

Teresina, PI / Março, 2024



Eficiência e resposta à aplicação de fósforo em linhagens elites de feijão-caupi

Francisco de Brito Melo, Milton José Cardoso e Aderson Soares de Andrade Júnior
Pesquisadores, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Resumo – O fósforo é o macronutriente absorvido em menor quantidade pelo feijão-caupi, mas é o elemento mais limitante para a produtividade da cultura na maioria dos solos brasileiros. A seleção de genótipos de feijão-caupi que apresentem maior eficiência na absorção e utilização de fósforo é uma alternativa para os cultivos realizados em solos com baixa disponibilidade desse nutriente. O objetivo deste trabalho consiste na avaliação da eficiência de linhagens elites de feijão-caupi na absorção e utilização de fósforo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em fatorial 2 x 10, cujo primeiro fator foi composto por duas doses de P_2O_5 (0 e 90 kg ha⁻¹ de P_2O_5) e o segundo fator por dez genótipos de feijão-caupi (Bico-de-ouro 17-92, MNC11-1020E-16, Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1031E-11, MNC11-1024E-1, Bico-de-ouro-17-69, MNC11-1013E-16, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-65 e Bico-de-ouro-17-21). Cada unidade experimental foi composta por quatro fileiras de plantas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,5 m e 14 plantas por metro quadrado. A área total da unidade experimental foi de 10 m². Foram utilizadas como área útil as duas fileiras centrais de plantas, totalizando 5,0 m². Entre as linhagens testadas, seis (Bico-de-ouro-17-21, Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-69, Bico-de-ouro-17-92 e Bico-de-ouro-17-65) apresentam valores de índice de resposta acima de 6,66, ou seja, para cada 1 kg de P_2O_5 aplicado ao solo, a linhagem elite produz acima de 6,66 kg de grãos, caracterizando condições altamente favoráveis de materiais responsivos. Além de ter sido considerada responsiva, a linhagem Bico-de-ouro-17-69 apresenta-se como a mais eficaz em utilizar o fósforo, mesmo em concentrações moderadamente baixas, demonstrando sua adaptação tanto aos ambientes com deficiência quanto àqueles cujos níveis de disponibilidade de fósforo são ideais.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., nutrição mineral, adubação fosfatada.

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Braz Henrique Nunes Rodrigues

Secretária-executiva
Edna Maria Sousa Lima

Membros
*Lígia Maria Rolim Bandeira,
Orlane da Silva Maia, Maria
Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson
Damasceno Silva, Ana Lúcia
Horta Barreto, José Oscar
Lustosa de Oliveira Júnior,
Marcos Emanuel da Costa
Veloso, Flávio Favaro Blanco,
Francisco de Brito Melo, Izabella
Cabral Hassum, Tânia Maria Leal,
Francisco das Chagas Monteiro,
José Alves da Silva Câmara.*

Edição executiva

Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto

Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica

Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Jorimá Marques Ferreira

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Efficiency and response to phosphorus application in elites cowpea lineages

Abstract – Phosphorus is the macronutrient absorbed in the smallest quantity by cowpea, but it is the most limiting element for the crop's productivity, in most Brazilian soils. The selection of cowpea genotypes that present greater efficiency in the absorption and use of phosphorus is an alternative for crops grown in soils with low availability of this nutrient. The objective of this work is to evaluate the efficiency of elite cowpea lines in the absorption and use of phosphorus. The experimental design used was randomized blocks with three replications. The treatments were arranged in a 2 x 10 factorial, with the first factor consisting of two doses of P_2O_5 (0 and 90 kg ha⁻¹ of P_2O_5), and the second factor ten cowpea genotypes (Bico de Ouro 17-92, MNC11-1020E-16, Bico de ouro-17-23, MNC11-1031E-11, MNC11-1024E-1, Bico-de-ouro-17-69, MNC11-1013E-16, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-65 and Bico-de-ouro-17-21). Each experimental unit was composed of four rows of five-meter plants, with a spacing between rows of 0.5 m and 14 plants m⁻². The total area of the experimental unit was 10 m². The two central rows of plants were used as useful area, totaling an area of 5.0 m². Among the strains tested, six (Bico-de-ouro-17-21, Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-69, Bico-de-ouro-17-92 and Bico-de-ouro-17-65), present response index values above 6.66, that is, for every one kilogram of P_2O_5 applied in soils the elite lineage produces above 6.66 kilograms of grains, characterizing highly favorable conditions of responsive materials. In addition to being considered responsive, the Bico-de-ouro-17-69 lineage appears to be the most effective in using phosphorus, even at moderately low concentrations, demonstrating its adaptation both to environments with deficiency and to those whose levels of Phosphorus availability are ideal.

Index terms: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, mineral nutrition, phosphate fertilizer.

Introdução

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] representa 45% da área plantada e 18% da produção de feijão no Brasil. Na safra 2022/2023, 561,2 mil toneladas foram produzidas em uma área de aproximadamente 1,2 milhão de hectares no Brasil (Acompanhamento da safra..., 2023). No Norte e no Nordeste do Brasil, o feijão-caupi apresenta grande importância, pois, além de gerar empregos e renda, é uma fonte alimentar rica em proteínas, minerais e fibras para a população.

O fósforo (P) é o macronutriente absorvido em menor quantidade pelo feijão-caupi, embora seja o elemento mais limitante para a produtividade da cultura na maioria dos solos brasileiros. A aplicação de fósforo estimula o crescimento, inicia a formação de nódulos e a eficiência da simbiose rizóbio-leguminosa (Haruana; Aliyu, 2011).

Vários autores obtiveram aumentos na produtividade do feijão-caupi devido à aplicação de fósforo (Lana et al., 2006; Torquato et al., 2011; Haruana; Sman, 2013; Coutinho et al., 2014; Melo et al., 2018; Almeida et al., 2019). No entanto, a resposta foi diferenciada entre os genótipos, confirmando a existência de variabilidade intraespecífica na capacidade de absorção e utilização desse nutriente.

A seleção de genótipos de feijão-caupi que apresentem maior eficiência na absorção e utilização de fósforo, é uma alternativa para os cultivos realizados em solos com baixa disponibilidade desse nutriente. A eficiência da absorção de fósforo está geralmente relacionada à capacidade de adquirir quantidades máximas de fósforo para suprimento do nutriente (Almeida et al., 2019). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da eficiência de linhagens elites de feijão-caupi na absorção e utilização de fósforo.

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente para os ODS 1 - Erradicação da Pobreza, garantindo melhoria da renda do agricultor familiar, ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável, garantindo sistemas sustentáveis de produção de alimentos e melhoria da nutrição humana, e ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de março a maio de 2023, na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (latitude 05°02'S, longitude 42°47'W e altitude de 69 m). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Melo et al., 2019), com as seguintes características na camada de 0 a 20 cm: pH (H₂O) = 5,2; P(Mehlich) = 10,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,16 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 0,98 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,47 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,71 cmol_c dm⁻³; H⁺ + Al³⁺ = 5,39 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 21,9 g kg⁻¹; areia = 60,0 g kg⁻¹; silte = 23,0 g kg⁻¹; e argila = 17,0 g kg⁻¹.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em fatorial 2 x 10, cujo primeiro fator foi composto por duas doses de P₂O₅ (0 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e o segundo fator foi constituído pelos dez genótipos de feijão-caupi (Bico-de-ouro-17-92, MNC11-1020E-16, Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1031E-11, MNC11-1024E-1, Bico-de-ouro-17-69, MNC11-1013E-16, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-65 e Bico-de-ouro-17-21).

A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de plantas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,5 m e sete plantas por metro de fileira. Foram utilizadas como área útil as duas fileiras centrais de plantas.

A fertilização foi realizada com base na análise química do solo, conforme recomendado por Melo et al. (2018), cuja adubação de fundação foi realizada no sulco de plantio por meio da adição de 15,0 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (tratamentos com fósforo), 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 1,0 kg ha⁻¹ de Zn. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após a semeadura por meio da aplicação de 15,0 kg ha⁻¹ de N. As fontes utilizadas de N, P₂O₅, K₂O e Zn foram a ureia, o superfosfato triplo, o cloreto de potássio e o sulfato de zinco, respectivamente.

A colheita foi realizada manualmente, quando as vagens se encontravam completamente secas, cujos grãos colhidos foram pesados e a produtividade de grãos secos a 13% de umidade (PGH) foi estimada em quilograma por hectare.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Ao se verificar o efeito significativo da interação entre as doses de fósforo e os genótipos, fez-se a comparação das médias por meio do teste de Scott-Knott a 5%. A

classificação dos genótipos em relação à eficiência de uso e resposta à aplicação de fósforo foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), que utiliza um gráfico em um plano cartesiano para classificação dos genótipos quanto à eficiência de uso e resposta à aplicação do fósforo em não eficientes e responsivos, eficientes e responsivos, eficientes e não responsivos e não eficientes e não responsivos.

Resultados e discussão

Foram identificadas cinco linhagens eficientes no uso de fósforo, pois apresentaram as maiores médias de produtividade de grãos em baixo teor de fósforo no solo e, portanto, estão representadas no primeiro e quarto quadrantes (Figura 1).

A maior eficiência dessas linhagens em relação às demais é justificada pela maior absorção e utilização de fósforo na produção de grãos, permitindo inferir que os processos associados à absorção, translocação e redistribuição de fósforo são mais eficientes do que nas demais linhagens. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Lana et al. (2006) em feijão-comum e por Almeida et al. (2019) em feijão-caupi, cujos trabalhos utilizaram o mesmo método e identificaram materiais das duas culturas com eficiência quanto ao uso de fósforo.

Quanto à resposta à aplicação de fósforo, seis linhagens se destacaram por apresentarem os maiores índices de respostas, os quais se posicionaram acima da média (Tabela 1), estando representadas no primeiro e segundo quadrantes (Figura 1).

Entre as linhagens testadas, observou-se que os genótipos Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-69, Bico-de-ouro-17-92 e Bico-de-ouro-17-65 apresentaram valores de índice de resposta acima de 6,67, ou seja, para cada 1 kg de P₂O₅ aplicado ao solo, a linhagem elite produz 6,67 kg de grãos, caracterizando condições altamente favoráveis aos materiais responsivos. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Almeida et al. (2019), que também detectaram diferentes magnitudes de resposta em função da concentração de fósforo entre os genótipos avaliados, chamando a atenção para a cultivar local Corujinha pelo fato de esta ser a cultivar mais indicada para produção em níveis altos de fósforo no solo.

Tabela 1. Médias da produtividade de grãos secos de feijão-caupi cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico em Teresina, PI, safra 2022/2023.

Genótipo	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Eficiência (kg ha ⁻¹ de grãos)	Resposta (kg de grãos/kg de P ₂ O ₅ aplicado)
	(0 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)		
MNC11-1013E-16	1.980a	1.880a	1.980	0,00
MNC11-1024E-1	1.935a	1.865a	1.935	0,50
Bico-de-ouro-17-69	1.885a	1.945a	1.885	11,06
MNC11-1020E-16	1.645b	1.467c	1.645	3,72
MNC11-1031E-11	1.565b	1.480c	1.565	4,61
Bico-de-ouro-17-21	1.447c	1.205e	1.447	5,93
Bico-de-ouro-17-23	1.283d	1.665b	1.283	7,74
MNC11-1019E-8	1.055e	1.415c	1.055	10,28
Bico-de-ouro-17-92	967e	1.333d	967	11,26
Bico-de-ouro-17-65	940e	1.213e	940	11,56
Média	1.470	1.547	1.470	6,67

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não possuem diferenças significativas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

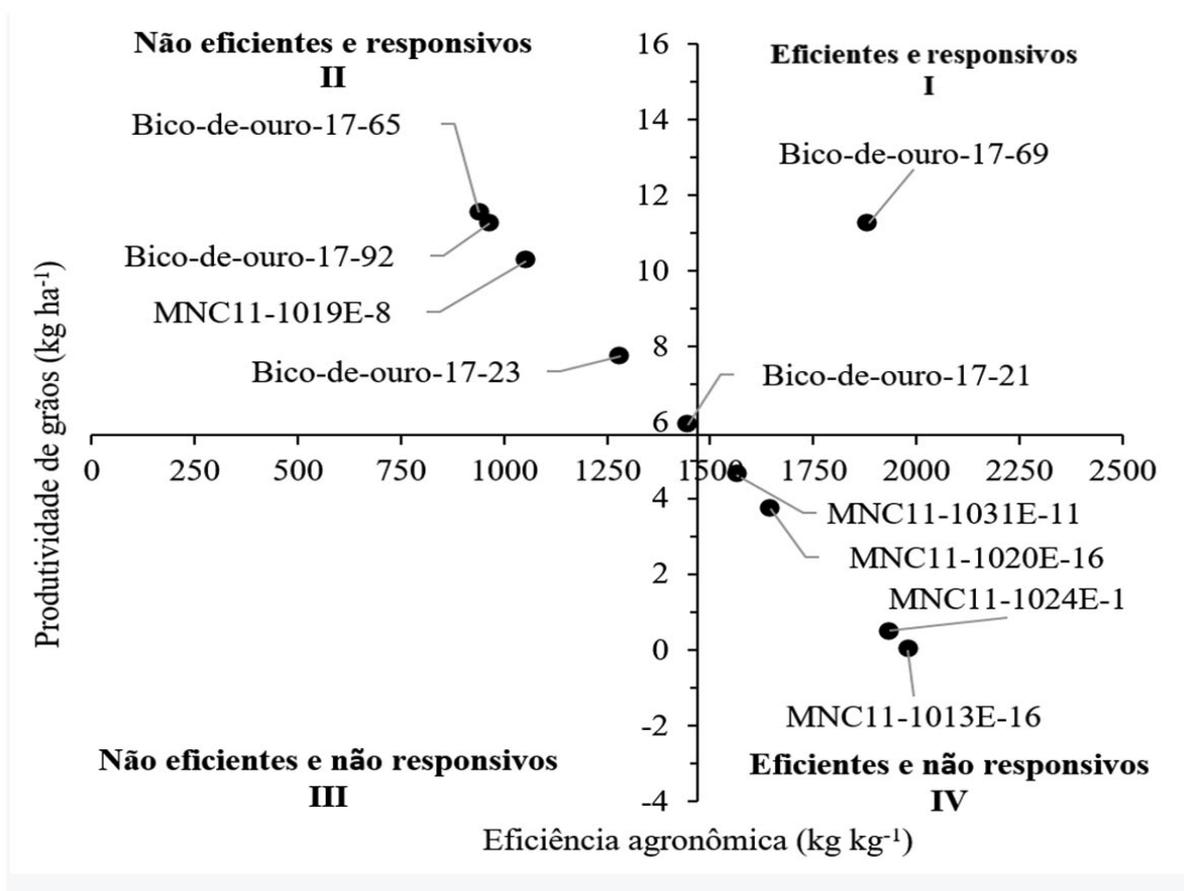


Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de fósforo em linhagens elites, provenientes do projeto de melhoramento do feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, safra 2022/2023.

Além de ter sido considerada responsiva, a linhagem Bico-de-ouro-17-69 apresenta-se como a mais eficaz em utilizar o fósforo, mesmo em concentrações moderadamente baixas, demonstrando sua adaptação tanto aos ambientes com deficiência quanto àqueles cujos níveis de disponibilidade de fósforo são ideais, conforme observado no primeiro quadrante da Figura 1.

As linhagens MNC11-1013E-16, MNC11-1024E-1, MNC11-1031E-11 e MNC11-1020E-16 podem ser indicadas para cultivo em solo com baixo nível de fósforo. No entanto, em cultivos onde serão aplicadas doses de fósforo para se obter maior rendimento de grãos, esses genótipos não devem ser indicados devido à baixa taxa de resposta ao aumento desse nutriente no solo.

Conclusões

1. As linhagens Bico-de-ouro-17-21, Bico-de-ouro-17-23, MNC11-1019E-8, Bico-de-ouro-17-69, Bico-de-ouro-17-92 e Bico-de-ouro-17-65 produzem acima de 6 kg de grãos para cada quilograma de fósforo aplicado ao solo, caracterizando-se materiais altamente favoráveis e responsivos.
2. A linhagem Bico-de-ouro-17-69 apresenta-se como a mais eficaz em utilizar o fósforo, mesmo em concentrações moderadamente baixas, demonstrando sua adaptação tanto aos ambientes com deficiência quanto àqueles cujos níveis de disponibilidade de fósforo são ideais.

Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: Safra 2022/23: décimo levantamento: previsão de safra por produto, jul 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10 jan. 2024.

ALMEIDA, I. C. F.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUSA, F. L.; SOUZA, M. F. Efficiency in the use of phosphorus by cowpea genotypes. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 4, p. 1043-1050, 2019. DOI: 10.14393/BJ-v35n4a2019-39507.

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S. da; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR, M. L. da. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, 2014.

FAGERIA, N. K.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação das cultivares de arroz e feijão, para condições adversas de solo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1980. 22 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica, 8).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.

HARUNA, I. M.; ALIYU, L. Seed yield and economic returns of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by poultry manure, nitrogen and phosphorus fertilization at Samaru, Nigeria. **Revista Científica UDO Agrícola**, v. 12, n. 1, p. 153-157, 2012.

HARUANA, I. M.; USMAN, A. Agronomic efficiency of cowpea varieties (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) under varying phosphorus rates in Lafia, Nassarawa state, Nigeria. **Asian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 2, p. 209-215, 2013. DOI: 10.3923/ajcs.2013.209.215.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; CORREIA, N. B.; LANA, A. M. Q. Variabilidade entre genótipos de feijoeiro na eficiência no uso do fósforo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 778-784, jun. 2006. DOI: 10.1590/S0103-84782006000300009.

MELO, F. de B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; PESSOA, B. L. de O. **Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI**. 2. ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 41 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 265).

MELO, F. de B.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Cowpea response to phosphorus and zinc. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 1, p. 240-245, jan./mar. 2018.

TORQUATO, J. P.; AQUINO, B. F.; SOUSA, G. G.; GUIMARÃES, F. V. A.; ANJOS, D. C. Teores de Ca, k, Mg e P na cultura do feijão-caupi sob diferentes doses de fósforo. **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p. 79-87, 2011 DOI: 10.25066/agrotec.v32i1.9068.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA