

## EFEITO DO INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO «AM» EM ALGUNS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO \*

A. M. L. NEPTUNE \*\*  
S. M. TSAI SAITO \*\*\*

### RESUMO

Utilizou-se o inibidor de nitrificação "AM" em quatro solos diferentes do Estado de São Paulo, a fim de se determinar a dose efetiva de inibição da nitrificação em cada solo. As doses usadas (0,12, 24, 36, 48 e 60 ppm) de "AM" não foram suficientes para atuarem significativamente no Latossol Roxo e no Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília; porém resultados positivos foram obtidos com os solos Podzolizado de Piracicaba e Regossol Intergrade, para os quais, doses de 24 a 60 ppm foram suficientes para atuarem por um período de 60 dias.

### INTRODUÇÃO

Entre os inibidores, destacam-se o "N-Serve" (2-cloro-6-triclorometil piridina) e o "AM" (2-amino-4-cloro-6-metil pirimidina). Por ser o primeiro mais efetivo, maior volume de trabalhos foram realizados com ele. Ambos estão sendo largamente usados para inibição da nitrificação em solos alagados ou secos, e em diversas culturas tais como milho, arroz, cana-de-açúcar, trigo, etc., com uma considerável economia de fertilizante e aumento de produção (DAS, 1965; PRASAD et al., 1966; PRASAD, 1968; GASSER et al., 1967; GASSER e IORDANOU, 1967; LAKHADIVE e PRASAD, 1970).

Usando "AM" em solos tropicais, WEIR e DAVIDSON, 1968, obtiveram 25% de aumento de produção da grama Pangola, além de um aumento de 60% na eficiência do fertilizante.

---

\* Trabalho realizado em parte com o auxílio da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Entregue para publicação em 30.12.76.

\*\* Departamento de Solos e Geologia e Divisão de Ciências do Solo do CENA ESALQ, USP.

\*\*\* Pesquisadora do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), ESALQ USP.

O efeito do inibidor depende das características do solo: capacidade de troca catiônica, teor de argila, área superficial dos solos (WEIR, 1969).

O problema maior é determinar a concentração mínima efetiva que não seja fitotóxica. No caso de "AM", a dosagem recomendada por PATRICK et al., 1968, foi de 2-5 ppm para solo barro-arenoso. RAJALE e PRASAD, 1970, utilizaram 5-10 ppm de "AM".

O presente experimento foi realizado em laboratório, com a finalidade de determinar a dose mínima efetiva do inibidor "AM" em diferentes solos, uma vez que existem poucas informações a respeito de concentrações de "AM" em solos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os solos Regossol Intergrade (R), Latossol Roxo (LR), Podzolizado de Lins e Marília (Pml) e Podzolizado de Piracicaba (Pvp) foram usados, correspondendo a 60% dos solos do Estado de São Paulo. Algumas características químicas e granulométricas estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 — Características químicas e granulométricas dos solos Regossol Intergrade (R); Latossol Roxo (LR); Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília (Pml) e Podzolizado de Piracicaba (Pvp).

	pH	M.O. %	(emg/100g solo)			Areia Grossa %	Areia Fina %	Silte %	Arg.	Clas. Text.
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>1+</sup>					
R	5.5	1.19	1.56	0.44	0.06	33.3	57.2	1.7	7.8	areia
LR	5.3	3.07	2.04	1.21	0.15	8.2	25.5	13.3	53.0	argila
Pml	4.7	0.67	3.01	0.23	0.05	23.6	66.7	3.5	6.2	areia
Pvp	5.5	1.21	3.03	0.63	0.21	47.1	9.9	31.9	11.1	areia

Os tratamentos para cada solo foram:

- Tratamento 1: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (48 ppm) — (A)
- Tratamento 2: A + 6 ppm "AM"
- Tratamento 3: A + 12 ppm "AM"
- Tratamento 4: A + 24 ppm "AM"

Tratamento 5: A + 36 ppm "AM"  
 Tratamento 6: A + 48 ppm "AM"  
 Tratamento 7: A + 60 ppm "AM"

Amostras com 100 g de solo foram incubadas aerobicamente em frascos de vidro de 200 ml de volume, com 3 repetições para cada tratamento. A umidade foi mantida a 75% da máxima retenção de umidade e a temperatura média variou ao redor de 25°C, durante o decorrer de todo o experimento.

Análises periódicas foram realizadas aos 15, 30 e 60 dias de incubação, quanto aos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ , segundo o método de BREMNER, 1965.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Efeitos dos Solos*

Devido à grande influência das características do solo (WEIR, 1969), o efeito do inibidor não foi igual nos quatro solos utilizados. As doses efetivas foram mais elevadas que os utilizados por outros autores (PATRICK et al., 1968 e RAJALE e PRASAD, 1970).

O efeito do "AM" foi menor no Latossol Roxo, onde o nitrogênio amoniacal adicionado apresentou uma taxa de mineralização maior que

Quadro 2 — Teor de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (ppm) apresentados pelos solos nos períodos de incubação (15, 30 e 60 dias).

	Tempo	R	LR	Pml	Pvp
$\text{NH}_4^+$	15 d	21,29 c	78,06 a	20,92 c	35,10 b
	30 d	22,38 c	49,92 a	23,05 c	43,18 b
	60 d	19,52 c	30,82 b	20,98 c	41,88 a
$\text{NO}_3^-$	15 d	9,33 b	15,07 a	8,32 c	10,12 b
	30 d	12,77 b	30,15 a	11,42 b	10,10 c
	60 d	26,65 b	43,92 a	14,87 c	13,52 c

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ) para cada período de incubação.

os demais solos. A presença de alto teor de argila neste solo pode ter contribuído para esse resultado.

O solo Podzolizado de Piracicaba tratado com "AM" apresentou alto teor de  $\text{NH}_4^+$  e baixo teor de  $\text{NO}_3^-$  em relação à testemunha, indicando efeito inibidor neste solo.

A influência do "AM" nos dois solos restantes, Regossol Intergrade e Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília, se fez também presente.

Os teores de  $\text{NH}_4^+$  dos solos tratados se mantiveram quase constantes durante o experimento e os teores de N total sofreram acréscimo com o tempo.

Os dados estão apresentados no Quadro 2.

#### *Efeitos dos tratamentos nos 4 solos*

Em geral, todos os tratamentos foram superiores à testemunha (Quadro 3). A partir de 36 pp mde "AM", o teor de  $\text{NH}_4^+$  é mantido por um período de 60 dias, assim como há um ligeiro acréscimo no teor de N total em todos os solos tratados.

Quadro 3 — Efeito dos tratamentos nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (ppm) nos solos e nos diferentes tempos de incubação (15, 30 e 60 dias).

	Tempo	1 (Test)	2	3	4	5	6	7
$\text{NH}_4^+$	15 d	31,69c	39,99ab	41,27a	36,62b	40,83ab	42,58a	38,92ab
	30 d	27,80c	36,11b	34,56b	35,12b	33,22b	35,35b	40,28a
	60 d	23,33c	25,61b	28,29ab	27,84b	31,12ab	31,27a	30,65ab
$\text{NO}_3^-$	15 d	18,52a	8,75c	9,65bc	10,09b	9,19bc	9,54bc	9,22bc
	30 d	22,11a	16,92b	16,51bc	14,88c	15,52bc	14,18c	12,66c
	60 d	28,29a	24,82b	23,47b	24,94b	22,92b	23,95b	24,68b

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ) para cada período de incubação.

#### *Efeito do "AM" no Regossol Intergrade*

Pelo Quadro 4, e Figuras 1 e 2, observamos que a partir de 24 ppm o efeito do "AM" apresentou diferença significativa com a testemunha, diferença que aumentou com o tempo.

Quadro 4 — Efeito dos tratamentos nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (ppm) do solo Regossol Intergrade, nos 3 períodos de incubação.

	Tempo	1 (Test)	2	3	4	5	6	7
15d	$\text{NH}_4^+$	17,97c	19,95bc	20,65abc	24,33a	22,17ab	22,40ab	21,58abc
	$\text{NO}_3^-$	23,33a	7,93a	7,12b	6,88b	5,95b	8,63a	5,48b
30d	$\text{NH}_4^+$	9,57d	24,50b	23,57b	25,08b	25,32b	20,77c	27,88a
	$\text{NO}_3^-$	30,68a	11,78b	10,27c	9,89c	9,10cd	9,92c	7,82d
60d	$\text{NH}_4^+$	11,20d	17,38c	20,65b	22,17a	23,10a	21,70ab	20,42b
	$\text{NO}_3^-$	35,92a	25,02bc	23,22d	23,10d	25,32c	26,95b	26,02bc

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ) para cada período de incubação.

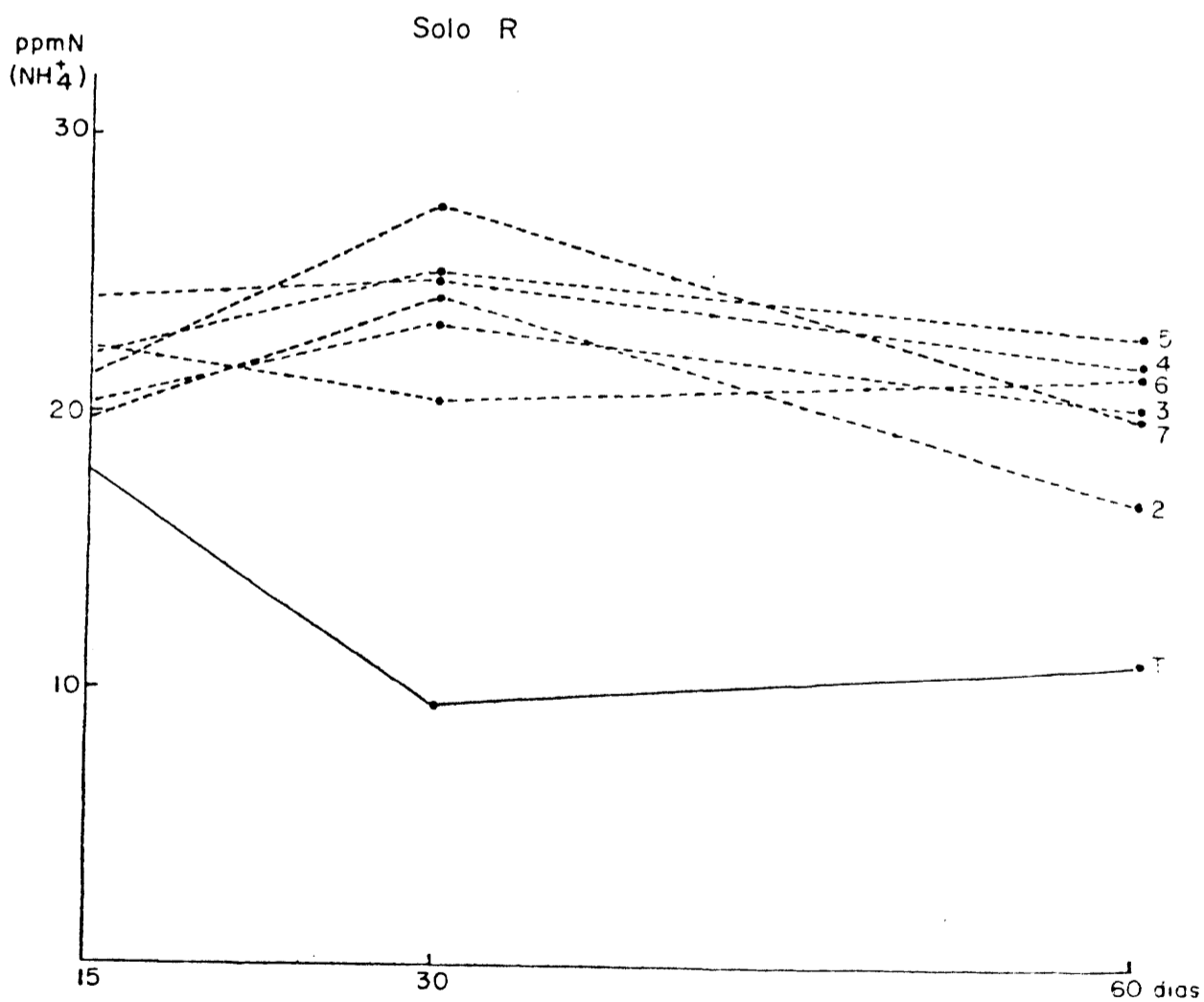


Fig. 1 — Teores de  $\text{NH}_4^+$  do solo Regossol nos tres períodos de incubação

E.

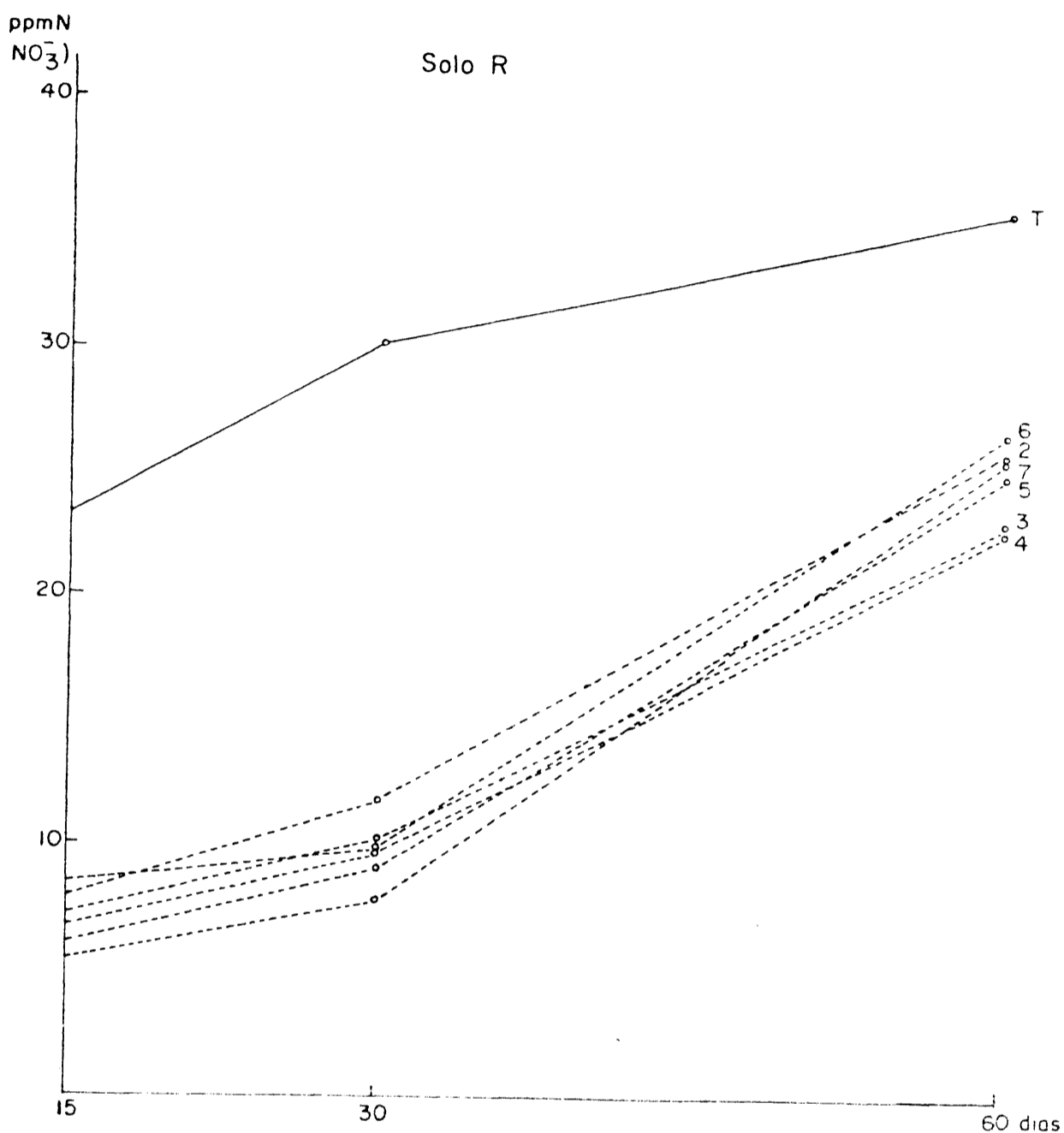


Fig. 2 — Teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do solo Regossol nos tres períodos de incubação

Por ser o Regossol Intergrade um solo com baixo teor de argila, recomendamos a dose de 24 ppm de "AM", por um período de 60 dias.

#### *Efeito do "AM" no Latossol Roxo*

O efeito do "AM" não foi significativo nesse solo, apesar dos tratamentos terem apresentado diferenças com a testemunha. Aos 15 dias de incubação, o teor de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi maior em todos os tratamentos com "AM", mas aos 30 e principalmente aos 60 dias, essa diferença se fez menor em relação à testemunha, indicando a perda do efeito do "AM".

Doses mais elevadas de “AM” tiveram, em geral, efeito superior às doses menores.

Para se saber realmente a atuação do inibidor neste solo, já que as doses só foram eficientes por curto tempo, estudos deverão ser feitos com doses mais elevadas que as usadas neste experimento e incluindo plantas para observação da fitotoxicidade do produto químico.

Os dados obtidos neste solo estão apresentados no Quadro 5 e Figuras 3 e 4.

Quadro 5 — Efeito dos tratamentos nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (ppm) do solo Latossol Roxo, nos 3 períodos de incubação.

	Tempo	1(Test)	2	3	4	5	6	7
15d	$\text{NH}_4^+$	58,05	84,70	88,55	66,73	85,87	89,83	72,72
	$\text{NO}_3^-$	30,68a	10,62b	14,00b	14,82b	11,78b	10,97b	12,60b
30d	$\text{NH}_4^+$	38,50	52,97	48,65	49,82	42,47	54,72	62,30
	$\text{NO}_3^-$	33,37	31,97	32,78	29,98	32,78	26,37	23,80
60d	$\text{NH}_4^+$	27,18	28,47	33,48	23,62	37,22	35,00	30,80
	$\text{NO}_3^-$	44,10	43,17	41,77	48,65	40,13	42,58	47,02

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ), para cada período de incubação; tratamentos sem letras não diferem significativamente entre si.

#### *Efeito do “AM” no Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília*

Doses elevadas de “AM” (maiores de 30 ppm) contribuíram para maiores teores de  $\text{NH}_4^+$  nesse solo, apesar de não terem sido significativos.

O inibidor deverá ser testado novamente para esse solo, usando-se doses superiores aos resultados neste experimento e observando a fitotoxicidade em plantas.

Os dados obtidos para este solo estão no Quadro 6 e Figuras 5 e 6.

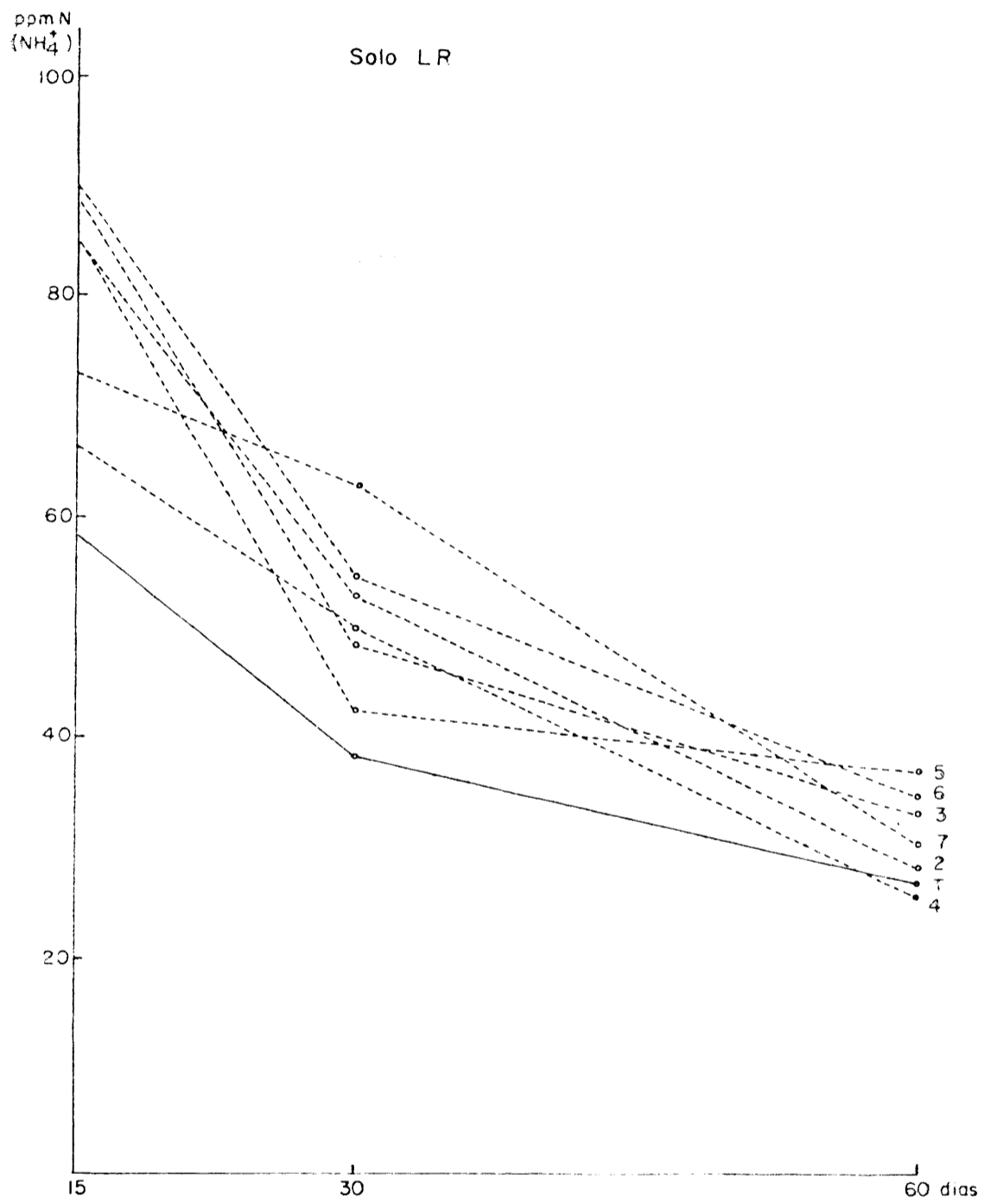


Fig. 3 — Teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do solo Latossol Roxo nos tres períodos de incubação



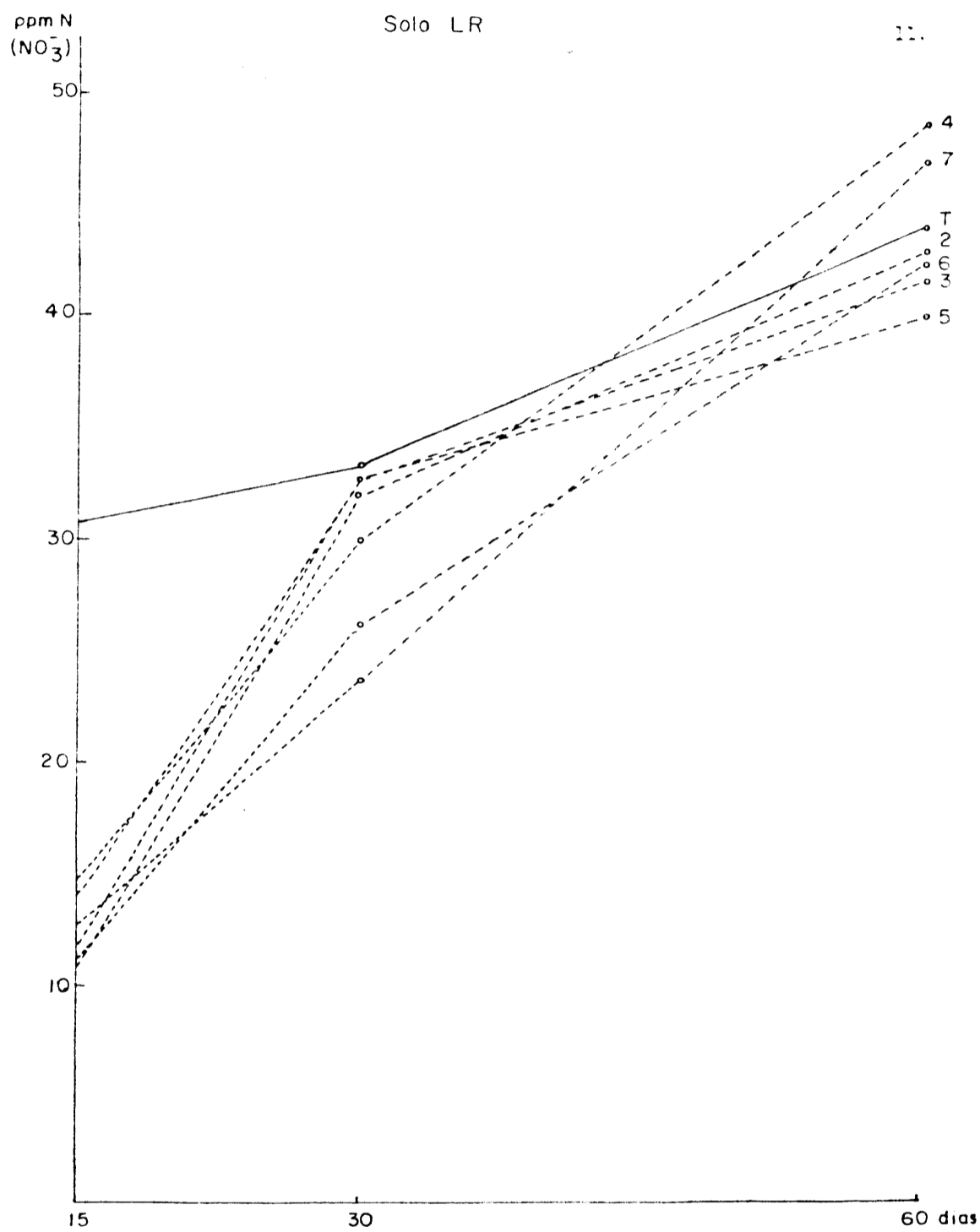


Fig. 4 — Teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do solo Latossol Roxo nos tres períodos de incubação

Quadro 6 — Efeito dos tratamentos nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (ppm) do solo Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília, nos 3 períodos de incubação.

	Tempo	1(Test)	2	3	4	5	6	7
15d	$\text{NH}_4^+$	18,55	18,90	20,30	20,53	22,40	22,40	23,33
	$\text{NO}_3^-$	9,57	8,05	8,40	8,28	8,17	8,17	7,58
30d	$\text{NH}_4^+$	22,98	24,27	22,40	22,98	22,52	22,52	23,68
	$\text{NO}_3^-$	13,07	12,13	11,08	10,62	11,67	10,85	10,50
60d	$\text{NH}_4^+$	16,92c	19,37bc	19,25bc	22,63b	22,51b	22,87b	23,33a
	$\text{NO}_3^-$	16,92a	16,92a	16,22a	15,40a	12,83b	13,53b	12,25b

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ), para cada período de incubação; tratamentos sem letras não diferem significativamente entre si.

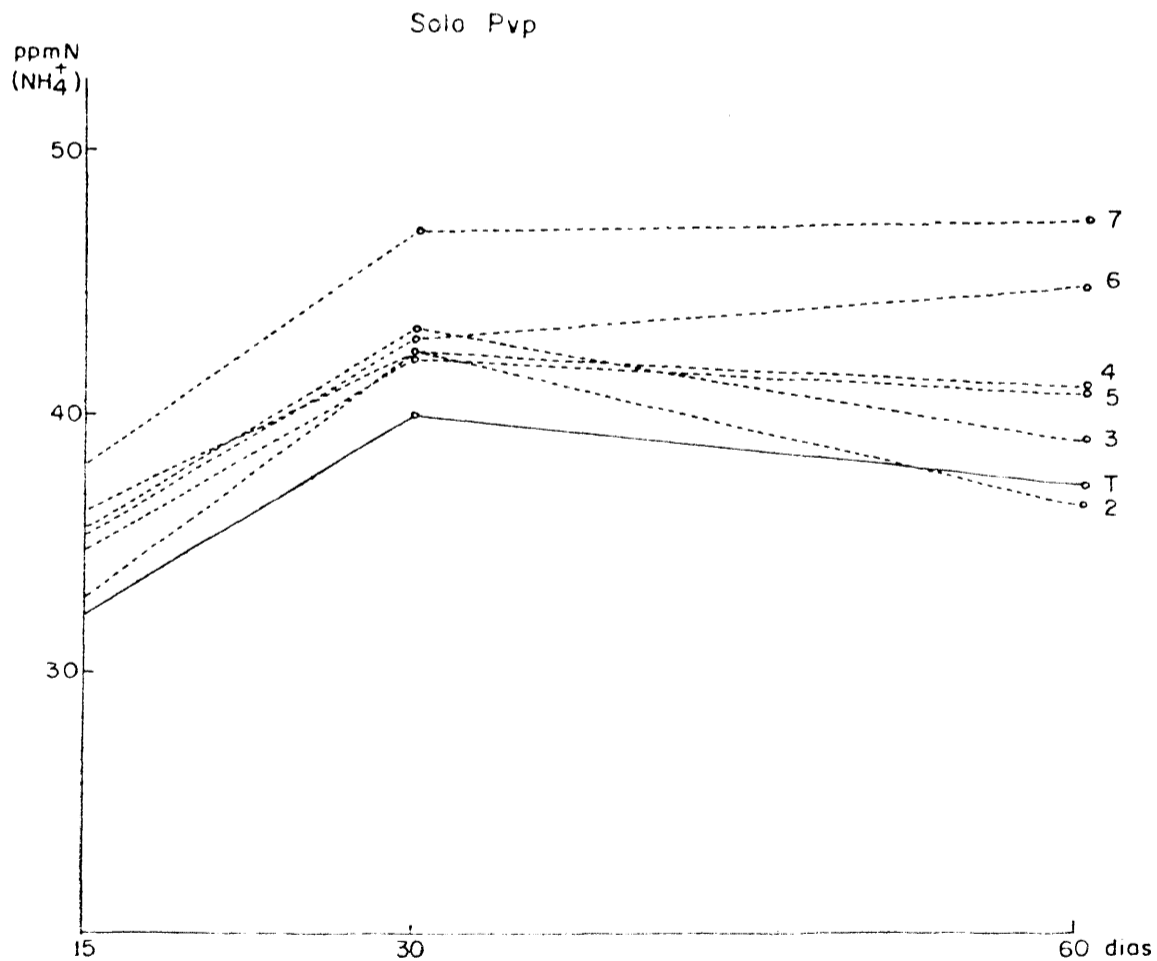


Fig. 5 — Teores de  $\text{NH}_4^+$  do solo Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília nos tres períodos de incubação

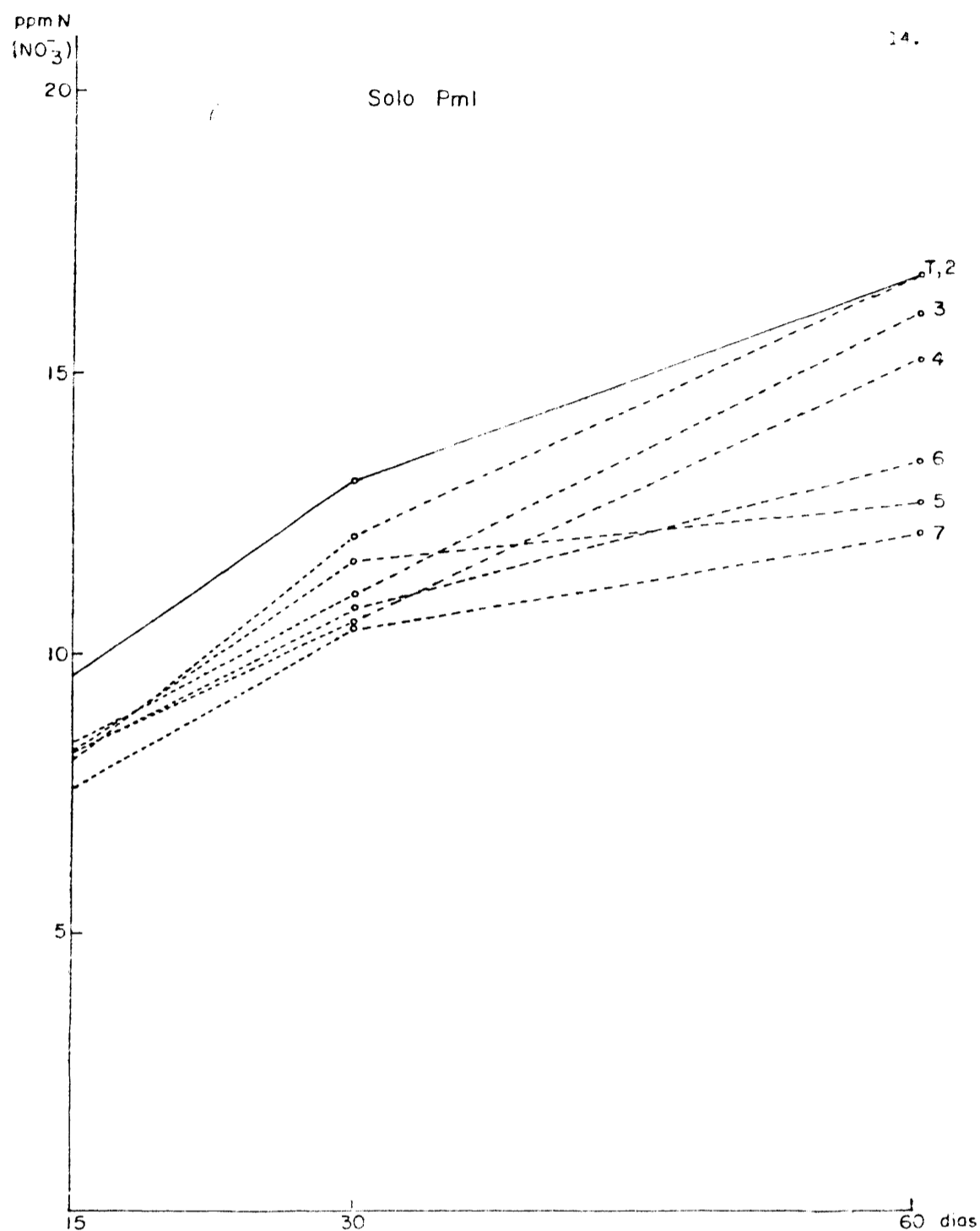


Fig. 6 — Teores de  $\text{NO}_3^-$  do solo Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília nos tres períodos de incubação

#### *Efeito do "AM" no Podzolizado de Piracicaba*

O efeito do "AM" neste solo foi significativo aos 60 dias de incubação. O tratamento de 60 ppm de "AM" contribuiu para um maior teor de  $\text{NH}_4^+$  e N total. O teor de  $\text{NO}_3^-$  foi menor em todos os tratamentos com inibidor, indicando efeito do "AM" na nitrificação do  $\text{NH}_4^+$  presente no solo.

A dose de 60 ppm foi a mais efetiva, mesmo aos 60 dias de incubação.

Os dados deste solo estão no Quadro 7 e Figuras 7 e 8.

Quadro 7 — Efeito dos tratamentos nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  do solo Podzolizado de Piracicaba, nos 3 períodos de incubação.

	Tempo	1 (Test)	2	3	4	5	6	7
15d	$\text{NH}_4^+$	32,20	36,40	35,58	34,88	32,90	35,70	38,03
	$\text{NO}_3^-$	10,50ab	8,40c	9,19bc	10,38ab	10,85ab	10,38ab	11,20a
30d	$\text{NH}_4^+$	40,13	42,70	43,63	42,58	42,58	43,40	47,25
	$\text{NO}_3^-$	11,32a	11,78a	11,90a	9,10b	8,52b	9,57b	8,52b
60d	$\text{NH}_4^+$	38,03cd	37,22d	39,78bcd	42,93b	41,65bc	45,50a	48,07a
	$\text{NO}_3^-$	16,22a	13,18b	13,07b	12,60b	13,42a	12,72b	13,42b

\* Teste t: tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente ( $P < 5\%$ ), para cada período de incubação; tratamentos sem letras não diferem significativamente entre si.

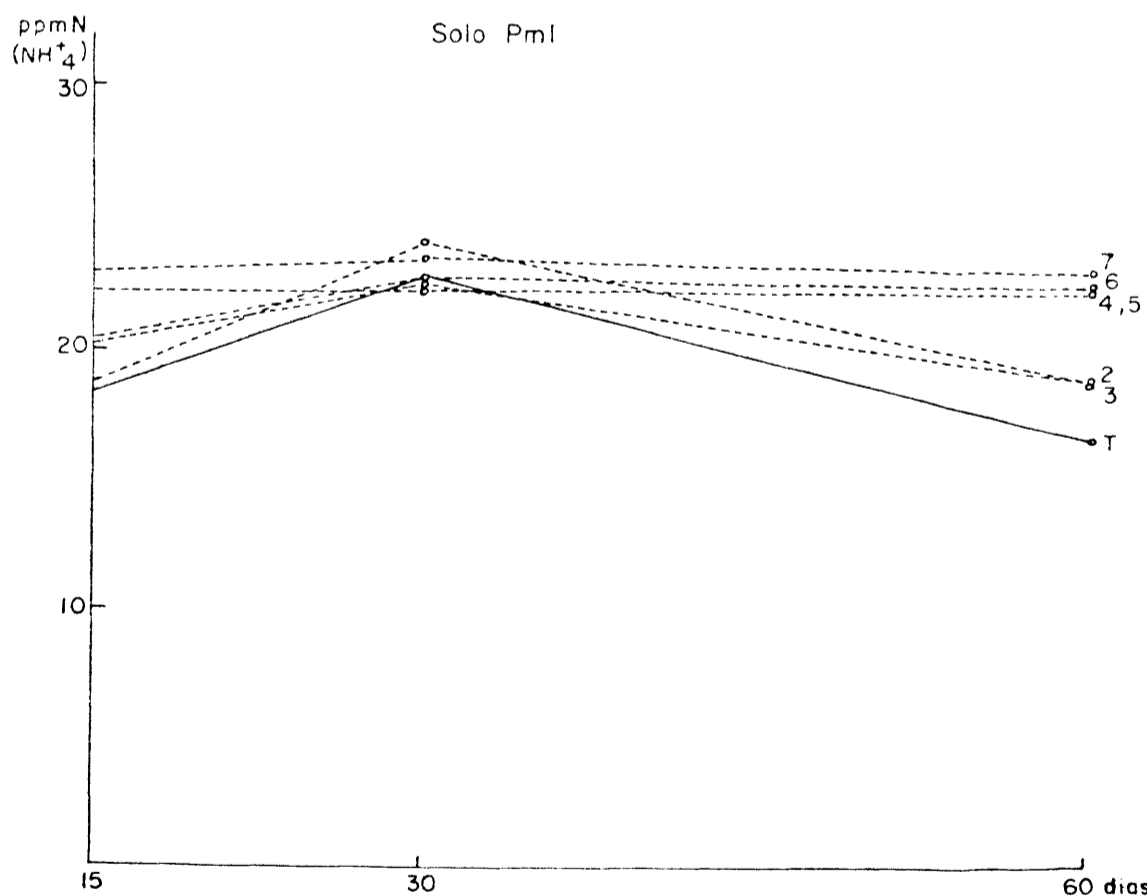


Fig. 7 — Teores de  $\text{NH}_4^+$  do solo Podzolizado de Piracicaba nos tres períodos de incubação

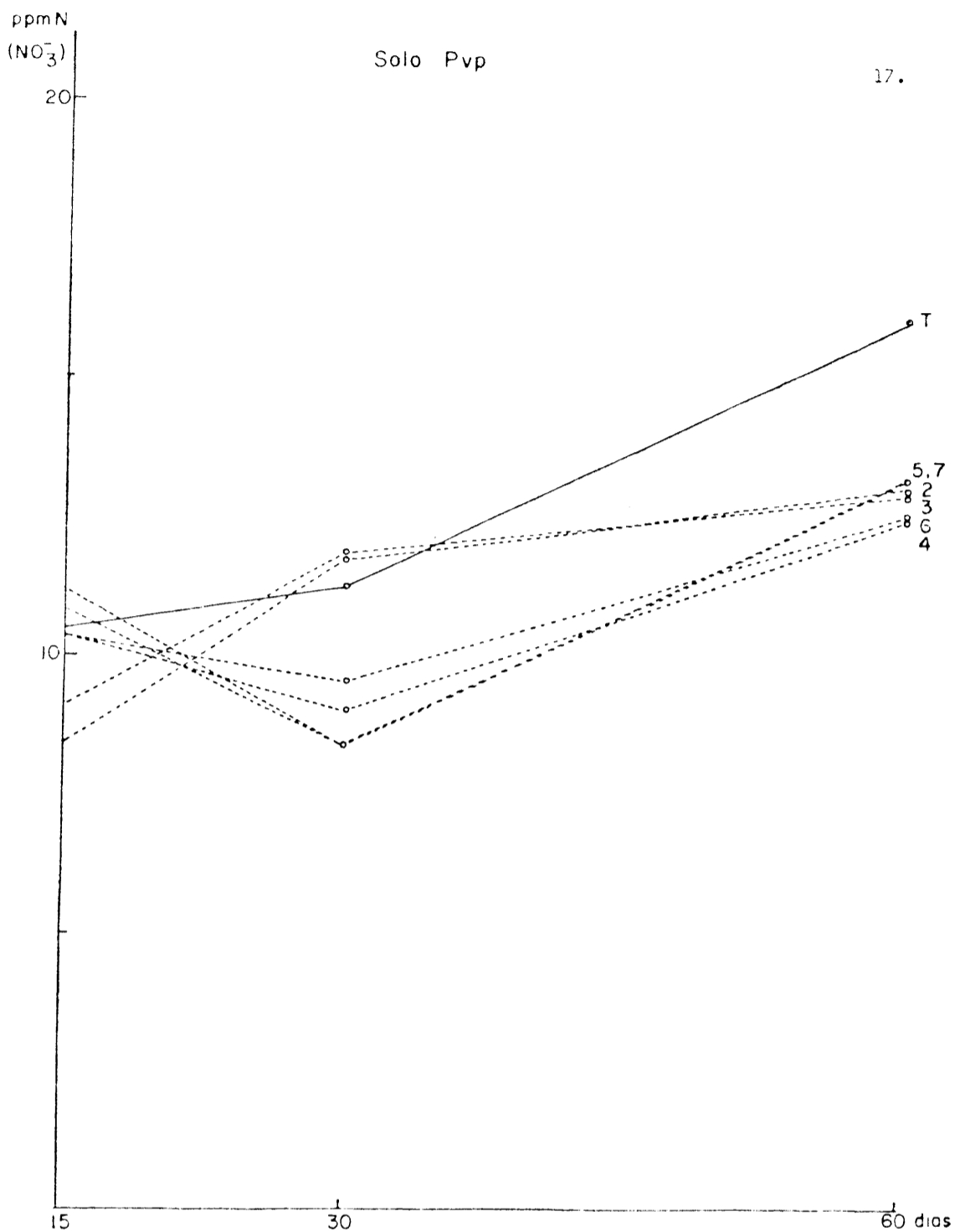


Fig. 8 — Teores de  $\text{NO}_3^-$  do solo Podzolizado de Piracicaba nos tres períodos de incubação

### CONCLUSÕES

As doses de "AM" não foram suficientes para inibir significativamente a nitrificação no Latossol Roxo e teve pouco efeito no Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília. Porém, foram suficientes para atuarem nos solos Podzolizado de Piracicaba e Regossol Intergrade, pelo período de 60 dias, sendo mais efetivas as doses mais elevadas de 48 e 60 ppm

para o primeiro solo e a dose de 24 ppm para o segundo, já foi suficiente para inibir significativamente a nitrificação.

Para os dois primeiros solos recomendamos posteriores estudos com doses mais elevadas que as utilizadas neste experimento, tomando-se o cuidado de observar a fitotoxicidade do produto.

#### SUMMARY

#### EFFECT OF THE NITRIFICATION INHIBITOR "AM" IN SOME SOILS OF SÃO PAULO STATE

The nitrification inhibitor "AM" was tested in four different soils of São Paulo State, in order to determine the effective dose for nitrification inhibition for each soil. The doses of "AM" used (0, 12, 24, 36, 48 and 60 ppm) were not sufficient to act significantly in the Latossol Roxo and Podzolizado of Lins and Marília, var. Marília soils; however, positive results were obtained in the Podzolizado of Piracicaba and Regossol Intergrade soils. For the first soil, doses of 48 to 60 ppm were sufficient to act for a period of 60 days and for the second, the "AM" was effective with 24 ppm for a same period of time.

#### LITERATURA CITADA

- BREMNER, J.M., 1965. Total Nitrogen. in: Methods of Soil Analysis. Part 2: 771-1149, n.º 9, Agronomy series. American Society of Agronomy, Inc.
- DAS, U.K., 1965. A study on efficiency of utilizing of nitrogen from different sources by hibrid maize and losses of nitrogen from soil during growth period of the crop. M.Sc. Thesis, Division of Agronomy, IARI, New Delhi.
- GASSER, J.K. R., GREENLAND, D.J. e RAWSON, R.A.G., 1967. Measurement of losses from fertilizer N during incubation in acid sandy soils and during subsequent growth of rye-grass, using <sup>15</sup>N-labelled nitrogen. J. Soil Sci., **18**: 289-300.
- GASSER, J.K.R. e IORDANOU, I.G., 1967. Effects of ammonium sulphate and calcium nitrate on the growth, yield and nitrogen uptake of barley, wheat and oats. J. Agric. Sci. Camb., **68**: 307-316.
- LAKHADIVE, V.A. e PRASAD, R., 1970. Yield of tall and dwarf indica rice as affected by fertilizer nitrogen, with and without nitrification inhibitors. J. Agric. Sci., Camb. **75** 375-379.
- PATRICK, W.M.H., PETERSON, F.J. e TURNER, F.T., 1968. Nitrification inhibitors for lowland rice. Soil Sci., **105**: 103-105.
- PRASAD, R., 1968. Dry-matter production and recovery of fertilizer nitrogen by rice as affected by nitrification retarders "N-Serve" and "AM". Plant and Soil, **29**: 327-330.

- 
- PRASAD, R., TURKHEDE, B.B. e DAS, U.K., 1966. 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine for reducing nitrogen losses from upland paddy soils. *Current Science*, **35**:312-313.
- RAJALE, G.B. e PRASAD, R., 1970. Nitrification/mineralization of urea as affected by nitrification retarders "N-Serve" and "AM". *Current Science*, **39**:211-212.
- WEIR, C.C. e DAVIDSON, J.G., 1968. The effect of retarding nitrification of added fertilizer nitrogen on the yield and N uptake of Pangola grass. *Trop. Agriculture, Trin.* **45**(4):301-306.
- WEIR, C.C., 1969. The fate of 2-amino-4-chloro-6-methyl pyrimidine (Nitrification Inhibitor) in soil. *Trop. Agriculture, Trin.*, **46**:233-238.

