

RENDIMENTO DE FEIJÃO E DE GRÃO-DE-BICO EM FUNÇÃO DE FOSFATO SOLÚVEL APLICADO EM COVAS OU NA LINHA DE SEMEADURA⁽¹⁾

M. VOSS⁽²⁾, M.S. PARRA⁽³⁾ & A. D. CAMPOS⁽⁴⁾

RESUMO

Entre os macronutrientes, o fósforo é o que com maior frequência proporciona aumento na produtividade das culturas. Tem-se demonstrado que a obtenção de nitrogênio por algumas das simbioses rizóbio-leguminosas exige teores maiores de fósforo do que a planta adubada com nitrogênio. Visando aumentar a eficiência no aproveitamento de fósforo no solo sem incrementar a dose de adubação, testaram-se modos de localização de adubo com fosfato solúvel para as culturas de feijão e de grão-de-bico. O feijão, em ensaio instalado em Jaguapitã (PR), foi semeado, em outubro de 1986, em um Latossolo Vermelho-Escuro com 113 g kg⁻¹ de argila e 2,2 mg dm⁻³ de P. O adubo fosfatado foi distribuído a 7 cm, e as sementes a 3 cm de profundidade, ambos no sulco de semeadura. Comparou-se a adubação no sulco com a adubação em covas, em doses de 50 e de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, como superfosfato triplo (SFT). Incluiu-se um tratamento extra com 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em covas, além de testemunha sem adubação fosfatada. O feijão foi semeado em covas. O ensaio com grão-de-bico foi instalado em Londrina (PR), em junho de 1987, em um Latossolo Roxo com 760 g kg⁻¹ de argila e 3,6 mg dm⁻³ de P. A adubação foi feita a 7 cm de profundidade, e a semeadura a 3 cm de profundidade. Nesse ensaio, foram testados, nas parcelas, os tratamentos: testemunha sem rizóbio, inoculação com rizóbio e sem inoculação + 30 kg ha⁻¹ de N e, nas subparcelas, a adubação fosfatada em linha ou em covas. O grão-de-bico foi semeado em linha. Foram avaliados os teores de N, P, Zn e Mn nas folhas de feijão, bem como a produtividade e a nodulação de feijão e de grão-de-bico. Não houve nodulação em feijão e a tendência para maior nodulação em grão-de-bico, quando a adubação foi aplicada em covas, não foi significativa. Houve aumento de cerca de 40% no rendimento do feijão e de 31% no de grão-de-bico pela adubação em covas, em relação à adubação em linha. Em feijão, a eficiência na utilização de P em covas foi de 15,5, 10,4 e 7,4 kg de grãos por kg de P₂O₅, respectivamente, para 25, 50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em contraste, a adubação em linha proporcionou eficiência de utilização próxima a 4. A aplicação de adubo em covas pode ser uma alternativa para aumentar a eficiência da adubação fosfatada em feijão e em grão-de-bico.

Termos de indexação: eficiência de utilização de fósforo, localização da adubação, fixação biológica de nitrogênio, nodulação.

⁽¹⁾ Trabalho parcialmente apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Porto Alegre, 21 a 27 de julho de 1991 e parcialmente na XVIII Reunião Latinoamericana de Rizobiologia. Santa Cruz de la Sierra. Bolívia, 24 a 28 de setembro de 1996. Recebido para publicação em novembro de 1996 e aprovado em janeiro de 1998.

⁽²⁾ Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA- Centro Nacional e Pesquisa do Trigo. Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo (RS). E-mail: Voss@cnpq.embrapa.br.

⁽³⁾ Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR. Caixa Postal 481, CEP 86001-970 Londrina (PR).

⁽⁴⁾ Técnico Agrícola. IAPAR. Caixa Postal 481, CEP 86001-970 Londrina (PR).

SUMMARY: YIELD OF COMMON BEAN AND CHICKPEA AS A FUNCTION OF SOLUBLE PHOSPHATE APPLIED IN PITS OR IN THE SEEDING ROW

Phosphorus is the macronutrient that most often contributes to increasing the productivity of crops in Brazil. It has been shown that certain Rhizobium-plants symbiosis require higher levels of phosphorus, as compared to the nitrogen- fertilized plants. Several different ways of placing soluble phosphate were tested for both common beans and chickpea crops, with the objective of increasing the efficiency of using phosphorus available in the soil without increasing fertilizer amount. The common bean crop set up in Jaguapitã (PR), was sown in October, 1986 in an Oxisol with 113 g kg⁻¹ of clay and 2.2 mg dm⁻³ of P. The fertilizer was distributed at 7 cm depth and the seeds at 3 cm depth, both being placed in the row. Row fertilization was compared to pit fertilization using 50 and 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅, as triple superphosphate. In addition to the control, without phosphate fertilization, an extra treatment using 25 kg ha⁻¹ was also included. The common bean was seeded in pits. The chickpea trial was set up in Londrina (PR) in June 1987, in an Oxisol with 760 g kg⁻¹ of clay and 3,6 mg dm⁻³ of P. The fertilizer was placed at the depth of 7 cm and the seeds at 3 cm. The treatments Rhizobium-free control, inoculation with Rhizobium, and without inoculation + 30 kg N.ha⁻¹, were tested in the plots, while in the subplots the tests involved phosphate fertilization in rows or in pits. The chickpea was seeded in the row. The contents of N, P, Zn and Mn in the common bean leaves, as well as the productivity and nodulation of common bean and chickpea, were assessed. There was no root nodulation in the common beans, and a tendency to greater nodulation in the chickpea when using pit fertilization was not statistically significant. There was an increase of about 40% in the common bean yield and of 31% in chickpea as a result of pit fertilization, as compared to row fertilization. The efficiency of using P in pits in the common bean was of 15,5, 10,4 and 7,4 kg of grain for kg of P₂O₅ for 25, 50, and 100 kg ha⁻¹ P₂O₅, respectively. In contrast, row fertilization showed an index close to 4. Pit application of soluble phosphate may be an alternative choice to help increase the efficiency of phosphorus fertilization.

Index terms: efficiency in P utilization, fertilizer placement, biological nitrogen fixation, nodulation.

INTRODUÇÃO

Os teores de fósforo são originalmente baixos na maioria dos solos do Brasil, em virtude de seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (Raij et al., 1982). Por isso, são exigidas quantidades muito grandes de adubo para elevar o teor de fósforo disponível em todo o volume do solo explorado pelo sistema radicular.

Um contato menor entre o adubo fosfatado e as partículas do solo limita a velocidade e a intensidade de fixação do P. O uso de adubo granulado tem esse objetivo. No Brasil, Sousa & Volkweiss (1987) quantificaram o gradiente de concentração de fósforo, que se forma radialmente a partir de um grânulo de superfosfato triplo, e encontraram à distância de 5 a 10 mm teores de até 4.000 µg cm⁻³ de P extraível no solo, 121 dias após sua aplicação.

O conhecimento da proximidade de esgotamento de recursos finitos, como o do fosfato, enfatiza a necessidade de assegurar a maior eficiência possível no seu uso. Nesse sentido, resumindo as informações levantadas por um grupo de trabalho de especialistas brasileiros em adubação fosfatada, Raij et al. (1982), recomendaram, entre outras ações, mais pesquisas sobre a localização de adubos fosfatados. Em dez regiões do Paraná, a adição de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nas linhas, em solos de baixo teor em fósforo disponível, elevou a produtividade do feijão de 650 para cerca de

1.000 kg ha⁻¹ (Parra et al., 1980). Baseando em dados de Cobra Neto et al. (1971), para atingir esse aumento de 350 kg de grãos de feijão, a adição de apenas 7,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅ bastaria, caso todo o fósforo adicionado fosse aproveitado pela planta. Por outro lado, no caso de leguminosas, para o bom funcionamento da simbiose, geralmente são requeridos teores de P mais altos do que para a planta à qual se forneça nitrogênio mineral (Munns, 1977). O feijão (Graham & Rosas, 1979) e a ervilha (Voss et al., 1987a) são exemplos disso.

Uma forma de aumentar o fósforo disponível no solo, para melhorar a fixação biológica e o rendimento de grãos sem, entretanto, elevar desnecessariamente as doses de recomendação de P, poderia ser a de maior concentração da adubação, tal como se consegue com a aplicação em covas. Esse modo de adubação é praticado por pequenos produtores, que usam semeadeira-adubadeira manual (saraquá ou matraca), ou mesmo enxada. Delinearam-se, então, dois ensaios, um com feijão e outro com grão-de-bico, com o objetivo de comparar a aplicação de SFT em covas com a feita em linha contínua no sulco de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Ensaio com feijão - Instalou-se o ensaio em 10/09/1987, no município de Jaguapitã, ao norte do Estado do Paraná, em um Latossolo Vermelho-Escuro, sem cultivo

de feijão há pelo menos 10 anos, com as seguintes características químicas e texturais: pH (CaCl₂): 4,6; Al: 1,9 mmol_c dm⁻³, H + Al: 44,2 mmol_c dm⁻³, Ca: 17,5 mmol_c dm⁻³, Mg: 13,2 mmol_c dm⁻³, K: 1,0 mmol_c dm⁻³; C: 10 g kg⁻¹; P: 2,2 mg dm⁻³; areia: 860 g kg⁻¹; argila: 130 g kg⁻¹; silte: 10 g kg⁻¹.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições. Os tratamentos foram: 1) Testemunha sem fósforo, 2) 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em linha, 3) 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em linha, 4) 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em covas, entre covas de semeadura, 5) 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em covas, entre covas de semeadura, 6) 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sob as covas de semeadura, 7) 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sob as covas de plantio, 8) 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sob as covas de plantio. O fertilizante usado foi o SFT. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,5 metro.

O preparo do solo foi feito com uma aração seguida de duas gradagens. A adubação fosfatada foi feita à profundidade de cerca de 7 cm. Empregou-se SFT granulado, peneirado, com vistas em obter grânulos com maior uniformidade, com diâmetro próximo de 4 mm. Como planta indicadora, utilizou-se o cultivar de feijão IAPAR 16. Nos tratamentos de adubação em covas, utilizou-se implemento manual (saraquá) com um bico mais fino do que o comum, para colocar o SFT em covas.

A semeadura foi feita também com saraquá, em covas separadas cerca de 20 cm, à profundidade aproximada de 3 cm. Em alguns tratamentos (4 e 5), o SFT foi colocado a cerca de 10 cm de cada cova de semeadura, ficando, portanto, no meio do intervalo das covas. Em outros tratamentos de adubação em covas (6, 7, 8), o SFT foi colocado abaixo da cova de semeadura. Para a aplicação do SFT em linha, abriu-se um sulco no solo, empregando-se uma enxadinha, até a profundidade de cerca de 7 cm, fazendo-se a adubação manualmente. Fez-se, então, a cobertura do adubo no sulco, com cerca de 4 cm de solo, e as sementes foram colocadas, em grupos de 4, em covas distanciadas 20 cm umas das outras. Portanto, em todos os tratamentos, a semeadura foi feita em covas.

O potássio foi colocado com matraca, a cerca de 5 cm ao lado da cova de sementes, à razão de 30 kg ha⁻¹ de K₂O sob a forma de cloreto de potássio. Não se adubou com nitrogênio. Utilizou-se inoculante turfoso à razão de 800 g ha⁻¹, aderido às sementes com açúcar diluído em água a 20 g L⁻¹. Doze dias após a emergência, procedeu-se ao desbaste, deixando-se 25 plantas por m². Ocorreu ataque inicial de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), controlado com aplicação de inseticida de contato. As ervas daninhas foram capinadas um dia antes da semeadura e três semanas após a emergência do feijoeiro.

Por ocasião do florescimento, fez-se avaliação da nodulação, amostrando-se as raízes dentro das dimensões de 0,2 m de largura, de 0,2 m de profundidade e de um metro de comprimento ao longo da linha de semeadura. As folhas das plantas retiradas para a avaliação anterior foram utilizadas para análise de nitrogênio, fósforo, zinco e manganês. Tanto as análises de tecido como as de solo foram feitas conforme Muzilli et al. (1978). Aos 89 dias do plantio,

procedeu-se à colheita das duas linhas centrais do feijoeiro, correspondendo à área de 3,2 m² por parcela.

Ensaio com grão-de-bico - Instalou-se o ensaio em 02/06/87, em Londrina, no norte do Estado do Paraná, em um Latossolo Roxo, com a seguinte análise química e textural: pH(CaCl₂): 5,1; Al: 0,0 mmol_c dm⁻³; Ca: 48,2 mmol_c dm⁻³; Mg: 16,8 mmol_c dm⁻³; K: 9,7 mmol_c dm⁻³; C: 15 g kg⁻¹ e P: 3,6 mg dm⁻³, areia: 100 g kg⁻¹; argila: 760 g kg⁻¹; silte: 140 g kg⁻¹.

Empregou-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram testados os tratamentos: testemunha sem inoculação, inoculação com rizóbio, sem inoculação + 30 kg ha⁻¹ de N e, nas subparcelas, os tratamentos: adubação PK em covas e em linha. O adubo, com fórmula (N-P₂O₅-K₂O) 0-30-10, foi aplicado na profundidade de 4 cm abaixo do nível de semeadura, na dose de 200 kg ha⁻¹, em todos os tratamentos.

A adubação nitrogenada nas parcelas com 30 kg ha⁻¹ de N foi feita com sulfato de amônio, em cobertura, 25 dias após a emergência. Semeou-se o cultivar de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) C 81491, em subparcelas de 2,4 x 4 m, em quatro linhas espaçadas de 0,6 m entre si.

A semeadura foi feita em sulco de aproximadamente 3 cm de profundidade, manualmente, em todos os tratamentos, colocando-se uma semente a cada 5 cm. Após desbaste, a densidade média foi de 24,7 plantas por m². Houve necessidade de replantio, em julho de 1987. A cultura desenvolveu-se num período muito seco.

A nodulação foi avaliada durante a floração-formação de vagens, 70 dias após a emergência. Foram colhidas, em novembro de 1987, as duas linhas centrais na extensão de 3 m, para determinar o peso de grãos. Para a análise estatística do número de nódulos, fez-se a transformação dos dados para $\sqrt{X+1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio com feijão, a nodulação foi nula e, conseqüentemente, não houve contribuição do nitrogênio atmosférico para o feijão, via simbiose. Por essa razão, conclui-se que todo o nitrogênio obtido pela planta adveio das reservas do solo. A produtividade obtida deve ter sido um pouco restringida por deficiência de nitrogênio. No quadro 1, observa-se que o teor de nitrogênio mostrou-se inferior nos tratamentos com maior produção de grãos, refletindo maior diluição pelo maior crescimento das plantas. No mesmo quadro, verifica-se que os teores de P e de Zn não mostraram alterações significativas nos vários tratamentos estudados no período de floração, o que foi inesperado, uma vez que os tratamentos envolveram doses de P. Os teores de Mn atingiram valores maiores, quando se adicionou mais P em covas. A acidez provocada pela dissolução do SFT poderia ser a causa desse aumento da absorção de Mn, (Malavolta, 1981). Não se procedeu à análise de outros elementos no tecido da planta.

Os dados de produtividade de grãos estão apresentados no quadro 2. Embora os valores tenham sido baixos, verificou-se efeito de tratamentos.

Houve resposta a doses e modos de adubação fosfatada. Por outro lado, dentro da mesma dose, as duas modalidades de adubação em covas não diferiram entre si. Dentro de cada modo de adubação, a produção aumentou segundo a dose de fosfato. Com a adubação em linha, o aumento foi de 51 e 96 %, respectivamente, para 50 e para 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, quando comparado ao tratamento-testemunha sem P. Já a adubação em covas proporcionou acréscimos de 121 e 173%, respectivamente, para as doses de 50 e de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em relação à testemunha. Assim, dentro de cada dose, o aumento proporcionado pela localização em covas foi cerca de 40% maior do que o obtido com adubação em linhas, seja com 50 ou com 100 kg de P₂O₅. A comparação dos dois modos de adubação fica mais contrastante, quando se verifica que a produção

proporcionada por 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em covas equívaleu à de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em linha.

No único trabalho analisado sobre comparação de adubação em covas e em linha, no sulco de semeadura, de Miranda (1970), não foram obtidas diferenças na produtividade de feijão, cv. Rico 23, em solos argilosos de Viçosa (MG). O autor aplicou 400 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 60 kg ha⁻¹ de K₂O por ocasião do plantio.

Analisando a eficiência de utilização da adubação fosfatada no presente ensaio, por meio da relação do aumento da produção de feijão obtido por unidade de P₂O₅ aplicada, observou-se que os índices para o fósforo aplicado em linha foram próximos a 4, semelhantes aos calculados por Raj et al. (1982), para ensaios realizados no Sudeste do Brasil, enquanto, na adubação em covas, os índices foram superiores, passando a 7,4, 10,4 e 15,5 para 100, 50 e 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Quadro 1. Teores de fósforo, nitrogênio, manganês e zinco das folhas do feijão cv. IAPAR 16 por ocasião do florescimento, em função de doses e modos de adubação com fosfato solúvel

Tratamento (P ₂ O ₅)	Localização	Teor de nutriente			
		P	N	Mn	Zn
kg ha ⁻¹		g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	
0		2,2	46	153 d ⁽¹⁾	36
50	em linha	2,3	42	185 cd	33
100	em linha	2,6	40	214 bcd	31
25	em cova, na cova de semeadura	2,2	42	229 bcd	30
50	em cova, entre covas de semeadura	2,4	38	280 ab	33
50	em cova, na cova de semeadura	2,3	40	208 bcd	30
100	em cova, entre covas de semeadura	2,2	39	357 a	30
100	em cova, na cova de semeadura	2,3	37	329 ab	30

⁽¹⁾ Letras iguais indicam igualdade estatística pelo teste de Duncan ao nível de 5 %.

Quadro 2. Rendimento absoluto e relativo do feijão IAPAR 16, e eficiência na utilização de fosfato (EUF) em função de níveis e modos de adubação com superfosfato triplo em um Latossolo Vermelho-Escuro

Tratamento (P ₂ O ₅)	Localização	Rendimento de grãos		EUF ⁽²⁾
		kg ha ⁻¹	%	
kg ha ⁻¹		kg ha ⁻¹	%	
0		432 c(1)	100	-
50	em linha	656 bc	151	4,48
100	em linha	847 ab	196	4,15
25	em cova, na cova de semeadura	821 ab	190	15,50
50	em cova, entre covas de semeadura	959 ab	222	10,54
50	em cova, na cova de semeadura	949 ab	220	10,34
100	em cova, entre covas de semeadura	1.186 a	274	7,54
100	em cova, na cova de semeadura	1.175 a	272	7,43

⁽¹⁾ Letras iguais indicam igualdade pelo teste de Duncan a 5%. ⁽²⁾ EUF- eficiência na utilização de fosfato: kg de grãos por kg de P₂O₅.

Os resultados relevantes do ensaio com grão-de-bico são apresentados no quadro 3. A adubação em covas produziu aumento de 31% no rendimento de grãos em relação à adubação em linha. A nodulação somente ocorreu nos tratamentos inoculados. O peso e o número de nódulos no modo de adubação em covas não apresentaram diferenças estatísticas, em relação à nodulação do grão-de-bico com aplicação de P em sulco.

A semelhança no rendimento de grãos entre os tratamentos com N, ou com inoculação ou sem N nem inoculação, dentro de cada modo de adubação (dados não mostrados), deve-se, provavelmente, ao período muito seco ocorrido durante o ensaio. No caso dos tratamentos inoculados, embora as estirpes usadas tenham tido sua eficiência confirmada para o mesmo tipo de solo por Voss et al. (1987b), encontrou-se, no presente ensaio, um terço ou menos da nodulação obtida no ensaio dos autores citados. Os tratamentos: inoculação, nitrogênio e sem inoculação não afetaram o rendimento de grãos, razão por que foram agrupados dentro dos tratamentos de modos de adubação para a análise estatística.

A tendência de maior nodulação no grão-de-bico no modo de aplicação de P em covas do que em sulcos (significativo apenas a 10% de probabilidade) merece ser investigada em condições climáticas mais favoráveis.

Não foi encontrado nenhum trabalho, na literatura, sobre a localização de adubo em covas em grão-de-bico.

Os efeitos dos tratamentos de ambos os ensaios podem ser atribuídos à aplicação do fósforo, uma vez que o potássio foi aplicado nas mesmas doses e de igual modo para o feijão e, além do mais, no caso do grão-de-bico, o teor de potássio no solo era muito elevado. A maior taxa de absorção de P por parte das raízes em contato com esse nutriente em covas e maior desenvolvimento das raízes próximo à região fertilizada devem explicar a maior eficiência de utilização do P com a localização do adubo em covas. Essas duas alterações foram demonstradas com milho por Jager (1978), Anghinoni & Barber (1980) e

Klepker & Anghinoni (1995). Esses autores observaram incremento na taxa da absorção de P e na densidade de raízes na parte inserida na região mais rica em P, em vasos com separação de solo adubado e não adubado. Com isso, ocorreu uma compensação parcial pela menor absorção de P pelas outras raízes. Infelizmente, nestes ensaios, não foram determinados esses aspectos.

Mesmo que, em outras condições, as diferenças na eficiência da utilização de P em função dos métodos de aplicação não sejam tão grandes como os obtidos no presente trabalho, é importante considerar o emprego da adubação fosfatada em covas em condições de agricultura de subsistência, em que baixos níveis de produtividade são justificáveis pela limitação do fator capital. No caso do feijão, típica lavoura de subsistência no Brasil, o valor dessas considerações é ressaltado pelo grau elevado de risco que envolve o seu cultivo. Atualmente, o grão-de-bico é uma cultura que tem pouca representatividade no Brasil, mas pode constituir uma alternativa de renda para o pequeno agricultor.

CONCLUSÃO

Em solos de baixa disponibilidade de fósforo, a produtividade de feijão e de grão-de-bico em um ano de cultivo indica que, quando a aplicação de fosfato solúvel for feita em covas, é possível diminuir a dose de P em relação à recomendada para aplicação em linha contínua nos sulcos de semeadura.

AGRADECIMENTOS

Ao engenheiro-agrônomo Antonio Veranio, da Emater-PR, à química Olga Bagatini e a Maurício Rosa de Oliveira, pela ajuda na realização deste trabalho. Aos revisores da Revista Brasileira de Ciência do Solo, pelas excelentes sugestões oferecidas.

Quadro 3. Efeito do modo de adubação de P e K sobre o rendimento e nodulação de grão-de-bico, em um Latossolo Roxo

Tratamento ⁽¹⁾	Rendimento de grãos ⁽¹⁾	Peso de nódulos ⁽²⁾	Nódulos ⁽²⁾
	kg ha ⁻¹	mg planta ⁻¹	número/planta
Adubação em covas	1.518 a	25,9	44,00
Adubação em linhas	1.156 b	14,1	13,75

⁽¹⁾ Média de 12 repetições. Comparação de médias por Tukey ao nível de 1%. ⁽²⁾ Média de quatro repetições. Só foram comparados os dois tratamentos inoculados. F (5%).

LITERATURA CITADA

- ANGHINONI, I. & BARBER, S.A Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. *Agron. J.*, 72:685-688, 1980.
- COBRA NETO, A.; ACCORSI, W.R. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Roxinho. *Anais da ESALQ*, 28:257-74, 1971.
- GRAHAM, P.H. & ROSAS, J.C. Phosphorus fertilization and symbiotic nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agron. J.*, 71:925-927, 1979.
- JAGER, A. Localized stimulation of root growth and phosphate uptake in *Zea mays* L. resulting from restricted phosphate supply. In: HARLEY, J.L. & SCOTT RUSSEL, R. eds. *The soil root interface*. New York, Academic Press, 1978. p.391-403.
- KLEPKER, D. & ANGHINONI, I. Crescimento radicular e aéreo do milho em vasos em função do nível de fósforo no solo e da localização do adubo fosfatado. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:403-408, 1995.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola - adubos e adubações*. São Paulo, Ceres, 1981. 596p.
- MIRANDA, A.R. Efeito do modo de aplicação dos adubos, no solo, sobre as culturas de amendoim, ervilha e feijão. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970. 43p. (Tese de Mestrado)
- MUNNS, D.N. Mineral nutrition and the legume symbiosis. In: HARDY, R.W.F & GIBSON, A.H. eds. *A treatise on dinitrogen fixation*. Section IV. New York, John Wiley & Sons, 1977. p.353-392.
- MUZILLI, O.; LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A.; CHAVES, J.C.D. & ZOCOLER, D.C. Análise de solos: Interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1978. 49p. (Circular, 9)
- PARRA, M.S.; HOEPFNER, M.A. & VOSS, M. Adubação do feijão no Estado do Paraná. In: *CULTURA DO FEIJÃO NO ESTADO DO PARANÁ*. Londrina, IAPAR, 1980. p.33-45. (Circular, 18)
- RAIJ, B. van; ROSAND, P.C. & LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil - apreciação geral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, A.J.; LOURENÇO, S. & GOEDERT, W.J. eds. *Adubação fosfatada no Brasil*. Brasília, EMBRAPA, 1982. p.9-28. (Documentos, 21)
- SOUSA, D.M. & VOLKSWEISS, S.J. Reações do superfosfato triplo em grânulos com solos. *R. Bras. Ci. Solo*, 11:133-140, 1987.
- VOSS, M.; CALEGARI, A. & RIBEIRO, P.G.F. Resposta de ervilha à inoculação com rizóbio e à adubação com fósforo. Londrina, IAPAR, 1987a. 8p. (Informe de Pesquisa, 73)
- VOSS, M.; CALEGARI, A. & RIBEIRO, P.G.F. Resposta de grão de bico à inoculação com rizóbio sob dois níveis de calagem. Londrina, IAPAR, 1987b. 7p. (Informe de Pesquisa, 74)