530
10	2,240	2,380	2,310	3,500	4,140	3,820
11	2,260	2,000	2,130	3,120	3,490	3,300
12	2,220	1,900	2,060	3,220	3,580	3,400

Pela comparação entre médias pelo teste Tukey a 5% pode-se observar que não existem diferenças estatísticas entre tratamentos, mas existem diferenças numéricas sendo que o tratamento 08 foi aquele que, numericamente, apresentou o maior teor de H^+ potencial. Os teores de hidrogênio não são muito elevados e não existem diferenças grandes entre um e outro tratamento, devido ao calcário que foi aplicado.

A comparação entre as médias dos tratamentos que não receberam calagem está na Tabela 11.

Tabela 11. Comparação entre as médias dos tratamentos que não receberam calagem e mgH /100 g de terra.

Tratamentos	Médias
08	4,72000 a
07	3,96000 ab
10	3,82400 ab
09	3,52800 b
05	3,45600 bc
12	3,40000 bc
06	3,33600 bc
11	3,30400 bc
03	3,29600 bc
04	3,18400 bc
02	3,00800 bc
01	2,34400 c

dms, Tukey a 5% = 1,14

cv = 8,326835 %

Pode-se observar, pelo teste Tukey a 5%, que existem diferenças estatísticas entre médias de tratamentos, sendo que o tratamento 08 superou estatisticamente os demais, exceto o 07 e o 10.

Observa-se, também, que o sulfato de amônio foi o adubo que causou maior acidez potencial seguido de uréia + sulfato de potássio.

O tratamento 01, que não recebeu adubação, foi o que apresentou acidez potencial mais baixa e o único que diferiu estatisticamente de sulfato de amônio e de uréia + sulfato de potássio. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha geral.

Comparando-se o tratamento 02, testemunha sem N, nota-se que ele não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos nitrogenados, exceto o 08 (240 kgN/ha como sulfato de amônio).

Em vista da discussão acima pode-se fazer a observação geral de que não houve efeito residual digno de nota das diferentes fontes nitrogenadas testadas.

Hidrogênio trocável após a terceira colheita.

Os resultados relativos aos teores de H^+ trocável encontrados após a terceira colheita aparecem na Tabela 12.

A comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem aparece na Tabela 13.

Analisando, as médias dos teores de H^+ trocável dos diferentes tratamentos pode-se observar que, pelo teste Tukey ao nível de 5% não existem diferenças significativas entre elas. Isto é devido, provavelmente, ao calcário aplicado que neutralizou essa acidez. Contudo, pode ser observado, mais uma vez, o efeito do sulfato de amônio, que na dose superior foi o tratamento no qual o teor de H^+ trocável mostrou-se superior, numericamente.

Os resultados relativos às médias dos tratamen-

Tabela 12. Hidrogênio trocável após a terceira colheita, e.mgH⁺/100 g de terra-

Tratamentos	Repetições				\bar{X}	
	A	B	\bar{X}	C		D
1	0,230	0,30	0,265	0,500	0,270	0,385
2	0,220	0,26	0,240	0,440	0,430	0,435
3	0,260	0,26	0,260	0,740	0,650	0,695
4	0,260	0,27	0,265	0,650	0,750	0,700
5	0,300	0,17	0,235	0,750	0,760	0,755
6	0,250	0,18	0,215	0,770	0,710	0,740
7	0,250	0,28	0,265	1,150	1,130	1,140
8	0,550	0,32	0,435	0,154	1,580	1,560
9	0,250	0,30	0,275	0,800	0,700	0,750
10	0,280	0,26	0,270	0,800	0,780	0,790
11	0,280	0,26	0,270	0,580	0,600	0,590
12	0,260	0,25	0,255	0,600	0,600	0,600

Tabela 13. Hidrogênio trocável, após a 3ª colheita nos tratamentos que receberam calagem, e.mgH⁺/100 g de terra.

Tratamentos	Médias
08	0,435 a
09	0,275 a
10	0,270 a
11	0,270 a
01	0,265 a
04	0,265 a
07	0,265 a
03	0,260 a
12	0,255 a
02	0,240 a
05	0,235 a
06	0,215 a

dms, Tukey a 5% = 0,237 cv = 22,05 %

tos que não receberam calagem se acham na Tabela 14.

Analisando as médias dos tratamentos onde não foi feita a correção de acidez, pelo teste Tukey a 5%, pode ser visto que existem diferenças estatísticas entre elas.

Os tratamentos em que os teores de H⁺ trocável foram mais elevados se referem ao sulfato de amônio, tanto na dose de 240 como de 120 kg N/ha.

Por outro lado, os menores teores apareceram nas testemunhas, que não diferiram dos dois tratamentos com uréia mais sulfato de cálcio.

Constata-se, também, na Tabela 14, que não houve

Tabela 14. Hidrogênio trocável, após a 3ª colheita, nos tratamentos que não receberam calagem e. $\text{mgH}^+ / 100 \text{ g}$ de terra.

Tratamentos	Médias
08	1,56 a
07	1,14 b
10	0,79 c
05	0,75 c
09	0,75 c
06	0,74 c
04	0,70 c
03	0,69 c
12	0,60 cd
11	0,59 cd
02	0,43 d
01	0,38 d

dms, Tukey a 5% = 0,24 cv = 7,9 %

diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos que envolvem uréia e nitrato de amônio.

Como observação final e generalizada pode-se dizer que nos tratamentos que receberam calagem não houve efeito residual dos adubos nitrogenados no que concerne ao H^+ trocável. Porém, esse efeito existiu nos tratamentos que não receberam o corretivo, sendo mais intenso o efeito do sulfato de amônio.

Valores pH das terras nos tratamentos após a terceira colheita.

Os resultados relativos ao pH nos diferentes tratamentos se encontram na Tabela 15.

Tabela 15. Valores pH das terras nos diferentes tratamentos após a terceira colheita.

Tratamentos	Repetições					
	A	B	\bar{X}	C	D	\bar{X}
1	5,900	5,950	5,925	5,450	5,600	5,525
2	5,800	5,800	5,800	4,950	5,050	5,000
3	5,750	6,000	5,875	4,650	4,750	4,700
4	5,800	6,000	5,900	4,700	4,700	4,700
5	5,600	6,000	5,800	4,650	4,700	4,675
6	5,700	5,950	5,820	4,600	4,650	4,625
7	5,750	5,800	5,775	4,250	4,350	4,300
8	4,850	5,400	5,125	4,100	4,100	4,100
9	5,550	5,600	5,575	4,650	4,750	4,700
10	5,650	5,700	5,675	4,650	4,750	4,700
11	5,600	5,900	5,750	4,800	4,750	4,775
12	5,650	5,900	5,775	4,250	4,800	4,525

A comparação entre as médias dos tratamentos que receberam calagem se encontra na Tabela 16.

Tabela 16. Comparação entre as médias dos valores pH nos tratamentos que receberam calagem.

Tratamentos	Média
01	5,925 a
04	5,900 a
03	5,875 a
06	5,820 a
02	5,800 a
05	5,800 a
12	5,775 a
07	5,775 a
11	5,750 a
10	5,675 a
09	5,575 a
08	5,125 b

dms, Tukey a 5% = 0,447765

cv = 3,0527032 %

Pelo teste Tukey a 5% pode-se notar que as médias dos tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, excetuando o tratamentos 08, no qual o pH foi estatisticamente inferior ao pH de todos os outros tratamentos.

Pode-se ver que mesmo com a correção da acidez visando elevar o pH a 6,0, isto não foi conseguido, sendo que em todos os casos o pH das médias dos tratamentos foi inferior a 6,0. No caso do tratamento 08 pode-se verificar que o poder acidificante deste adubo é bastante elevado e mesmo com a correção da acidez, a eleva

tratamentos correspondentes ao sulfato de amônio (07 e 08) o que mostra, mais uma vez, o elevado poder acidificante desse fertilizante. Tal fenômeno já foi citado por diversos autores.

Os demais fertilizantes apresentaram efeitos residuais menos acentuados que o sulfato de amônio, semelhantes entre si e não diferentes, estatisticamente, da testemunha PK.

Numa apreciação geral, englobando os tratamentos que receberam calagem e os que não a receberam, pode-se considerar que somente o sulfato de amônio acidificou a terra de modo significativo.

Porcentagem de Nitrogênio total nos solos após a terceira colheita.

Os resultados relativos ao N total nos solos dos diferentes tratamentos se encontram na Tabela 18.

A comparação entre as médias dos diferentes tratamentos aparece na Tabela 19.

Como se nota, os dados da Tabela 18 não apresentam grande variação, sendo, ao contrário, muito próximos entre si. Por isso, a análise de variância foi feita sem se considerar parcelas com e sem calagem, isto é, foi feita considerando-se os 48 tratamentos, constatando-se pelo teste F, a não significância entre eles.

Contudo, para reforçar a observação acima, foi efetuada a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% e os resultados estão expostos na Tabela 19.

Nota-se que não houve diferenças estatísticas entre tratamentos o que significa que os fertilizantes nitrogenados não deixaram efeito residual no que concerne ao teor de N no solo.

Tabela 18. % de N total nos solos dos diferentes tratamentos após a terceira colheita.

Tratamentos	Repetições					
	A	B	\bar{X}	C	D	\bar{X}
1	0,06	0,07	0,065	0,06	0,06	0,060
2	0,07	0,06	0,065	0,06	0,06	0,060
3	0,06	0,07	0,065	0,06	0,07	0,075
4	0,07	0,06	0,065	0,08	0,06	0,070
5	0,06	0,06	0,060	0,07	0,07	0,070
6	0,06	0,08	0,070	0,07	0,07	0,070
7	0,06	0,07	0,065	0,06	0,07	0,065
8	0,06	0,09	0,075	0,08	0,07	0,075
9	0,08	0,07	0,075	0,06	0,06	0,060
10	0,06	0,06	0,060	0,07	0,06	0,065
11	0,07	0,07	0,070	0,07	0,07	0,070
12	0,07	0,06	0,075	0,06	0,06	0,060

Tabela 19. % de N total nos diferentes tratamentos, (com paração entre médias).

Tratamentos	Médias
08	0,075 a
11	0,070 a
16	0,070 a
03	0,070 a
04	0,067 a
09	0,067 a
07	0,065 a
01	0,065 a
05	0,062 a
02	0,062 a
10	0,062 a
12	0,062 a

dms, Tukey a 5% = 0,021 cv = 11,35 %

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos e discutidos podem ser tiradas as seguintes conclusões gerais:

- a. Não houve efeito residual das fontes nitrogenadas quando se tomou como parâmetro de avaliação o conteúdo de N das plantas.
- b. Relativamente ao Al^{3+} trocável, nos tratamentos que receberam calagem não, houve efeito residual dos adubos nitrogenados, mas na ausência de corretivo o sulfato de amônio apresentou efeito considerável. Os demais apresentaram efeitos menos pronunciados.

- c. De um modo global, no que se refere ao H^+ potencial e trocável não houve efeito residual dos fertilizantes nitrogenados nos tratamentos que sofreram correção da acidez, mas, naqueles que não receberam $CaCO_3$ houve algum efeito residual, sobretudo do sulfato de amônio.
- m
- d. Quando se tomou o valor pH como índice de avaliação do efeito residual, apenas o sulfato de amônio baixou o pH das terras, tanto nos tratamentos que receberam calagem como nos que não a receberam.
- e. Não houve efeito residual dos fertilizantes nitrogenados quando ele foi avaliado pelo teor de N do solo.
- f. Quando se emprega fertilizantes amoniacais com frequência, sobretudo o sulfato de amônio, deve-se atentar para a correção da acidez do solo.

SUMMARY

RESIDUAL EFFECT OF NITROGENOUS FERTILIZERS ON SOME PROPERTIES OF A SOIL

An experiment was made in pots with four repetitions using an acid soil with poor fertility in order to test the residual values of urea fertilizer (with and without sulphur), ammonium nitrate and ammonium sulphate.

In the beginning the pH were correct up to 6,0 and applications of phosphate and potassium fertilizers in quantities of 90 and 120 kg/ha of P_2O_5 and K_2O were respectively done. The quantities of N were 0, 120 and 240 kg/ha.

The test plant was corn (Zea mays L.). In the

following year this test was repeated without pH correction and without adding nitrogenous fertilizers.

In the subsequent year the same experiment was repeated making however, pH corrections in two repetitions of each treatment.

After harvesting the residual effects of the employed fertilizers were studied using the following items as evaluation parameters: contents of exchangeable Al and H, potential H, pH and nitrogen of the soils.

The main conclusions were as follows:

- a. There was no residual effect of the nitrogen treatments when the nitrogen content of the soil was taken as a reference point.
- b. Referring to the exchangeable Al, the treatments that received pH correction showed no residual effect of the nitrogenous fertilizers, but in the absence of the corrective the ammonium sulphate presented a considerable effect. The others showed less pronounced effects.
- c. In a general way, what concerns the potential and exchangeable H there was no residual effect of the nitrogenous fertilizers in the treatments with corrections but in those that did not receive lime there was some residual effect especially of ammonium sulphate.

LITERATURA CITADA

HAYLETT, D.G.; TNERUN, J.J., 1955. Studies on the fertilization of a grassley. J. Afr. Dep. Agric. Sci. BuTl

South Africa 351: 33.

- KIEHL, J.C.; MELLO, F.A.F.; ARZOLLA, S., 1981. Efeito acidificante de alguns adubos nitrogenados em solos de diferentes texturas. O Solo. Piracicaba 73(2): 1-64.
- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola. Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo. Editora Agronômica "Ceres" . 528 p.
- MELLO, F.A.F., & R.G. ANDRADE., 1973. A influência de alguns adubos nitrogenados sobre o pH do solo. Rev. Agric. Piracicaba. 48: 68-78.
- MELLO, F.A.F. & S. ARZOLLA, 1983. Acidificação do solo por adubos nitrogenados. Efeitos residuais após a primeira e segunda colheita. Rev. Agric. Piracicaba. 58:17-24.
- MELLO, F.A.F.; MOACYR, O.C. SOBRINHO, B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J.C. 1984. Em Fertilidade do Solo, 2ª edição. Livraria Nobel S.A., São Paulo.
- NEVES, O.S., G.P. VIEGAS & E.S. FREIRE. 1960. Efeito do uso contínuo de certos adubos azotados sobre o pH do solo. Bragantia, 19: cxxv - cxxxii, Nota nº 25.
- MORAES, F.R.P., W. LAZZARINI, S.V. TOLEDO, G.S. CERVELLINI & M. FUJIWARA. 1976. Fontes e doses de nitrogênio na adubação do cafeeiro. I - Latossolo Roxo transição para Latossolo Vermelho-amarelo, orto. Bragantia, Campinas. 35:63-77.
- VAN RAIJ, B. 1981. Avaliação da fertilidade do solo. Institutos da Potassa (EUA-Suíça). Piracicaba. 142 p.

VELLY, J 1974. Observation on the acidification of some soils in Madagascar. Agronomie Tropicale. Montpellier. 29(12): 1249-1262