

NITROGÊNIO E FÓSFORO NA FERTILIDADE DE ALGUNS SOLOS DA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS, NO ESTADO DO PARANÁ¹

MILTON RAMOS²

SINOPSE.- Um ensaio em casa de vegetação foi conduzido em 1969, na Estação Experimental de Ponta Grossa (IPEAME), com a finalidade de verificar os efeitos do nitrogênio e fósforo na fertilidade de alguns solos cultivados e nativos da região denominada Campos Gerais, situada no segundo planalto paranaense.

Estes solos derivam-se predominantemente do folhelho de Ponta Grossa (solos argilosos) e do arenito das Furnas (solos arenosos), ambos sedimentos devonianos.

Em estado nativo são de baixa fertilidade devido à pobreza em nutrientes como o fósforo, cálcio e magnésio, principalmente. Após alguns anos de cultivo apresentam certas modificações em função do manejo.

Ficou evidenciada a importância do fósforo, bem como a existência de uma interação significativa nitrogênio x fósforo. Houve efeito significativo do nitrogênio sobre os solos cultivados, na ausência do fósforo, e neste caso os solos nativos tiveram produção quase nula. Por outro lado, na ausência do nitrogênio, somente os solos nativos reagiram significativamente ao fósforo.

O fósforo residual foi mínimo, indicando uma considerável capacidade de fixar fosfatos nos solos estudados.

INTRODUÇÃO

Segundo Kavaliridze (1955), os solos da região dos Campos Gerais são originários de sedimentos devonianos. Entre estes sedimentos predominam o folhelho de Ponta Grossa e o arenito das Furnas.

O último origina solos ácidos, pobres em nutrientes e matéria orgânica, arenosos e com baixa capacidade de troca. O folhelho, por sua vez, origina solos fisicamente melhores, mas pobres em nutrientes como o fósforo, cálcio e magnésio, apesar de, às vezes, com teor regular de nitrogênio (Bodziak Jr. & Maack 1946).

Conforme trabalhos conduzidos em solos nativos, derivados do folhelho, somente se consegue produção em trigo quando se aplica fósforo (Kalckman & Pereira 1949). Verificaram, também, os autores, "uma pequena interação de nitrogênio com o fósforo", apesar de a disponibilidade de nitrogênio ser muito elevada, com boa relação carbono:nitrogênio.

Trabalhos recentes, conduzidos nos mesmos solos, cultivados após anos, indicam um leve aumento no teor de fósforo, havendo, assim mesmo, que se aplicarem fertilizantes fosfatados para se obterem produções médias em trigo. Poucos são os solos que apresentam teor residual de fósforo acima de 10 partes por milhão (ppm), apesar de receberem anualmente aplicações de fosfato, sempre superiores às retiradas dos cultivos. Estes solos, às vezes com idêntico potencial inicial, apresentam um potencial atual diverso, em razão, por certo, do manejo dado, doses e fontes de fertilizantes fosfatados, fertilizações nitrogenadas, etc.

Observou-se, também, que em anos não chuvosos há boas respostas para aplicações de nitrogênio, e que estas respostas são menos intensas nos anos chuvosos (Ramos 1969).

Segundo Smith *et al.* (1949), um teor de nitrogênio mais ou menos elevado no solo pode acarretar, nas plantas, uma diminuição do conteúdo mineral, inclusive fósforo, uma vez que o nitrogênio dá lugar a um rápido desenvolvimento vegetativo.

Em trabalhos conduzidos a campo, na Estação Experimental de Ponta Grossa, verificou-se que aplicações elevadas de nitrogênio, embora balanceadas com aplicações de fósforo e potássio, acarretaram um exuberante desenvolvimento vegetativo no trigo, provocando debilidade das plantas, acamamento e uma fraca produção de grãos, com baixo peso de 1.000 grãos (Ramos 1969).

Por outro lado, a absorção de uma grande quantidade de fósforo está condicionada a um conteúdo elevado de nitrogênio na planta, havendo correlação positiva entre os teores de fósforo e de proteína das plantas (Lawton 1945). Segundo o mesmo autor, a deficiência do solo em fósforo acarreta maior relação nitrogênio:fósforo na planta; entretanto, se o solo for fertilizado com nitrogênio e fósforo, haverá uma relação ideal entre as porcentagens dos mesmos, absorvidos pela planta.

Os fosfatos são bastante eficientes na estimulação de todos os organismos do solo, inclusive os nitrificadores; e às vezes pode ser tão grande a quantidade de fósforo imobilizado que pode a adubação resultar deficiente para os cultivos (Lyon & Buckmann 1947).

Tomando-se solos nativos, de textura diversa (argilosa e arenosa) e cultivados (oriundos de manejos diferentes), procurou-se verificar o efeito do nitrogênio e fósforo na fertilidade de cada solo.

¹ Recebido 1.º mar. 1971, aceito 20 mai. 1971.

² Eng.º Agrônomo, técnico em solos do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias Meridional (IPEAME), Caixa Postal 177, Curitiba, Paraná.

QUADRO 1. Dosagens de nutrientes (g/vaso)

Nível	Nutrientes					
	Fósforo			K ₂ O	Ca O	Mg O
	N	P ₂ O ₅ (g)	P (ppm)			
1	0,38	0,54	100	1,08	3,72	2,84
2	0,72	1,08	200	—	—	—
3	—	2,16	400	—	—	—
4	—	3,24	600	—	—	—

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se vasos plásticos com capacidade de 2,5 kg de solo.

As amostras para estudo foram coletadas a uma profundidade de 20-30 cm, tendo sido peneiradas em malhas de 2 mm, após secagem ao ar livre.

Como fonte de nutrientes utilizaram-se fertilizantes comuns: sulfato de amônio (20% N); superfosfato simples (18% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O). Aplicou-se calcário dolomítico (31% CaO + 22% MgO) com a finalidade de eliminar alumínio trocável e elevar o teor de cálcio e magnésio como nutrientes. No Quadro 1 estão as dosagens de nutrientes usadas no trabalho.

A planta reagente foi trigo (linhagem Pel A 506-64) e foram usadas cinco plantas por vaso. Durante o período de crescimento e até a completa maturação e colheita, os vasos receberam água de acordo com a massa vegetativa, a fim de manter-se um nível próximo à capacidade de campo.

O ensaio foi um fatorial N-P, 3 × 5 para cada tipo de solo, distribuídos em blocos ao acaso. Foram estudados cinco solos, sendo dois oriundos de campo nativo e os demais, de campo cultivado, cujas características podem ser observadas no Quadro 2.

O solo A teve, durante alguns anos, como fonte de fósforo, farinha de ossos e depois superfosfato simples; o solo C, escória de Thomas, e o solo E, superfosfato simples.

Os solos foram analisados segundo os métodos para análise de rotina, adotados pelo Programa Nacional de Fertilidade de Solo.

RESULTADOS

No Quadro 3 estão as produções por vaso nos níveis diversos de nitrogênio e fósforo. Observam-se baixas produções na ausência de nitrogênio para os solos cultivados, e produções quase nulas para os solos nativos na ausência do fósforo.

Pode-se observar na Fig. 1 que, nos grupos, cultivados e nativos, os solos reagiram semelhantemente, tanto a fósforo quanto a nitrogênio.

No Quadro 4 estão as análises da variância dos efeitos do nitrogênio, fósforo e interação. O efeito principal de nitrogênio, fósforo e interação foi altamente significativo sobre todos os solos. Observaram-se, entretanto, valores F mais altos para nitrogênio, sobre os solos cultivados, e mais altos para fósforo, sobre os solos nativos.

Na análise da interação, segundo Gomes (1966), observa-se que o efeito do fósforo sobre os solos cultiva-

QUADRO 3. Efeito de nitrogênio e fósforo na produção (g/vaso)

Solo	Nitrogênio	Fósforo				
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
A. Cultivado* (FO + SS)	N ₀	2,18	2,89	3,28	3,30	3,33
	N ₁	5,12	8,77	10,20	12,29	14,58
	N ₂	6,20	10,88	12,82	13,62	17,62
B. Nativo (argiloso)	N ₀	0,40	5,90	7,23	7,08	8,30
	N ₁	0,25	10,60	12,23	15,31	16,27
	N ₂	0,16	12,17	15,20	15,66	21,46
C. Cultivado* (ET)	N ₀	3,00	3,62	4,03	4,15	4,37
	N ₁	5,82	10,20	10,68	13,38	14,35
	N ₂	7,75	15,52	13,27	14,65	18,36
D. Nativo (arenoso)	N ₀	0,22	4,22	5,05	5,70	6,27
	N ₁	0,67	10,98	12,28	12,28	15,96
	N ₂	0,10	13,31	16,10	16,55	19,65
E. Cultivado* (SS)	N ₀	2,30	3,03	3,23	3,37	4,00
	N ₁	4,95	10,67	10,57	10,20	12,27
	N ₂	6,15	11,63	12,06	13,37	16,14

*FO = farinha de ossos, SS = superfosfato simples, ET = escória de Thomas

QUADRO 2. Características gerais dos solos utilizados no trabalho

Solo	Origem	Textura	Análise física (%)			pH	Análise química					Manejo*
			Areia	Limo	Argila		C (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca + Mg (me)	Al (me)	
A	Folhelho	—	—	—	—	5,2	—	6	61	5,3	0,5	Cultivado (FO + SS)
B	Folhelho	Argiloso	15,9	24,0	60,2	5,4	3,24	tr	107	2,4	2,1	Nativo
C	—	Argiloso	29,8	10,0	60,2	5,3	3,20	9	180	4,3	0,5	Cultivado (ET)
D	Arenito	Argilo-arenoso	46,4	8,0	45,6	5,2	2,06	1	94	1,8	1,5	Nativo
E	Folhelho	Argiloso	29,8	16,0	54,2	5,0	2,76	10	84	4,0	1,0	Cultivado (SS)

*FO = farinha de ossos, SS = superfosfato simples, ET = escória de Thomas.

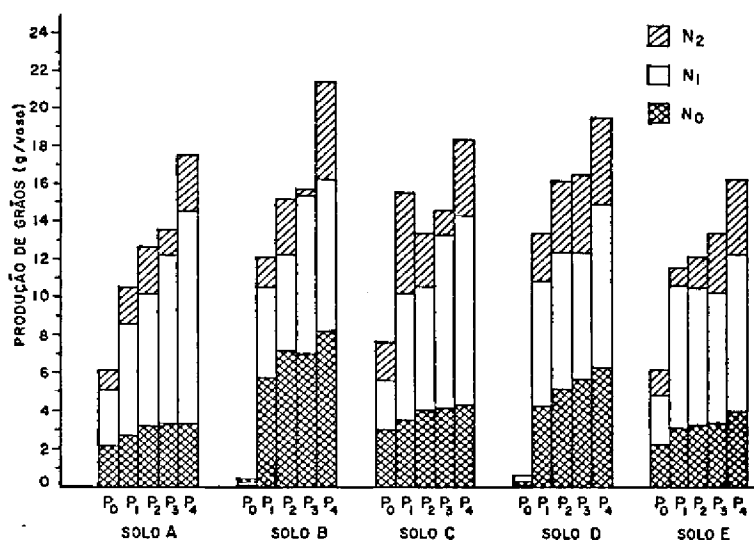


FIG. 1. Efeito de nitrogênio e fósforo na fertilidade de cinco solos da região dos Campos Gerais, Paraná.

dos não foi significativo na ausência do nitrogênio. Por outro lado, sobre os solos nativos o efeito de fósforo foi sempre significativo, sendo os valores F mais altos em relação aos solos cultivados, e em ambos os casos aumentam com as doses de nitrogênio.

O efeito do nitrogênio, na ausência do fósforo, não foi significativo sobre os solos nativos. Sobre os solos cultivados, o efeito foi altamente significativo.

Para ambos os grupos de solos, os valores F são tanto mais elevados quanto maiores são as doses de fósforo, sendo, em geral, mais altos para os solos cultivados.

No Quadro 5 estão os teores de fósforo nos vasos após a colheita. O fósforo residual foi menor nos solos A e B, tendo sido semelhante nos demais solos, e em geral o seu teor foi mínimo, variando de 5 a 20% em relação ao fósforo aplicado.

DISCUSSÃO

O efeito altamente significativo do fósforo sobre todos os solos e a produção quase nula nos solos nativos B e D

indicam, sem dúvida, a importância crítica deste nutriente para os solos dos Campos Gerais, confirmando as observações de Bodziak Jr. e Maack (1946) e de Kalckman e Pereira (1949).

Na ausência de fósforo, somente os solos cultivados reagem significativamente à aplicação do nitrogênio, e isto deve-se a um teor de fósforo residual proveniente de adubações fosfatadas através dos anos.

Verifica-se, também, que este teor residual de fósforo influencia a resposta dos solos ao fósforo. Assim, dentre os solos cultivados, o solo A, com teor residual igual a 6 partes por milhão, reagiu mais intensamente ao fósforo que os solos C e E. Por sua vez, estes últimos, com 9 e 10 partes por milhão de fósforo residual, respectivamente, reagiram de forma semelhante.

O fósforo agiu significativamente sobre os solos nativos na ausência de nitrogênio. Tal fato é confirmado pelas observações de Russel (1934), segundo as quais o teor de matéria orgânica tende a decrescer, à medida que o solo vai sendo cultivado através dos anos. Note-se que, neste caso, os solos cultivados não reagiram ao fósforo.

QUADRO 4. Variância dos efeitos do nitrogênio, fósforo e interação sobre os solos

Solos	Valores F*										Coeficiente de variação (%)	
	Efeitos principais			Efeito de fósforo em			Efeito de nitrogênio em					
	N	P	N x P	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃		P ₄
Cultivados^b												
A (resíduo FO+SS)	708,29	135,15	24,60	1,45	77,89	105,17	26,64	99,86	146,92	190,67	342,94	8,31
C (resíduo ET)	611,01	98,21	10,81	1,48	56,05	74,30	28,78	107,38	114,48	165,43	261,89	8,20
E (resíduo SS)	696,67	109,99	18,11	2,58	52,95	90,88	26,42	151,08	151,94	177,81	261,84	8,03
Nativos												
B (argiloso)	191,00	280,01	18,51	27,47	114,80	174,76	0,04	34,08	45,56	66,20	123,40	10,46
D (arenoso)	306,31	246,84	21,35	17,17	89,04	173,33	0,27	66,45	93,79	88,97	142,26	10,81

*Limites de significância: 3,34 (5%) e 5,45 (1%) para nitrogênio, 2,71 (5%) e 4,07 (1%) para fósforo, 3,23 (1%) para interação N x P.
^bPQ = farinha de ossos, SS = superfosfato simples, ET = escória de Thomas.

QUADRO 5. Teor de fósforo nos solos após a colheita (ppm)

Solo	Fósforo aplicado (ppm)				
	0	100	200	400	600
A	6,1	12,9	23,4	43,5	65,5
B	1,4	7,5	16,6	37,6	59,2
C	8,7	19,4	34,7	56,2	97,0
D	2,3	11,4	26,6	50,0	106,8
E	9,2	16,3	28,7	51,2	94,5

Provavelmente em razão da textura arenosa, o solo D respondeu mais a nitrogênio que o solo B. Já dentre os cultivados, observa-se que o comportamento foi diverso entre os três solos, em razão, certamente, do manejo dado a cada solo.

O teor mínimo de fósforo na análise após a colheita parece indicar uma alta capacidade de fixação nos solos. Vários trabalhos têm demonstrado que a grande maioria dos solos de regiões tropicais e subtropicais, que se incluem nos grandes grupos dos Oxissolos e Ultissolos, têm uma capacidade apreciável de fixar os fosfatos do próprio solo e os fosfatos aplicados. Assim o demonstram trabalhos conduzidos com vários solos do Rio Grande do Sul (Syers *et al.*, dados não publicados) e com latossolos da Amazônia (Fassbender 1969).

Atribuindo-se às plantas uma retirada média de 10 a 20% do fósforo aplicado, é possível prever-se uma capacidade de fixação acima de 60% para os solos estudados.

Pode-se ainda presumir que esta capacidade de fixação, variável de acordo com o tipo de solo, tenha marcante influência sobre seu potencial.

REFERÊNCIAS

- Bodziak Jr., C. & Maack, R. 1946. Contribuição ao conhecimento dos solos dos Campos Gerais no Estado do Paraná. Inst. Biol. Pesq. tecnol., Curitiba.
- Fassbender, H.W. 1969. Phosphorus fixation in tropical soils. *Agri Digest* 18:20-26.
- Gomes, F.P. 1966. Curso de estatística experimental. Esc. sup. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Kalckman, R.E. & Pereira, H. 1949. Ensaio de adubação e calagem de trigo em Ponta Grossa, Brasil. Serv. nac. Pesq. agron., Min. Agric., Rio de Janeiro.
- Kavaleridze, C.W. 1955. Solos do Estado do Paraná. Inst. Biol. Pesq. tecnol., Curitiba.
- Lawton, L. 1945. The influence of aeration on the growth and absorption of nutrients by corn plants. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 10:265-268.
- Lyon, T.L. & Buckman, H.O. 1947. Edafologia, naturaleza y propiedades del suelo. Acme Agency, Buenos Aires.
- Ramos, M. 1969. Fertilização mineral para o trigo. Estação Experimental de Ponta Grossa, IPEAME. (Dados não publicados)
- Russel, E.J. 1934. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Editorial Poblet, Buenos Aires.
- Smith, J.C., Copp, L.C. & Potts, R.C. 1949. The effects of fertilizer treatment upon yield and composition of wheat forage. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* 14:241-245.
- Syers, J.K., Evans, T.G., Williams, J.D.H. & Murdock, J.T. (s.d.). Phosphate retention characteristics of representative soils from Rio Grande do Sul, Brasil. (Dados não publicados)

ABSTRACT.- Ramos, M. 1972. *The nitrogen and phosphorus influence on the fertility of soils from Campos Gerais, in the State of Paraná, Brazil.* *Pesq. agropec. bras., Sér. Agron.,* 7:115-118. (Inst. Pesq. Agropec. Meridional, C.P. 177, Curitiba, PR, Brazil)

The influence of nitrogen and phosphorus fertilization on the fertility of five soils from the Campos Gerais area in the State of Paraná, Brazil, was observed in greenhouse studies. These soils are derived from Ponta Grossa shale and Furnas sandstone, both are devonian sedimentary deposits. In their native state the soils derived from these parent materials have low levels of phosphorus, calcium and magnesium. This status may be modified after several years of cultivation, depending upon the level of management.

Responses to phosphorus, as well as significant nitrogen x phosphorus interaction, were evident. There was a significant response to nitrogen on cultivated soils, even in the absence of phosphorus fertilization. Nitrogen response on the native soils was nil, unless phosphorus was applied. On the other hand, in the absence of nitrogen, only the native soils reacted significantly to phosphorus applications. Phosphorus residual was minimum, indicating that these soils have considerable capacity to fix phosphorus.