



ARTIGO ORIGINAL

Adriano Stephan Nascente^{1*}
Tarcísio Cobucci¹
Djalma Martinhão Gomes de Sousa²
Daniel de Paiva Lima¹

¹Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO-462,
km 12, Zona Rural, CP 179, 75375-000,
Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil

²Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, CP 08223,
73310-970, Planaltina, DF, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: adriano.nascente@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Phaseolus vulgaris
Nutrição mineral
Adubação
Cálcio
Cerrado

KEYWORDS

Phaseolus vulgaris
Mineral nutrition
Fertilization
Calcium
Cerrado

Produtividade do feijoeiro comum afetada por fontes de fósforo com ou sem cálcio

Yield of common beans affected by soil phosphorus sources with or without calcium application

RESUMO: O fósforo (P) é um elemento essencial no metabolismo das plantas, sendo limitante na produção do feijoeiro. Devido à elevada taxa de fixação do P em solos tropicais, o aproveitamento pela cultura varia de 5 a 25%. Uma opção seria fornecer o P juntamente com cálcio (Ca) no sulco de semeadura, o que poderia proporcionar melhores condições para o desenvolvimento das culturas. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da aplicação de fontes de P com ou sem Ca no sulco de semeadura nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro comum na região do Cerrado. O experimento foi conduzido em três localidades (Unai, São João da Aliança e Paracatu), na safra agrícola de 2012, em solo representativo do Cerrado, em cultivo de inverno com irrigação suplementar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 (localidades) × 5 (fontes de P com ou sem Ca) + o controle (sem fósforo). Os tratamentos foram: 1. Controle; 2. MAP; 3. MAP + CaSO₄; 4. MAP + CaCO₃; 5. MAP + CaNO₃, e 6. Superfosfato simples. A dosagem de fósforo em todos os tratamentos foi de 81 kg ha⁻¹. A aplicação de fontes de fósforo juntamente com o cálcio (Supersimples; MAP + CaNO₃; MAP + CaCO₃) proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos e no teor e no conteúdo de P nos grãos do feijoeiro comum. O teor de P nos grãos do feijoeiro correlacionou-se positivamente com a produtividade de grãos.

ABSTRACT: *Phosphorus (P) is an essential element in plant metabolism and can limit the production of beans. Because of the high rate of P fixation in tropical soils, crops use only 5 to 25% of it. One option would be to supply P with calcium on the sowing furrow, providing better conditions for crop development. The objective of this study was to determine the effect of sources of phosphorus, with or without calcium application on the sowing furrow, on the production and yield of common beans in the Cerrado region. The experiment was conducted at three locations (Unai, São João da Aliança and Paracatu) on representative soil of the Cerrado, in winter season with supplemental irrigation, in the season of 2012. The experiment was carried out in a randomized block design with four replications in 3 (locations) x 5 (phosphorus sources) + the control (without phosphorus) factorial scheme. The following treatments were used: 1. Control, 2. Mono - Ammonium Phosphate (MAP), 3. MAP + CaSO₄, 4. MAP + CaCO₃, 5. MAP + CaNO₃, and 6. Simple superphosphate. The amount of phosphorus in all treatments was 81 kg ha⁻¹. The application of phosphorus sources with calcium (Simple superphosphate, MAP, MAP + CaNO₃, and MAP + CaCO₃) provided significant increases in grain yield and in the content and concentration of P in the grain of common beans. P concentration in the grain of common beans correlated positively with grain yield.*

1 Introdução

A cultura do feijão possui grande importância econômica para o Brasil, uma vez que a área cultivada, na safra 2012/2013, foi de cerca de 3,06 milhões de hectares, o que correspondeu à produção de 2,98 milhões de toneladas (CONAB, 2013). Entretanto, apesar da sua importância, ainda é constatada baixa utilização de tecnologia, principalmente na primeira e na segunda safra, resultando em baixa produtividade, equivalente a 920 kg ha⁻¹. A terceira safra, caracterizada como mais tecnificada (NASCENTE et al., 2012) teve média de produtividade de 2.555 kg ha⁻¹ na região Centro-Sul na safra 2012/2013, indicando que há retorno em produtividade de grãos em razão do uso de tecnologia.

Entre os aspectos que devem ser melhorados na cultura, está o manejo da adubação das plantas, uma vez que, com o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro pelo uso de fertilizantes, podem-se obter aumentos significativos na produtividade da cultura (MIRANDA et al., 2000; ANDRADE et al., 2004; MELÉM JÚNIOR et al., 2011).

Neste sentido, tem-se o fósforo (P), elemento essencial no metabolismo das plantas e que contribui de forma significativa para o aumento da produtividade de grãos e do desenvolvimento radicular, além de favorecer o aumento do número de vagens e da massa de grãos (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2003; PELÁ et al., 2009; ARF et al., 2011). O P é um dos nutrientes que mais limitam a produção do feijoeiro, principalmente em solos de baixa fertilidade, como os de Cerrado (FAGERIA; BALIGAR, 1996; FAGERIA; SANTOS; MOREIRA, 2010).

A necessidade em fósforo requerida pelas plantas do feijoeiro é menor do que a de potássio (K) e nitrogênio (N); no entanto, a quantidade aplicada normalmente é superior (VIEIRA, 2006). Isso ocorre devido à elevada taxa de fixação do P em solos tropicais, causada principalmente por precipitação por Fe e Al, reação com óxidos hidratados dos mesmos metais e reação com argilas silicatadas, fazendo com que o aproveitamento pela cultura varie de 5 a 25% (MALAVOLTA, 1980).

Uma opção seria fornecer o P em conjunto com fontes de cálcio, como o superfosfato simples ou a aplicação de adubos fosfatados em conjunto com o gesso. Segundo Raij (2004), quando os adubos fosfatados são aplicados ao solo, praticamente todo o P é retido na fase sólida, devido à ocorrência de grande número de compostos fosfatados, principalmente ligados a ferro e alumínio. Entretanto, na ocorrência de abundância de cálcio, podem-se criar melhores condições para o desenvolvimento das culturas (SOUSA; VOLKWEISS, 1987; RHEINHEIMER; ANGHINONI; CONTE, 2000; PEREIRA, 2007). Contudo, estudos testando a hipótese de aplicação conjunta de P e cálcio (Ca) no sulco de semeadura são escassos, sendo praticamente inexistentes na cultura do feijoeiro comum.

Vale ressaltar que o cálcio em pH alto (acima de 6,0-6,5) pode formar compostos juntamente com o P e precipitá-lo, tornando-o indisponível para as plantas. Porém, os valores de pH, para que ocorram essas reações, são raros em solos sob Cerrado (MALAVOLTA, 1980). Dessa forma, testou-se a hipótese de que a aplicação de fósforo no sulco juntamente com

a aplicação de fontes de Ca poderá aumentar a disponibilidade de fósforo para a planta e proporcionar maior produtividade de grãos.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da aplicação de fontes de fósforo no sulco de semeadura nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro comum na região do Cerrado.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em três locais: 1- Fazenda Guaribas, Unaí-MG; 2- Fazenda Chimarrão, Paracatu-MG; 3- Fazenda Nova Era, São João da Aliança-GO, no ano agrícola de 2012. Os locais apresentavam solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e com textura franco-argilosa. Antes da instalação dos experimentos, foram coletadas amostras do solo e realizadas as análises químicas em cada localidade, segundo recomendações de Embrapa (1997) (Tabela 1).

O clima nos locais foi classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, segundo a classificação de Köppen. A média histórica da região (1983-2010) é de 32; 8,3; 4,3 e 12,6 mm precipitado nos meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente, sendo as temperaturas médias de 21,8; 20,6; 20,8 e 22,6 °C nos mesmos meses, respectivamente. O experimento foi instalado em área de plantio direto após o cultivo de soja.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 (localidades) × 5 (fontes de fósforo com ou sem cálcio) + o controle (sem aplicação de fósforo). Os tratamentos foram: 1- Controle (sem fósforo); 2- MAP; 3- MAP + CaSO₄; 4- MAP + CaCO₃; 5- MAP + CaNO₃; 6- Superfosfato simples. A dosagem de N (ureia), P₂O₅ (de acordo com o tratamento) e K₂O (cloreto de potássio), com exceção do controle, em todos os tratamentos, foi de 105, 81 e 60 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo que o N foi parcelado com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e o restante no estádio vegetativo V₄ (quatro folhas trifolioladas totalmente abertas). As dimensões das parcelas foram de 8,0 m de largura (16 linhas) e 10 m de comprimento, perfazendo 80 m². A área útil foi composta de 10 linhas centrais de 8 m em cada parcela, desprezando-se 1,0 m de cada lado. O espaçamento entre as linhas foi de 0,50 m e a densidade de semeadura foi de 8 sementes m⁻¹.

Nos dias 15, 19 e 23 de maio de 2012, foi realizada a semeadura do feijoeiro comum, cultivar Pérola, em Unaí, Paracatu e São João da Aliança, respectivamente. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura, utilizando-se os produtos recomendados.

O sistema de irrigação utilizado nos experimentos foi por aspersão via pivô central. No manejo de água, foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa, foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva, foram dois valores de Kc, o inicial de 0,7 e o final de 1,0; para a fase de maturação, estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,0 e o final de 0,7. Assim, o controle da irrigação, considerando-se a profundidade de exploração do sistema radicular de 0,2 m, foi iniciado com a capacidade

Tabela 1. Atributos químicos, na profundidade de 0 a 20 cm, das áreas onde foram conduzidos os experimentos. Unai-MG, Paracatu-MG e São João da Aliança-GO, safra 2012.

Unai - MG									
(cm)	pH (água)	M.O. (g dm ⁻³)	Ca	Mg (mmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al	V (%)	m	
0-20	5,6	3,6	2,5	1	0,1	5	44	2	
K	P	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
							(g kg ⁻¹)		
194	16,8	1	1,4	21,2	25,3	10,3	510	310	180
Paracatu - MG									
(cm)	pH (água)	M.O. (g dm ⁻³)	Ca	Mg (mmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al	V (%)	m	
0-20	5,5	1,9	4,1	2,1	0,0	5,0	71,6	0	
K	P	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
							(g kg ⁻¹)		
220	26,8	0,8	2,6	18	44,5	11,5	652	193	155
São João da Aliança - GO									
(cm)	pH (água)	M.O. (g dm ⁻³)	Ca	Mg (mmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al	V (%)	m	
0-20	5,1	2,4	4,2	1,9	0,0		63,4	0	
K	P	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
							(g kg ⁻¹)		
198	13,2	0,6	3,1	15	38	12,1	550	290	160

Extrator: P-Mehlich; B-Água quente; Cu/Fe/Mn/Zn – DTPA. M.O. : matéria orgânica.

de água disponível (CAD) no seu máximo, subtraindo-se, sucessivamente, o valor da evapotranspiração da cultura até que o total de água atingisse limite mínimo de 40% da CAD.

Para a avaliação dos componentes de produção (número de vagens/planta, número de grãos/vagem e massa de 100 grãos), foram coletadas dez plantas ao acaso em cada parcela. Avaliou-se a produtividade de grãos (130 g kg⁻¹ de umidade) realizando-se a colheita na área útil de cada parcela. Também se determinou o teor de P nos grãos, conforme descrito em Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo, procedeu-se ao teste Tukey ($p < 0,05$). Como informação complementar, foi calculada a eficiência agrônômica da aplicação do P, dividindo-se a produtividade pela quantidade de P aplicado. Adicionalmente, foi realizado um teste de correlação entre o teor e o conteúdo de fósforo no grão, e a produtividade de grãos.

3 Resultados e Discussão

Não foi constatado efeito das interações entre os locais e as fontes de P. Assim, foi feita a discussão dos efeitos principais dos locais e das fontes de P. Com relação aos locais, verificou-se efeito nas variáveis número de grãos/vagens, massa de 100 sementes, produtividade e conteúdo de P nos grãos (Tabela 2).

No número de grãos/vagens, verificaram-se maiores valores em São João da Aliança (5,3), seguido de Unai (4,6) e Paracatu (3,8), que diferiram entre si (Tabela 2). Na massa de 100 grãos, constataram-se maiores valores em Paracatu (26,9) e Unai (26,3), que diferiram de São João da Aliança (20,7). A produtividade foi um reflexo dos valores obtidos nos

componentes de produção, sendo o maior valor encontrado em Unai (3384 kg ha⁻¹), seguido de São João da Aliança (3.235 kg ha⁻¹) e Paracatu (3.078 kg ha⁻¹). Com relação ao conteúdo de P nos grãos, o maior valor foi obtido em Unai (12.279 g ha⁻¹), diferindo de Paracatu (10.810 g ha⁻¹) e São João da Aliança (11.377 g ha⁻¹).

A maior produtividade de grãos obtida em Unai pode ser decorrente do maior teor de matéria orgânica encontrado (3,6 g dm⁻³), superior aos encontrados em Paracatu (1,9 g dm⁻³) e São João da Aliança (2,4 g dm⁻³) (Tabela 1). Segundo Nascente, Li e Crusciol (2013), a matéria orgânica melhora as características físicas e químicas do solo, proporcionando melhor ambiente para o desenvolvimento das culturas.

Com relação aos efeitos das fontes de P, verificou-se que, para o número de vagens, os maiores valores foram obtidos com a aplicação de MAP + CaSO₄ (301), MAP + CaCO₃ (301) e MAP + CaNO₃ (300), que não diferiu de Supersimples (291), mas foram diferentes de MAP (274) e do controle (272) (Tabela 3).

O número de grãos foi superior nos tratamentos com MAP, Supersimples, MAP + CaNO₃ e MPA + CaCO₃ (Tabela 3). Na massa de 100 grãos, o controle teve o menor valor, diferindo da aplicação de MAP + CaSO₄, MAP + CaCO₃ e Supersimples. As fontes de P aumentaram o teor e o conteúdo de P nos grãos.

A produtividade de grãos foi maior nos tratamentos com aplicação de MAP + CaNO₃, Supersimples e MAP + CaCO₃, que diferiram do controle. Nesse sentido, verifica-se que houve resposta à aplicação de fósforo.

Esses resultados contradizem os obtidos por Valderrama et al. (2009), que não constataram incremento no número de vagens com a aplicação de fósforo até 150 kg ha⁻¹. No entanto,

Tabela 2. Componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro comum afetados pelas fontes de fertilizantes fosfatados. Média das fontes de P.

Locais	Grãos/ vagens	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Conteúdo de P no grão (kg ha ⁻¹)
	número			
Unai	4,6 b*	26,3 a	3.384 a	12,28 a
Paracatu	3,8 c	26,9 a	3.078 c	10,81 b
São João da Aliança	5,3 a	20,7 b	3.235 b	11,38 b

* Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

Tabela 3. Componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro comum afetados pelas fontes de fertilizantes fosfatados. Média de três locais (Unai, Paracatu e São João da Aliança).

Tratamentos	Vagens/ m ² número	Grãos/ vagens número	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Teor de P grão (g kg ⁻¹)	Conteúdo de P no grão (kg ha ⁻¹)
Controle	272 b*	4,11 c	23,6 c	2.678 c	3,33 c	8,92 c
MAP	274 b	4,89 a	24,0 bc	3.222 b	3,45 b	11,17 b
MAP+CaSO ₄	301 a	4,33 bc	24,5 abc	3.253 b	3,45 b	11,27 b
MAP+CaCO ₃	301 a	4,64 abc	24,1 bc	3.358 ab	3,63 ab	12,23 ab
MAP+CaNO ₃	300 a	4,63 abc	25,0 ab	3.480 a	3,67 a	12,85 a
SUPERSIMPLES	291 ab	4,67 ab	25,5 a	3.403 ab	3,66 a	12,49 ab

* Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

corroboram os resultados descritos por Zucareli et al. (2006, 2011) e Pelá et al. (2009), que obtiveram aumento da produtividade de grãos no feijoeiro com a aplicação de P no solo. Fageria, Barbosa Filho e Stone (2003) e Zucareli et al. (2006) acrescentaram que o número de vagens é o componente de produção que mais influencia no aumento da produtividade na cultura do feijoeiro, sendo diretamente influenciado pelas condições do meio, entre as quais a adubação com P via solo.

O número de grãos por vagem foi pouco influenciado pelas fontes de P, tendo os menores valores no tratamento controle, apesar de uma variação de 23,6 a 25,5 (Tabela 3). O número de grãos/vagem é característica peculiar de cada cultivar, determinada geneticamente, tendo pouca influência do meio (PELÁ et al., 2009); entretanto, a massa de 100 grãos é mais influenciada pelas condições do meio e foi mais afetada pelas fontes de P.

Para a produtividade de grãos, contou-se que as fontes de P (MAP + CaNO₃, Supersimples e MAP + CaCO₃) que também tinham Ca proporcionaram os melhores resultados. A aplicação somente de MAP (que não tem Ca), proporcionou resultados inferiores, diferindo estatisticamente do tratamento MAP + CaNO₃. Com base nos nossos resultados, pode-se inferir que a aplicação de cálcio em conjunto com o fósforo melhorou o desenvolvimento da planta com reflexos positivos na produtividade de grãos. Segundo Raji (2004), quando os adubos fosfatados são aplicados ao solo, praticamente todo o P é retido na fase sólida, devido à ocorrência de um grande número de compostos fosfatados, principalmente ligados a ferro e alumínio. Entretanto, na ocorrência de abundância de cálcio, podem ocorrer alterações no solo que proporcionem melhores condições para o desenvolvimento das plantas (SOUSA; VOLKWEISS, 1987; RHEINHEIMER; ANGHINONI; CONTE, 2000; PEREIRA, 2007). Essas informações foram confirmadas quando se avaliaram os teores e o conteúdo de P no grão: nos tratamentos com MAP + CaNO₃ e Supersimples, constataram-se os maiores

Tabela 4. Eficiência agrônômica da aplicação de P na produtividade de grãos do feijoeiro comum

Tratamentos	Eficiência agrônômica de P (kg kg ⁻¹)
Testemunha	-
MAP	6,67 c*
MAP+CaSO ₄	7,12 bc
MAP+CaCO ₃	8,43 b
MAP+CaNO ₃	9,94 a
SUPERSIMPLES	9,03 ab

* Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

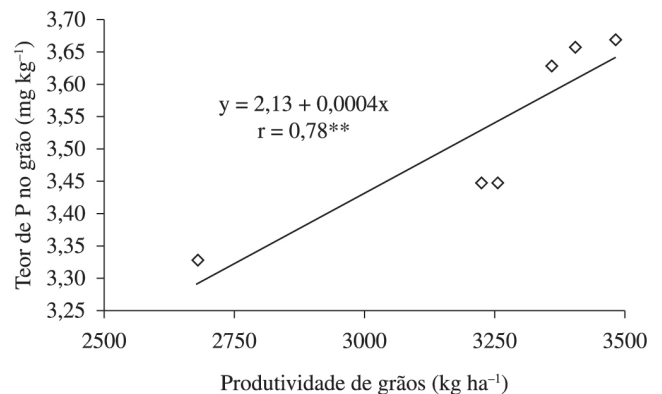


Figura 1. Correlação entre a produtividade de grãos e o teor de P no grão do feijoeiro comum. Média de três localidades (Unai, Paracatu e São João da Aliança).

valores, diferindo dos tratamentos MAP + CaSO₄, MAP e do controle. Adicionalmente, avaliando-se a eficiência agrônômica, constataram-se maiores valores com a aplicação de MAP+CaNO₃, que diferiu da aplicação de MAP, MAP+CaSO₄ e MAP+CaCO₃ (Tabela 4).

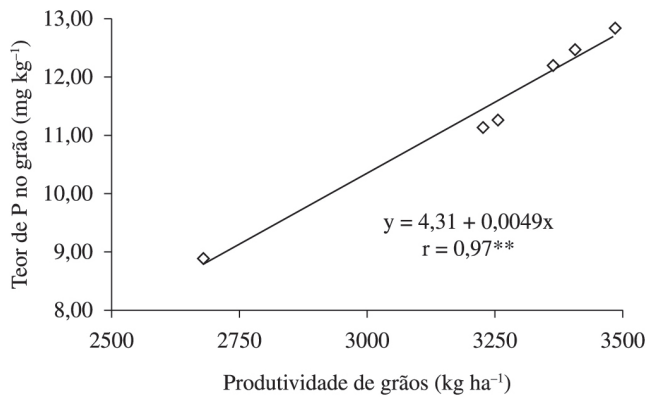


Figura 2. Correlação entre a produtividade de grãos e o conteúdo de P no grão do feijoeiro comum. Média de três localidades (Unai, Paracatu e São João da Aliança).

Quando se avaliou a correlação entre o teor de fósforo no grão e a produtividade, constatou-se correlação positiva, ou seja, à medida que se aumentam os teores de fósforo no grão, aumenta-se também a produtividade (Figuras 1 e 2). O fósforo (P) é elemento essencial no metabolismo das plantas e contribui de forma significativa para o aumento da produtividade de grãos e da massa de grãos (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2003; PELÁ et al., 2009; ZUCARELI et al., 2010).

4 Conclusões

A aplicação de fontes de fósforo juntamente com o cálcio (supersimples, MAP + CaNO₃ e MAP + CaCO₃) proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos e no teor e conteúdo de P nos grãos do feijoeiro comum; além disso, o teor e o conteúdo de P nos grãos do feijoeiro correlacionaram-se positivamente com a produtividade de grãos.

Referências

ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000500015>

ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; GITI, D. C.; YAMAMOTO, C. J. T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i3.9706>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. *Sétimo levantamento de safra de grãos*. CONAB, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, n. 1).

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO DESTACA

A ESSENCIALIDADE DO FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: Informações Agronômicas, 2003. n. 102, p. 1-9.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Response of lowland rice and common bean grown in rotation to soil fertility levels on a varzea soil. *Fertilizer Research*, v. 45, n. 1, p.13-20, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00749876>

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; MOREIRA, A. Yield, nutrient uptake and changes in soil chemical properties as influenced by liming and iron application in common bean in a no-tillage system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 41, n. 14, p. 1740-1749, 2010. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2010.489137>

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; BRITO, O. R.; FONSCECA JÚNIOR, N. S.; FONSCECA, I. C. B.; AGUIAR, S. X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 7-18, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p7>

MIRANDA, L. N.; AZEVEDO, J. A.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regime de irrigação em solo de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 4, p.703-710, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000400005>

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; COBUCCI, T.; OLIVEIRA, P. Adubação de cultivares de feijoeiro comum em várzeas tropicais. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 4, p. 407-415, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000400003>

NASCENTE, A. S.; LI, Y. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and no-till effects on physical fractions of soil organic matter. *Soil & Tillage Research*, v. 130, p. 52-57, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2013.02.008>

PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de fósforo para a adubação foliar na cultura do feijoeiro. *Scientia Agraria*, v. 10, n. 3, p. 313-318, 2009.

PEREIRA, F. R. S. *Gesso de minério associado a fontes de fósforo na cultura do milho em sistema plantio direto no estado de alagoas*. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

RAIJ, B. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). *Fósforo na agricultura brasileira*. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 107-114.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, p. 589-597, 2000.

SOUSA, D. M. G.; VOLKWEISS, S. J. Reações do superfosfato triplo em grânulos com solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 11, p. 133-140, 1987.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Fontes e doses de nitrogênio e

fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 115-142.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JUNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100005>

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 1, p. 9-15, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000100002>

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; OLIVEIRA, M. A.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Índices biométricos e fisiológicos em feijoeiro sob diferentes doses de adubação fosfatada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, p. 1313-1324, 2010. Suplemento 1.