

EFEITO DA URÉIA ASSOCIADA COM NITRAPIRINA  
NA RELAÇÃO  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  DO SOLO  
E NA CULTURA DO MILHO \*

A.P. CRUZ\*\*  
A.M.L. NEPTUNE\*\*\*

*RESUMO*

Foi conduzido um ensaio de campo, em um Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), textura média, para avaliar o efeito de doses de nitrapirina (N-Serve 24E) e uréia na relação  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  do solo, nos teores de N nas folhas, nos grãos de milho e na produção da cultura.

---

\* Trabalho patrocinado pela FAPESP e pelo Projeto Uréia (ESALQ/Petrofértil/Ultrafértil S.A/Nitrofértil-NE). Entregue para publicação em 31/12/1982.

\*\* Departamento de Agronomia, Universidade de Taubaté, SP.

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

Agradecemos aos Eng<sup>os</sup> Agr<sup>os</sup> Miguel Manieiro e Hêlio Prado, pela colaboração no estabelecimento do balanço hídrico e na classificação do solo, respectivamente.

As doses utilizadas de nitrapirina foram 1, 2 e 3 kg/ha e as doses de nitrogênio foram 40 e 80 kg de N/ha.

Verificou-se que: a associação de 3 kg de nitrapirina/ha com uréia aumentou a relação  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  do solo e a produção de milho em grãos. Porém não houve variação nos teores de N-total nem nas folhas nem nos grãos.

## INTRODUÇÃO

A manutenção do nitrogênio aplicado ao solo como fertilizante, na forma amoniacal ( $NH_4^+$ ), apresenta uma série de efeitos favoráveis. Entre esses efeitos pode-se citar: a redução das perdas de nitrogênio por lixiviação e por volatilização, o aumento da eficiência dos fertilizantes nitrogenados e a redução da possível poluição das águas subterrâneas e dos mananciais (GORING, 1962a; GORING, 1962b; HARRISON et alii, 1977; GERWING et alii, 1979).

Para manter o nitrogênio do solo na forma amoniacal, utilizam-se os inibidores da nitrificação (SAITO & NEPTUNE, 1977). O emprego de compostos químicos que inibem a nitrificação, tem sido muito estudado nos últimos anos (SAHRAWAT, 1980). Entre essas substâncias, a mais eficiente é a Nitrapirina (BUNDY & BREMNER, 1973; BENGSTON, 1979).

Segundo GUTHRIE & BROMKE (1980), a nitrapirina (2-cloro-6-triclorometil piridina) é o inibidor da nitrificação mais pesquisado em ensaios de campo. Por outro lado, são comuns os insucessos quando procura-se relacionar a inibição da nitrificação com a produção das culturas (SCOTT et alii, 1975; THOMAS, 1977; EL WALI et alii, 1980; GUTHRIE & BOMKE, 1980). Assim sendo, surgem controvérsias quanto ao efeito da associação de fertilizan-

tes nitrogenados com Nitrapirina. Enquanto alguns autores como GORING (1962b), SWEZEY & TURNER (1962), HARRISON *et alii* (1977), MEIKLE (1978) e WARREN *et alii* (1980), obtiveram aumento na produção, outros como BOSWELL *et alii* (1974), HENDRICKSON *et alii* (1978b), FERNANDES & ROSSIELO (1979), não obtiveram resposta das culturas à associação de nitrapirina com fertilizantes nitrogenados.

No Brasil, são bastante escassos os trabalhos com inibidores da nitrificação, embora esse campo de pesquisa seja de grande importância para os países de clima tropical e subtropical. Dessa forma, o presente trabalho pretende inicialmente, preencher a lacuna existente sobre o assunto na literatura nacional, fornecendo informações sobre o comportamento da nitrapirina em ensaios de campo. O uso da nitrapirina é fortemente influenciado por fatores ambientais (clima e solo) e pelas técnicas de aplicação (época, profundidade e tempo de incorporação). Por esses motivos é que as recomendações sobre a utilização desse produto variam muito entre os autores. Sobre os cuidados necessários para o uso eficiente da nitrapirina, deve-se destacar os trabalhos de SCOTT *et alii* (1975), CHRISTY (1976) e THOMAS (1977).

Dentro daquilo que pretende-se com o presente trabalho, estabeleceu-se como objetivo avaliar o efeito de doses do inibidor da nitrificação, associadas com doses e épocas de aplicação da uréia, sobre a relação  $N-NH_4/N-NO_3$  do solo e na cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, foi conduzido um ensaio de campo, no Município de Piracicaba-SP, em um LVA-Textura média com as seguintes características:

- pH ..... 5,3
- C% ..... = 0,96

- CTC ..... = 14,10 eq.mg/100g de terra
- V% ..... = 58,60
- Areia % ..... = 64,2
- Silte % ..... = 15,4
- Argila % ..... = 20,4

A fonte de nitrogênio foi a uréia granulada, aplicada nas doses correspondentes a 40 e 80 kg de N/ha. Foram empregados dois modos de aplicação do fertilizante; toda a uréia no plantio e metade da dose no plantio com o restante em cobertura, 40 dias após a semeadura. O inibidor da nitrificação (IN) foi o N-Serve 24E (nitrapirina). As doses do IN, foram: 0, 1, 2 e 3 kg de nitrapirina/ha. Todas as parcelas receberam adubação complementar com superfosfato simples e cloreto de potássio, nas doses correspondentes a 120 kg de  $P_2O_5$ /ha e 80 kg de  $K_2O$ /ha respectivamente. A variedade de milho utilizada foi a cultivar PIRANÃO VD<sub>2</sub>.

O modelo estatístico adotado foi o fatorial 2x4x2, com três repetições em blocos casualizados, correspondente a duas doses de nitrogênio, quatro doses do IN e dois modos de aplicação do fertilizante (PIMENTEL GOMES, 1973).

Em cada parcela foram abertos 5 sulcos de 5 m de comprimento, com aproximadamente 0,15 m de profundidade e 1,00 m de espaçamento. Os fertilizantes foram aplicados no fundo dos sulcos. O N-serve 24E (nitrapirina) foi aplicado sobre o fertilizante, na base de 200 ml de emulsão por sulco. Após a aplicação do IN, os sulcos foram imediatamente cobertos com terra, para evitar a volatilização do produto (McCALL & SWANN, 1978). Junto aos sulcos de adubação foram abertos sulcos de plantio, onde foram colocadas 10 sementes por metro. Durante o desenvolvimento da cultura foram anotados os dados de precipitação e temperatura.

Aos 15, 30 e 60 dias após a semeadura foram efetuadas as amostragens de solo. As amostras foram retiradas nas 3 linhas centrais de cada parcela, na profundidade de 0-25 cm. No solo amostrado foram feitas as determinações de  $N-NH_4$  e  $N-NO_3$ , pelo método de destilação a

vapor, descrito por BREMNER & KEENEY (1965). Com os dados obtidos foram calculadas as relações  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  do solo, em cada amostragem, seguindo o procedimento adotado por NORRIS (1972).

Por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina, efetuou-se a amostragem de folhas, seguindo o procedimento descrito por ANDRADE et alii (1976). As amostras foram trazidas ao laboratório e postas a secar em estufa a 70°C e moídas em moinho Willey com peneira 20, seguindo o procedimento descrito por NEPTUNE (1974). Em seguida foi determinado o teor de N-total nas folhas, pelo método semi-micro Kjeldahl, descrito por MALAVOLTA (1957).

Quando a umidade dos grãos de milho atingiu aproximadamente 18%, realizou-se a colheita. Com os dados obtidos foram calculadas as produções relativas, atribuindo-se ao tratamento sem IN, o valor 1.

Finalmente foi determinado o teor de nitrogênio total nos grãos de milho, seguindo o mesmo procedimento adotado na análise das folhas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as relações  $N-NH_4^+ / N-NO_3^-$  do solo, das três amostragens. Verifica-se que não houve diferenças significativas entre os resultados da primeira amostragem de solo. É provável que o tempo de 15 dias, decorrido entre a adubação e a amostragem, não foi suficiente para que os processos de transformação e movimentação do nitrogênio da uréia, evidenciassem o efeito dos tratamentos. Essa hipótese, pode ser reforçada pelo fato de que a quantidade  $N-NH_4^+ + N-NO_3^-$ , das parcelas sem IN, foi maior na segunda que na primeira amostragem (23 e 19 ppm, respectivamente), demonstrando que a uréia não havia sido totalmente transformada. Segundo GORING (1962a) e NEPTUNE et alii

Tabela 1 - Efeito da interação entre doses de nitrapirina, sobre a relação  $N-NH_4^+/N$  -  $NO_3^-$  do solo, em 3 épocas distintas após a semeadura.

Doses de N kg/ha	Dose de nitrapirina kg/ha	Relação $N-NH_4^+/N-NO_3^-$		
		Aos 16 dias	Aos 30 dias	Aos 60 dias
40	0	1,5	3,2a	1,8a
	1	1,5	2,0a	2,9ac
	2	1,6	2,6a	2,1ac
	3	1,5	5,7b	3,9bc
80	0	1,4	1,7a	1,6a
	1	1,5	2,4a	2,0ac
	2	1,3	2,2a	3,3ab
	3	1,2	5,6b	5,1b
CV%		25,0	30,0	31,0
F		0,7ns	16,1**	3,1*
DMS a 5%		-	2,0	2,9

- Os números com mesma letra não diferem estatisticamente.

(1980), o efeito do inibidor da nitrificação, é evidenciado pela maior quantidade de nitrogênio do solo, proveniente do fertilizante.

Na segunda e na terceira amostragem observou-se que a relação  $N-NH_4/N-NO_3$ , do tratamento com 3 kg de nitrapirina/ha, foi significativamente maior à dos demais tratamentos. Também verificou-se que as relações  $N-NH_4/N-NO_3$  dos tratamentos com 0, 1 e 2 kg de IN/ha, não diferiram estatisticamente entre si. Este fato sugere que somente a dose equivalente a 3 kg de nitrapirina/ha foi suficiente para inibir a nitrificação. Este resultado era até certo ponto esperado, visto que a nitrapirina é um produto extremamente volátil e além disso uma vez aplicada ao solo, sofre hidrólise produzindo o ácido 6-cloropicolínico, o qual não apresenta nenhum efeito sobre os microrganismos nitrificadores (MEIKLE *et alii*, 1978). Considerando-se que a volatilização e a hidrólise da nitrapirina são favorecidas pela elevação da temperatura, presença de ventos, potencial de adsorção dos colóides do solo e outros fatores (SCOTT *et alii*, 1975; CHRISTY, 1976; REDEMANN *et alii*, 1964; BREMNER *et alii*, 1978; MEIKLE *et alii*, 1978), já era esperado que, nas condições em que foi realizado o ensaio, a dose eficiente do produto seria maior que as recomendadas por outros autores, como GORING (1962b) e LASKOWSKI & BIDLACK (1977). O aumento da relação  $N-NH_4/N-NO_3$  do solo, pela associação de fertilizantes nitrogenados com nitrapirina, também foi obtido por HENDRICKSON *et alii* (1978a).

Na Tabela 2, são apresentadas as concentrações de nitrogênio total presentes na folha, na época do florescimento da cultura e nos grãos de milho, após a colheita. Verifica-se que não houve efeito dos tratamentos sobre os resultados obtidos. BOSWELL *et alii* (1974) e HENDRICKSON *et alii* (1978b), realizaram ensaios semelhantes a este e também não obtiveram efeito significativo da nitrapirina sobre as quantidades de nitrogênio absorvidas pelas plantas. Por outro lado, WARREN *et alii* (1980) constataram aumento do teor de proteínas, nos grãos de milho, quando o fertilizante nitrogenado foi aplicado juntamente com nitrapirina.

Tabela 2 - Efeito da interação entre doses de nitrogênio total e doses de nitrapirina, sobre os teores de nitrogênio na folha e nos grãos de milho.

Dose de N kg/ha	Dose de nitrapirina kg/ha	% de nitrogênio total	
		Na folha	Nos grãos
40	0	2,01	1,77
	1	1,90	1,77
	2	2,02	1,77
	3	2,10	1,76
80	0	2,31	1,87
	1	2,30	1,91
	2	2,30	1,92
	3	2,31	1,83
CV%		8,0	6,4
F		2,0ns	0,3ns
DMS a 5%		-	-



Durante o desenvolvimento da cultura, ocorreram períodos de deficiências hídricas, as quais podem ser visualizadas na Figura 1. Sem dúvida essas deficiências causaram uma diminuição na produção do milho. O efeito da falta de água na produção de milho foi relatado por MARGALHÃES & SILVA (1978).

Essas deficiências podem ter influenciado nos resultados obtidos, sendo responsáveis pela ausência de diferenças significativas entre os dados de produção. As produções obtidas foram, em média, 50% menores que a produção máxima teórica da variedade Piranão, a qual foi relatada por ANDRADE *et alii* (1976).

Não obstante o problema citado no parágrafo anterior, observou-se uma nítida tendência de aumento da produção de milho, nos tratamentos que receberam o inibidor da nitrificação. Assim sendo, considerando-se a falta de informações sobre o uso de inibidores da nitrificação na literatura brasileira e a tendência apresentada pelos resultados obtidos, decidiu-se pela apresentação desses resultados, transformando-se em "Produção Relativa de Milho em Grãos". Para tanto foi atribuída à produção correspondente ao tratamento sem IN, o valor 1. Os resultados encontrados são apresentados nas Figuras 2 e 3.

A Figura 2 mostra o efeito de doses de nitrogênio e doses de nitrapirina, na produção do milho. Observa-se que a dose equivalente a 1 kg de nitrapirina/ha, associada com 40 kg de N/ha, não aumentou a produção de grãos. Porém quando o IN foi aplicado nas doses equivalentes a 2 e 3 kg de nitrapirina/ha, associadas com a mesma quantidade de nitrogênio, houve um aumento de 20% na produção, em relação ao tratamento sem IN.

Para a adubação com 80 kg de N/ha, verifica-se que as doses correspondentes a 1 e 2 kg de nitrapirina / ha aumentaram em 10% a produção e a dose equivalente a 3 kg/ha do IN, aumentou em 30% a produção de milho em grãos. O aumento de produção das culturas, pela associação de fertilizantes nitrogenados com nitrapirina, tam-

BALANÇO HÍDRICO - THORNTWHAITE E MATHER - 1955

CAD: 40 mm

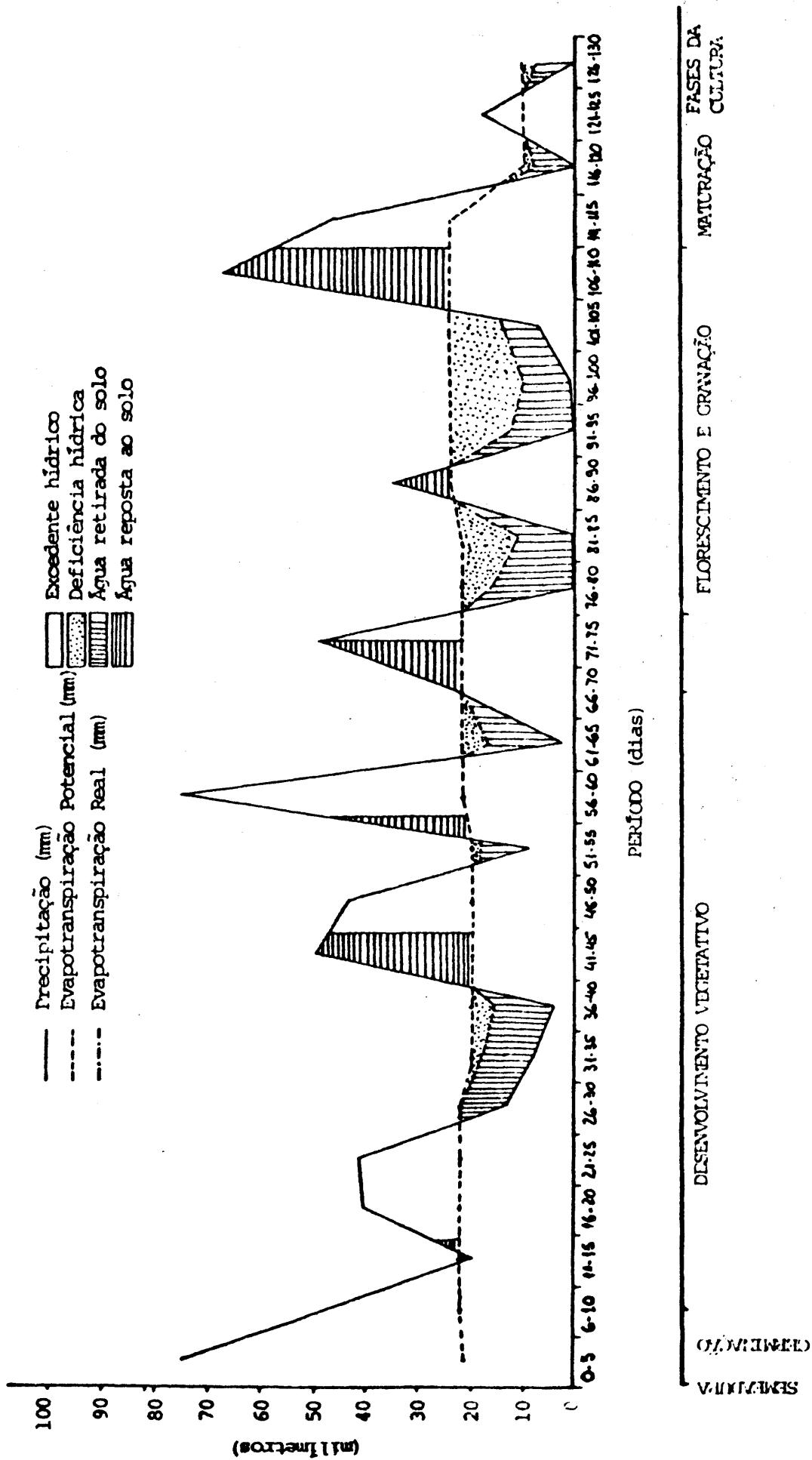


Figura 1 - Balanço hídrico, segundo THORNTWHAITE & MATHER (1965), para a localidade de Anhumas, SP, no período 27/11/80 a 08/04/81.

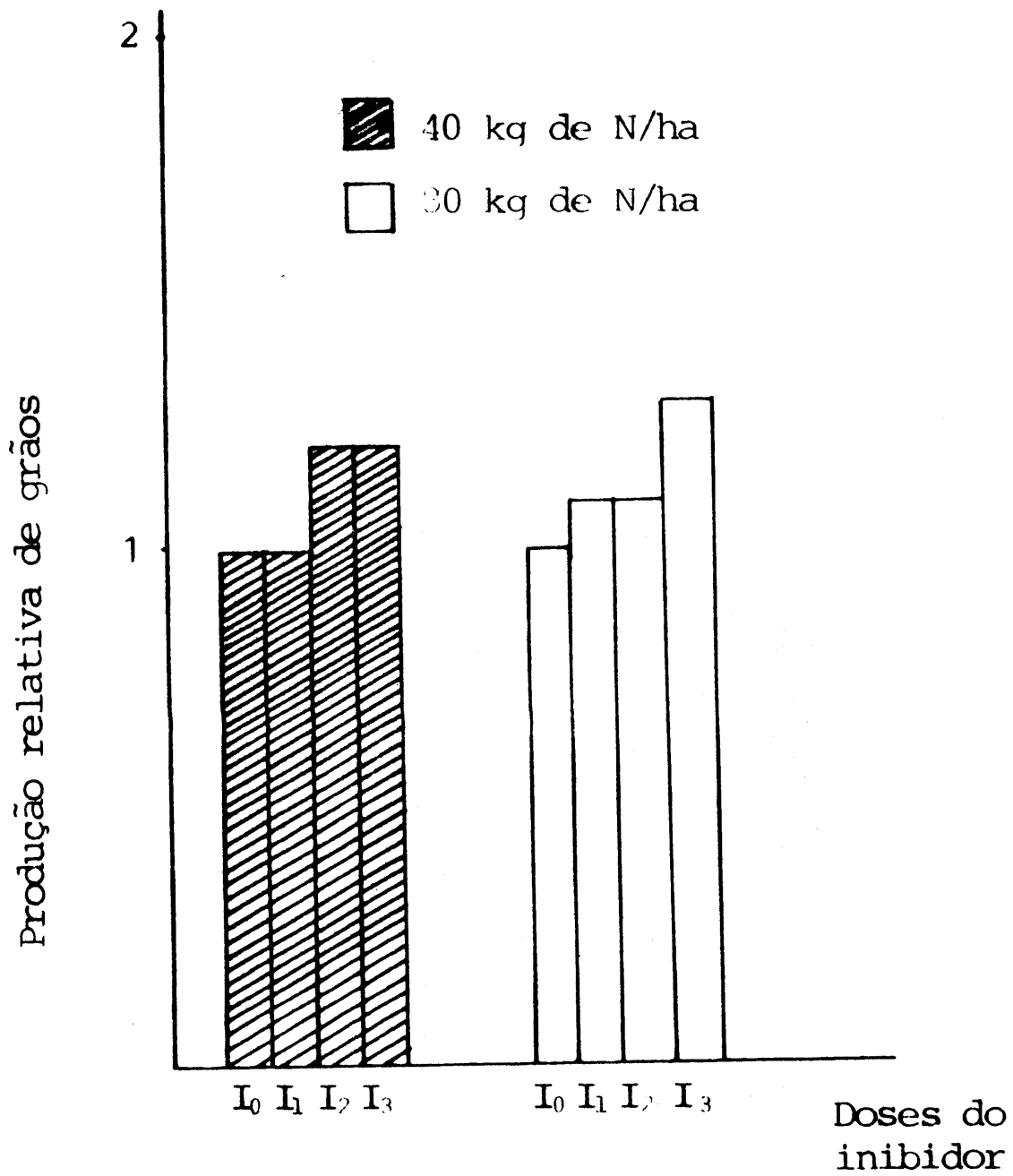


Figura 2 - Efeito da interação entre doses de nitrogênio e doses de nitrapirina, na produção de grãos de milho.

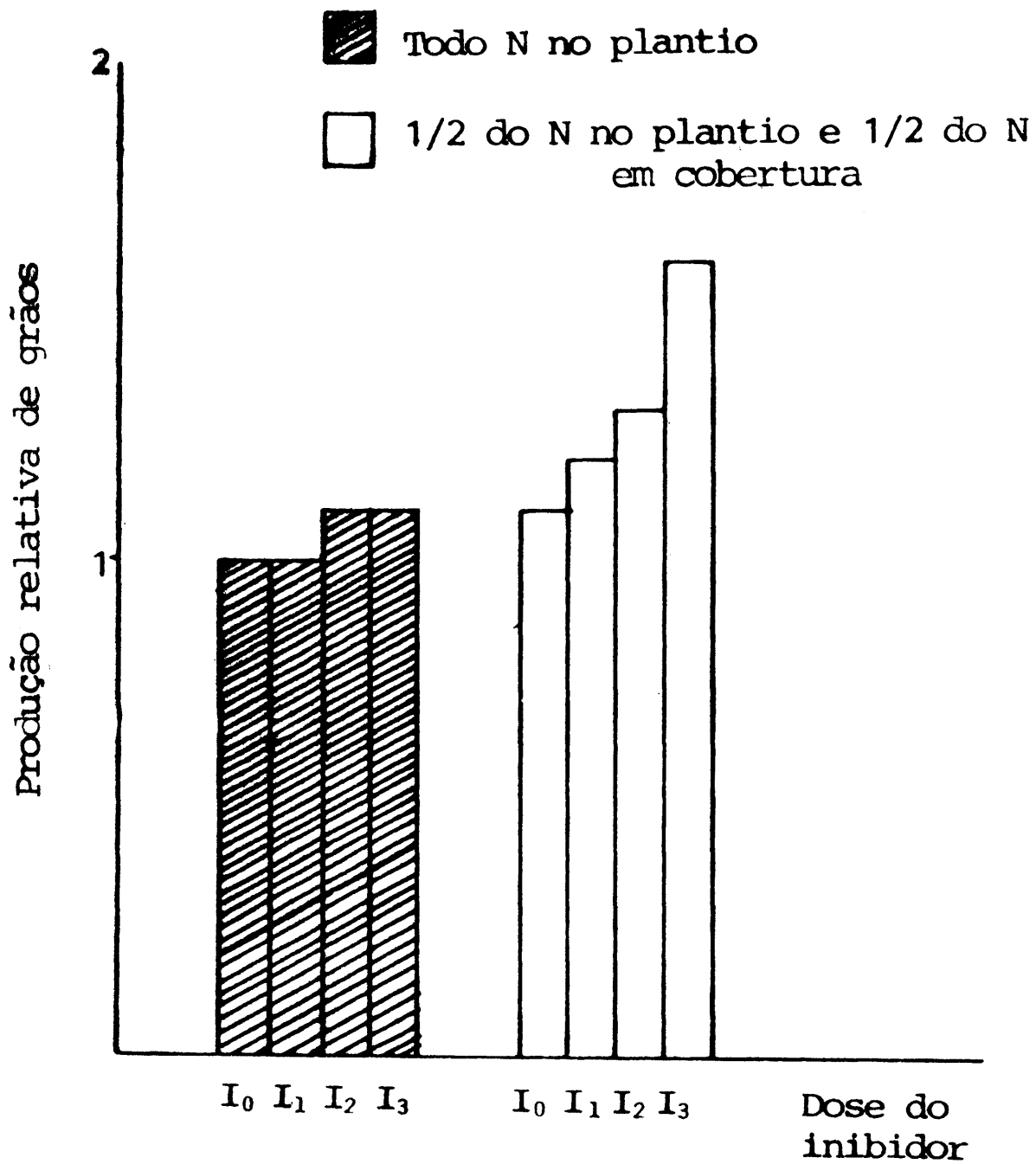


Figura 3 - Efeito da interação entre época de aplicação do nitrogênio e doses de nitrapirina, na produção relativa de milho em grãos.

bém foi obtido por SWEZEY & TURNER (1962), TURNER & GORING (1966), MULLISON & NORRIS (1966), MEIKLE (1978) e por WARREN *et alii* (1980). Por outro lado a ausência de resposta das culturas, em ensaios com nitrapirina, foi relatada por BOSWELL *et alii* (1974), HENDRICKSON *et alii* (1978b), EL WALI *et alii* (1980) e GUTHRIE & BOMKE (1980).

Na Figura 3, pode-se observar o efeito de doses do inibidor da nitrificação, associadas com o parcelamento da adubação-nitrogênio. Quando o nitrogênio foi aplicado todo no plantio, as doses equivalentes a 2 e 3 kg de nitrapirina/ha aumentaram em 10,0% a produção de grãos. Esse aumento foi igual ao provocado pelo parcelamento da aplicação da uréia. O resultado mais significativo foi obtido com 3 kg do IN/ha e o parcelamento do nitrogênio. Neste caso o aumento da produção foi de 45,4%, em relação ao tratamento sem o inibidor da nitrificação.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que se desenvolveu o trabalho, foram possíveis tirar as seguintes conclusões.

- a) A relação  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  no solo é um bom parâmetro para avaliar a inibição da nitrificação.
- b) A aplicação de 3 kg de nitrapirina por hectare eleva a relação  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  do solo durante 60 dias após a sua aplicação.
- c) A associação de uréia com nitrapirina tende a aumentar a produção de milho em grãos.

*SUMMARY*EFFECTS OF UREA ASSOCIATED WITH NITRAPYRIN ON SOIL  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  RATIO AND ON CORN YIELD

A field experiment was carried out on a red-yellow latossol (LVA), medium texture, in order to evaluate the effects of rates of nitrapyrin (N-Serve 24E) and urea on  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  ratio, on the contents of total nitrogen in the leaves and in the grain of corn and on yield.

The rates of nitrapyrin were 1, 2 and 3 kg/ha and the rates of nitrogen were 40 and 80 kg/ha.

The following conclusions were drawn: the association of urea with 3 kg/ha of nitrapyrin increased the  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  ratio of the soil and corn yield, but there was no variation in the total nitrogen contents in the leaf and in the grain.

## LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R. 1976. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho. III. Diagnose foliar. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Campinas, p.277-281.
- BENGSTON, G.N., 1979. Nutrient losses from a forest soil as affected by nitrapyrin applied with granular urea. Soil Sci. Soc. Am. J. **43**: 1029-1033.
- BOSWELL, F.C.; FUTRAL, J.G.; ANDERSON, O.E., 1974. Comparison of fall-applied N under formed beds with conventional spring N application for corn production. Agron. J. **66**: 374-376.

- BREMNER, J.M.; KEENEY, R.D., 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Anal. Chim. Acta* **32**: 485-495.
- BREMNER, J.M.; BLACMER, A.M.; BUNDY, L.G., 1976. Problems in use of nitrapyrin (N-Serve) to inhibit nitrification in soils. *Soil Biol. Biochem.* **10**: 441-442.
- BUNDY, L.G.; BREMNER, J.M., 1973. Inhibition of nitrification in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **37**: 396-398.
- CHRISTY, C.M., 1976. Nitrification inhibitors. *Soil and Crops* **4**(7).
- EL WALI, A.M.O.; LE GRAND, F.; GASCHO, G.J., 1980. Nitrogen leaching from soil and uptake by sugarcane from various urea - based fertilizers. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **44**(1).
- FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P., 1979. Uso de  $\text{NH}_4^+$  e um inibidor de nitrificação na adubação nitrogenada do milho (*Zea mays* L.). *R. Bras. Ci. Solo* **3**: 77-82.
- GERWING, J.R.; CARDWELL, A.C.; GOODROAD, L.L., 1979. Fertilizer nitrogen distribution under irrigation between soil, plant and aquifer. *J. Environ. Qual.* **8**(3): 281-284.
- GORING, C.A.I., 1962a. Control of nitrification by 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine. *Soil Sc.* **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.
- GUTHRIE, T.F.; BOMKE, A.A., 1980. Nitrification inhibition by N-Serve and ATC in soils of varying texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **44**: 414-430.

- HARRISON, R.P.; SEVERSON, D.A.; CRABTHREE, R., 1977. Results from fall applied N-Serve nitrogen stabilizers with ammonium nitrogen fertilizers on winter wheat in the Northwest Down to Earth **33**(1): 1-5.
- HENDRICKSON, L.L.; KEENEY, D.R.; WALSH, L.M.; LIEGEL, E. A., 1978a. Evaluation of nitrapyrin as a means of improving N efficiency in irrigated sands. Agronomy Journal **70**: 699-703.
- HENDRICKSON, L.L.; WALSH, L.M.; KEENEY, D.R., 1978b. Effectiveness on nitrapyrin in controlling nitrification of fall and spring - applied anhydrous ammonia. Agronomy Journal **70**: 704.
- LASKOWSKI, D.A.; BIDLACK, H.D., 1977. Nitrification recovery in soil after inhibition by nitrapyrin. Down to Earth **33**(1): 12-17.
- MAGALHÃES, A.C.; SILVA, W.J., 1978. Determinantes genético - fisiológicos da produtividade do milho. Cap. X, p.349-375. In: Melhoramento e produção do milho no Brasil, PATERNIANI, E. (coordenador), Piracicaba - ESALQ/USP, 650p.
- MALAVOLTA, E., 1957. **Contribuição do estudo da alimentação nitrogenada do arroz (*Oryza sativa* L.)**. tese, Piracicaba, SP.
- MEIKLE, R.W., 1978. Prediction of ammonium nitrogen fertilizer disappearance from soils in the presence and absence of N-Serve nitrogen stabilizers. Down to Earth **34**: 6-10.
- MEIKLE, R.W.; LASKOWSKI, A.D.; REGOLI, J.A.; REDERMANN, C.T., 1978. The hydrolysis and photolysis of nitrapyrin in dilute aqueous solution. Arch. Environm. Con tam. Toxicol. **7**: 149-158.
- MULLISON, W.R.; NORRIS, M.G., 1976. A review of the toxicological residual and environmental effects of nitrapyrin and its metabolite 6-chloropicolinic acid. Down to Earth **32**(1): 22-27.



- NEPTUNE, A.M.L., 1974. **Estudo sobre a adubação e diagnóstico foliar do milho (*Zea mays* L.)**, tese de concurso para provimento de cargo de professor catedrático de Química Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 167p.
- NEPTUNE, A.M.L.; CRUZ, A.P.; MURACKA, 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.
- NORRIS, M.G., 1972. N-Serve nitrogen stabilizers.. A practical approach to better fertilizer management. Down to Earth **28**(2): 5-9.
- 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-(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.
- SAITO, S.M.T.; NEPTUNE, A.M.L., 1977. Efeito da matéria orgânica e de um inibidor da nitrificação na absorção de  $^{15}\text{NH}_4^+$  e  $^{15}\text{NO}_3^-$  pelo milho. Boletim científico, nº 044, CENA/USP/CNEN.
- SCOTT, D.H.; SPIES, C.D.; HUBER, D.M.; WARREN, H.L.; NELSON, D.W.; GRIFFITY, D.R., 1975. **Potential for nitrogen stabilizers**, Purdue University Indiana, USA, ID-102: 1-4.
- THOMAS, P.A., 1977. Broadcast applications of N-Serve. Dow Chemical, USA, 5p.
- SWEZEY, A.W.; TURNER, G.O., 1962. Crop experiments on the effect of 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine for the control of nitrification of ammonium and urea fertilizers. Agron. J. **54**: 532-535.

TURNER, G.O.; GORING, C.A.I., 1966. N-Serve... a status report. Down to Earth, 19-25.

WARREN, H.L.; HUBER, D.M.; TSAI, C.Y.; NELSON, D.W., 1980. Effect of nitrapyrin and N fertilizer on yield and mineral composition of corn. Agronomy Journal 72: 729-732.