



Adubação fosfatada e aplicação de Penergetic na produtividade do feijoeiro comum

Phosphate fertilization and penergetic application in the yield of common bean

Tarcísio Cobucci¹, Adriano Stephan Nascente¹, Daniel Paiva Lima²

¹Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural, Caixa Postal: 179, CEP: 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: adriano.nascente@embrapa.br

²Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Goiânia, GO

Recebido em: 17/02/2014

Aceito em: 17/09/2015

Resumo. O uso da tecnologia Penergetic tem sido proposta para a obtenção de maiores produtividades das culturas visando maior disponibilidade dos nutrientes do solo, notadamente o fósforo. O objetivo do trabalho foi determinar a produtividade de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum afetados pela adubação fosfatada e pela aplicação de Penergetic. O experimento foi conduzido em condições de campo sob irrigação, por dois anos agrícolas (2012 e 2013). O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 4 x 2. Os tratamentos constaram da combinação de quatro doses de fósforo aplicados ao solo (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) com a presença e ausência de aplicação de Penergetic. A adubação fosfatada proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum nos dois anos de cultivo. O uso de Penergetic independente da dose de fósforo utilizada proporcionou maior produtividade de grãos do que os tratamentos sem aplicação do produto nos dois anos de cultivo. No ano de 2013, a aplicação de Penergetic proporcionou maior produtividade de grãos (5313 kg ha⁻¹) numa menor dose de P (82,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅) do que na ausência do produto (3903 kg ha⁻¹) na maior dose de P (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Palavras-chave: eficiência de absorção, fósforo, *Phaseolus vulgaris*, redução de custos.

Abstract. The use of the technology Penergetic has been proposed for achieving higher crop yields due to further optimization in the use of soil nutrients, especially phosphorus. The objective was to determine the grain yield and yield components of common bean as affected by phosphorus fertilization and application of Penergetic. The experiments were conducted in field conditions irrigated in two growing seasons. The experimental design was a randomized block design in a factorial 4 x 2. The treatments consisted of four levels of phosphorus in the soil (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅) in the presence and absence of Penergetic application. Phosphorus fertilization allowed significant increases in grain yield and yield components of common bean in the two growing season. Using Penergetic independent of the phosphorus application allowed higher grain yield than the treatments without application of the product in the two growing season. In 2013, the application of Penergetic allowed the highest grain yield (5313 kg ha⁻¹) at a lower phosphorus application (82.2 kg P₂O₅ ha⁻¹) than in the absence of the product (3903 kg ha⁻¹) at the highest dose of P (120 kg P₂O₅ ha⁻¹).

Keywords: uptake efficiency, phosphorus, *Phaseolus vulgaris*, costs reduction.

Introdução

A cultura do feijão-comum possui grande importância econômica para o Brasil, sendo produzida em três épocas denominadas época das águas, das secas e de inverno, as quais possuem diferentes condições ambientais, considerando-se a estação do ano, solo, cultivares e nível tecnológico empregado (Wander, 2007). A época de inverno é caracterizada pelo uso de irrigação por aspersão,

alto nível tecnológico adotado e maior facilidade e rapidez na adoção de tecnologias pelos produtores. Na safra 2013 na região Centro-Sul (Centro-Oeste e Sudeste), o feijão-comum de inverno foi cultivado em 187,7 mil ha com uma produção de 465,5 mil toneladas de grãos, correspondendo a uma produtividade média de 2.480 kg ha⁻¹ e 15,6% de toda a produção nacional (CONAB, 2013). Entretanto, essa média de produtividade ainda é



considerada baixa, uma vez que há relatos de produtividade em torno de 4.000 kg ha⁻¹ (Nascente et al., 2012).

Dentre os fatores que podem contribuir para aumentar a produtividade da cultura, tem-se a adubação, uma vez que, um adequado e balanceado suprimento de nutrientes proporciona o pleno desenvolvimento da cultura com impacto positivo na produtividade de grãos (Fageria et al., 2010; Pagani & Mallarino, 2012; Crusciol et al., 2013). Neste sentido, tem-se o fósforo (P), elemento essencial no metabolismo das plantas que contribui de forma significativa para o aumento do desenvolvimento radicular, além de favorecer o aumento do número de vagens e da massa de grãos o que resulta em incrementos positivos na produtividade de grãos (Pelá et al., 2009; Zucarelli et al., 2010). O fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produção do feijoeiro, principalmente em solos de baixa fertilidade como os de Cerrado (Fageria & Baligar, 2008; Fageria et al., 2011).

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 et al., 2006). Isso ocorre devido à elevada taxa de fixação do P em solos tropicais, causada principalmente por precipitação com Fe e Al, reação com óxidos hidratados dos mesmos metais e reações com argilas silicatadas, devido a isso o aproveitamento pela cultura varia de 5% a 25% do total aplicado (Malavolta, 1980). Dessa forma, pode estar ocorrendo elevação dos níveis de fósforo no solo sem que aumente a disponibilidade para as plantas. Assim, o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem maior disponibilidade de fósforo para as plantas poderia proporcionar redução da quantidade de adubos fosfatados aplicados via solo, gerando ganhos econômicos e ambientais, uma vez que esses adubos são produzidos a partir de reservas minerais de caráter não renovável (Pelá et al., 2009).

Visando aumentar a disponibilidade dos nutrientes no solo, os produtores mais tecnificados têm utilizado a tecnologia Penergetic que consiste da aplicação dos produtos Penergetic “K” e “P”, os quais segundo a fabricante são oriundos de argila bentonítica submetida a aplicação de campos elétricos e magnéticos (Brito et al., 2012). Ainda segundo a fabricante esses produtos são utilizados como bioativador de solos (Penergetic “K”, aplicado ao solo) que aumenta e equilibra as atividades

microbiológicas no solo e como bioativador de plantas que disponibiliza mais energia ao processo fotossintético e facilita a interação planta + microorganismo benéfico (PENERGETIC, 2013). Mesmo sendo recente a utilização do produto na agricultura brasileira, existem resultados promissores de seu uso em trigo (Kadziulienė et al., 2005; Pekarskas, 2012a), pepino e tomate (Jankauskiene & Surviliene, 2009), feijoeiro comum (Brito et al., 2012), batata (Jakiene et al., 2008) e cevada (Pekarskas, 2012b).

Apesar desses resultados e da crescente utilização desse produto por agricultores na terceira época de cultivo do feijoeiro comum, ainda existem muitas dúvidas quanto à viabilidade da utilização dessa tecnologia. Praticamente não existem trabalhos que procuram correlacionar a aplicação do Penergetic com a adubação fosfatada. Assim, partiu-se da hipótese de que a aplicação de Penergetic K e P irá proporcionar maior aproveitamento do fósforo do solo e maior produtividade de grãos do feijoeiro comum com a aplicação de menores doses do nutriente. O objetivo do trabalho foi de determinar a produtividade de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum afetados pela adubação fosfatada e pela aplicação de Penergetic K (solo) e P (vai foliar).

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em diferentes locais na Fazenda Guaribas, no município de Unaí, MG nos anos 2012 e 2013. Os solos das áreas experimentais foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo (2012) e Latossolo Vermelho (2013), distróficos com textura franco-argilosa. Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras do solo e realizadas as análises químicas e físicas, segundo recomendações de Claessen (1997) (Tabela 1).

O clima da região foi classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, segundo a classificação de Koppen. A média histórica da Região (CLIMATEMPO, 2013) de 1983-2013 é de 32, 8,3, 4,3 e 12,6 mm precipitado nos meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente e temperaturas médias de 21,8, 20,6, 20,8 e 22,6 °C nos mesmos meses, respectivamente. Adicionalmente foi feita a medição diária das temperaturas mínimas e máximas e da precipitação (Figura 1). O experimento foi instalado em área de plantio direto após o cultivo de soja.



Tabela 1. Atributos químicos das áreas onde foram conduzidos os experimentos. Unai, MG, Safras 2012 e 2013.

2012									
(cm)	pH (água)	M.O. ¹ g dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al	V	m	
0-20	5,8	4,1	3,2	1,1	0,1	5,1	48	2	
mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
187	16,7	1	1,8	19,6	17	10,2	510	310	180
2013									
(cm)	pH (água)	M.O. ¹ g dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al	V	m	
0-20	6,6	4,4	4,0	1,6	0,0	4,0	77,7	0	
mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
203	16,8	1,2	0,4	10,5	27,3	4,6	493	328	179

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

¹M.O. – matéria orgânica.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 4 x 2, com oito repetições. As parcelas tiveram as dimensões de 7,0 m

de comprimento x 2,0 m de largura, sendo considerado como parcela útil as duas linhas centrais desprezando-se 0,50 m de cada extremidade. Os tratamentos constaram da combinação de três doses de fósforo aplicados ao solo (40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) mais a testemunha (0 kg ha⁻¹ de P₂O₅), utilizando-se como fonte o fosfato monoamônico, com a presença e ausência de aplicação de Penergetic. As doses de fósforo foram calculadas com base na análise do solo e correspondem a 0, 1/3, 2/3 e a dose recomendada para a cultura (Sousa & Lobato, 2004). A aplicação do Penergetic foi feita em duas etapas: 1ª aplicação de 250 g ha⁻¹ de Penergetic “K” aplicado no solo logo após a dessecação de manejo das plantas de cobertura um dia antes da semeadura do feijoeiro comum; e 2ª aplicação de 250 g ha⁻¹ de Penergetic “P” via foliar no estágio V₄ das plantas de feijoeiro comum (Vieira et al., 2006). A aplicação foi realizada com pulverizador de barras com volume de calda de 200 L ha⁻¹.

A semeadura do feijoeiro comum, cultivar Pérola, que é a mais plantada no Brasil (Vieira et al., 2006), foi realizada nos dias 15/05/2012 e

19/05/2013, com a emergência ocorrendo aos 5 e 6 dias após a semeadura para as safras 2012 e 2013, respectivamente. O espaçamento entre as linhas foi de 0,50 m e a densidade de semeadura foi de 8 sementes m⁻¹. Após a semeadura foi realizada a aplicação a lanço de 65 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl) e 90 kg ha⁻¹ de N (Ureia) (sem incorporação). Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura, utilizando-se os produtos recomendados (Vieira et al., 2006). Utilizou-se, nos dois anos agrícolas, o sistema de irrigação 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 e 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 a profundidade de exploração do sistema radicular de 0,2 m, foi iniciado com a capacidade de água disponível 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 (Silveira & Stone, 2003).

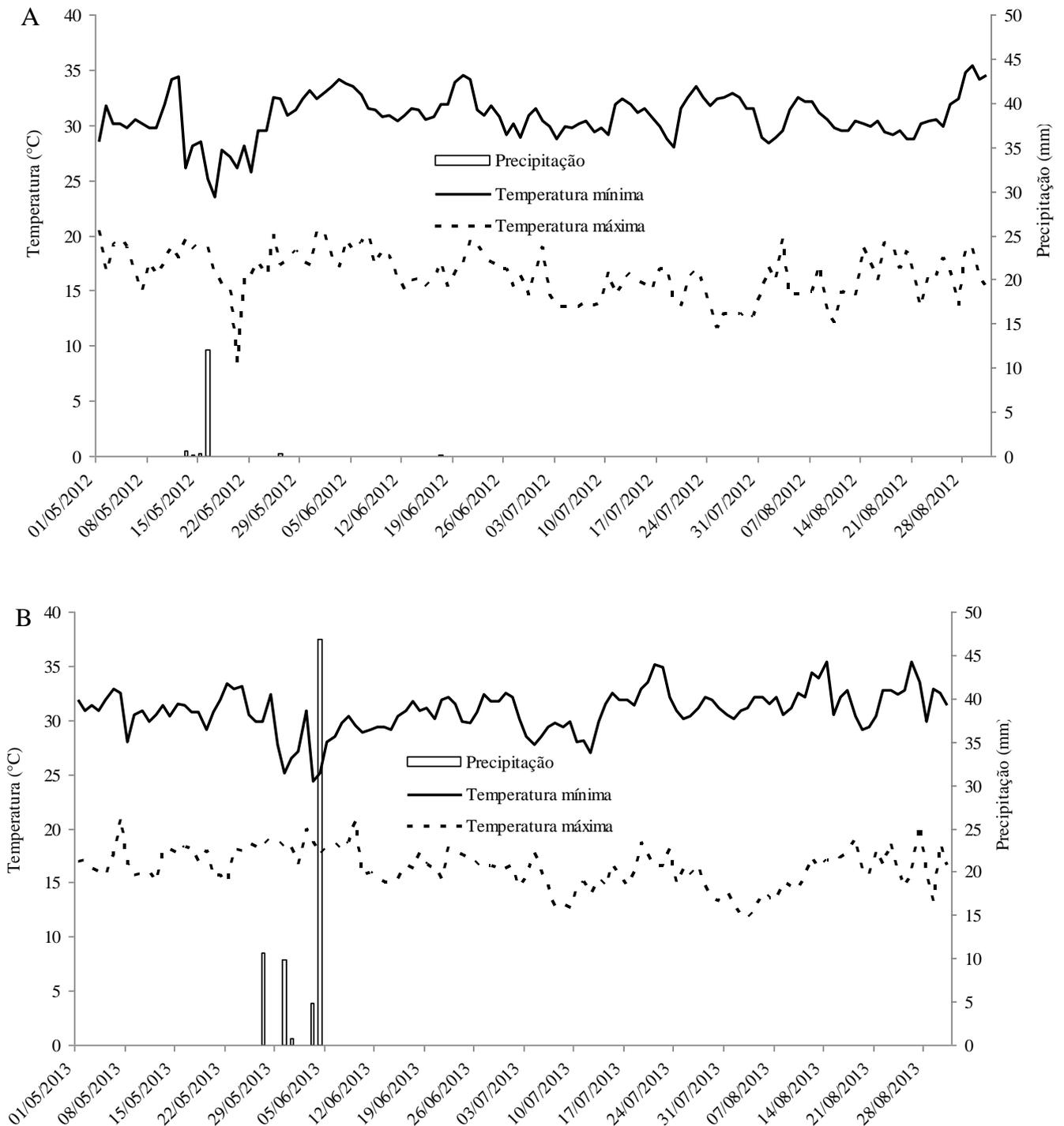


Figura 1. Temperatura mínima, máxima e precipitação do município de Unaí, MG durante o período de realização do experimento (maio a agosto) nas safras 2012 (A) e 2013 (B).

O ciclo da cultura foi de 102 e 107 dias para os anos 2012 e 2013, respectivamente. Assim, a colheita do experimento ocorreu em 20 de agosto de 2012 e 09 de setembro de 2013. Para a avaliação dos componentes de produção (número de vagens

planta⁻¹, número de grãos vagem⁻¹ e massa de 100 grãos) foram coletadas 10 plantas ao acaso em cada parcela. Avaliou-se a produtividade de grãos (130 g kg⁻¹ de umidade) realizando-se a colheita da parcela útil. Como informação complementar foi calculada a



eficiência agrônômica da aplicação do P, em que fez-se a subtração da produtividade de um dado tratamento pela produtividade do tratamento controle (sem P) e dividindo-se o resultado pela quantidade de P aplicado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, procedeu-se ao teste Tukey ($p < 0,05$). Para os dados quantitativos (doses de fósforo) foi realizada a análise de regressão.

Resultados e Discussão

A análise dos dados revelou que na safra agrícola de 2012 as plantas de feijoeiro produziram menor número de vagens m^{-2} e da massa de 100 grãos, acarretando em menor produtividade de grãos em relação à safra 2013 (Tabela 2). Uma vez que a condução do experimento foi feita em áreas diferentes, a maior produtividade de grãos obtida na segunda safra pode ser decorrente das melhores características do solo ocorridas na safra 2013 em relação à safra 2012, como pH (5,8 em 2012 e 6,6 em 2013), Al (0,1 em 2012 e 0 $mmol_c dm^{-3}$ em 2013), H+Al (5,1 em 2012 e 4,0 $mmol_c dm^{-3}$ em 2013), matéria orgânica (4,1 em 2012 e 4,4 $g dm^{-3}$ em 2013), teores de Ca (3,2 em 2012 e 4,0 $mmol_c dm^{-3}$ em 2013), Mg (1,1 em 2012 e 1,6 $mmol_c dm^{-3}$ em 2013), K (187 em 2012 e 203 $mg dm^{-3}$ em 2013), resultando em maior valor de saturação por bases (48 em 2012 e 77,7% em 2013) (Tabela 1).

Segundo Nascente et al. (2013) a matéria orgânica melhora as características físicas e químicas do solo proporcionando melhor ambiente para o desenvolvimento das culturas. Adicionalmente, Fageria et al. (2011) relataram que a melhoria da fertilidade do solo contribui de forma significativa com o aumento da produtividade das culturas.

No ano de 2012 constatou-se que não houve efeito significativo do número de vagens m^{-2} , número de grãos $vagem^{-1}$ e massa de 100 grãos para o fator doses de fósforo, tendo efeito na variável de maior interesse para os produtores, a produtividade de grãos (Tabela 2). Com relação à aplicação do Penergetic, verificou-se efeito na massa de 100 grãos e na produtividade.

A produtividade de grãos do feijoeiro na safra 2012 foi significativamente afetada pelas doses de fósforo, obtendo ajuste quadrático dos dados (Figura

2). O fósforo é elemento essencial no metabolismo das plantas e contribui de forma significativa para o aumento da produtividade de grãos (Zucareli et al., 2006; Pelá et al., 2009; Zucareli et al., 2011; Arf et al., 2011).

As maiores doses de fósforo aplicadas (80 e 120 $kg ha^{-1}$) não proporcionaram incrementos positivos na produtividade de grãos da cultura (Figura 2). Com isso, constata-se que o fornecimento de P no sulco de semeadura até a dose de 40 $kg ha^{-1}$ de P_2O_5 foi suficiente para acarretar produtividade semelhante ao das maiores dose de P. Esse resultado pode ter ocorrido devido aos altos teores de P no solo (Tabela 1), sendo considerados médios (Sousa & Lobato, 2004), fato comum em áreas sob plantio direto.

O não revolvimento do solo diminui o contato das partículas do fósforo aplicado nas culturas anteriores com os colóides do solo, diminuindo assim o potencial de fixação. Além disso, o excesso de determinado nutriente nem sempre promove aumento de produtividade principalmente devido à falta de outros nutrientes (Malavolta, 1980; Barbosa Filho & Silva, 2000), conforme já relatado na cultura do feijoeiro por Silva et al. (2012).

Com relação ao uso do Penergetic no ano de 2012 verificou-se que sua aplicação proporcionou incrementos significativos na massa de 100 grãos (de 24,6 para 26,1 g) e também na produtividade de grãos da cultura (de 2815 para 3006 $kg ha^{-1}$) (Tabela 2). Brito et al. (2012) também verificaram que a aplicação de Penergetic proporcionou aumentos significativos na produtividade de grãos do feijoeiro quando comparado com o tratamento controle (sem o uso do Penergetic). Segundo os autores a tecnologia Penergetic proporciona melhores condições ao desenvolvimento das plantas devido principalmente à melhor absorção de nutrientes como o fósforo. Nesse sentido, os resultados do presente trabalho permitem inferir que o uso desses produtos proporcionou melhores condições para o desenvolvimento da cultura resultando em maior produtividade de grãos. Outras pesquisas devem ser realizadas para melhor esclarecer os efeitos desses produtos na planta que causam esse melhor desenvolvimento.



Tabela 2. Valores de P para as variáveis número de vagens m⁻² (VAG), número de grãos vagem⁻¹ (GRAO), massa de 100 grãos (MASSA) e produtividade de grãos (PROD) do feijoeiro comum em função da safra agrícola e da adubação fosfatada (P), aplicação de penergetic (PEN) e interação. Unaí-MG, safras 2012 e 2013.

Fatores	VAG número	GRAO número	MASSA gramas	PROD kg ha ⁻¹
Safra agrícola (ano)				
2012	256 b ¹	4,52 a	25,4 b	2911 b
2013	305 a	4,69 a	28,1 a	4061 a
Valor de p (probabilidade de teste F)				
Ano	<0,001	0,1186	<0,001	<0,001
CV (%)	10,0	8,7	5,3	8,4
Ano 2012				
Doses de Fósforo (P)				
0	250	4,71	24,3	2799
40	207	4,29	25,2	2889
80	253	4,73	26,0	3123
120	254	4,34	25,7	2831
Aplicação Penergetic (Pen)				
Sem	252 a	4,59 a	24,6 b	2815 b
Com	260 a	4,45 a	26,1 a	3006 a
Valor de p (probabilidade do teste F)				
P	0,7117	0,5849	0,5547	<0,001
Penergetic (Pen)	0,2879	0,3587	<0,001	<0,001
P x Pen	<0,001	<0,001	0,8421	0,7002
CV (%)	7,0	10,4	4,8	4,5
Ano 2013				
Doses de Fósforo (P)				
0	246	4,71	26,9	3120
40	322	4,68	28,9	4368
80	318	4,73	28,0	4247
120	336	4,66	28,7	4510
Aplicação Penergetic (Pen)				
Sem	283 b	4,61 b	27,3 b	3579 b
Com	328 a	4,76 a	28,9 a	4543 a
Valor de p (probabilidade do teste F)				
P	<0,001	0,4493	<0,001	<0,001
Penergetic (Pen)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P x Pen	0,1254	0,2591	0,2752	<0,001
CV (%)	12,2	5,0	3,9	12,0

¹Mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

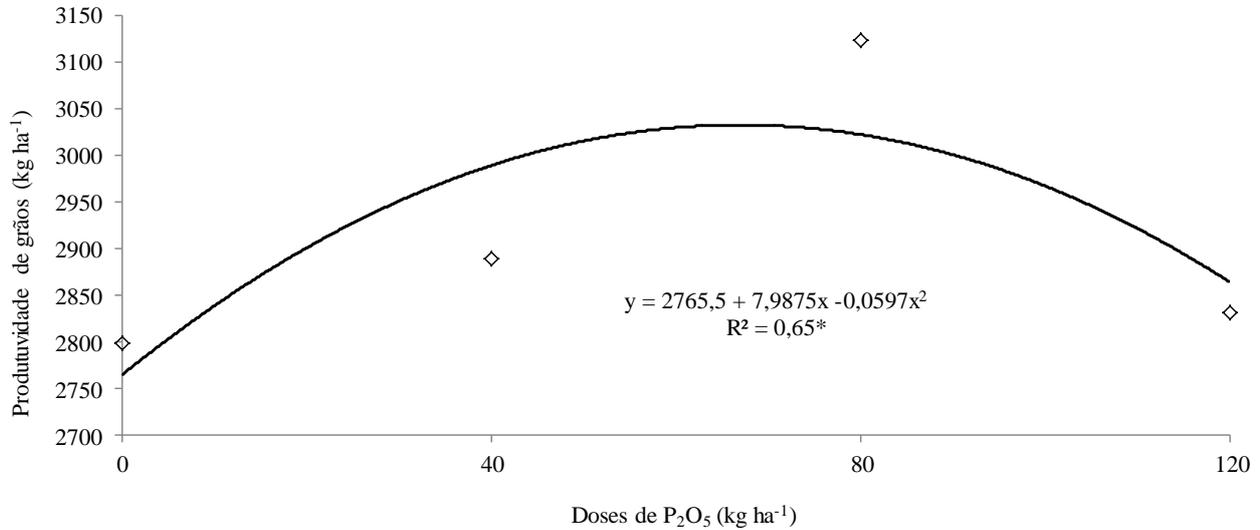


Figura 2. Produtividade de grãos do feijoeiro comum em função de doses de P₂O₅ aplicados no solo no ano de 2012 em Unaí, MG.

No ano de 2013, constatou-se que houve efeito significativo das doses de fósforo para o número de vagens m⁻², massa de 100 grãos e produtividade (Tabela 2). Com relação ao uso de Penergetic houve efeito em todas as variáveis avaliadas, onde a aplicação de Penergetic proporcionou valores superiores em relação à não aplicação do produto. Ocorreu também interação entre esses dois fatores (doses de fósforo e uso de Penergetic) na variável produtividade de grãos.

Dessa forma, os dados foram ajustados a equações quadráticas para o número de vagens m⁻² (Figura 3) e para a massa de 100 grãos (Figura 4).

De acordo com Zucareli et al. (2006) o número de vagens por área é o componente de produção que mais influencia no aumento da produtividade da cultura do feijoeiro, e é diretamente influenciado pelas condições do meio, entre elas a disponibilidade de fósforo, conforme observado no presente experimento (Figura 5). Zucareli et al. (2006, 2011) e Pelá et al (2009) verificaram que o aumento no número de vagens proporcionou incrementos significativos na produtividade do feijoeiro comum e atribuíram os resultados ao aumento da disponibilidade de fósforo à cultura.

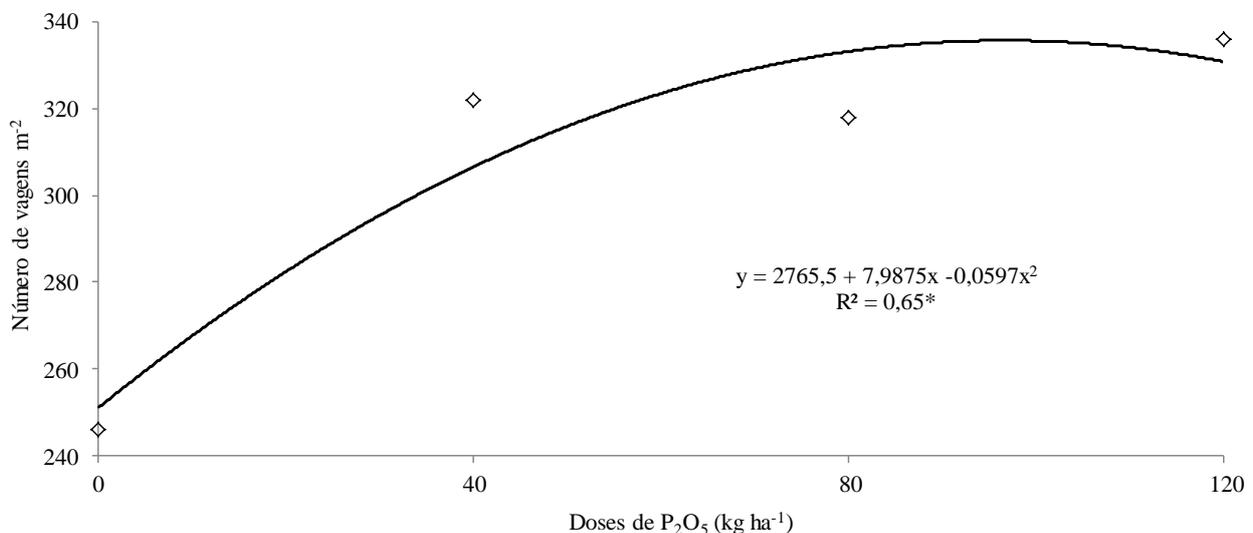


Figura 3. Número de vagens m⁻² do feijoeiro comum em função de doses de P₂O₅ aplicados no solo no ano de 2013 em Unaí, MG.

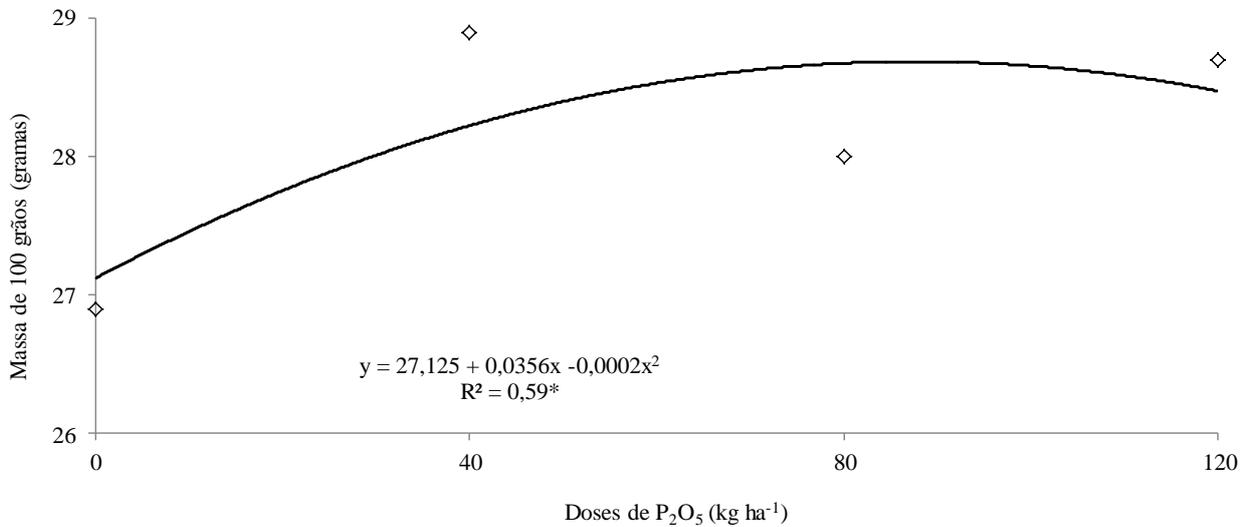


Figura 4. Massa de 100 grãos do feijoeiro comum em função de doses de P₂O₅ aplicados no solo no ano de 2013 em Unai, MG.

Assim, com relação à produtividade constatou-se interação com a aplicação de Penergetic, havendo ajuste linear na ausência de aplicação do produto e ajuste quadrático dos dados quando se aplicou o Penergetic (Figura 5). Entretanto independente da aplicação do produto verifica-se que a adubação com fósforo

proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos da cultura. Outros autores também relataram que a adubação fosfatada na cultura do feijão tem proporcionado resposta positivas e significativas na produtividade de grãos da cultura (Miranda et al., 2000; Silva et al., 2001; Valderrama et al., 2009).

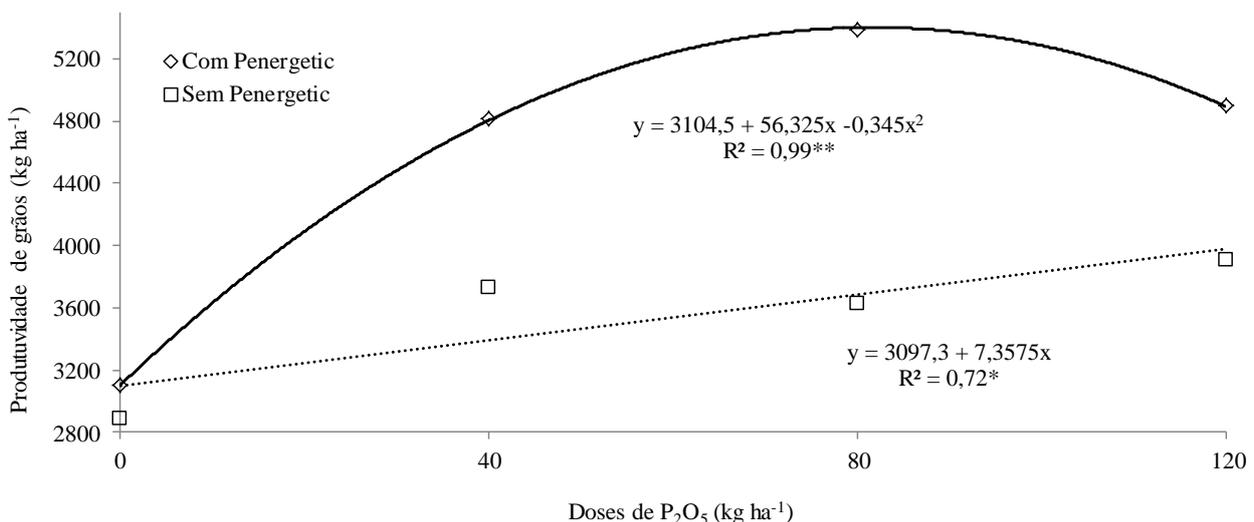


Figura 5. Produtividade de grãos do feijoeiro comum em função de doses de P₂O₅ aplicados no solo no ano de 2013 em Unai, MG.

A aplicação do Penergetic independente da combinação com a dose de fósforo proporcionou maiores valores de produtividade de grãos do feijoeiro na safra 2013 em relação aos tratamentos sem o produto (Tabela 3) Corroborando essas informações verifica-se que quando se aplicou o

Penergetic a eficiência agrônômica de aplicação do fósforo foi bem superior ao da ausência de aplicação do produto, notadamente no ano de 2013, sendo a eficiência muito maior nas menores doses de fósforo.



Vale ressaltar que a eficiência agrônômica de aplicação do fósforo teve valores mais altos no ano de 2013 (de 16,7 a 53,4 kg de grão kg de P⁻¹) do que no ano de 2012 (de 2,9 a 7,4 kg de grão kg de P⁻¹) em razão da diferença de produtividade entre os anos, que foi de 3006 kg ha⁻¹ em 2012 e 4543 kg ha⁻¹ em 2013, uma vez que o cálculo dessa eficiência é feita pela subtração da produtividade de um dado tratamento pela produtividade do tratamento controle (sem P) e dividindo-se o resultado pela quantidade de P aplicado.

Para os tratamentos com PENERGETIC constatase aumento significativo da produtividade até a dose de 82,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹, atingindo 5313 kg ha⁻¹ de grãos (Figura 5). Por outro lado, sem a aplicação do penergetic a resposta à aplicação de fósforo no solo foi linear, sendo que a máxima produtividade foi de 3903 kg ha⁻¹ de grãos. Com base nos resultados

pode-se inferir que a aplicação do PENERGETIC proporcionou maior produtividade de grãos com menor dose de fósforo aplicado. Esse resultado pode indicar que houve maior disponibilidade de fósforo para as plantas quando se aplicou o PENERGETIC possivelmente provenientes dos colóides do solo e ou parte orgânica devido à maior atividade microbiana no solo (PENERGETIC, 2013), conforme relatado por Kaduziulienė et al. (2005), Jakiene et al. (2008), Jankauskiene & Surviliene (2009), Brito et al. (2012) e Pekarskas (2012a).

Necessário se faz o desenvolvimento de outros estudos para confirmar essas hipóteses, uma vez que, os produtores estão utilizando esses produtos e relatando incrementos positivos na produtividade de grãos da cultura e como observado no presente experimento.

Tabela 3. Eficiência agrônômica da aplicação de P na produtividade de grãos do feijoeiro comum em função da adubação fosfatada (P) e da aplicação de penergetic (PEN).

Doses de Fósforo	Ano 2012		Ano 2013	
	Com PENERGETIC	Sem PENERGETIC	Com PENERGETIC	Sem PENERGETIC
Eficiência agrônômica de P (kg de grão kg de P ⁻¹)				
0	-	-	-	-
40	7,4 a* A	5,9 a B	53,4 a A	16,2 a B
80	6,5 a A	5,9 a A	23,0 b A	8,8 b B
120	2,9 b A	0,5 b B	16,7 b A	8,9 b B

* Letras iguais, minúscula na coluna ou maiúscula na linha (dentro do mesmo ano), não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

Conclusões

A adubação fosfatada proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum nos dois anos de cultivo. O uso de PENERGETIC independente da dose de fósforo utilizada proporcionou maior produtividade de grãos do que os tratamentos sem aplicação do produto nos dois anos de cultivo. No ano de 2013, a aplicação de PENERGETIC proporcionou maior produtividade de grãos (5313 kg ha⁻¹) numa menor dose de fósforo (82,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹) do que na ausência do produto (3903 kg ha⁻¹) na maior dose de fósforo (120 kg de P₂O₅ ha⁻¹).

Referências

ARF, M.V.; BUZZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J.P.; GITTI, 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.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, 2000.

BRITO, R.O.; DEQUECH, F. K.; BRITO, R. M. Use of penergetic products P and K in the snap bean production. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, v.55, p.277-278, 2012.

CLAESSEN, M.E.C. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

CLIMATEMPO. *Climatologia*, Unai – MG. Disponível em:



<<http://www.climatempo.com.br/climatologia/205/una>>. Acesso em: 07 nov. 2013.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2012/2013: sétimo levantamento de safra de grãos.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2014.

CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A. Upland rice growth and mineral nutrition as affected by cultivars and sulfur availability. **Soil Science Society of America Journal**, v.77, n.1, p.328-335, 2013.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in Agronomy**, v.99, p.345-399, 2008.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 560 p.

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.

JAKIENE, E.; VENSKUTONIS, V.; MICHEVICIUS, V. The effect of additional fertilization with liquid complex fertilizers and growth regulators on potato productivity. **Sodininkyste ir Darzininkyste**, v.27, n.2, p.259-267, 2008.

JANKAUSKIENE, J.; SURVILIENE, E. Influence of growth regulator on seed germination energy and biometrical parameter of vegetables. **Sodininkyste ir Darzininkyste**, v.28, n.3, p.69-77, 2009.

KADZIULIENE, Z.; FEIZIENE, D.; LEISTRUMAITE; SEMASKIENE, R. Peculiarities of some legumes and cereals under organic farming system. **NJF Report**, v.1, n.1, p.103-106, 2005.

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

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.

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.

NASCENTE, A.S.; LI, Y.; 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.

PAGANI, A.; MALLARINO, A.P. Soil pH and crop grain yield as affected by the source and rate of lime. **Soil Science Society of America Journal**, v.76, n.5, p.1877-1886, 2012.

PEKARSKAS, J. Effect of growth activator Penergetic-P on organically grown spring wheat. **Zemes Ukio Mokslai**, v.19, n.3, p.151-160, 2012a.

PEKARSKAS, J. Influence of growth activator Penergetic-P on yield and chemical composition of barley in organic farm. **Zemes Ukio Mokslai**, v.19, n.4, p.249-256, 2012b.

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.

PENERGETIC. **Produtos**. Disponível em <<http://www.penergetic.com.br>>. Acesso em: 25 set. 2013.

SILVA, E.B.; RESENDE, J. C.F.; CINTRA, W.B.R. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo em solo arenoso. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.973-977, 2001.

SILVA, L.C.; LUCCHESI, L. A. C.; KOEHLER, H. S.; CAMPOS, M. C. C. Phosphorus behavior on an Oxisol fertilized by phosphate alkaline biosolid and cultivated with common bean. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1261-1268, 2012.



SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. **Cultivo do feijoeiro comum**: irrigação. Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/irrigacao.htm>>. Acesso em: 25 set. 2013.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

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.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 600p.

WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975–2005. **Informe Econômico**, v.37, n.2, p.7–21, 2007.

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 Agrônômica**, v.42, n.1, p.32-38, 2011.

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.

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, supl.1, p.1313-1324, 2010.