

EFEITO DE DOSES DE NITRAPIRINA
(2-cloro-6-triclorometil piridina),
NA NITRIFICAÇÃO DO SULFATO DE AMÔNIO E DA URÉIA,
EM DOIS SOLOS (LE e Pm1) DO ESTADO DE SÃO PAULO.*

A.P. CRUZ**
A.M.L. NEPTUNE***
T. MURAOKA****

RESUMO

Foram adicionados aos solos LE e Pm1 36 ppm de N, na forma de sulfato de amônio e uréia, com 0; 1,2; 2,4 e 4,8 ppm de nitrapirina. Os solos foram incubados por 150 dias à temperatura entre 25°C e 30°C, com 75% do seu poder de embebição. Aos 50,

-
- * Trabalho patrocinado pela "Dow Química S/A" e Projeto Uréia (Petrofertil/Nitrofertil-NE / Ultrafertil S.A./ESALQ).
Entregue para publicação em 31/12/82.
- ** Departamento de Agronomia, Universidade de Taubaté, SP.
- *** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESA "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP.

100 e 150 dias de incubação, procedeu-se a determinação dos teores de NO_3^- e calculou-se a porcentagem de inibição da nitrificação nos tratamentos com nitrapirina

Verificou-se que o teor de NO_3^- no solo diminui significativamente, quando o sulfato de amônio e a uréia são associados com nitrapirina. A nitrapirina inibe igualmente a nitrificação do sulfato de amônio e da uréia, e apresenta inicialmente porcentagem de inibição da nitrificação (1%) no LE que no Pml. O tempo de ação da nitrapirina no solo ultrapassa 150 dias.

INTRODUÇÃO

A nitrificação dos fertilizantes amoniacais e da uréia aplicados ao solo apresenta uma série de problemas para a agricultura. Entre estes destacam-se a acidificação do solo, a redução da eficiência dos adubos nitrogenados, o aumento de nitrato nos tecidos vegetais e a poluição das águas subterrâneas e dos mananciais (SCOTT et alii, 1965; MOORE III, 1973; LUDWICK et alii, 1976).

Para contornar os problemas decorrentes da formação de nitratos no solo utilizam-se os inibidores de nitrificação (GORING, 1962a; GASSER, 1970; GORING & SCOTT, 1976; TURNER & GORING, 1966).

Entre as diversas substâncias químicas com propriedades inibidoras da nitrificação, destaca-se a nitrapirina (2-cloro-6-tricloro metil piridina). Existe um grande número de trabalhos relatando a eficiência desse produto, para bloquear ou retardar o processo de oxidação-

biológica do nitrogênio amoniacal, no solo. Pode-se citar os resultados obtidos por GORING (1962a), BUNDY & BREMNER (1973), LASKOWSKI & BIDLACK (1977) e NEPTUNE et alii (1980). Porém existe certa controvérsia quanto às doses a serem empregadas e quanto aos efeitos do tipo de solo, da temperatura, da umidade e outros.

Diante dessas controvérsias e do pequeno número de trabalhos a esse respeito encontrados na literatura nacional, é bastante oportuno a execução de pesquisas básicas com esse inibidor da nitrificação. Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivos, avaliar o efeito de doses de nitrapirina, associadas com duas fontes de nitrogênio e o estabelecimento do tempo de ação do produto em dois tipos de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram incubados, em laboratório, dois solos tratados com sulfato de amônio e uréia, associados com quatro doses de nitrapirina. O experimento seguiu o modelo estatístico fatorial $2 \times 2 \times 4$, com 3 repetições (PIMENTEL GOMES, 1973). Os solos utilizados foram um Latossol Vermelho Escuro textura média (LE) e um Podzolizado de Lins e Marília (Pml var. Marília).

Transferiram-se, para copos plásticos de 290ml de capacidade, 200 g de TFSA misturadas com 36 mg de sulfato de amônio ou com 16 mg de uréia, correspondentes a 36 ppm de nitrogênio. A nitrapirina foi aplicada juntamente com os fertilizantes, utilizando-se o N-Serve 24E, nas doses correspondentes à 0; 1,2; 2,4 e 4,8 ppm do princípio ativo.

Os vasos contendo os diferentes tratamentos, permaneceram incubados durante 150 dias à temperatura ambiente (25°-30°C) e com 75% do seu poder de embebição. Realizaram-se 3 amostragens de solo, aos 50, 100 e 150 dias de incubação. Em cada amostragem tomaram-se 30g de

solo úmido, de cada vaso, os quais foram agitados com 100 ml de água deionizada. As suspensões obtidas foram filtradas com papel de filtro S&S faixa azul. Tomaram-se alíquotas de 2,5ml do filtrato, nos quais foram determinados os teores de nitrato, pelo método do ácido cromotrópico, seguindo o mesmo procedimento descrito por WEST & RAMACHANDRAN (1966) e por SIMS & JACKSON (1971).

Com os teores de NO_3^- dos diversos tratamentos, calculou-se a porcentagem de inibição da nitrificação (I%), com base na seguinte equação:

$$I\% = \frac{SI - CI}{SI} \times 100$$

Onde: I% = porcentagem de inibição da nitrificação
 SI = teor de nitrato no tratamento sem inibidor
 CI = teor de nitrato no tratamento com inibidor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 mostram que os teores de nitrato (NO_3^-) nos tratamentos com inibidor da nitrificação foram significativamente menores, que os teores de NO_3^- dos tratamentos sem inibidor, nas três amostragens. Esse fato ocorreu nos dois solos (LE e Pml) e para as duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e uréia).

Quanto ao efeito de doses de nitrapirina, pode-se observar uma nítida tendência de diminuição dos teores de nitrato, com o aumento da dose do inibidor. Os menores teores de NO_3^- correspondem ao tratamento com 4,8 ppm de nitrapirina, nas três amostragens, independentemente do tipo de solo e da fonte de nitrogênio. Segundo GÖRING (1962a), a dose mínima de nitrapirina para inibir a nitrificação, por um período de 42 dias, varia de 0,05 ppm a 20 ppm. Esta ampla faixa de doses mínimas sugere

que a eficiência do produto é fortemente influenciada por fatores ambientais e varia com o tipo de pesquisa desenvolvida.

As Tabelas 1 e 2 mostram também que os teores de nitrato aumentaram com o tempo de incubação, indicando que o solo tratado com o inibidor, tende a recuperar o seu nível inicial de nitrificação. Isto ocorre porque a nitrapirina retarda, mas não bloqueia completamente o processo de nitrificação. Também porque a nitrapirina, no solo, sofre hidrólise produzindo o ácido 6-cloropicolínico que não tem nenhum efeito sobre as bactérias nitrificantes. Dessa forma ocorre após certo tempo a reinfestação do solo por esses microorganismos (REDEMANN *et alii*, 1964; MEIKLE *et alii*, 1978).

A eficiência da nitrapirina, como inibidor da nitrificação, pode ser melhor visualizada através da porcentagem de inibição da nitrificação (BUNDY & BREMNER, 1973; NEPTUNE *et alii*, 1980; SAHRAWAT, 1980).

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os dados relativos as porcentagens de inibição da nitrificação (1%). A análise dessas figuras confirma o efeito de doses de nitrapirina, independentes do tipo de solo e da fonte de nitrogênio. Na Figura 1, percebe-se que aos 50 dias e aos 100 dias de incubação, as 1% no LE foram maiores que no Pml. Esse efeito do tipo de solo foi desaparecendo com o tempo de incubação e aos 150 dias ocorreu uma pequena inversão, com as porcentagens de inibição no Pml tornando-se ligeiramente maiores que no LE. Pode-se notar, também que a queda da 1% com o decorrer do tempo, foi mais acentuada no LE que no Pml. A obtenção desses resultados pode estar associada com a diferença de textura entre os solos, assim como com outras diferenças químicas e físico-químicas que interferem tanto na ação da nitrapirina (REDEMANN *et alii*, 1964; BREMNER *et alii*, 1978; MEIKLE *et alii*, 1978), como na taxa de nitrificação do solo (FASSBENDER, 1978; BENGTSON, 1979). Em outras palavras, a textura mais arenosa do LE favoreceu a taxa de nitrificação dos fertilizantes nos tratamentos sem inibidor e esse fato fez com que as 1% fossem maiores nas pri

Tabela 1 - Efeito de doses de nitrapirina associadas com sulfato de amônio ou uréia sobre os teores de nitrato produzidos no Latossol Vermelho Escuro.

Fonte de nitrogênio	Doses de nitrapirina (ppm)	ppm de NO_3^- (1)		
		Aos 50 dias	Aos 100 idas	Aos 150 dias
Sulfato de amônio	0	224a (2)	244a	420a
	1,2	53b	116b	351b
	2,4	21bc	39c	263c
	4,8	5c	26c	201d
Uréia	0	271a	239a	380a
	1,2	91b	138b	323b
	2,4	44bc	72c	268c
	4,8	12c	59c	250c
Testemunha		163	204	294

(1) Médias de 3 repetições

(2) Os números com mesma letra não diferem estatisticamente, dentro de uma mesma amostragem.

Tabela 2 - Efeito de doses de nitrapirina, associadas com sulfato de amônio ou uréia, sobre os teores de nitrato produzidos no Podzolizado de Lins e Marília, var. Marília.

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrapirina (ppm)	ppm de NO ₃ ⁻ (1)		
		Aos 50 dias	Aos 100 dias	Aos 150 dias
Sulfato de amônio	0	264a (2)	343a	401a
	1,2	153b	227b	287b
	2,4	150b	192bc	259b
	4,8	120b	166b	256b
Uréia	0	287a	295a	401a
	1,2	129b	177b	323b
	2,4	113b	173b	239c
Testemunha	4,8	86b	94c	149d
		202	214	431

(1) Médias de 3 repetições

(2) Os números com mesma letra não diferem estatisticamente, dentro de uma mesma amostragem.

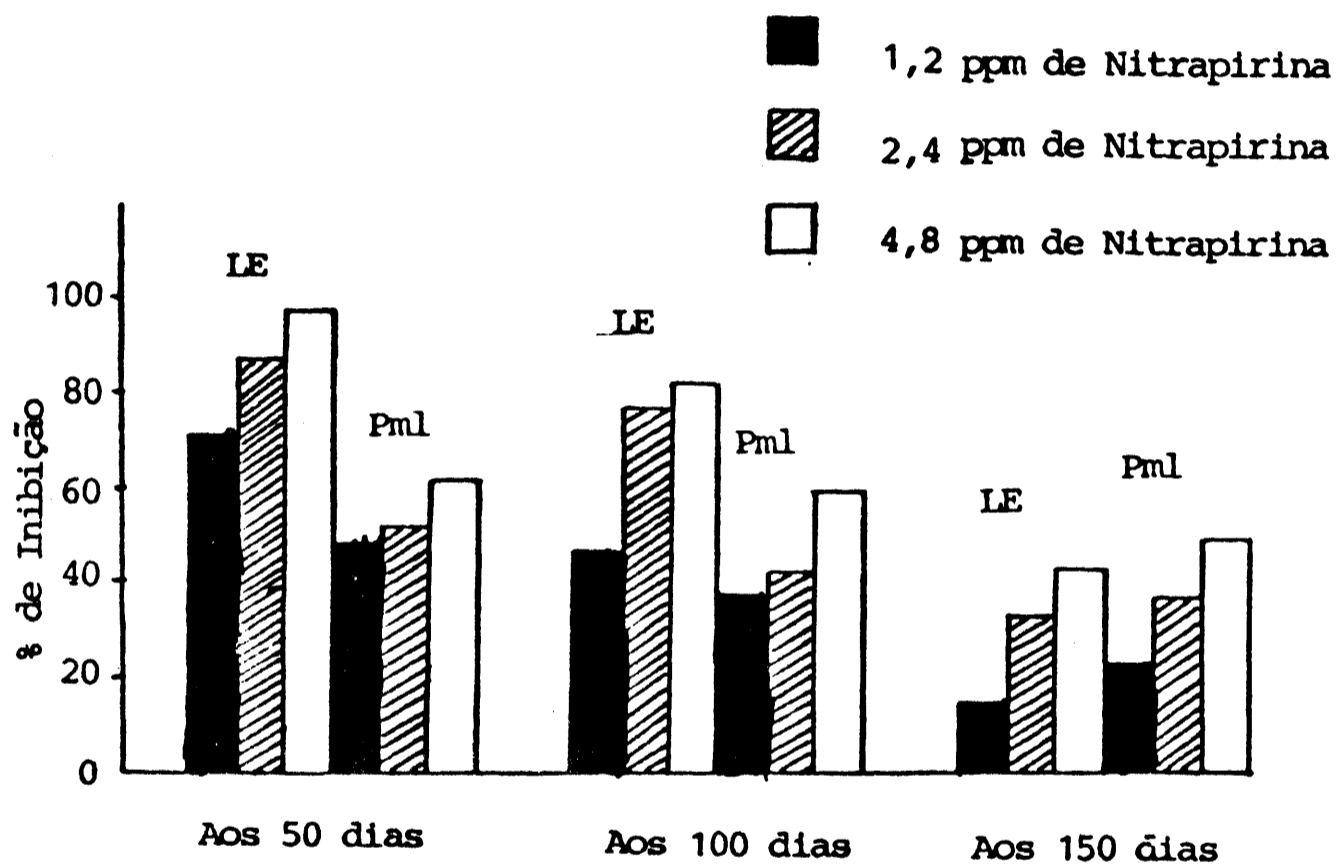


Figura 1 - Porcentagem de inibição da nitrificação no Latossolo Vermelho Escuro e no Podzolizado de Lins e Marília - var. Marília, em 3 épocas de incubação.

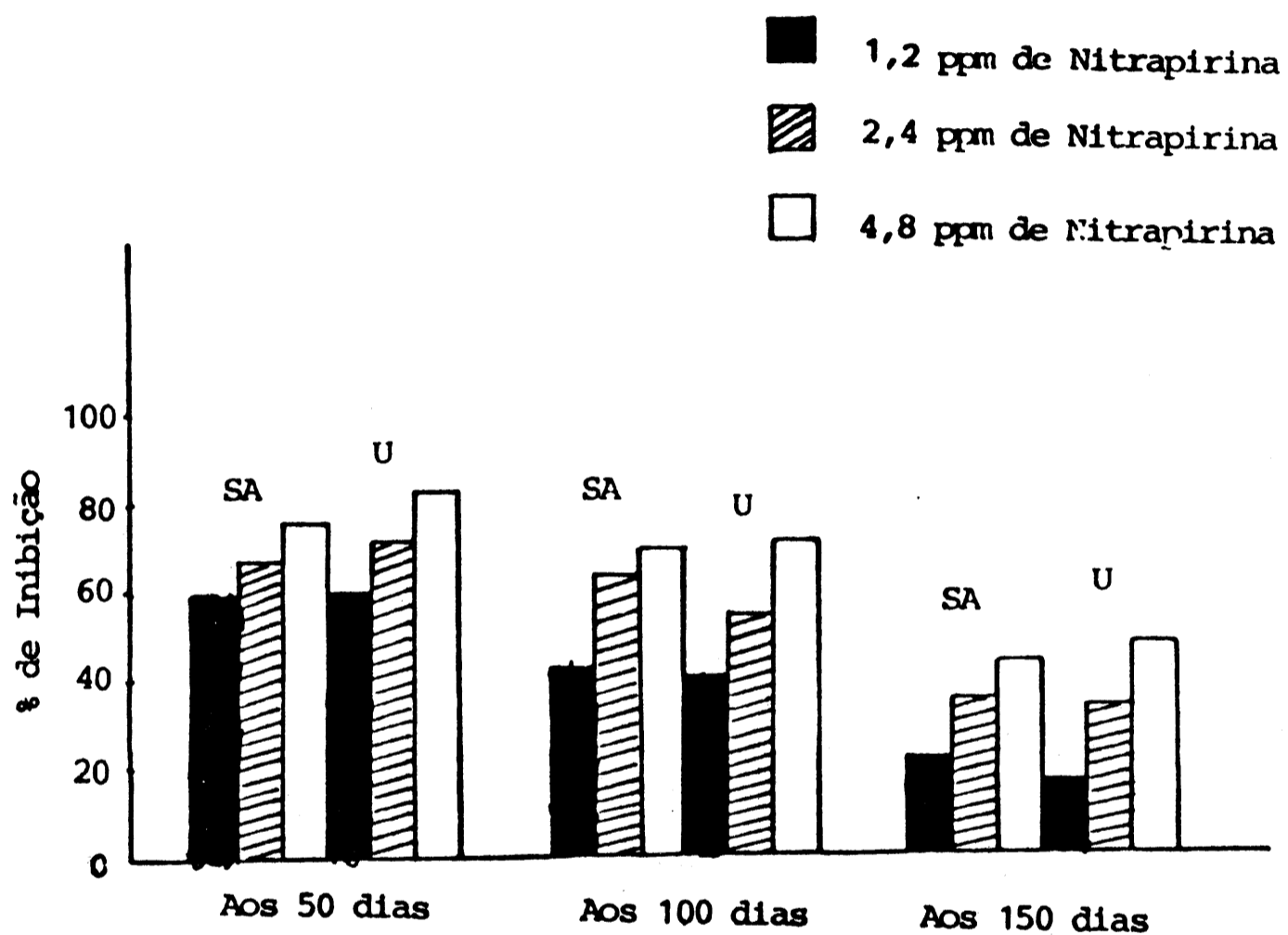


Figura 2 - Porcentagem de inibição da nitrapirina do sul₂fato de amônio e da uréia, em 3 épocas de incubação.

meiras amostragens. Por outro lado, o maior teor de matéria orgânica do Pm1, assim como sua textura, mais argilosa, aumentou as porcentagens de inibição na última amostragem.

Na Figura 2 são apresentadas as 1% do sulfato de amônio e da uréia. Observa-se que não houve efeito das fontes de nitrogênio na eficiência da nitrapirina. Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos por GORING (1962b). Segundo esse autor, o controle da nitrificação do sulfato de amônio e da uréia, pela nitrapirina, não apresenta diferença quando não ocorrem condições de lixiviação, imediatamente após a aplicação dos fertilizantes.

Os resultados obtidos, no presente trabalho, parecem superestimar o tempo de ação da nitrapirina. Observa-se que para qualquer uma das doses experimentais, as porcentagens de inibição da nitrificação, aos 150 dias de incubação variaram entre 17 e 49%. Isto indica que nas doses de 1,2 a 4,8 ppm, a nitrapirina inibe a nitrificação por um período maior que 150 dias. Esse tempo de ação do produto é bem maior que os encontrados por GORING (1962a), LASKOWSKI & BIDBLACK (1977) e por NEPTUNÉ et alii (1980). Como experimento foi realizado em sistemas fechados (copos plásticos), pode ser que o acúmulo de nitrato, nos vasos que não foram tratados como inibidor, tenha sido uma das causas da 1% relativamente altas, mesmo aos 150 dias de incubação. Uma segunda causa, mais provável, é que a quantidade de solo utilizada e as condições em que se desenvolve a pesquisa, dificultaram a reinfestação do solo por microorganismos nitrificadores.

CONCLUSÕES

a) O teor de nitrato do solo diminui significativamente, quando os fertilizantes amoniacais e a uréia são aplicados com nitrapirina.

b) A nitrapirina inibe a nitrificação do sulfato de amônio e da uréia, com a mesma intensidade.

c) A nitrapirina apresenta, inicialmente, maior eficiência no Latossol Vermelho escuro que no Podzolizado de Lins e Marília var. Marília.

d) Para doses entre 1,2 e 4,8 ppm, o tempo de ação da nitrapirina no solo é maior que 150 dias.

SUMMARY

EFFECTS OF NITRAPYRIN (2-chloro-6-trichloromethyl pyridine) RATES ON THE NITRIFICATION OF AMMONIUM SULPHATE AND UREA, IN A LATOSOL (LE) AND PODZOLIC SOIL (Pm1) OF THE STATE OF SÃO PAULO.

36 ppm of N, as ammonium sulphate or urea, was added to the latosol (LE) and podzolic (Pm1) soils, with 0 1.2, 2.4 and 4.8 ppm of nitrapyrin. The soils were incubated during 150 days at temperatures between 25°C - 30°C and at field capacity. The NO_3^- concentration and the effect of nitrapyrin on nitrification inhibition was estimated.

It was observed that the soil NO_3^- concentration decreased significantly when ammonium sulphate and urea were associated with nitrapyrin. This indicated that nitrapyrin inhibited the nitrification of ammonium sulphate as well as of urea and showed initially greater percentage of inhibition of nitrification in LE than Pm1 soil. The time of action of nitrapyrin in the soil passed beyond 150 days.

LITERATURA CITADA

- BENGSTON, G.W., 1979. Nutrient losses from a forest soil as affected by nitrapyrin applied with granular urea. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **43**: 1029-1033.
- BREMNER, J.M.; BLACKMER, A.M.; BUNDY, L.G., 1978. Problems in use of nitrapyrin (N-serve) to inhibit nitrification in soils. *Soil Biol. Biochem.* **10**: 941-942.
- BUNDY, L.G.; BREMNER, J.M., 1973. Inhibition of nitrification in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **37**: 396-398.
- FASSBENDER, H.W., 1978. **Química de suelos**, San José, Costa Rica, Instituto Interamericano Ciências Agrícolas, 398p.
- GASSER, J.K.R., 1970. Nitrification inhibitors - Their occurrence, production and effects of their use on yields and composition. *Soils and Fertilizer* **33**: 547-553.
- GORING, C.A.I., 1962a. Control of nitrification by 2-chloro-6-(Trichloromethyl Pyridine). *Soil Sci.*, **93**: 211-218.
- GORING, C.A.I., 1962b. Control of nitrification of ammonium fertilizers and urea by 2-chloro-6-(Trichloromethyl pyridine). *Soil Sci.* **93**: 431-439.
- GORING, C.A.I.; SCOTT, H.H., 1976. Control of nitrification by soil fumigants and N-serve nitrogen stabilizers. *Down to Earth* **32**(3): 14-17.
- LASKOWSKI, D.A.; BIDLACK, H.D., 1977. Nitrification recovery in soil after inhibition by nitrapyrin. *Down to Earth* **33**(1): 12-17.

- LUDWICK, A.E.; RESUS, J.E.; LANGIN, E.J., 1976. Soil nitrates following four years continuous corn and as a surveyed in irrigated farm fields of central and eastern. Colorado. *J. Environ. Anal.* **5**: 82-86.
- MEIKLE, R.W.; LASKOWSKI, A.D.; REGOLI, J.A.; REDERMANN, C.T., 1978. The hidrolisis and photolysis of nitrapiryn in dilute aqueous solution. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **7**: 149-158.
- MORRE III, F.D., 1973. N-serve nutriente stabilizers a nitrogen management fool for leafy vegetables. *Down to Earth* **28**: 4-7.
- NEPTUNE, A.M.L.; CRUZ, A.P.; MURAOKA, T., 1980. Lixiviação de nitrato de colunas de solo tratado com sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e N-serve 24E (nitrapirina). *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, **37**: 991-1008.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. *Curso de Estatística Experimental*, 7ª ed., Livr. Nobel ed., São Paulo, 430pp.
- REDEMANN, C.T.; MEIKLE, R.W.; WIDOFISKY, J.G., 1964. The loss of 2-chloro-6-(Trichloromethyl Pyridine) from soil. *Agric. Food Chem.* **12**: 207-209.
- SAHRAWAT, K.L., 1980. On the criteria for comparing the ability of compounds for retardation of nitrification in soil. *Plant and Soil* **55**(3): 487-490.
- SIMS, R.J.; JACKSON, G.D., 1971. Rapid analysis of soil nitrate with chromotropic acid. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **35**: 603-606.
- TURNER, G.O.; GORING, C.A.I., 1966. N-serve... 2 status report. *Down to Earth* 19-85.
- WEST, W.P.; RAMACHANDRAN, T.P., 1966. Spectrophotometric determination of nitrate using chromotropic acid. *Anal. Chim. Acta.* **35**: 317-324.