

EFEITO DA ADIÇÃO DE URÉIA E SULFATO DE AMÔNIO
SOBRE O pH E NITRIFICAÇÃO EM UM SOLO ÁCIDO*

F.A.F. Mello**
E.L. de Possídio***
J.R. Pereira***
J.P. de Araújo***
L. Abramof***
O.A. Costa***

RESUMO

A variação do pH e a produção de nitrato foram estudados em um Latossolo Vermelho Escuro, Série Guamium, em função da adição de 200 e 400 ppm de N nas formas de uréia e sulfato de amônio, em presença e ausência de Ca(OH)_2 por um período de 30 dias. Os resultados obtidos mostraram que o pH decresceu com o sulfato de amônio e aumentou com a uréia. As variações foram observadas mesmo em presença de Ca(OH)_2 . A produção de nitrato aumentou com o pH, considerando o mesmo nível

* Entregue para publicação em 21/02/80.

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

*** Alunos de Pós-Graduação, disciplina LQI-820, Fertilidade do Solo.

e fonte de nitrogênio. Não foi observado no conjunto uma relação entre pH e produção de nitrato.

INTRODUÇÃO

Fertilizantes nitrogenados na forma amoniacal ou que através de reações produzam amônio, quando adicionados ao solo sofrem oxidação biológica a nitrito pelas bactérias *Nitrosoma* e *Nitrosococcus* e em seguida a nitrato pelas bactérias do gênero *Nitrobacter* (BLACK, 1968). As diferentes taxas de transformações que são observadas nos diferentes solos são atribuídas à ação e interação de vários fatores ambientais.

O pH do solo tem um nítido efeito sobre a nitrificação do íon NH_4^+ , sendo que a faixa ótima para atividade dos microrganismos envolvidos neste processo está em torno da neutralidade (MORRIL & DAWSON, 1962). Contudo, WEBER & GAYNEY (1962) informam que o nitrato pode ser produzido em solos com pH até próximo de 4,0, mas muito lentamente, tendo em vista que o desenvolvimento das bactérias fixadoras decresce com o aumento da acidez do solo (ALEXANDER, 1965).

De acordo com um trabalho desenvolvido por LOW & PIPER (1970), a taxa de nitrificação do sulfato de amônio e uréia aumentava com o pH do solo, sendo que o NH_4^+ da uréia era nitrificado mais rapidamente do que o do sulfato de amônio, isto devido a elevação do pH que normalmente ocorre após a adição de uréia ao solo (ENO & BLUE, 1957). No caso do sulfato de amônio, verifica-se um abaixamento do pH e isto pode acarretar uma baixa atividade das bactérias nitrificantes (ANDERSON & PURVIS, 1955).

Em solos de pH alcalino, normalmente as diferenças na taxa de nitrificação do NH_4^+ do sulfato de amônio e uréia são mínimas a não ser que haja uma acentuada variação do pH do solo após a adição dos mesmos, ou então no caso em que a concentração do íon NH_4^+ seja elevada a ponto de inibir a atividade da *Nitrobacter*, acarretando, nesse caso, um acúmulo do nitrito (DUISBERG & BUEHRER, 1960). Em solos ácidos, normalmente a calagem ativa a nitrificação através da elevação do

pH do solo (SANDANAM *et alii*, 1978; DANCER *et alii*, 1973). Resultados obtidos por CORNFIELD (1962, 1959) mostraram que em alguns solos ácidos da Inglaterra a nitrificação era reduzida, resultando em acumulação de NH_4^+ . A adição de CaCO_3 a estes solos provocava um aumento no teor de nitrato e um decréscimo no de amônio.

O íon NH_4^+ é o substrato da nitrificação, entretanto, quando presente no solo em concentração elevada pode inibir a atividade da *Nitrobacter* resultando em acúmulo de nitrito no solo que é tóxico para as plantas. Este efeito, contudo, só é significativo quando o solo atinge pH maior do que 7,0 (STOJANOVIC & ALEXANDER, 1958). Isto explica a presença de nitrito em solos adubados com uréia que tenha recebido uma grande quantidade de calcário ou que seja alcalino.

Este trabalho foi realizado com a finalidade de avaliar os efeitos da adição de uréia e sulfato de amônio na variação do pH e na nitrificação, em ausência e presença de Ca(OH)_2 , em um Latossolo Vermelho Escuro do Município de Piracicaba.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em laboratório com amostras de um Latossolo Vermelho Escuro da Série Guamium do Município de Piracicaba (RANZANI *et alii*, 1966). As amostras de solo foram coletadas à profundidade de 0-30 cm. Depois de secas ao ar livre foram passadas em peneira de 2 mm de diâmetro. As características químicas deste solo constam da tabela 1.

Tabela 1 - Algumas características químicas do solo

Profundidade (cm)	pH (1:1)	m.e./100 g TFSA					%		
		Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	$\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$	Al^{+++}	V	C	N
0 - 30	5,4	2,09	1,50	0,40	6,07	1,70	40	1,20	0,11

Os tratamentos foram constituídos de três níveis de nitrogênio: 0, 200 e 400 ppm de N nas formas de uréia e sulfato de amônio em ausência e presença de cálcio em quantidade suficiente para elevar o pH do solo a 7,0. Foram usados 100g de solo seco ao ar, a umidade foi mantida em torno de 0,3atm. de tensão durante o período do experimento. Em intervalos de cinco dias era determinado o pH em água de cada tratamento, na relação 1:1. O nitrato foi extraído com uma solução de CaSO_4 0,02M na relação de 10g de solo para 100ml do extrator. Depois de trinta minutos de agitação o material era filtrado, determinando-se o teor de nitrogênio nítrico com eletrodo específico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados da Tabela 2, observa-se que o pH aumentou em função dos níveis de uréia aplicados independentemente dos tratamentos com Ca(OH)_2 . Esta elevação do pH do solo é decorrente da rápida hidrólise enzimática da uréia à carbonato de amônio que se decompõe, liberando NH_3 e CO_2 . A amônia reage com a água formando NH_4OH que provoca uma brusca elevação do pH (VOLK, 1959, MITSUI *et alii*, 1954). Se o pH chegar acima de 7,0 pode ocorrer perdas por volatilização do NH_3 (WAHHAB *et alii*, 1957; ERNST & MASSEY, 1960).

Tabela 2 - Variação do pH em função da aplicação da uréia e sulfato de amônio em combinação com cálcio adicionado na forma de Ca(OH)_2

Tratamentos	pH após períodos de incubação						
	5	10	15	20	25	30	
Uréia	0	5,40	5,40	5,40	5,30	5,35	5,40
	0 + Ca	7,00	6,95	6,95	6,90	6,90	6,90
	200	5,85	5,70	5,70	5,50	5,40	5,45
	200 + Ca	7,25	7,15	7,10	6,80	6,80	6,65
	400	6,45	6,20	6,15	6,20	6,00	5,80
	400 + Ca	7,80	7,40	7,50	7,15	6,85	6,70
Sulfato de amônio	200	5,20	4,90	5,05	5,00	5,00	4,85
	200 + Ca	6,80	6,60	6,60	6,55	6,60	6,20
	400	5,10	5,10	4,95	5,00	4,90	4,80
	400 + Ca	6,60	6,55	6,55	6,60	6,55	6,40

Quanto ao sulfato de amônio (Tabela 2), verifica-se que teve um efeito depressivo sobre o pH. Nos tratamentos que receberam Ca(OH)_2 previamente para elevar o pH a 7,0, o sulfato de amônio também provocou decréscimos nos valores do pH. Resultados semelhantes foram encontrados por ENO & BLUE (1957).

Os valores do pH variaram nos diferentes tratamentos em função do tempo. No caso da uréia ocorreu um decréscimo, mesmo naqueles que receberam Ca(OH)_2 ; isto pode ser explicado pelo fato do NH_4^+ ser oxidado biologicamente a NO_2^- e NO_3^- liberando H^+ no meio (BLANCK, 1968). Quanto ao sulfato de amônio, o abaixamento contínuo do pH com o tempo, foi devido a oxidação do NH_4^+ e a consequente liberação de H^+ de modo semelhante ao que ocorre com o NH_4^+ oriundo da uréia (BLAK, 1968).

As quantidades de nitrato encontradas no final de cada período de cinco dias, em função dos diferentes tratamentos, encontram-se na Figura 1. Conforme pode ser visto, a produção de nitrato aumentou com o tempo, independente dos tratamentos, sendo que a taxa de nitrificação foi mais rápida nos primeiros dias decrescendo posteriormente. Resultados semelhantes foram encontrados por SANDANAM *et alii* (1978), em solos ácidos. Comparando-se fontes e níveis de nitrogênio sobre a nitrificação, os resultados mostram que os teores de nitrato foram mais altos nos tratamentos correspondentes a 200 ppm de N da uréia em relação ao do sulfato de amônio. No nível correspondente a 400 ppm de N, ocorreu o inverno, ou seja, quando foi adicionado sulfato de amônio os teores de nitrato foram mais altos, isto independentemente da adição de Ca(OH)_2 . Sobre este aspecto WEBER e GAINEY (1962) relataram que o sulfato de amônio limita a nitrificação em solos ácidos devido a um abaixamento do pH enquanto que a uréia induz a uma maior produção de nitrato em virtude do aumento de pH, que se verifica após a aplicação desse fertilizante ao solo (ENO & BLUE, 1957), tendo em vista que a atividade da *Nitrobacter* aumenta com o pH do solo. Entretanto no caso em que foi aplicado 400 ppm de N, a menor nitrificação observada para uréia foi devido provavelmente ao efeito inibidor do NH_3 oriundo da hidrólise, sobre as bactérias nitrificantes (ALEXANDER, 1965).

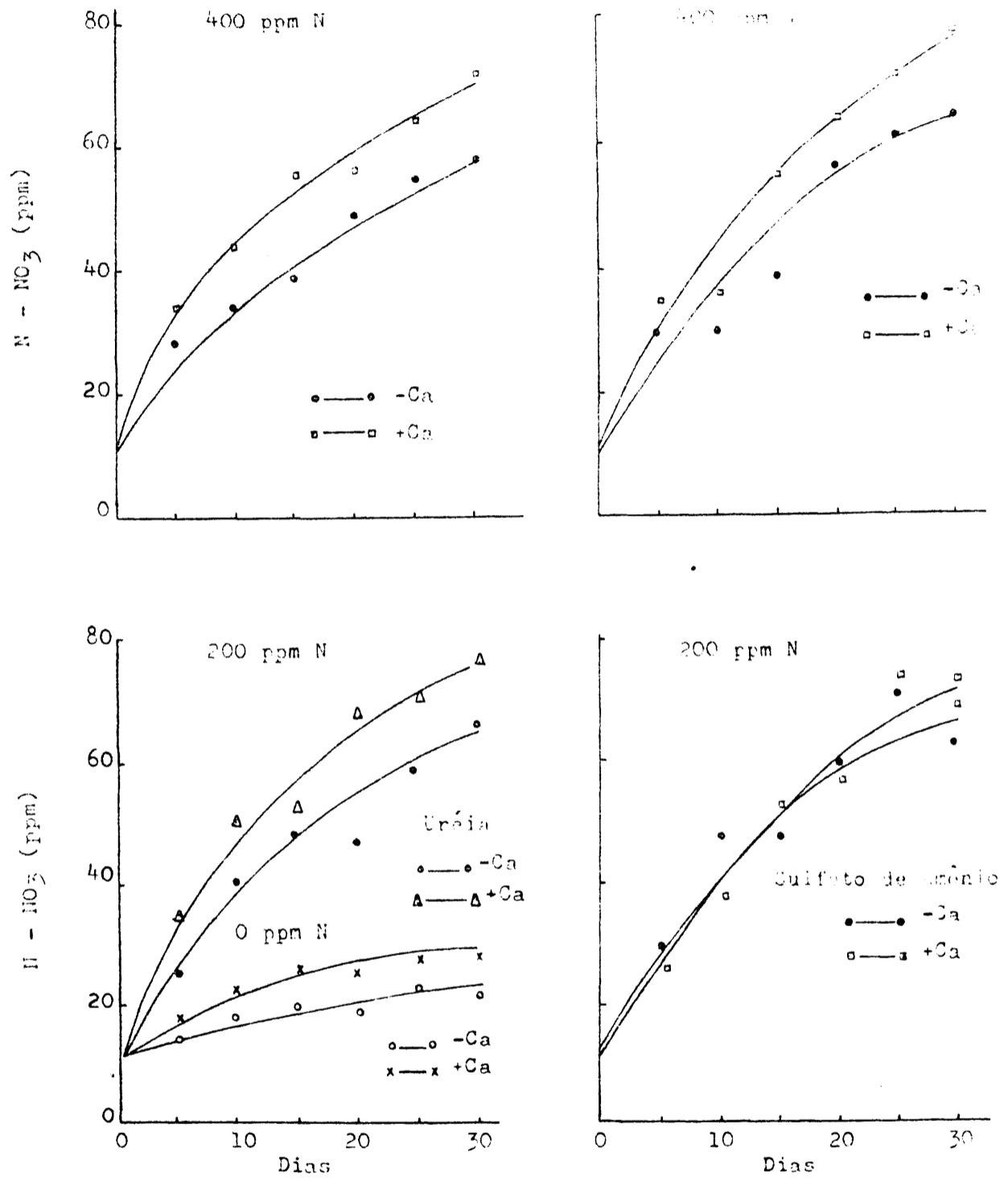


Figura 1 - Produção de nitrato em função da aplicação de 200 e 400 ppm de N nas formas de uréia e sulfato de amônio em ausência e presença de Ca(OH)_2 .

A produção de nitrato aumentou com a aplicação de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, mesmo onde não foi adicionado nitrogênio, isto provavelmente devido a elevação do pH e ao próprio cálcio, tendo em vista que mesmo nos tratamentos com uréia onde o pH atingiu valores acima de 7,0 houve um incremento da taxa de nitrificação. De acordo com WEBER & GAINNEY (1962), o nitrato pode ser produzido mesmo em solos de pH 4,0, entretanto em uma taxa bem menor compara com pH em torno da neutralidade. A calagem em solos ácidos normalmente induz a uma maior produção de nitrato (ENO & BLUE, 1957) devido ao aumento do pH. DANCER *et alii* (1973) encontraram uma correlação linear positiva entre pH variando de 4,5 a 6,5 e a produção de nitrato, indicando que o pH é um bom indicador da capacidade de nitrificação do solo; entretanto, outros fatores envolvidos neste processo podem modificar esta relação (WAHHAB *et alii*, 1960). Através da análise dos dados da Tabela 3, constata-se que não houve relação entre pH e produção de nitrato no decorrer do período de trinta dias. As quantidades e formas de nitrogênio adicionados ao solo fizeram com que esta relação não fosse observada. Sobre este assunto, SANDANAN *et alii* (1978), estudando o efeito da calagem sobre a nitrificação em solos ácidos, concluíram que somente o pH não constitui o fator determinante da taxa de nitrificação.

Tabela 3 - Relação entre pH e quantidade de nitrato produzidos aos 5, 15 e 30 dias em função dos tratamentos

		5 dias		15 dias		30 dias	
		pH	ppm N-NO ₃ ⁻	pH	ppm N-NO ₃ ⁻	pH	ppm N-NO ₃ ⁻
Uréia	0	5,40	15	5,40	19	5,40	21
	0 + Ca	7,00	18	6,95	24	6,90	28
	200	5,85	25	5,70	48	5,45	66
	200 + Ca	7,25	34	7,10	53	6,65	76
	400	6,45	29	6,15	39	5,80	58
	400 + Ca	7,60	35	7,50	55	6,70	72
Sulfato de amônio	200	5,20	26	5,05	47	4,85	60
	200 + Ca	6,80	30	6,60	52	6,20	66
	400	5,10	30	4,95	38	4,80	64
	400 + Ca	6,60	36	6,55	55	6,40	78

A baixa produção de nitrato encontrada neste experimento pode ter sido devido às condições em que foi realizado este experimento, pois, KINJO *et alii* (1978) trabalhando com o mesmo solo observaram uma produção de nitrato bem mais alta, adicionando apenas calcário ao solo.

SUMMARY

EFFECTS OF UREA AND AMMONIUM SULPHATE ON THE pH AND NITRIFICATION IN A DARK RED LATOSOL.

The variation of pH and the production of nitrate were studied in a Dark Red Latosol, Guamium série, in function of the addition of 200 and 400 ppm of N, as urea and ammonium sulphate in the presence and absence of Ca(OH)_2 , for a period of 30 days.

The results obtained showed that the pH decreased with ammonium sulphate and increased with urea. The variations were observed even in the presence of Ca(OH)_2 . The production of nitrate increased with pH considering the same level and source of nitrogen.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M., 1965. Nitrification. In: Bartolomew, W. V. e Clark, F. E. (eds.), Soil nitrogen, American Soc. Agronomy, Inc. Madison, Wisc., USA, pg. 307-343.
- ANDERSON, O. E.; PURVIS, E.R., 1955. Effects of low temperatures on nitrification of ammonia in soils. Soil Sci. 80: 313-318.
- BLACK, C.A., 1968. Soil-plant relationships, John Wiley e Sons, In. New York, N. Y., USA., 791p.
- BLUE, W.G.; ENO, C.F., 1954. Distribution and retention of anhydrous ammonia in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18: 420-424.

- CORNFIELD, A. H., 1952. The mineralization of the nitrogen of soil during incubation: influence of pH, total nitrogen and organic carbon contents. *J. Sci. Food. Agr.* **3**: 343-349.
- CORNFIELD, A. H., 1959. Mineralization during incubation of the organic nitrogen compounds in soils as related to soil pH. *J. Sci. Food. Agr.* **10**: 27-28.
- DANCER, W.S.; PETERSON, L.A.; CHESTER, G., 1973. Ammonification and nitrification of N as influenced by soil pH and previous N treatments. *Proc. Soil. Sci. Soc. Amer.* **37**: 67-69.
- DUISBERG, P. C.; BUEHRER, T. F., 1960. Effect of ammonia and its oxidation products on the rate of nitrification and plant growth. *Soil. Sci.* **78**: 37-49.
- ENO, C. F.; BLUE, W. C., 1957. The comparative rate of nitrification of anhydrous ammonia, urea e ammonium sulphate in sandy soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**: 392-396.
- ERNST, J. W.; MASSEY, H. F., 1960. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in the soil. *Soil. Sci. Amer. Proc.* **24**: 87-90.
- KINJO, T.; MARCOS, Z. A.; JACOB, O. M., 1978. Produção de nitrato por incubação de amostras do horizonte Ap de solos da região canavieira de Piracicaba. *Rev. Bras. Ciência do Solo* **2**: 103-106.
- LOW, A. J.; PIPER, 1970. The ammonification and nitrification in soil of urea with and without biuret. *J. Agric. Sci.* **75**: 301-309.
- MITSUI, S.; OZAKI, K.; MORIYAMA, M., 1954. On the volatilization of ammonia transformed from urea. *Chem. Abs.* **11**: 702.
- MORRIL, L. G.; DAWSON, J. E., 1962. Patterns observed for the oxidation of ammonium to nitrate by soil organisms. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **31**: 757-760.

- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T., 1966. *Carta de solos do município de Piracicaba*, Piracicaba, SP, 85p.
- SANDANAM, S.; KRISHNAPILLAI, S.; SABARATNAM, A., 1978. Nitri-
fication of ammonium sulphate and urea in acid Red Yellow
Podzolic tea soil in Sri Lanka in relation to soil fer-
tility. *Plant and Soil* **49**: 9-22.
- STAJANOVIC, B. T.; ALEXANDER, M., 1958. Effect of inorganic
nitrogen on nitrification. *Soil Sci.* **86**: 208-215.
- VOCK, M. G., 1959. Volatile loss of ammonia following surface
application of urea to turf or bare soils. *Agron. J.* **51**:
746-749.
- WAHHAB, A.; KHAN, M.; ISHAAQ, M., 1960. Nitrification of urea and
its loss through volatilization of ammonia under different
soil conditions. *J. Agric. Sci.* **55**: 47-51.
- WEBER, D. F.; GANEY, P. L., 1962. Relative sensitivity of
nitrifying organisms to hydrogen ions in soils and in
solutions. *Soil Sci.* **94**: 138-145.