

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 16

Campinas, dezembro de 1957

N.º 19

DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE TEMPO PARA AMONIFICAÇÃO E NITRIFICAÇÃO DE DIVERSOS FERTILIZANTES NITROGENADOS (*)

H. GARGANTINI e R. A. CATANI (**), *engenheiros-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agronômico*

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos em estudos preliminares sobre a determinação da intensidade e evolução do fenômeno de amonificação e nitrificação em diversos fertilizantes nitrogenados, empregando-se terra roxa-misturada e os seguintes fertilizantes: sulfato de amônio, uréia, torta de mamona, farinha de sangue, farinha de chifres e cascos e calciocianamida.

Os resultados obtidos permitem concluir que a calciocianamida foi o fertilizante que se amonificou mais intensamente, vindo a seguir a uréia, a torta de mamona, a farinha de sangue e, finalmente, a farinha de chifres e cascos. Já para o fenômeno de nitrificação, os resultados indicam a seguinte ordem decrescente: torta de mamona, uréia, farinha de chifres e cascos, farinha de sangue e sulfato de amônio. A calciocianamida, dosada no seu teor em nitrogênio nítrico, apresentou sempre traços, mostrando que foi praticamente nula a sua nitrificação no prazo de 40 dias de duração do ensaio.

1 — INTRODUÇÃO

Já é bem conhecido que os vegetais absorvem o nitrogênio, principalmente nas formas nítrica e amoniacal.

Certas plantas cultivadas, como o arroz, preferem, nos primeiros períodos de vida, o nitrogênio na forma amoniacal, enquanto que outras, como a cana-de-açúcar, têm preferência pelo nitrogênio nítrico (9). Outras ainda, como o milho e o algodão, absorvem indiferentemente as duas formas (9). De qualquer maneira, o nitrogênio integrante da matéria orgânica do solo, ou o proveniente da aplicação de fertilizantes que encerrem esse elemento, em formas diferentes da nítrica e da amoniacal, precisa sofrer, no solo, certas transformações para, então, ser absorvido pelas plantas. Assim, um fertilizante que encerre nitrogênio na forma protéica, amídica ou cianamídica, ao ser colocado no solo

(*) Recebido para publicação em 31 de agosto de 1957.

(**) Atualmente na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba.

necessita sofrer primeiramente a ação de bactérias amonificadoras ou nitrificadoras, para ser transformado e então poder ser absorvido. É, portanto, de grande interesse o conhecimento da natureza e da intensidade da transformação do nitrogênio desses fertilizantes quando em contato com o solo, a fim de se avaliar a eficiência dos mesmos.

O objetivo do experimento relatado no presente trabalho foi o de se determinar o período e a intensidade dos fenômenos de amonificação e nitrificação, em diversos fertilizantes nitrogenados, que encerram nitrogênio em formas diferentes da nítrica e da amoniacal.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O tipo de solo empregado nesta experiência foi a terra roxa-misturada, da Estação Experimental Central do Instituto Agrônomo, em Campinas. A amostra foi tomada a uma profundidade de 0 — 20 cm, e apresentou as seguintes características:

Argila	35,2 %
Limo (areia fina + limo)	40,6 %
Areia grossa	24,2 %
Umidade equivalente	21,3 %
pH internacional	5,30
Carbono (C)	2,06%
Nitrogênio (N)	0,14%
Fósforo PO_4^{--} (1)	0,13 e.mg por 100 g de solo sêco
Potássio (K^+) trocável	0,18 e.mg por 100 g de solo sêco
Cálcio (Ca^{++}) trocável	3,63 e.mg por 100 g de solo sêco
Magnésio (Mg^{++}) trocável	0,07 e.mg por 100 g de solo sêco

Os fertilizantes empregados e os respectivos teores em nitrogênio foram: sulfato de amônio, com 20,5%; uréia, com 46%; torta de mamona, com 4,5%; farinha de sangue, com 12%; farinha de chifres e cascos, com 12% e calciocianamida, com 20,5%.

Os tratamentos empregados, em três repetições, foram os seguintes:

- 1 — Testemunha
- 2 — Sulfato de amônio
- 3 — Uréia
- 4 — Torta de mamona
- 5 — Farinha de sangue
- 6 — Farinha de chifres e cascos
- 7 — Calciocianamida.

(1) PO_4^{--} fracamente adsorvido, extraído com solução de NH_4F 0,025 N e H_2SO_4 0,05 N.

Foram misturados intimamente 400 g de terra fina (diâmetro menor que 2 mm) com 200 mg de nitrogênio na forma dos diversos fertilizantes, em cristalizadores de vidro de 12,5 cm de diâmetro, e a mistura foi umedecida com água destilada. Como o teor em água que deve ser conservado em um solo para se ter um ótimo de nitrificação é muito variável, segundo Hammence (3), para o presente experimento foi adotado o teor de umidade de 25,6%, ou sejam, 20% a mais da umidade equivalente.

Este teor de umidade foi mantido durante todo o experimento, assim como foi assegurada uma temperatura de 30 °C no decorrer dos 40 dias de duração do ensaio.

Aos dez, vinte, trinta e quarenta dias após a instalação da experiência foram retiradas amostras de terra dos cristalizadores sendo os respectivos teores em nitrogênio amoniacal e nítrico determinados.

O nitrogênio nítrico (nitrato) foi extraído do solo por percolação de 150 ml de solução 0,01 N de ácido sulfúrico sobre 50 g de terra e a determinação, feita pelo método do ácido fenoldissulfônico (10).

O nitrogênio amoniacal foi extraído percolando 100 ml de solução normal de NaCl sobre 10 g de terra, sendo a dosagem conduzida pelo processo de destilação do percolado (6). Uma alíquota foi colocada no aparelho de destilação, previamente preparado conforme Hillebrand e Lundell (4). O destilado foi recolhido em balão calibrado de 100 ml, contendo 5 ml de ácido clorídrico 0,1N. Destilaram-se cerca de 60 ml, que em seguida foram neutralizados com solução de NaOH 1N. Acrescentou-se água destilada, isenta de amoníaco (8), até aproximadamente 90 ml e a seguir, 2 ml de reativo de Nessler, gôta a gôta, com agitação. Completou-se o volume a 100 ml, deixou-se em repouso por 30 minutos e procedeu-se à determinação fotométrica em eletrofotômetro de Fisher, filtro 425-B.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

Conforme já foi dito, aos dez, vinte, trinta e quarenta dias após o início da experiência foram retiradas amostras de solo dos cristalizadores, sendo os teores de nitrogênio nítrico e amoniacal dosados. No quadro 1 estão registrados os resultados obtidos nessas dosagens.

Pelos dados obtidos no presente ensaio verifica-se que o sulfato de amônio sofre uma nitrificação contínua e crescente, aumentando muito, porém, a partir do trigésimo dia. Aos dez dias constataram-se apenas traços de nitrato, e aos vinte dias, 0,62 mg de nitrato já se haviam formado.

QUADRO 1.—Resultados da dosagem de nitrogênio nítrico e amoniacal e cálculo das porcentagens do nitrogênio que sofreu amonificação e nitrificação

Tratamentos	Formas do Nitrogênio dosado	N dosado nos dias (*)					N dosado (subtraído das quantidades encontradas na testemunha e no solo no dia zero) nos dias					Proporção do N colocado que sofreu os fenômenos de amonificação e de nitrificação, nos dias					
		0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	%
Testemunha	Amoniacal	0,90	1,11	0,34	0,32	0,39											
	Nítrica	0,08	2,20	3,03	3,28	3,40											
Sulfato de amônio	Amoniacal	0,08	1,54	3,78	5,60	8,82											
	Nítrica	0,08	1,54	3,78	5,60	8,82	Tr.	0,62	2,24	5,34	Tr.	1,2	4,5	10,7			
Uréia	Amoniacal	0,90	40,29	44,07	43,40	42,95											
	Nítrica	0,08	2,74	9,38	12,68	14,00											
Torta de mamona	Amoniacal	0,90	35,80	32,45	29,51	23,91											
	Nítrica	0,08	1,18	6,72	15,82	14,04											
Farinha de sangue	Amoniacal	0,90	7,43	7,18	5,20	7,00											
	Nítrica	0,08	2,32	6,16	10,71	10,08											
Farinha de chifres e cascos	Amoniacal	0,90	6,57	5,53	3,78	4,48											
	Nítrica	0,08	2,49	7,43	10,04	11,48											
Cálcio-cianamida	Amoniacal	0,90	42,42	37,52	40,88	28,84											
	Nítrica	0,08	0,22	0,22	0,28	0,31											

(*) (0) zero dias corresponde à análise do solo antes do início da experiência

O fertilizante nitrogenado que mais intensamente sofreu o fenômeno de amonificação foi a calciocianamida, pois aos 10 dias cerca de 80,8% de seu nitrogênio já passaram à forma amoniacal. Isto indica que o nitrogênio da calciocianamida é intensamente atacado e transformado. Já com o fenômeno de nitrificação, aconteceu exatamente o contrário, isto é, foi praticamente nula a quantidade de nitrogênio nítrico encontrada, mesmo aos 40 dias. Como já assinalaram alguns autores (1, 2, 5 e 7) este fato tem origem, provavelmente, na ação inibidora que os produtos intermediários, formados pela decomposição da calciocianamida, exercem sobre as bactérias nitrificantes.

As figuras 1 e 2 mostram as curvas porcentuais de nitrificação e amonificação dos diferentes fertilizantes empregados neste experimento. No eixo das abcissas está representado o número de dias de duração do experimento e, nas ordenadas, a porcentagem de nitrogênio amonificado e nitrificado.

Pelos resultados obtidos com a uréia verifica-se que, já aos dez dias, esse fertilizante sofreu intensamente o fenômeno de amonificação, pois cerca de 38,3 mg, ou sejam 76,6% de seu nitrogênio, atingiram a forma amoniacal. Aos 20 dias 85,7% já atingiram aquela forma. Como se pode verificar o fenômeno é bastante intenso neste fertilizante. Os dados são apresentados no quadro 1 e a curva, na figura 1. Quanto ao fenômeno de nitrificação (figura 2), é também contínuo e rápido, pois em apenas 10 dias 9,2% do seu nitrogênio já atingiram a forma nítrica, sendo que no final dos 40 dias, cerca de 21% do total de seu nitrogênio atingiram aquela forma. Por esses resultados podemos afirmar que o nitrogênio na forma amídica, que é a forma apresentada pela uréia, é de fácil decomposição.

Quanto à torta de mamona, pôde-se concluir que o seu nitrogênio é de fácil transformação, pois também aos 10

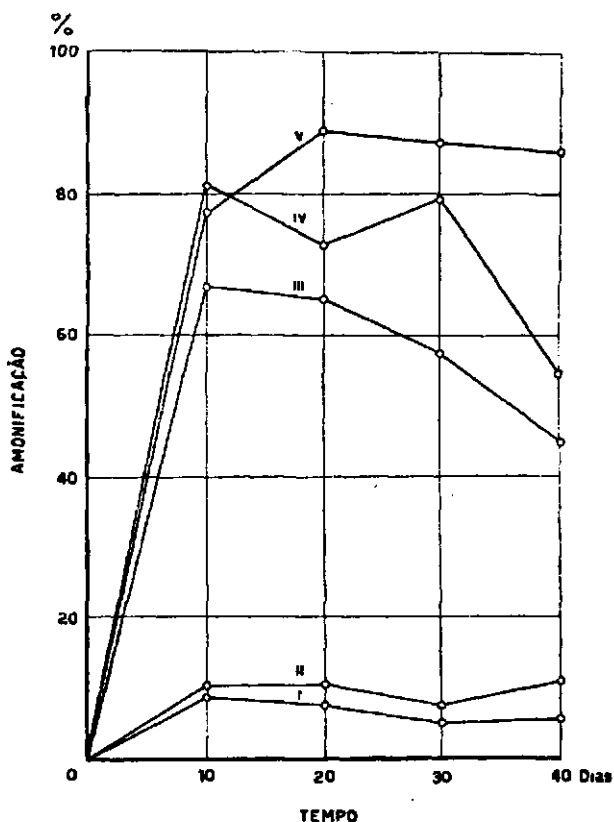


FIGURA 1. — Fenômeno de amonificação. Curvas traçadas de acordo com os teores porcentuais de nitrogênio amoniacal, dosados aos 10, 20, 30 e 40 dias da experiência. Vide explicações da legenda na figura 2.

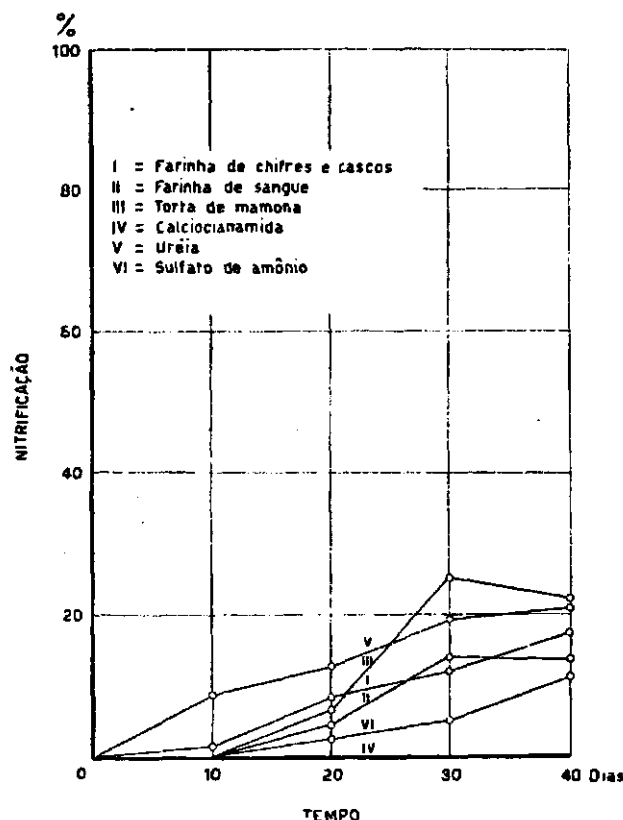


FIGURA 2. — Fenômeno de nitrificação. Curvas traçadas de acôrdo com os teores porcentuais de nitrogênio nítrico, dosados aos 10, 20, 30 e 40 dias da experiência.

dias do início da experiência cêrca de 68% de seu nitrogênio já atingiram a forma amoniacal. O fenômeno de nitrificação neste fertilizante se processa também de modo contínuo e crescente, uma vez que aos 30 dias atingiu a quantidade de 25% de nitrogênio. Concluimos que o nitrogênio protéico da torta é também fácil e rapidamente amonificado e nitrificado.

A farinha de sangue se portou de maneira bem inferior aos demais já descritos, porquanto aos 10 dias somente 10,8% de seu nitrogênio tinham sofrido o fenômeno de amonificação. Ao fim dos 40 dias, o total atingido pela amonificação nesse fertilizante foi de 11,4%. O fenômeno de nitrificação é contínuo e crescente, sendo que aos 10 dias atingiu 6%, para alcançar, aos 40 dias, o valor de 13,2%. Como pode ser verificado, o nitrogênio dêste fertilizante está numa forma mais resistente à decomposição do que os anteriormente descritos.

Finalmente, a farinha de chifres e cascos foi dos fertilizantes estudados o que menor quantidade de nitrogênio amoniacal apresentou. Com referência ao nitrogênio nítrico, a quantidade encontrada foi sempre contínua e crescente, mostrando que a passagem do nitrogênio pela forma amoniacal é bastante rápida, chegando logo à forma nítrica. Ao fim dos 40 dias do experimento, êste fertilizante apresentou 6,4% de nitrogênio amoniacal e 16,2% de nitrogênio nítrico, sendo portanto um fertilizante que também se transforma com relativa rapidez.

4 — CONCLUSÕES

a) Pela velocidade e intensidade do fenômeno de amonificação, os fertilizantes empregados nesta experiência apresentaram-se na seguinte ordem decrescente, dez dias depois de iniciada a experiência: calciocianamida, uréia, torta de mamona, farinha de san-

gue e farinha de chifres e cascos. Ao fim dos quarenta dias, somente houve inversão nos dois primeiros lugares, isto é, a uréia passou a ocupar o primeiro lugar, enquanto a calciocianamida passou para o segundo pôsto.

b) Já com o fenômeno de nitrificação, os fertilizantes comportaram-se diferentemente, pois a ordem decrescente foi a seguinte: aos dez dias de experiência — uréia, farinha de chifres e cascos, torta de mamona, farinha de sangue, sulfato de amônio e, finalmente, a calciocianamida; aos quarenta dias — torta de mamona, uréia, farinha de chifres e cascos, farinha de sangue, sulfato de amônio e, finalmente, a calciocianamida.

c) Pelos resultados obtidos pode ser verificado que, conforme a procedência do nitrogênio amoniacal, êle é rapidamente, ou não, transformado em nitrogênio nítrico. Assim, por exemplo, o nitrogênio da calciocianamida, que é rapidamente transformado em nitrogênio amoniacal, não é, entretanto, transformado em nitrogênio nítrico com rapidez, pois que ao fim de 40 dias somente traços de nitrogênio nesta forma foram encontrados, enquanto o fenômeno de amonificação neste fertilizante foi bastante intenso.

d) O fertilizante que maior decomposição sofreu foi a uréia, porquanto já aos dez dias apresentou 87,4% de seu nitrogênio transformados, sendo 76,6% de forma amoniacal e 10,8% na forma nítrica.

DETERMINATION OF THE PERIOD OF TIME NEEDED FOR
AMMONIFICATION AND NITRIFICATION OF SEVERAL
NITROGENOUS FERTILIZERS

SUMMARY

In this paper results obtained with the phenomenon of ammonification and nitrification in several nitrogen fertilizers are presented. The objective was the determination of the intensity and evolution of these phenomena.

For this purpose an experiment was set up including the following nitrogenous fertilizers: ammonium sulfate, urea, castor bean cake, blood meal, horn and hoof meal and calciumcyanamide.

The experiment was conducted during 40 days; after each ten days period, samples of the different treatments were taken and ammoniacal and nitric nitrogen were determined.

The results obtained show that the calciumcyanamide fertilizer ammonified more intensively, being followed by urea, castor bean cake, blood meal and finally horn and hoof meal. On the other hand concerning the phenomenon of nitrification, the results indicate that the castor bean cake nitrified the most, being followed in descrescent order by urea, horn and hoof meal, blood meal and ammonium sulfate. Results of calciumcyanamide analyses always presented traces of nitric nitrogen, showing that practically no nitrification occurred during the 40 days of the experiment.

LITERATURA CITADA

1. COWIE, G. A. The mechanism of the decomposition of cyanamide in the soil. *J. agric. Sci.* 10:[163]-176. 1920.
2. CROWTHER, E. M. & RICHARDSON, H. J. Studies of calcium cyanamide. I — The decomposition of calcium cyanamide in the soil and its effects on germination, nitrification and soil reaction. *J. agric. Sci.* 22:[300]-347. 1932.
3. HAMMENCE, J. H. A method for the determination of relative availability of nitrogen in nitrogenous fertilizers. *J. Sci. Fd Agric.* 1:92-96. 1950.
4. HILLEBRAND, W. F. & LUNDELL, G. E. F. Applied inorganic analysis. New York, John Wiley and Sons, 1929. p. 643.
5. MCCOOL, M. M. Properties and uses of calcium cyanamide. Prof. Pap. Boyce Thompson Inst. 1:226-239. 1933.
6. PRINCE, A. L. Determination of total nitrogen, ammonia, nitrates and nitrites in soils. *Soil Sci.* 59:[47]-52. 1945.
7. SMOCK, R. M. Some physiological studies with calcium cyanamide and certain of its decomposition products. Wooster, Ohio agric. Exp. Sta., 1953. 46 p. (Bulletin n. 555)
8. SNELL, F. D. & SNELL, C. T. Colorimetric methods of analysis. New York, D. Van Nostrand Company, Inc., 1936. p. 649.
9. TISDALE, S. L., NELSON, W. L., WELCH, C. D. [e outros]. Sources of nitrogen in crop production. Raleigh, N. C. agric. Exp. Sta., 1952. 63 p. (Technical Bulletin n. 96)
10. VERDADE, F. C. Dosagem dos nitratos do solo pelo método do ácido fenoldissulfônico. *Bragantia* 11:[1]-12. 1951.