
Efeito da adubação fosfatada com fontes de MAP na cultura do feijoeiro

Effect of phosphate fertilization with MAP sources on bean crop

João Antônio Gonçalves Silva¹; Rafael Umbelino Bento²; João Gustavo Dias Silvério Azevedo²; Jonaildo Martins de Carvalho²; Matheus de Araújo Ribeiro²; Lincon Rafael da Silva²; Ednaldo Cândido Rocha²; Gláucia de Mello Pelá²; Adilson Pelá²

¹ Centro Universitário de Goiás (UniGoiás) – Goiás – Brasil;

² Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Goiás – Brasil.

*Autor correspondente. E-mail: joao.antoniogs@hotmail.com

Recebido: 04/01/2025; Aceito: 26/02/2025

RESUMO

O feijão é uma cultura importante para a humanidade. Objetivou-se avaliar a eficiência de duas fontes de fósforo, na cultura do feijoeiro comum. Aonde foi avaliado: altura, diâmetro, número de vagens/planta, número de grãos/vagens, número de internós/planta, massa verde e seca/planta, P foliar, peso seco de 100 grãos e produtividade total estimada. O delineamento consistiu de um DBC, com quatro repetições, sendo formado por um fatorial incompleto $(4 \times 2) + 1$, com quatro doses de fósforo e duas fontes de Fosfato Monoamônico (MAP) e uma parcela controle. A utilização das fontes e doses não apresentaram diferenças significativas nas variáveis de: altura, diâmetro, internos, peso de 100 grãos, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, produtividade e P foliar, apenas as variáveis massa seca e massa verde e número de vagens por planta obtiveram diferenças em seus valores, contudo com pequena diferença entre as fontes e doses.

Palavras-chave: Fertilidade do solo, *Phaseolus vulgaris*, Polímero, Pérola.

ABSTRACT

Beans are an important crop for humanity. The aim was to evaluate the efficiency of two sources of phosphorus in common bean cultivation. The following were evaluated: height, diameter, number of pods/plant, number of grains/vessel, number of internodes/plant, green and dry mass/plant, leaf P, dry weight of 100 grains and estimated total yield. The design consisted of a DBC, with four replications, formed by an incomplete factorial $(4 \times 2) + 1$, with four doses of phosphorus and two sources of Monoammonium Phosphate (MAP) and a control plot. The use of the sources and doses did not show significant differences in the following variables: height, diameter, internals, weight of 100 grains, number of grains per plant, number of grains per pod, productivity and leaf P. Only the variables dry mass, green mass and number of pods per plant showed differences in their values, but with a small difference between the sources and doses.

Keywords: Soil fertility, *Phaseolus vulgaris*, Polymer, Pearl.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*), é um importante alimento, que fornece fonte de proteína, fibra dietética, amido e minerais como potássio, tiamina, ácido fólico em dietas acessíveis a diferentes populações (Garden-Robinson; Macneal, 2013). Possui importância uma vez que fornece de 10 a 20% das necessidades de uma série de nutrientes para adultos, representando também uma fonte proteica de menor custo em relação à proteína de origem animal (Ronko *et al.*, 2021).

A previsão de produção nacional na 2ª Safra de 2023, gira em torno de 574 mil toneladas, com aumento de quase 1,6% na produção deste grão no país. Embora haja previsão de aumento na produção de feijão, existe uma tendência da diminuição de área plantada de 3,4% (Brasil, 2023).

O incremento na produção do grão no Brasil tem se dado especialmente pela adoção de tecnologias que facilitem o processo produtivo e que trazem rentabilidade e produtividade ao produtor. Dentre as tecnologias que são utilizadas, o uso de fertilizantes no processo de produção tem lugar de destaque (Ojeda *et al.*, 2022). Entretanto, adubações desequilibradas, uso de cultivares não adaptadas para a região de cultivo (Trani *et al.*, 2010), a elevada acidez dos solos brasileiros, a baixa saturação de bases e baixos teores de fósforo presentes no solo (Bollyn *et al.*, 2019), contribuem de forma significativa para os baixos valores de produção deste grão no país.

Entre os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura do feijoeiro, o fósforo é um elemento que influencia em sua produtividade em solos brasileiros. Isso ocorre, por ser um elemento pouco móvel no solo e a maior parte fica adsorvida nos solos tropicais e subtropicais, devido a alta capacidade de retenção do fósforo na fase sólida, na forma de compostos de baixa solubilidade (Anjos *et al.*, 2021).

Dentre as várias técnicas encontradas para aumentar a eficiência na produção, o uso de fertilizantes revestidos por polímeros se mostra como uma alternativa. Estes fertilizantes tem como objetivo principal a liberação de forma gradativa dos nutrientes, aumentando seu período de disponibilidade no solo, contribuindo para a eficiente absorção destas plantas (Corrêa; Mota, 2022).

A liberação gradativa promovida pelo polímero faz com que o contato com os óxidos de Fe e Al e a argila sejam reduzidos, impedindo a formação de compostos estáveis, o que acarreta na diminuição da disponibilidade do nutriente no solo (Pelá *et al.*, 2018).

O custo do adubo polimerizado ainda que seja relativamente maior que o convencional, apresenta uma vantagem que o torna viável para sua utilização, principalmente, em função da utilização de menores doses, aumento da eficiência da absorção de fósforo pela planta e menor fixação no solo (Serrano *et al.*, 2006; Gazola *et al.*, 2013).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência relativa do uso de duas fontes de fósforo, uma fonte revestida por polímeros e uma fonte convencional na absorção de P, avaliar os componentes da produção e produtividade da cultura do feijoeiro comum cv. Pérola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Sul-Unidade Universitária de Ipameri (latitude: 17°43'20" S, longitude: 48°09'44" W, altitude de 764m), durante a safra 2014/2015 utilizando um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (BRASIL, 2006). Realizou-se análise físico-química do solo na profundidade de 0-20cm que apresentou as seguintes características, descritas conforme a (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e granulométrica do solo da área onde foi coletado o solo. Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Goiás – Campus Sul – Unidade Universitária Ipameri.

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V	Argila	Silte	Areia	MO	
CaCl ₂											cmolc dm ⁻³		%
4,7	12,4	53	1,2	0,3	3,3	0,2	4,9	33,1	37	8,0	55	1,9	
Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo							
mg dm ⁻³													
1,1	3,9	0,19	0,22	59,4	19,4	19,2							

Foi realizada calagem do solo para elevar a saturação de bases para 60%, com aplicação e incorporação de calcário dolomítico, com PRNT de 82% e 54,3% de CaCO₃ e 45,7% de MgCO₃. As demais práticas de preparo do solo também foram realizadas de forma convencional, com preparo do solo efetuado com duas gradagens e nivelamento da área. De acordo com a Tabela 2 o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo formado por um fatorial incompleto (4x2) +1, sendo quatro doses de fósforo, duas fontes de fosfato monoamônio (MAP e MAP revestido por polímeros e uma parcela controle (Tabela 2).

Tabela 2. Fontes e doses de MAP convencional e revestido com policote utilizados para a adubação potássica do feijoeiro-comum variedade Pérola (*Phaseolus vulgaris*).

Tratamentos	Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)
Controle	0
	30
	60
	90
	120
MAP	30
	60
	90
	120
MAP revestido com policote	30
	60
	90
	120

A parcela experimental consistiu em quatro linhas, espaçadas de 0,50m, com cinco metros de comprimento. Consideraram-se como área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 0,50 m de cada extremidade, perfazendo 6,0 m². A semeadura foi realizada na segunda quinzena de agosto de 2015, utilizando a variedade Pérola, do tipo feijão carioca, objetivando uma população de 200.000 plantas ha⁻¹. Adubação foi complementada, fornecendo à todos os tratamentos 100 kg ha⁻¹ de N, sendo 40% na base e 60% em cobertura, e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo 50% no sulco de plantio e 50% em cobertura, sendo esta cobertura realizada aos 30 dias após emergência da cultura, utilizando ureia e KCl como fontes. Utilizaram-se irrigações periódicas, com turnos de rega em função do desenvolvimento fisiológico da cultura, aonde foi utilizado aspersores de impacto para a irrigação da área e eram realizadas irrigações na área até que houvesse a cobertura total das parcelas.

No início do florescimento foram colhidas quatro folhas com desenvolvimento pleno próximo à extremidade dos ramos, de quatro plantas por parcela, escolhidas aleatoriamente, para a determinação dos teores de fósforo. As folhas colhidas foram secas em estufa a 60 °C com ventilação forçada por 48h e moídas. No ato da colheita avaliaram-se as seguintes variáveis: altura, diâmetro e número de vagens/planta, número de grãos/vagens, número

de internós/planta, e massa seca/planta em 5 plantas da área útil, também foi determinado o peso seco de 100 grãos e a produtividade total estimada, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%.

Utilizou-se a análise de variância e, em caso de efeito significativo para o teste F, aplicou-se o teste de Tukey para o fator qualitativo (fontes de P) e análise de regressão polinomial para o fator quantitativo (doses de P), sendo escolhido o modelo (linear, quadrático ou cúbico) que apresentou o melhor ajuste significativo aos dados do estudo. As análises estatísticas foram conduzidas no software R Studio (R Core Team, 2022) utilizando os pacotes ExpDes.pt (Ferreira *et al.*, 2021) e ggplot2 (Wickham, 2016).

RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 3), observou-se interação não significativa ($p > 0,05$) entre as variáveis de: altura, diâmetro, internós, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, produtividade e P foliar. As variáveis que apresentaram significância ($p < 0,05$) foram massa verde, massa seca e número de vagens por plantas, às quais foram submetidas a análise de variância pelo Teste de Shapiro-Wilk e posteriormente foram desdobradas e descobriu-se o melhor desdobramento para cada, de acordo com a (Tabela 4).

Tabela 3. Altura, Diâmetro, internos, peso de 100 grãos, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, produtividade e P foliar do feijoeiro comum variedade Pérola submetido a diferentes fontes e doses de MAP.

Variáveis	Fontes									
	Conv.	Pol.	Conv.	Pol.	Conv.	Pol.	Conv.	Pol.	Conv.	Pol.
	0	0	30	30	60	60	90	90	120	120
Altura	83,3a	83,3a	84,8a	75,8a	73a	69,1a	80,1a	58,53a	77,85a	80,35a
Diâmetro	0,5a	0,5a	0,5a	0,55a	0,49a	0,46a	0,46a	0,48a	0,51a	0,44a
Internós	8,2a	8,2a	7,8a	8,1a	7,1a	7,9a	7,1a	7,3a	7,7a	7,4a
Peso de 100 grãos	229,18a	229,18a	226a	231,2a	225,43a	208,48a	221,05a	206,97a	232,3a	223,45a
Número de grãos por planta	62,1a	62,1a	54,5a	61,9a	51,1a	60,7a	51,55a	47,08a	59,4a	42,9a
Número de grãos por vagem	4,3a	4,3a	4,7a	4,8a	4,6a	5,2a	4,7a	4,7a	4,5a	4,5a
Produtividade	2847,3a	2847,3a	2455,7a	2839,7a	2309,6a	2528,7a	2284,7a	1962,08a	2750,4a	1920,1a
P foliar	1,08a	1,08a	0,95a	1,33a	1,33a	0,7a	0,8a	1,3a	0,6a	1,38a

Obs.: Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5,0 % de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Análise de variância da massa verde, massa seca e número de vagens por planta do feijoeiro comum variedade Pérola submetido a diferentes fontes e doses de MAP.

Quadro da Análise de Variância					
Massa Verde					
Variáveis	GL	SQ	QM	FC	Pr>FC
Bloco	3	43,3	3	3,40	0,032
Fonte	1	0,46	2	0,11	0,0,75
Dose	4	102,53	5	6,03	0,0013
Fonte*Dose	4	10,20	4	0,60	0,67
Resíduo	27	114,46	6		
Total	39	271,24	1		
CV			12,99		
Massa seca					
Variáveis	GL	SQ	QM	FC	Pr>FC
Bloco	3	1,52	5	4,36	0,01
Fonte	1	0,02	2	0,17	0,69
Dose	4	2,20	6	4,74	0,01
Fonte*Dose	4	0,24	3	0,52	0,72
Resíduo	27	3,14	4		
Total	39	7,12	1		
CV			12,99		
Número de Vagens por Plantas					
Variáveis	GL	SQ	QM	FC	Pr>FC
Bloco	3	120,5	3	7,79	0,001
Fonte	1	5,26	5	1,02	0,32
Dose	4	85,61	2	4,15	0,0
Fonte*Dose	4	38,26	6	1,85	0,15
Resíduo	27	139,27	4		
Total	39	388,90	1		
CV			17,31		

Obs.: Análise de variância no nível de 5,0 % de significância pelo teste de Shapiro- Wilk.

Na Figura 1 observa-se à diferença estatística significativa para massa verde e massa seca de plantas de feijão comum variedade Pérola, submetidas a adubação fosfatada com duas fontes de MAP (convencional e polimerizado). Observou-se decréscimo da massa verde nas plantas de feijão, nas diferentes fontes de MAP, ocorrendo aumento na dose máxima aplicada para a fonte polimerizada, enquanto que para a massa seca nas doses de 30kg ha⁻¹ e 120kg ha⁻¹ apresentaram os maiores valores, tendo diminuição nas demais doses independente da fonte utilizada.

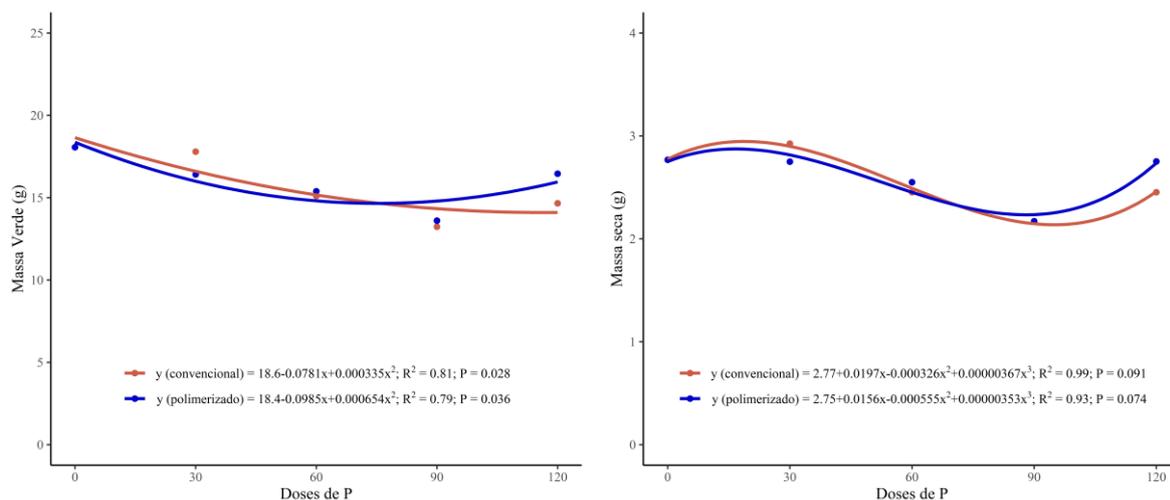


Figura 1. Efeito da aplicação de duas fontes de MAP e doses na produção de massa verde e massa seca de plantas de feijão comum cultivar Pérola.

Na Figura 2 observa-se a diferença estatística significativa para número de vagens em plantas de feijão comum variedade Pérola, submetidas a adubação fosfatada com duas fontes de MAP (convencional e polimerizado). Observou-se decréscimo do número de vagens por planta, nas diferentes fontes de MAP, ocorrendo diminuição do número de vagens por planta na fonte de fósforo polimerizada conforme houve aumento da dose aplicada, enquanto que para a fonte convencional, houve aumento desta mesma variável a partir da dose de 90 kg ha⁻¹.

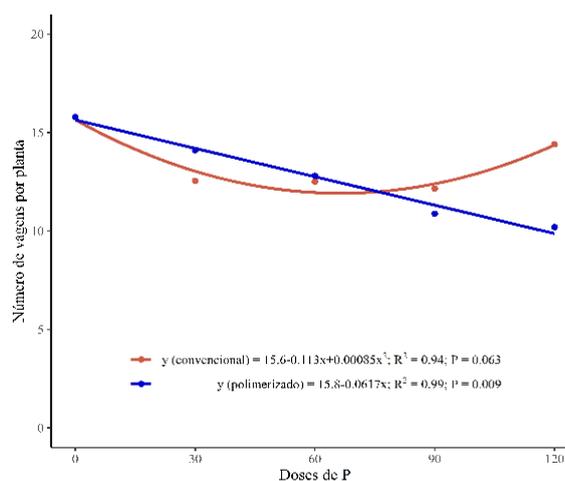


Figura 2. Número de vagens por planta de plantas de feijão comum cultivar Pérola submetidos a adubação com diferentes fontes de fósforo e doses.

DISCUSSÃO

No presente trabalho, observou-se que a utilização da adubação fosfatada em diferentes fontes (MAP convencional e MAP revestido por polímeros) e doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) não apresentou efeitos significativos nos principais variáveis estudados para o cultivo do feijoeiro comum variedade Pérola, sendo elas: altura, diâmetro, internós, peso 100 grãos, número de grãos/planta, número de grãos/vagem, produtividade e P foliar.

Uma das possíveis explicações para que não fossem observadas diferenças estatísticas no presente estudo é proveniente das reações químicas que acontecem no solo entre os nutrientes, fontes e doses. Diante desta perspectiva, Figueiredo *et al.* (2012), relatam que a elevação da saturação de bases para altos valores, como 60% (valor que foi utilizado para esta pesquisa), pode diminuir a eficiência do polímero do MAP revestido, possivelmente pela saturação dos sítios de troca desses polímeros com cátions como Ca e Mg, possibilitando a precipitação de fósforo solúvel pelo excesso desses cátions no solo. Valderrama *et al.* (2009), também relataram esse mesmo comportamento para fertilizantes convencionais e revestidos para solos com saturação por bases de 60%, onde não constataram diferenças entre superfosfato simples convencional e polimerizado, na cultura do feijão. Outra hipótese a ser levantada é que por apresentar uma análise de solo com bom teor de P no solo, pode ter influenciado nos resultados que foram obtidos no presente estudo (Tabela 1).

Para as variáveis altura, diâmetro, internós, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, produtividade e P foliar, não foram observadas diferenças significativas entre fontes e doses (Tabela 3), uma vez que todas essas variáveis não foram observadas variações em seus resultados conforme o aumento da dose de fertilizante aplicado.

As variáveis de altura, diâmetro, internós, número de grãos por planta, não obtiveram diferenças significativas entre fontes e doses, nessa mesma ideia Souza *et al.* (2013), não observaram diferenças para estes mesmas variáveis quando submeteram plantas de milho ao manejo com adubos convencionais e polimerizados. Enquanto que Bernardes *et al.* (2015) observaram valores para o peso de 100 grãos de feijão cv. Pérola em diferentes fontes de nitrogênio.

As variáveis de número de grãos por planta e número de grãos por vagem não apresentaram diferenças entre as fontes utilizadas e doses. Sulino e Buso (2021) observaram aumento do número de vagens por plantas conforme se aumentava a dose de adubação foliar utilizada, ocorrendo uma diminuição na produtividade após as doses 05 L/ha⁻¹, enquanto que no presente estudo, essa variável não apresentou aumento do número de vagens por planta, contudo em comparativo ao mesmo estudo, foi obtido maior quantidade de vagens por planta, demonstrando que as plantas do feijoeiro obtiveram uma boa produção de vagens mesmo com menor quantidade de grãos por cada vagem.

Para a produtividade de grãos, não houve diferenças entre as fontes e as doses, observando que, ao serem submetidas a doses mais elevadas, ocorreu uma tendência de diminuição na produção. Em contrapartida, Miranda *et al.* (2000) e Silva *et al.* (2001), observaram incrementos na produtividade, com o aumento das doses de P e níveis adequados de água. Silva e Mota *et al.* (2021) descrevem que existe uma grande importância na aplicação de P, mesmo em solos com teores medianos do elemento, e que o seu efeito na produtividade vem do efeito aditivo nos componentes da produção.

Os teores foliares obtidos no presente estudo ficaram abaixo dos encontrados por Malavolta *et al.* (1997), que consideram níveis ideais entre 2 e 3 g kg⁻¹ para a cultura do feijoeiro. As únicas variáveis que obtiveram diferença significativa no presente estudo foram a massa verde e massa seca e o número de vagens por planta. Para a variável massa seca não houve diferença estatística entre as fontes utilizadas, apresentando ajuste polinomial (Figura 1). Verificou-se, contudo um pequeno aumento na massa verde com as doses superiores quando utilizada a fonte polimerizada, enquanto que para a massa seca observou-se ajuste polinomial para ambas as fontes, ocorrendo leve diminuição da massa seca em doses intermediárias e aumento em doses maiores.

Para o número de vagens por planta, houve diferenças significativas entre as fontes e doses utilizadas. Observou-se ajuste linear para a fonte polimerizada e ajuste polinomial para a fonte convencional. Pode-se inferir que, devido à característica de liberação lenta da fonte polimerizada, há uma tendência de queda na produtividade de vagens, com melhores resultados em uma próxima safra, enriquecendo e estruturando a fertilidade do solo. Em

contrapartida, a fonte convencional proporciona um aumento instantâneo na produção conforme se aumenta a dose aplicada.

É interessante que novas pesquisas com fontes fosfatadas, polimerizadas e convencionais sejam realizadas para investigar os efeitos na produtividade do feijoeiro-comum para que novas informações sejam agregadas na literatura.

CONCLUSÃO

A utilização de fontes convencionais e polimerizadas não apresentaram diferenças nas variáveis de altura, diâmetro, internós, peso 100 grãos, número de grãos/planta, número de grãos/vagem, produtividade, P foliar.

Independente da dose e fonte utilizadas obteve-se boa produtividade para o feijão comum cv. Pérola.

A utilização de fontes polimerizadas é uma opção para construção e estruturação de fertilidade em áreas com baixa e média fertilidade do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por uma bolsa de iniciação científica concedida e ao Programa de Bolsa de Incentivo à Pesquisa e Produção Científica (PROBIP) da Universidade Estadual de Goiás (UEG) por duas bolsas de incentivo à pesquisa. Ao Campus Ipameri por fornecer a estrutura necessária para a condução da pesquisa e aos membros do Grupo de Pesquisa Produz+ e ao engenheiro agrônomo Renan César Dias da Silva (*In memoriam*) por colaborarem com este trabalho.

REFERÊNCIAS

ANJOS, D. N.; MENDES, H. T. A.; AMARAL, C. L. F.; ARAUJO, V. C.; SAMPAIO NETO, G. D. Polifosfato de amônio e superfosfatos simples em cultivares de feijão comum. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 86-94, 2021. <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.10156>

BRASIL. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA. 2006. 412p.

BRASIL. **Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Julho/2023**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, CONAB. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 27 de Julho de 2023.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; CARVALHO, M. D. M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. D. Productivity of irrigated beans due to sources of stabilized nitrogen fertilizer and controlled release. **Revista Ceres**, v. 62, n.6, p. 614-620, nov-dez, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562060015>

BOLLYN, J.; CASTELEIN, L.; SMOLDERS, E. Fate and bioavailability of phosphorus loaded to iron oxyhydroxide nanoparticles added to weathered soils. **Plant and Soil**, v. 438, p. 297–311, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04008-x>

CORRÊIA, F. M. S.; MOTA, D. H. Efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação. **Perquirere**, v. 19, n. 2, p. 65-73, 2022.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portugues). R package version 1.2.2.**, 2021

FIGUEIREDO, C. C.; BARBOSA, D.V.; OLIVEIRA, S. A.; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e variáveis morfológicas de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 446-452, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300005>

GARDEN-ROBINSON, J.; MCNEAL, K. **All about Beans: nutrition, health benefits, preparation and use in menus**. NDSU Extension Service, North Dakota State University, 2013.

GAZOLA, R. D. N.; BUZZETTI, S.; DINALLI, R. P.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. D. S. Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. **Revista Ceres**, v. 60, p. 876-884, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600016>

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MIRANDA, L. N.; AZEVEDO J. A.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C.; GOMES. 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. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000400005>

OJEDA, A. A.; FARIA, R. B.; SCALON, H. B.; SAKAI, C.; MARTINEZ, K. A. Potencial uso de leguminosas forrageiras em áreas de pastagens degradadas. **Revista Magsul de Agronomia**, 2022.

PELÁ, A.; RIBEIRO, M. A.; BENTO, R. U.; CIRINO, L. H.; REIS, R. A. Enhanced-efficiency phosphorus fertilizer: promising technology for carrot crop. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 492-497, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180411>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 19 de junho de 2023

RONKO, L. Z.; CHEZINI, A.; LOS, F. G. B.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e das propriedades tecnológicas de sua fração amido. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 15, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.3895/rbta.v15n1.12699>

SERRANO, L. A. P, MARINHO, C. S; BARROSO, D. G; CARVALHO, A. J. C. Sistema de blocos prensados e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 02, p. 441-447, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200013>

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, p. 973-977, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000600009>

SILVA, G. L.; MOTA, D. H. Adubação organomineral e mineral na disponibilização de fósforo em feijoeiro. **Perquirere**, v. 2, n. 18, p. 10-22, 2021.

SOUZA, L. F.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; CAIXETA, C. G.; RIBEIRO, V. J. R.; CASTRO, J. S. Disponibilidade de P em latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros. **Cerrado Agrociências**, v. 4, p. 58-70, 2013.

SULINO, W. C.; BUSO, W. H. D. Adubação foliar (S, Mn e Zn) em diferentes estádios fenológicos do feijoeiro comumirrigado. **Research, Society and Development**, v. 10, n.10, e388101018830, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18830>

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; PASSOS, F. A. **Horticultura Sustentável**. Campinas: Instituto agrônômico. 2010. 61p. Disponível em: http://iac.impulsa.com.br/imagem_informacoestecnologicas/72.pdf. Acesso em: 19 de junho de 2023.

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, p. 191-196, 2009.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Nova Iorque: Springer, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 19 de junho de 2023.