

Efeito de diferentes doses de nitrogenio e modos de aplicação do fertilizantes fosfatado e nitrogenado na eficiencia da utilização do fósforo pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)^{*1/} ————— A. M. L. NEPTUNE**, T. MURAOKA***, S. LOURENÇO****.

ABSTRACT

An experiment was carried out, in Rubrozem great soil group (a Palehumult), in order to study the effect of different rates of nitrogen and placements of phosphate and nitrogen fertilizer on efficiency of fertilizer phosphorus utilization by common bean (Phaseolus vulgaris L.) cv 'Iguaçu'

The results this experiment showed that 1) The broadcast application gave the lowest yield and lowest uptake of fertilizer phosphorus 2) The best results in respect to the yield and uptake of fertilizer phosphorus, were obtained with the application of phosphate fertilizer in the seed row, separated from the seed with a layer of soil the application at 5 cm distance from the seed row, at 10 cm depth. 3) There was no interaction of nitrogen with the phosphorus placement 4) There was a positive effect of nitrogen on yield and utilization of fertilizer phosphorus.

Introdução

VÁRIOS fatores influem na eficiência de um fertilizante. Entre eles podemos citar: localização correta, fornecimento na época conveniente, quantidade e fonte adequada, natureza do solo, sistema radicular da cultura, condições climáticas, propriedades químicas e físicas do próprio fertilizante e interação que às vezes existe entre os nutrientes dos fertilizantes.

O fertilizante pode ser colocado no solo por diversos modos: na linha da semeadura com as sementes, em faixa, em cobertura a lanço, a lanço e misturado no solo, etc

Comumente a aplicação do fertilizante ao lado e abaixo da linha de semeadura é considerado ser a melhor localização (8, 9, 10, 11, 19). Mas a importância da localização dos nutrientes contidos nos fertilizantes não

pode ser igual para todos por causa das propriedades químicas inerentes a cada um. Por exemplo, o nitrogênio move-se na água do solo como íon nitrato, enquanto que o íon fosfato move-se lentamente no solo e a curtas distâncias.

Por outro lado, trabalho de vários pesquisadores mostraram que a aplicação do nitrogênio pode resultar em um aumento na absorção do fósforo pela planta e isso parece ser um fenômeno geral nas relações solo-planta.

A localização de fertilizante na maioria das culturas tem sido extensivamente estudadas (6, 9, 10, 11, 19, 20, 23) mas poucas informações existem a respeito da localização de fertilizante em *Phaseolus vulgaris*. Cook e Hulbert (8) sugeriram aplicação em faixa, a 2,5 e a 4 cm de distância e 4 a 5 cm abaixo da linha de semeadura, e Miranda *et al.* (9), obtiveram bons resultados com aplicação em faixa.

O objetivo do presente experimento foi comparar diversos modos de aplicação do fertilizante fosfatado e o efeito do fertilizante nitrogenado na produção e utilização do fósforo do fertilizante pelo feijoeiro

Materiais e Métodos

O feijão utilizado é o cultivar 'Iguaçu' e o solo onde foi conduzido o experimento é um Rubrozem in-

* Recebido para publicação em 18 outubro de 1977.

1/ Trabalho patrocinado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear do Brasil

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 13400 Piracicaba, SP, Brasil

*** Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 13400 Piracicaba, SP, Brasil

**** EMBRAPA, Brasília, DF, Brasil.

tergrade latosol húmico, (*Palehumult*) localizado em Curitiba, Estado de Paraná. As propriedades químicas do solo estão na Tabela 1.

O experimento fatorial 3 x 4, com 4 repetições, constou dos seguintes tratamentos: A₀) sem nitrogênio, com a aplicação do fósforo na linha de semeadura, mas abaixo das sementes, separado com uma camada de solo; A₃₀) com N (30 kg/ha), com fósforo aplicado como no tratamento A₀; A₆₀) com N (60 kg/ha) e com fósforo aplicado como no tratamento A₀; B₀) sem nitrogênio, e o fósforo aplicado em faixa a 10 cm de profundidade, 5 cm de distancia da linha de semeadura; B₃₀) com N (30 kg/ha) e o fósforo aplicado como em B₀; B₆₀) com N (60 kg/ha) e o fósforo aplicado como em B₀; C₀) sem nitrogênio, com a aplicação do fósforo em faixa a 10 cm profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; C₃₀) com N (30 kg/ha) e fósforo aplicado como no tratamento C₀; C₆₀) com N (60 kg/ha) e o fósforo aplicado como no tratamento C₀; D₀) sem nitrogênio, e fósforo aplicado a lanço e misturado no solo; D₃₀; D₆₀) com N (60 kg/ha) e fósforo aplicado como no tratamento D₀.

O nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio; o fósforo foi aplicado na dosagem de 120 kg P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples; e o potássio foi aplicado na dosagem de 60 kg de K₂O/ha, na forma de cloreto de potássio. O superfosfato radioativo usado tinha uma atividade de 1,2 mCi de ³²P/g de P₂O₅ e foi adquirido da T.V.A., Alabama, U.S.A.

Cada parcela de 2,5 x 5 m, consistia de 5 linhas com espaçamento de 50 cm entre linhas.

O superfosfato-³²P foi aplicado nos 2 metros centrais da terceira linha de cada parcela, e o superfosfato comum foi aplicado no resto da parcela, de acordo com os respectivos tratamentos. Os fertilizantes nitrogenado e o potássico foram aplicados juntamente com o superfosfato.

A semeadura foi feita no dia 17 de setembro de 1974. As sementes foram inoculadas com uma mistura de estirpes de bactérias do gênero *Rhizobium*, 127-K-14 e 127-K-17 da Nitragin Co, USA e CENA-04, isolado de alguns solos do município de Piracicaba. Os inóculos foram gentilmente cedidos pela Seção de

Microbiologia do Solo do CENA. As amostragens de plantas foram feitas no dia 24 de outubro e 13 de novembro e a colheita final no dia 17 de janeiro.

A análise do solo do local do experimento foi feita sobre uma amostra composta. O pH do solo foi determinado potenciométricamente em uma suspensão solo-água na proporção de 1:2,5 e também em uma suspensão de solo-KCl, 1:2,5. O carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley e Black (15); o fósforo solúvel, após extração com H₂SO₄ 0,05 N, foi determinado, por fotolorimetria, pelo método vanadato-molibdato. O potássio trocável foi extraído com HNO₃ 0,05 N e determinado por fotometria de chama. O cálcio e o magnésio trocáveis, foram extraídos com HNO₃ 0,05 N e determinado por espectrofotometria de absorção atômica. O hidrogênio trocável foi extraído com acetato de cálcio e o Al trocável com KCl 1N (5, 15, 22).

As amostras de plantas após secagem a 65-70°C e moagem no moinho Wiley malha 20, foram digeridas com ácido nítrico e perclórico. Os materiais digeridos foram diluídos em água e a radioatividade de ³²P foi contada diretamente nos 20 ml de cada extrato, no cintilador líquido Nuclear Chicago Modelo 724, pelo efeito Cerenkov (2). No mesmo extrato nítrico-perclórico, foi determinado o fósforo total por fotolorimetria pelo método de vanadato-molibdato.

Depois da colheita, as amostras de grão foram analisadas pelos mesmos métodos acima descritos.

Determinou-se a Porcentagem do fósforo proveniente do fertilizante (% PPF) pela fórmula:

$$\% \text{ PPF} = \frac{S_a}{S_f} \times 100$$

onde,

S_a = atividade específica na amostra, em CPM/mg de fósforo, isto é, contagem por minuto de ³²P por mg de fósforo na amostra.

S_f = atividade específica no fertilizante, CPM/mg de fósforo, isto é, contagem por minuto de ³²P por mg de fósforo no fertilizante.

Quadro 1.—Características químicas e análise granulométrica do solo utilizado no experimento

Distribuição de Tamanho de Partículas			pH		M O	Al ³⁺	H+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P mgP/kg solo
Areia %	Limo %	Argila %	(H ₂ O)	(KCl)						
46,2	27,7	26,1	4,2	3,9	7,45	6,00	22,88	0,712	0,08	11,60

Quadro 2—Efeito de doses de nitrogênio e diferentes modos de localização de fósforo na produção de feijão e na porcentagem de fósforo na planta e no grão, proveniente de fertilizante (Médias de quatro repetições)

Tratamento ^a	Produção kg/ha	% de fósforo na planta e no grão proveniente de fertilizante		
		1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
A ₀	1324	69,7	54,9	36,7
B ₀	1528	68,5	58,7	34,5
C ₀	1455	50,2	59,6	34,6
D ₀	1392	11,1	13,0	12,4
A ₃₀	2108	68,4	61,4	42,0
B ₃₀	2218	65,4	63,4	42,7
C ₃₀	1850	47,3	58,8	39,5
D ₃₀	1464	9,3	17,4	16,7
A ₆₀	2340	69,0	69,6	54,7
B ₆₀	2446	66,2	65,1	59,8
C ₆₀	2342	54,4	60,5	56,0
D ₆₀	1857	9,6	22,6	16,7

^a A = na linha de semeadura, abaixo das sementes, separado em uma camada de solo; B = a 10 cm de profundidade e a 5 cm de distância da linha de semeadura; C = a 10 cm de profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; D = a lânc. Os valores referem-se a kg/ha de nitrogênio

Resultados e Discussão

Os resultados estão nos Quadros 1 a 5

De acordo com os dados do Quadro 1, o valor pH desse solo é bastante baixo e o teor de matéria orgânica, é muito alto. Apesar do alto teor de Al trocável, aparentemente não se observou sintomas de toxicidade de alumínio. Parte desse alumínio deve estar ligado a matéria orgânica do solo.

Não houve interação na porcentagem do fósforo proveniente do fertilizante entre a dose de nitrogênio aplicado e localização (Quadros 2 a 3) nas duas amostragens e no grão.

Na primeira amostragem a dose de nitrogênio não afetou a % PPF (% de fósforo proveniente do fertilizante). Comparando-se as diferentes localizações, os tratamentos A e B foram mais eficientes (Quadro 4). Nota-se que o feijoeiro ainda não usou eficientemente aos 30 dias o fósforo do adubo colocado a 10 cm de distância (trat. C), em comparação com a aplicação a 5 cm de distância (trat. B).

Analisando-se os resultados da segunda amostragem (Quadro 4), observa-se que as doses de nitrogênio afetaram a % PPF, a qual aumentou com as doses de nitrogênio aplicado (Quadros 2 e 4). Considerando-se as diferentes localizações (Quadros 2 e 5) o desenvolvimento do sistema radicular deve ter possibilitado a melhor utilização do adubo colocado a 10 cm de distância e a 10 cm de profundidade (tratamento C), pois neste estágio, os resultados dos tratamentos C não diferiram daqueles dos tratamentos A e B. Ocorreu um aumento na % PPF nas plantas do tratamento C, em relação às plantas da primeira amostragem, enquanto que houve diminuição dessa % PPF nas plantas dos tratamentos A e B. O tratamento D, embora tenha aumentado sensivelmente a utilização de P do fer-

Quadro 3—Análise de variância do experimento para porcentagens do fósforo proveniente do fertilizante na planta (1ª e 2ª amostragens) e no grão, e produção de grão (teste F).

Causa da Variação	GL	Teste F			Produção de grão (kg/ha)
		% PPF ^a			
		1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão	
N	2	n s.	7,0*	21,7**	36,8**
Localização	3	148,81**	161,2**	45,0**	7,0**
N × localização	6	n s.	n s.	n s.	n s.
Bloco	3	—	—	—	—
Resíduo	33	—	—	—	—
Total	47	—	—	—	—

^a % PPF = Porcentagem de fósforo proveniente do fertilizante

Quadro 4—Efeito de aplicação do nitrogênio na produção e na porcentagem de fósforo na planta e no grão, proveniente do fertilizante.

Tratamiento (kg N/ha)	% de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante			
	kg/ha	1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
0	1424,8 ^{a*}	49,8 ^a	46,6 ^a	29,5 ^a
30	1909,9 ^b	47,5 ^a	50,3 ^{ab}	35,2 ^a
60	2246,1 ^c	49,8 ^a	54,5 ^b	46,8 ^b
d m s. (Tukey 5%)	236,3	n s.	5,2	6,5
c.v.	14,6	15,8	11,8	20,3

* Os números em cada coluna seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente ao nível de 5%

tilizante, continuo sendo bem inferior aos demais, pois apenas 17,70% do fósforo na planta do fertilizante, em contraste com 59,67%, 61,98% e 62,41% dos tratamentos C, A e B, respectivamente.

Com respeito a produção de grãos, não se observou interação N versus localização. O feijoeiro respondeu significativamente a aplicação de fertilizante até 60 kg N/ha, a dose máxima utilizada. A localização do fertilizante do tratamento B apresentou o melhor resultado, seguido pelos tratamentos A e C, embora não tenham apresentado diferenças estatisticamente significativas. Estes tres tratamentos foram significativamente superiores ao tratamento D.

Considerando-se o efeito da dose de N na % PPF no grão, a aplicação de 60 kg N/ha proporcionou melhor utilização do fósforo, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos 0 e 30 kg N/ha. Comparando-se o efeito da localização na % PPF no grão, notou-se as mesmas tendências observadas durante o desenvolvimento da planta, isto é, os tratamentos A, B e C foram similares, mas significativamente melhores do que o tratamento D.

A ineficiência do tratamento D (a lanço e misturado no solo) pode ser atribuído ao sistema radicular do feijão que alcança lateralmente somente 20 a 25 cm (1) e à fixação do fósforo, que aumenta quando se mistura o fertilizante com o solo (24). Portanto, o

Quadro 5—Efeito da localização do fósforo na produção e na porcentagem de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante.

Tratamiento**	Produção	% de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante		
	kg/ha	1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
A	1923,9 ^{a*}	69,0 ^a	62,0 ^a	44,5 ^a
B	1570,7 ^b	66,7 ^a	62,4 ^a	45,7 ^a
C	2064,1 ^a	50,6 ^b	59,7 ^a	43,3 ^a
D	1882,5 ^a	10,0 ^c	17,70 ^b	15,3 ^b
d m. (Tukey 5%)	301,9	8,6	6,6	8,4
c.v.		14,9	11,8	20,3

* Os números em cada coluna seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente ao nível de 5%.

** A = na linha de semeadura, abaixo das sementes, separado em uma camada de solo; B = a 10 cm de profundidade e a 5 cm de distância da linha de semeadura; C = a 10 cm de profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; D = a lanço.

resultado poderia não ser o mesmo numa outra cultura ou em uma unidade diferente de solo.

O efeito positivo da aplicação do nitrogênio na utilização do fósforo do fertilizante pode ser devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular, resultando uma distribuição das raízes em um volume maior de solo, estabelecendo destarte maior contacto com o fósforo do fertilizante, principalmente na zona contendo os adubos nitrogenados e fosfatados (12, 13, 18). Por outro lado, a planta pode ter sido fisiologicamente estimulada pela absorção do nitrogênio provocando uma maior exigência em fósforo (3, 7, 14, 17). Pode-se admitir ainda que os efeitos do nitrogênio sobre a absorção do fósforo sejam devidos às interações químicas entre os sais de nitrogênio e fósforo (4, 16).

A aplicação do fertilizante em faixa, perto ou abaixo das sementes, foi melhor talvez por causa da melhor utilização do fósforo desde o início, com consequente melhor desenvolvimento da planta

Conclusão

Com aplicação a lanço obteve-se menor produção e menos absorção de fósforo do fertilizante

A aplicação do fertilizante fosfatado no sulco, separado da semente com uma camada de solo e a aplicação a 5 cm de distância da linha de semeadura, a 10 cm de profundidade, deram os melhores resultados, no que diz respeito a produção e absorção de fósforo do fertilizante

Não houve interação do nitrogênio com a localização do fósforo.

Verificou-se afeito positivo de nitrogênio na produção e utilização do fósforo do fertilizante.

Resumo

Em solo Rubrozem Intergrade Latosol Húmico, estudou-se os afeitos de diferentes doses de nitrogênio e localização do fertilizante fosfatado e nitrogenado na eficiência de utilização do fósforo pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Iguacu.

Os resultados desse experimento demonstraram que: 1) a aplicação a lanço deu as mais baixas produções de feijão e absorção do fósforo do fertilizante 2) Os melhores resultados no que diz respeito a produção e absorção de fósforo do fertilizante, foram obtidos com a aplicação de fertilizante fosfatado na linha de semeadura, separado das sementes com uma camada de solo e a aplicação a 5 cm de distância da linha de semeadura, a 10 cm de profundidade. 3) Não houve interação do nitrogênio com a localização do fósforo 4) Houve em efeito positivo do nitrogênio na produção e utilização do fósforo do fertilizante.

Literatura citada

1. AVILAN R., L. A. e NEPTUNE, A. M. L. Estudio del Sistema Radicular del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L., variedad Carioca), por los métodos del monolito, sonda y radioisotopos en un suelo del orden Alfisol. *Agronomía Tropical* 26(2): 117-142. 1976
2. AWERBUCH, T. e AVNIMELECH, Y. Counting ^{32}P in plant tissues using the Cerenkov effect. *Plant and Soil*. 22: 260-264. 1970.
3. BENNETT, W. F. PESEK, J. e HANWAY, J. Effect of nitrogen on phosphorus absorption by corn. *Agronomy Journal*. 5-4: 437-442. 1962.
4. CALDWELL, A. C. The influence of various nitrogen carriers on the availability of fertilizer phosphorus to plants. *International Congress of Soil Science, Transactions 7th, Madison, Wis.* 3; 517-525. 1960.
5. CATANI, R. A., GALLO, J. R., e GARGANTINI, H. Amostragem de solo, método de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, Nº 69, 1955. 29 p.
6. CLAPP, J. G., Jr., e SMALL, H. G., Influence of "pop-up" fertilizers on soybean stands and yield. *Agronomy Journal*. 62: 802-803. 1970
7. COLE, C. V., GRUNES, D. L., PORTER e OLSEN, S. R. The effects of nitrogen on short-term phosphorus absorption and translocation in corn (*Zea mays*). *Soil Science Society of America, Proceedings* 27: 671-674. 1963.
8. COOK, R. L. e HULBURT, W. C. Applying fertilizers. *USDA Yearbook of Agriculture*. Washington, 1957 pp. 216-229.
9. COOKE, G. W. Placement of fertilizers for row crops. *Journal of Agricultural Science*. 359-373. 1949
10. ————— e WIDDOWSON, F. V. Placement of fertilizer for row crops. *Journal of Agricultural Science* 43(3): 348-357. 1953
11. ————— JACKSON, M. V., WIDDOWSON, F. V. e WILCOX, J. C. Fertilizer placement for horticultural crops. *Journal of Agricultural Science*. 47: 249-256. 1956.
12. DUNCAN, W. G. e OHROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. II. Root development in the band. *Agronomy Journal*. 50: 605-608. 1958.
13. ————— e OHROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. III. Band volume concentration and nutrient composition. *Agronomy Journal*. 51: 103-106. 1959
14. GRUNES, D. L., VIETS, F. G., Jr. e SHIH, S. H. Proportionate uptake of soil and fertilizer phosphorus by plant as effected by nitrogen fertilization. I. Growth chamber experiment. *Soil Science Society of America, Proceedings*. 22: 43-48. 1958.
15. JACKSON, M. L. *Soil Chemical analyses*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N-J, 1958. 498p.

16. LORENZ, O. A. e JOHNSON, L. M. Nitrogen fertilization as related to the availability of phosphorus in certain California soils. *Soil Science* 75: 119-129. 1953.
17. MILLER, M. H. Influence of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on root growth and phosphorus absorption by corn from a fertilizer band. *Agronomy Journal* 57: 393-396. 1965.
18. ————e OHLROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands I. Effect of placement of nitrogen on the uptake band of placed phosphorus at different soil phosphorus levels. *Agronomy Journal* 50: 95-97. 1958.
19. MIRANDA, A. de R., VIEIRA, C. e COUTO, F. A. A. Efeito do modo de localização dos adubos, no solo, sobre as culturas de amendoim, ervilha e feijão. *Experientiae* (Universidade de Viçosa, M. G.), 10(2): 23-42. 1970.
20. NEPTUNE, A. M. L. Estudos sobre adubação e diagnose foliar do milho (*Zea mays*, L.). Tese para Professor Catedrático, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S. Paulo. 167 p (mimeografado). 1966.
21. RENNIE, D. A. e SOPER, R. J. The effect of nitrogen additions on fertilizer phosphorus availability. *Journal of Soil Science* 9: 155-167. 1958.
22. PRATT, P. F. e BAIR, F. L. A comparison of three reagents for the extraction of aluminium from soils. *Soil Science* 91: 357-359. 1961.
23. ROBINSON, R. R., SPRAGUE, V. G. e GROSS, C. F. The relation of temperature and phosphate placement to growth of clover. *Soil Science Society of America Proceedings* 23: 225-228. 1959.
24. SPRATT, E. D. e RENNIE, D. A. Factors affecting, and the significance of, "A" values using placement. *In* Radioisotopes in Soil Plant Nutrition Studies I. A. E. A. 1962 pp 329-342.