

INFLUÊNCIA DA CALAGEM, ADUBAÇÃO FOSFATADA E
MICRONUTRIENTES NA NODULAÇÃO NATURAL DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)*

SIU MUI T. SAITO**
ALAIDES P. RUSCHEL**

RESUMO

Um experimento foi montado em casa de vegetação para testar os efeitos do fósforo (150 ppm), adubação básica (150 ppm P_2O_5 , 50 ppm K_2O e micronutrientes) e calagem (1 ton $CaCO_3/ha$) na nodulação natural do feijoeiro (cultivar Carioca) em 4 diferentes solos: Mediterrâneo, Podzolizado e dois outros de Terra Roxa Estruturada.

O peso dos nódulos aumentou em dois solos (Mediterrâneo e Podzolizado), devido à adição de fósforo e em Terra Roxa Estruturada devido ao fósforo mais calagem.

A adubação completa (PK + micronutrientes) foi a que proporcionou maior desenvolvimento das plantas, mesmo em ausência de calagem, indicando efeito de micronutrientes e potássio nos solos estudados. No entanto,

* Trabalho apresentado na VIII Reunião Latino-americana do *Rhizobium*, 18-20 outubro de 1976, Cali-Colombia. Trabalho entregue para publicação em 29.12.1978.

** Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), USP.

nos solos de Terra Roxa, a adição de fósforo foi suficiente para o aumento do peso da parte aérea e teor de N total das plantas. O N total aumentou em plantas que receberam adubação completa. A adição de fósforo contribuiu para uma melhor nodulação natural (peso e número de nódulos).

INTRODUÇÃO

O estudo das populações nativas de *Rhizobium* tem sido escasso pois a introdução de estirpes selecionadas tem absorvido a atenção de inúmeros pesquisadores. Sabe-se, porém, que mesmo em ausência de inoculação, populações de *Rhizobium* desenvolvem-se no solo, aumentando a produtividade das leguminosas. Por outro lado, a introdução de estirpes selecionadas com pouca capacidade competitiva pode diminuir o sucesso do uso de inoculantes, o que indica a importância da estirpe nativa na fixação simbiótica de nitrogênio. BERGERSEN *et alii* (1971), verificaram que 24-65% das estirpes naturais de *Rhizobium* apresentaram antagonismo às selecionadas introduzidas.

A ocorrência natural de *R. phaseoli* em certos casos nos Estados Unidos tem sido baixa e os isolados de nódulos mostraram baixa eficiência em fixação de nitrogênio atmosférico (BURTON *et alii*, 1952). Nos solos brasileiros, FREIRE *et alii* (1958) verificaram que as estirpes também eram pouco eficientes, com capacidade de fixação inferior ao *R. japonicum*. BURTON *et alii* (1952) citam trabalhos onde há indicações de que o *R. phaseoli* seja inefetivo e outros onde o aumento de produção e teor de N em feijoeiro é atribuído à simbiose do *Rhizobium* com a planta.

O problema desta baixa eficiência na fixação de N pelo *R. phaseoli* em feijoeiro tem sido atribuído a diversos fatores externos, tais como: solo, calagem, macro e micronutrientes (DOBEREINER & RUSCHEL

1961; BURTON *et alii*, 1961; RUSCHEL *et alii*, 1966). Outros autores citam como importantes, os fatores nutricionais que incluem fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobalto e mais recentemente, o molibdênio em solos ácidos (FRANCO & DAY, 1975). Esse trabalho visa estudar a influência do fósforo, adubação completa e calagem em diferentes solos em populações naturais de *R. phaseoli* e consequente fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em 4 solos, cultivados anteriormente com feijoeiros de diferentes procedências do município de Piracicaba, Estado de São Paulo: Mediterrâneo (M) - Arraial de São Bento; Podzolizado var. Laras (PVA) - Estação Experimental de Tietê; Terra Roxa Estruturada (TRE-1) - ESALQ - Posto Meteorológico e Terra Roxa Estruturada (TRE-2) - ESALQ - Seção de Genética. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química dos solos usados. Em cada solo foram estudados os seguintes tratamentos, repetidos 3 vezes: Controle (C), C + fósforo (P), C + PK + micronutrientes, C + CaCO₃, C + P + CaCO₃ e C + PK + micronutrientes + CaCO₃. Os nutrientes foram aplicados sob a forma de: fósforo (P₂O₅) - 150 ppm, potássio (K₂O) - 50 ppm, CaCO₃ - 1g/vaso (1 ton/ha) e 1 ml por kg de solos da solução: MgSO₄ . 7 H₂O - 150 g; Na₂MoO₄ - 7,0 g; CuSO₄ . 5 H₂O - 15,8 g; ZnSO₄ . 7 H₂O - 8,92 g; H₃BO₃ - 1,0 g; FeSO₄ . 7 H₂O - 20,0 g; ácido cítrico - 20,0 g; CoCl₂ - 0,4 g; água destilada - 1000 ml.

O esquema experimental usado foi de blocos inteiramente casualizados, tendo sido escolhido o cultivar Carioca como planta indicadora. Foram semeadas 6 sementes por vaso, permanecendo 3 plantas após o desbaste. A umidade do solo foi mantida a 60 - 80% da máxima retenção de umidade. A temperatura média diurna durante todo o experimento foi de 30°C

e a noturna de 21°C, com um fotoperíodo ao redor de 12 horas.

A colheita das plantas foi feita 55 dias após o plantio, na época da floração. Foram obtidos dados da nodulação (pêso e número dos nódulos) e da parte aérea (pêso e teor de nitrogênio). Utilizou-se de análise estatística pelo teste "F" (Tabela 2). O teste "t" foi aplicado para comparações entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra efeito de solo e de tratamentos na planta e nodulação. Analisando o efeito da calagem isoladamente, vemos que ela somente influenciou o número de nódulos.

Observa-se na Tabela 3 os resultados da nodulação (número e pêso de nódulos), pêso e nitrogênio total das plantas e nas Tabelas 4 e 5 os dados referentes a cada solo para nodulação do feijoeiro, pêso e N total das plantas.

Notou-se efeito do fósforo aumentando o pêso e número de nódulos, enquanto que a calagem não afetou aquelas variáveis (Tabela 3). Observando a influência dos tratamentos nos diferentes solos (Tabela 4), nota-se efeito do fósforo no pêso de nódulos nos solos Mediterrâneo (M) e Podzolizado (PVA) e do fósforo em presença da calagem nos solos restantes. No solo Terra Roxa Estruturada-1, o tratamento PK + micronutrientes equivaleu-se ao tratamento com fósforo + calagem. O efeito do fósforo foi marcante no aumento do número de nódulos nos quatro solos usados, apesar de não ter sido estatisticamente diferenciado dos demais tratamentos nos dois solos TRE. O número de nódulos no solo Mediterrâneo foi drasticamente aumentado pela adição de fósforo, estatisticamente diferenciado dos tratamentos que receberam adições de potássio e mi

cronutrientes (Tabela 4). Entretanto, o menor número de nódulos foi compensado por um maior tamanho dos mesmos, uma vez que não foram notadas as diferenças mencionadas no peso dos mesmos (Tabela 4).

O peso e nitrogênio total das plantas cultivadas nos solos Mediterrâneo e Podzolizado foram aumentados com a adição de potássio e micronutrientes (Tabela 5), o que indica deficiência dos mesmos naqueles solos, tanto para uma boa fixação e/ou para o desenvolvimento das plantas. Nos solos restantes, a adição de fósforo proporcionou bom desenvolvimento às plantas (exceto para o TRE-2), comparável ao tratamento completo (PK + micronutrientes), não havendo diferenças significativas para o N total das plantas.

A calagem por si só afetou o peso e nitrogênio total das plantas (Tabelas 3 e 5), porém seu efeito foi positivo quando em interação com o fósforo.

Os resultados positivos observados em relação ao fósforo aumentando a nodulação do feijoeiro confirmam aqueles obtidos por McLACHLAN & NORMAN (1961) e TRIGOSO & FASSBENDER (1973).

Considera-se que há necessidade de promover melhores condições no solo para maior infecção das raízes do feijoeiro pelas estirpes naturais de *Rhizobium phaseoli*, as quais estariam ligadas ao uso de uma adubação conveniente de P. No entanto, considerando que, apesar da nodulação ter sido já favorecida com a presença do fósforo, e não havendo um consequente aumento no peso e teor de N da parte aérea, conclui-se que há necessidade de uma adubação completa (P, K e micronutrientes) para promover um provável aumento da eficiência do *Rhizobium* e melhor desenvolvimento das plantas nos solos Mediterrâneo (M) e Podzolizado (PVA). Nos dois outros solos TRE, apesar de não significativa, esta mesma tendência foi observada. A introdução de estirpes selecionadas eficientes através da inoculação seria

um modo de contornar este problema.

SUMMARY

EFFECT OF LIME, PHOSPHORUS AND MICRONUTRIENTS ON THE NATURAL NODULATION OF BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

A glasshouse experiment was carried out in order to test the effects of phosphorus (150 ppm P₂O₅) basic amendment (150 ppm P₂O₅, 50 ppm K₂O and micronutrients) and lime (1 ton CaCO₃/ha) in the nodulation by natural strains of *Rhizobium* in dry bean (cultivar Carioca), in 4 different soils of São Paulo State: Mediterraneo, Podzolizado and two Terra Roxa Estruturada .

The nodule dry weight increased in two soils (Mediterraneo and Podzolizado) due to phosphorus addition, and in Terra Roxa Estruturada due to addition of phosphorus plus lime.

The treatment PK + micronutrients provided better plant development, even in the absence of lime, indicating effect of micronutrients and potassium in the soils studied. However, in Terra Roxa soils, the addition of phosphorus was sufficient to increase the foliage dry weight and total N. The total N increased in plants treated with the basic fertilization. The phosphorus addition contributed to a better nodulation (nodule dry weight and number) by natural strains of *Rhizobium*.

LITERATURA CITADA

BERGERSEN, F.J.; BROCKWELL, J.; GIBSON, A.H.; SCHWINGHAMER, E.A., 1971. Studies of natural populations and mutants of *Rhizobium* in the improvement of legume inoculants. Plant and Soil, Special Volume, 3-16.

- BURTON, J.C.; ALLEN, O.N.; BERGER, K.C., 1952. The prevalence of strains of *Rhizobium phaseoli* in some Midwestern soils. *Soil Sci. Proc.* 16(2): 167-170.
- BURTON, J.C.; ALLEN, O.N.; BERGER, K.C., 1961. Effects of certain mineral nutrients on growth and nitrogen fixation of inoculated bean plants, *Phaseolus vulgaris* L. *Agricultural and Food Chemistry* 19(3):187-190.
- DOBEREINER, J.; RUSCHEL, A.P., 1961. Fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris*). I. Influência do solo e da variedade. Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola. Comunicado Técnico nº 10, 15 pp.
- FRANCO, A.A.; DAY, J.M., 1975. The role of lime and molybdenum on the symbiosis of *Phaseolus vulgaris*. 5th American *Rhizobium* Conference North Carolina, Raleigh, USA.
- FREIRE, J.R.J.; BORTOLUZZI, J.; SANTOS, A.V.; JONES, S.H., 1958. Ensaio de campo com soja. *Bol. An. Serv. Fitopat. Secret. Agric.*, RGS.
- McLACHLAN, K.D.; NORMAN, B.W., 1961. Phosphorus and symbiotic nitrogen fixation in subterranean clover. *The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 27(4):244-245.
- RUSCHEL, A.P.; BRITTO, D.P.P. de SOUZA; DOBEREINER, J., 1966. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem. *Pesq. agrop. bras.*, 1: 141-145.
- TRIGOSO, R.; FASSBENDER, H.W., 1973. Efecto de aplicaciones de Ca + Mg, P, Mo y B sobre la producción y fijación de nitrógeno de cuatro leguminosas tropicales. *Turrialba* 23: 172-180.

Tabela 1 - Características químicas dos solos usados.

	pH(H ₂ O)	C%	emg por 100 ml de T.F.S.A.				Observação
			PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Al ³⁺	
Solo A : Mediterrâneo vermelho amarelo sé- rie Bairrinho (M)	6,18	2,80	0,10	1,00	4,90	0,14	Cultivado com feijão na amos- tagem do solo
Solo B : Podzolizado var. Laras (PVA)	5,92	1,80	0,22	0,49	9,92	0,15	idem
Solo C : Terra Roxa Estruturada (TRE-1)	5,01	1,50	0,10	0,53	3,47	0,49	idem
Solo D : Terra Roxa Estruturada (TRE-2)	6,05	2,40	0,04	1,00	10,00	0,06	Cultivado com feijão por 2 anos consecuti- vos

Tabela 2 - Valores de F das diferentes variáveis estudadas.

	Planta		Nódulos	
	Pêso parte aérea	N total	Pêso	Número
Solo (S)	11,49**	13,97**	5,96**	4,62**
Tratamento (T)	15,11**	14,49**	6,82**	6,56**
Calagem	0,006	0,32	0,014	3,86
T x S	2,66**	3,08**	1,93*	2,07*

* Valores de $P < 0,05$

** Valores de $P < 0,01$

Tabela 3 - Efeito do fósforo, adubação completa e/ou calagem na planta (pêso e N total da parte aérea) e na nodulação (pêso, número). Médias de 12 repetições com os dados dos 4 solos reunidos.

Tratamentos	Nódulos		Planta	
	Pêso (mg/vaso) ($\frac{1}{n}$)	Número/ vaso	Pêso (g/vaso)	N total (mg/vaso)
Controle	4,589 b*	90,42 c	3,459 c	62,70 c
Fósforo (P)	5,530 a	249,67 a	4,508 b	94,96 b
PK + Micro	5,372 a	183,75 ab	5,066 ab	126,60 a
CaCO ₃	4,487 b	94,17 c	3,251 c	77,81 bc
P + CaCO ₃	5,532 a	197,83 ab	4,883 ab	117,43 a
P + Micro + CaCO ₃	5,214 a	177,58 b	5,170 a	122,26 a
dms (teste t)	0,525	71,23	0,624	16,33

* Tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$).

Tabela 4 - Efeito do fósforo, adubação completa e/ou calagem, no peso e número dos nódulos em 4 solos (médias de 3 repetições).

Tratamentos	Peso de nódulos (mg/vaso) (1 _n)			Número de nódulos/vaso				
	M	PVA	TRE-1	TRE-2	M	PVA	TRE-1	TRE-2
Controle	3,953b*	5,058b	3,928b	5,418ab	63,3c	96,0b	72,3a	130,0a
Fósforo	6,112a	6,243a	4,643ab	5,121ab	455,7a	243,7a	160,0a	139,3a
PK + Micro	5,500a	5,882ab	5,131a	4,974ab	301,7b	185,3ab	129,3a	118,7a
CaCO ₃	3,595b	5,296ab	4,530ab	4,528b	52,3c	110,3ab	90,0a	124,0a
P + CaCO ₃	5,576a	5,477ab	5,269a	5,805a	423,3a	150,7ab	175,3a	113,0a
PK+Micro+CaCO ₃	5,479a	5,484ab	4,763ab	5,129ab	215,3b	231,3ab	94,6a	169,6a
Média/solo	5,036b	5,573a	4,711b	5,163ab	221,778a	169,556ab	120,278b	150,667b

* Tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente entre si (P < 0,05).
 Teste t.

dms (tratamentos) - 1,019 (peso nódulos); 138,24 (número nódulos).
 dms (solos) - 0,419 (peso nodulos); 56,925 (numero nodulos).

M - Solo Mediterrâneo
 PVA - Solo Podzolizado var. Laras
 TRE-1 - Solo Terra Roxa Estruturada - 1
 TRE-2 - Solo Terra Roxa Estruturada - 2

Tabela 5 - Efeito da adição de fósforo, adubação completa e/ou calagem no peso e N total da parte aérea das plantas em 4 solos (médias de 3 repetições).

Tratamentos	Peso planta (g/vaso)				N total (mg/vaso)			
	M	PVA	TRE-1	TRE-2	M	PVA	TRE-1	TRE-2
Controle	2,77c	3,08b	3,02b	5,10a	79,01b	68,59b	65,29a	117,90a
Fósforo	4,74bc	3,54b	4,33a	5,42a	97,23b	66,98b	89,08a	126,54a
PK + Micro	6,26a	4,76a	4,34a	4,90a	164,54a	129,85a	92,22a	119,79a
CaCO ₃	3,00c	3,18b	3,71ab	3,12b	69,82b	82,50b	83,05a	75,85b
P + CaCO ₃	5,93a	3,87ab	4,17ab	5,56a	155,07a	88,33b	91,01a	135,33a
PK + Micro + CaCO ₃	6,18a	4,18ab	4,58a	5,74a	144,11a	113,59a	97,84a	133,52a
Média	4,81a	3,77b	4,03b	4,97a	118,30a	91,64b	86,42b	118,16a

* Tratamentos com letras semelhantes não diferem significativamente entre si (P < 0,05).
Teste t.

dms (tratamentos) - 1,21 (peso planta); 3,72 (N total).

dms (solos) - 0,50 (peso planta); 13,05 (N total).

M - Solo Mediterrâneo

PVA - Solo Podzolizado var. Laras

TRE-1 - Solo Terra Roxa Estruturada - 1

TRE-2 - Solo Terra Roxa Estruturada - 2