



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

MARIA BEATRIZ SOARES FERREIRA

EFICIÊNCIA DE USO E RESPONSIVIDADE AO FÓSFORO DE CULTIVARES DE
FEIJÃO-CAUPI

URUÇUÍ - PI

2023

MARIA BEATRIZ SOARES FERREIRA

EFICIÊNCIA DO USO E RESPONSIVIDADE DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI AO
FÓSFORO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite

URUÇUÍ - PI

EFICIÊNCIA DE USO E RESPONSABILIDADE AO FÓSFORO DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI

Maria Beatriz Soares Ferreira¹
Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite²

RESUMO

O feijão-caupi é um dos principais componentes da alimentação humana, cultivado predominantemente por pequenos produtores. Por apresentar um ciclo de curto, o retorno econômico ocorre de forma muito rápida. O presente estudo teve como objetivo identificar o desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi quanto à eficiência e responsividade de uso do fósforo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4. As parcelas foram compostas por duas doses de fósforo: 0 e 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicado em sulco, durante a semeadura e, as subparcelas, constituídas por 4 cultivares de feijão-caupi. As características biométricas da planta analisadas foram número de trifólios, massa seca da parte aérea, altura de planta, ciclo, número de vagens por planta, massa de mil grãos, produtividade grãos, eficiência de utilização do P e eficiência de resposta. A baixa disponibilidade de P reduziu drasticamente a altura da planta, o número de vagens por planta e a produtividade grãos em todas as cultivares estudadas. A cultivar Tumucumaque apresentou maior massa de mil grãos e produtividade de grãos sob baixa disponibilidade de Fósforo. A cultivar Xiquexique apresentou maior produtividade de grãos associada a uma maior resposta a aplicação de P. Conclui-se, que a produtividade de grãos e o número de vagens por planta em feijão-caupi são muito influenciados pela disponibilidade de P no solo. A cultivar Tumucumaque destaca-se pela elevada eficiência de utilização do P. A cultivar Xiquexique destaca-se como altamente responsiva à aplicação de P.

Palavras-Chaves: (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), fósforo, cultivares eficientes, produtividade de grãos, componentes da produção.

ABSTRACT

Cowpea is one of the main components of human nutrition, cultivated predominantly by small producers. By presenting a short cycle, the economic return occurs very quickly. The present study aimed to identify the productive performance of cowpea cultivars in terms of phosphorus use efficiency and responsiveness. The experimental design used was randomized blocks with four replications, in a 2 x 4 split plot scheme. The plots were composed of two doses of phosphorus: 0 and 84 kg ha⁻¹ of P₂O₅, applied in the furrow, during sowing and the subplots, consisting of 4 cowpea cultivars. The biometric characteristics of the analyzed plant were number of trefoils, shoot dry mass, plant height, cycle, number of pods per plant, thousand grain mass, grain yield, P utilization efficiency and response efficiency. Low P availability drastically reduced plant height, number of pods per plant and grain yield in all studied cultivars. Cultivar Tumucumaque showed higher thousand-grain mass and grain yield under low phosphorus availability. The Xiquexique cultivar showed higher grain yield associated with a greater response to P application. It is concluded that grain yield and the number of pods per plant in cowpea are greatly influenced by the availability of P in the soil. The Tumucumaque cultivar stands out for its high P utilization efficiency. The Xiquexique cultivar stands out as highly responsive to P application.

¹ Orientada. Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí. mariabeatriz.agro@gmail.com

² Orientador. Prof. Me. Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí. wallace.leite@ifpi.edu.br

Keywords: (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), phosphorus, efficient cultivars, grain yield, production components.

Data de aprovação: 16 de dezembro de 2022

INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é cultivado em todas as regiões, porém, é mais expressivo nas regiões Norte e Nordeste por pequenos produtores, em condições desfavoráveis. A cultura tem grande importância econômica devido ao ciclo curto e retorno econômico rápido, contribuindo para a geração de renda na agricultura familiar (IBGE, 2012). Seus grãos são um dos principais componentes da dieta alimentar de populações urbanas e rurais (VALE; BERTINI; BORÉM, 2017), destacando-se por apresentar alto conteúdo proteico, nas quais seus grãos são fontes de aminoácidos, fibras dietéticas, vitaminas (FONSECA et al., 2010).

No Nordeste, a produtividade média do feijão-caupi é baixa em relação as demais regiões produtoras (CONAB, 2022), ocasionada por fatores como seca prolongada, baixo nível tecnológico, a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, particularmente pelo insuficiente suprimento de fósforo (P) (ARAUJO et al., 2012).

O fósforo é o macronutriente extraído em menor quantidade pelo feijão-caupi, porém é o nutriente mais limitante à produtividade da cultura em solos brasileiros (SAMPAIO; BRASIL, 2009). O fósforo é fundamental para o rendimento de feijão-caupi por estimular o crescimento, iniciar a formação de nódulos, bem como no processo de divisão celular, fotossíntese e armazenamento de energia (SILVA, 2011). Sendo necessário manter o suprimento até a fase de maturação, com o propósito de incrementar a produtividade de grãos.

O uso e resposta ao P é dependente de diversos processos morfofisiológicos e bioquímicos que afetam a absorção, a assimilação do elemento à compostos orgânicos, a mobilização e a redistribuição do nutriente nos órgãos da planta (FAGERIA et al., 2014). Esses processos são bastantes influenciados pelos genótipos, podendo existir diferenças significativas quanto à produção de massa seca da planta, ao acúmulo de P na parte aérea e nos grãos, aos componentes produtivos e à produtividade.

A escolha adequada da cultivar é uma etapa crucial para o sucesso do agricultor, uma vez que a produtividade é resultado do potencial genético da cultivar, pelas condições edafoclimáticas da região de cultivo e pela adoção do manejo recomendado para a cultura. Portanto, a escolha de uma cultivar adaptada à região de cultivo é fundamental para garantir boa produtividade, tendo em vista o efeito da interação de genótipos com o ambiente (ROCHA; DAMASCENO-SILVA; MENEZES-JÚNIOR, 2017).

Na escolha de uma cultivar de feijão-caupi, devem-se considerar, além da adaptabilidade e estabilidade, a região de cultivo, adaptação ao sistema de cultivo (sequeiro ou irrigado), condições de manejo, o potencial produtivo, a arquitetura da planta, resistência/tolerância aos principais estresses bióticos e abióticos, a qualidade física e nutricional do grão, para atender as exigências do mercado e do consumidor (FREIRE FILHO et al., 2000).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo identificar o desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi quanto à eficiência e responsividade do fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de sequeiro na área experimental na fazenda escola do Instituto Federal do Piauí-IFPI, no município de Uruçuí - PI (7°16'32,7"S, 44°30'21,2"O e altitude de 378 m). O clima da região é Aw, de acordo com a classificação Köppen, apresentando temperatura média anual de 27,2 °C e pluviosidade média anual de 1.069 mm.

Os dados meteorológicos registrados no período da condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

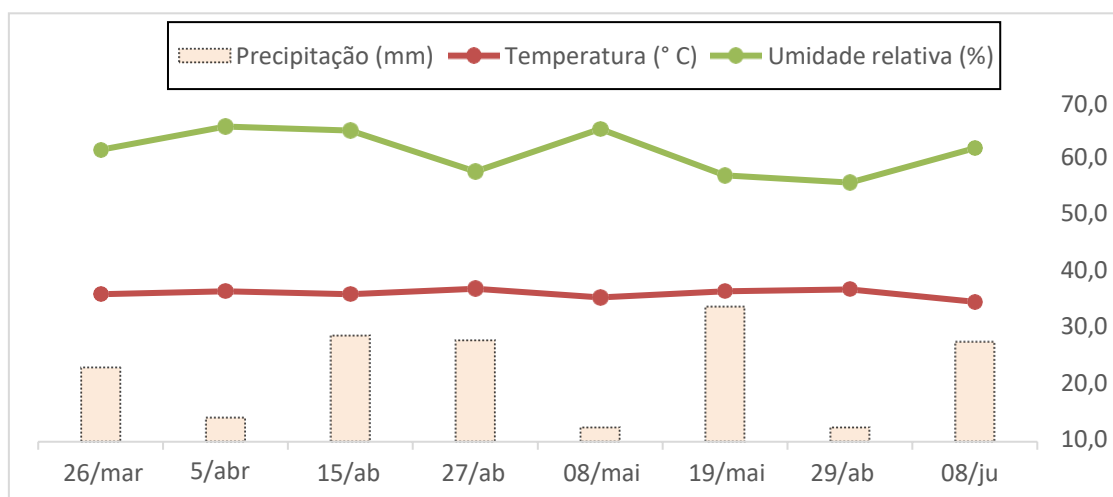


Figura 1. Precipitação, umidade relativa e temperatura média acumulada durante o período de março a junho de 2022. Fonte: Própria (2022).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico. A análise química do solo, determinada na camada de 0 a 20 m, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo para e químicas da área do experimento.

pH CaCl ₂	MO g kg ⁻¹	P resina mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca mmolc dm ⁻³	Mg mmolc dm ⁻³	SB	CTC	V %
4,9	14,3	6,9	3,10	0,07	2,41	1,06	3,54	6,64	53,3

Os tratamentos foram dispostos no delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por duas doses de fósforo: 0 (baixo fósforo) e 84 (alto fósforo) kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicado em sulco, durante a semeadura. Assubparcelas foram constituídas por 4 cultivares de feijão-caupi (Tabela 2). Cada subparcela foi formada por quatro linhas de feijão com cinco metros de comprimento, sendo consideradas úteis as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Tabela 2. Características agrônômicas das cultivares de feijão-caupi que foram utilizadas no experimento. ⁽¹⁾

Cultivares	Tipo de grãos	Porte da planta	Ciclo de maturação ⁽²⁾
Acesso Pratinha	Sempre-verde	Semiprostrado	P
BRS Tumucumaque	Branco-liso	Semiereto	P
Acesso Verdinha	Verde	Semiprostrado	P
BRS Xiquexique	Branco-liso	Semiereto	P

(1) Rocha, Damasceno-Silva e Menezes-Júnior (2017); (2) P: precoce, entre 61 e 70 dias; M: médio, entre 71 e 90 dias.

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional, utilizando a grade arradora. Para a adubação de plantio foi utilizado 230 kg ha^{-1} de superfosfato triplo na área do experimento. Para a adubação de cobertura foi empregado 60 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, aos 20 dias após emergência (20 DAE), e aos 25 dias foi aplicado 30 kg ha^{-1} de ureia nos tratamentos.

As sementes foram tratadas com inseticida (Fipronil), na dose de 200 mL p.c/100 kg1 sementes e com fungicida (Tiofanato-metilico + Fluazinam), na dose de 180 mL p.c/100 kg1 sementes.

A semeadura foi realizada manualmente, após o preparo convencional do solo. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entrelinhas com 12 sementes por metro. A emergência das plântulas ocorreu ao quinto dia após a semeadura e ao decimo quarto DAE foi realizado o desbaste, mantendo-se o estande médio em dez plantas por metro (CARDOSO; MELO; LIMA, 2005).

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual aos 15 e 30 dias após a emergência das plântulas. Com relação aos tratamentos fitossanitários, foram realizadas duas aplicações de inseticida à base de Imidacloprido (dose de 125 mL /15 L d'água), visando ao controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*) e vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*). Além disso, foram realizadas duas aplicações à base de Acetamiprido, (dose de 45 mL /15 L d'água), visando ao controle da mosca branca e percevejo marrom (*Euschistus heros*).

Durante o estágio de florescimento pleno (R2) foram avaliadas quatro plantas por subparcela, a fim de estabelecer a altura de plantas (ALT), medida da base até a folha terminal, utilizando como instrumento uma régua graduada e o número de trifólios (NT).

Para avaliar a massa seca da parte aérea (MSPA) foram coletadas duas plantas (R1) por subparcela e levadas ao laboratório. As partes da planta foram guardadas em sacos de papel, secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 72 horas e a massa aferidas por meio da balança analítica (0,001 g).

A maturação ocorreu em R5, quando 90% das vagens, atingiram a maturação. Neste período, foram coletadas dez plantas nas linhas centrais de cada subparcela, com a finalidade de obter o número de vagens por planta (NVP) (BASTOS et al., 2012).

A colheita e trilha das vagens ocorreram de forma manual. Os grãos foram pesados e a produtividade (PROD) transformada para kg ha^{-1} (MOURA et al., 2012). A massa de 1000 grãos (MMG) foi adquirida pela média de 8 réplicas de 100 grãos e extrapolada para a massa de 100 grãos. O teor de umidade do grão foi determinado e normalizado para 13% de umidade.

A eficiência na utilização (EU) do nutriente foi definida pela média da produtividade de grãos em baixo nível do nutriente e a responsividade é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis do nutriente dividida pela diferença entre as doses dos níveis.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o processamento das análises estatísticas foi utilizado o software computacional Sisvar (VERSÃO 5.6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os genótipos de feijão-caupi com relação a adubação fosfatada (P) para número de trifólios (NT), altura de planta (ALT), ciclo (CIC), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PROD) e

eficiência de utilização (EU) como mostrado no resumo da análise de variância (Tabela 3), enquanto que para a variável massa seca da parte aérea (MSPA) não ocorreu diferença significativa. Com relação a cultivares (C) apenas as variáveis CIC e NVP não apresentaram diferença significativa. As variáveis NT, MSPA, PROD e EU mostraram-se significativas à interação.

Tabela 3. Resumos das análises de variâncias para o número de trifólios (NT), massa seca da parte aérea (MSPA), altura de plantas (AP), ciclo (CIC), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PROD), eficiência de utilização do P (EU) e eficiência de resposta (ER) de cultivares de feijão-caupi em função da aplicação de nitrogênio. Uruçuí, PI, 2022.

FV	GL	Quadrado Médio								
		NT	MSPA	ALT	CIC	NVP	MMG	PROD	EU	ER
Níveis de P (P)	1	31,04**	0,005 ^{NS}	343,48**	220,50**	44,98**	2018,34**	875640,8**	152,03**	-
Cultivares (C)	6	1,69**	2,96**	14,17**	3,00 ^{NS}	0,97 ^{NS}	9926,93**	6915,86**	12,52**	20,88**
P x C	6	4,03**	2,57**	11,78 ^{NS}	40,17 ^{NS}	0,25 ^{NS}	380,80 ^{NS}	44086,86**	45,12**	-
Resíduo		0,33	0,40	4,57	20,33	0,39	192,97	213,84	0,30	0,04
CV (%)		6,83	11,92	10,45	6,96	18,26	8,59	4,72	6,83	4,35
Média Geral		8,41	5,31	20,45	64,75	3,46	161,69	308,61	8,11	5,09

FV: Fonte de Variação; CV: Coeficiente de Variação (%); 5% de Probabilidade, pelo teste Toker.

Para o número de trifólios (NT) Somente o Acesso verdinha não houve diferença estatística entre a aplicação ou não do nutriente, as demais cultivares apresentaram diferença estatística positiva quando adubadas, com relação ao nível de adubação dentro da mesma cultivar (Figura 2). Com relação ao manejo de adubação dentro de cultivares a BRS Xique-Xique destacou-se em relação as outras cultivares. Sendo assim, a maior disponibilidade de P beneficiou o crescimento da planta, por promover maior emissão e crescimento de folhas e maior área foliar da cultura, como resultado, maior captação da radiação solar e incremento na produção de fotoassimilados (BONFIM-SILVA et al., 2011).

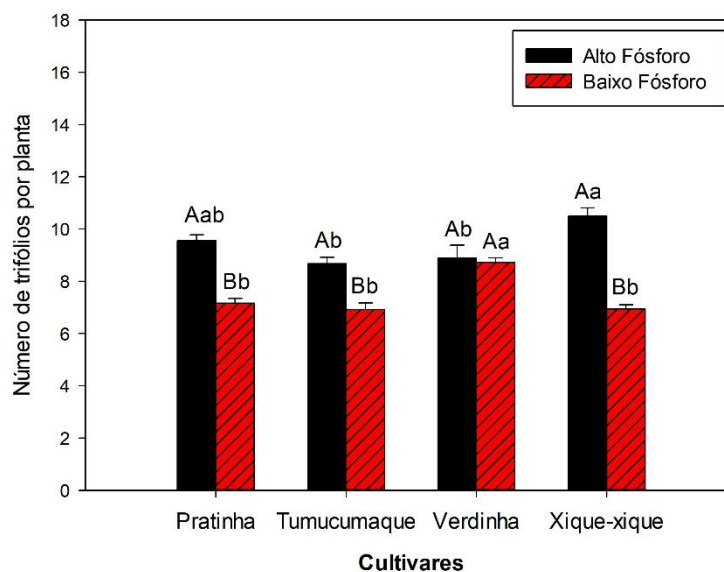


Figura 2. Número de trifólios de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma

cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

A Massa Seca da Parte Aérea é um importante parâmetro de crescimento e associado significativamente com a produtividade de grãos (FAGERIA e BALIGAR, 2005). Além disso, a produtividade da matéria seca está associada com a acumulação de nutrientes pela cultura. Para a variável MSPA as cultivares BRS Xiquexique e Pratinha apresentaram melhor desempenho em relação as demais, quando não adubadas. Para o manejo de adubação dentro da cultivar, a Pratinha e Verdinha, apresentaram diferença estatística negativa e positivas em relação as demais cultivares quando adubados, respectivamente (Figura 3).

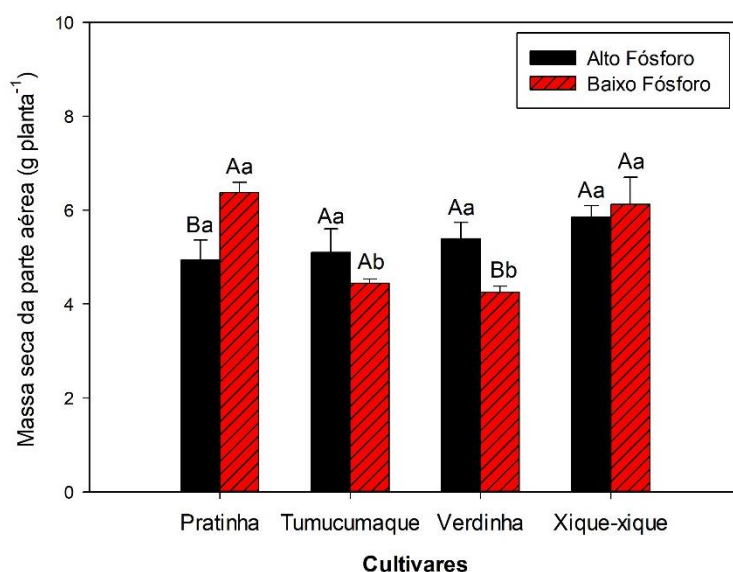


Figura 3. Massa seca da parte aérea de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

A Pratinha teve o maior desempenho quanto a ALT quando o fósforo não foi aplicado, mas, estatisticamente não apresentou diferença quanto as cultivares BRS Tumucumaque e BRS Xique-xique (Figura 4). Todas as cultivares expressaram as maiores ALT quando o fósforo foi aplicado. A análise da altura é importante na avaliação da qualidade de plantas, uma vez que fornece um bom indicador de evolução da cultura (SOUTO et al., 2009).

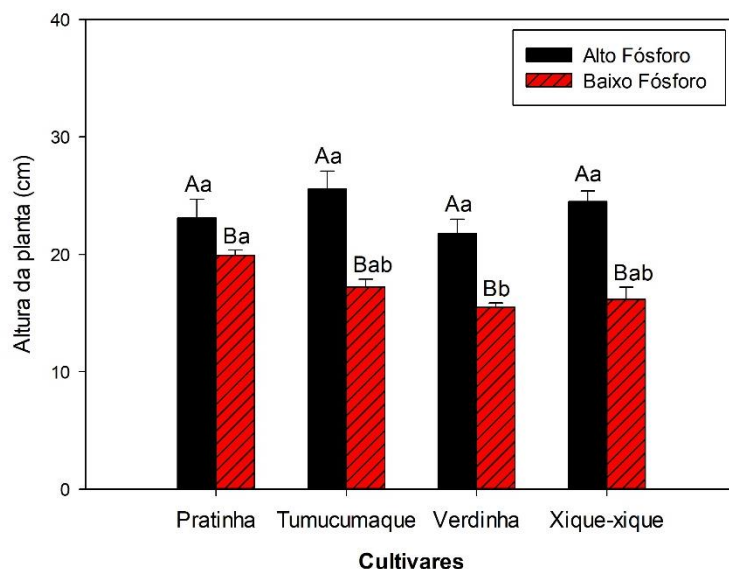


Figura 4. Altura da planta de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

O ciclo de maturação é um dos responsáveis pela expansão da cultura na região dos cerrados, pois o ciclo curto permite seu cultivo em safrinha. Essa característica é muito importante, pois a redução do ciclo representa a possibilidade de realizar até três cultivos por ano, sendo considerados cultivos de primeira, segunda e terceira safra (FREIRE-FILHO et al., 2008). As cultivares BRS Tumucumaque apresentou maior CIC de desenvolvimento em relação as demais quando adubada. BRS Xique-xique apresentou maior ciclo de desempenho em relação as demais quando o fósforo não foi aplicado. A cultivar BRS Xique-xique demonstrou menor ciclo quando o fósforo foi aplicado, deferindo-se das demais estatisticamente (Figura 5). Devido às condições de baixa pluviosidade ao longo do experimento, a BRS Xique-xique apresentou uma pequena variação no seu ciclo.

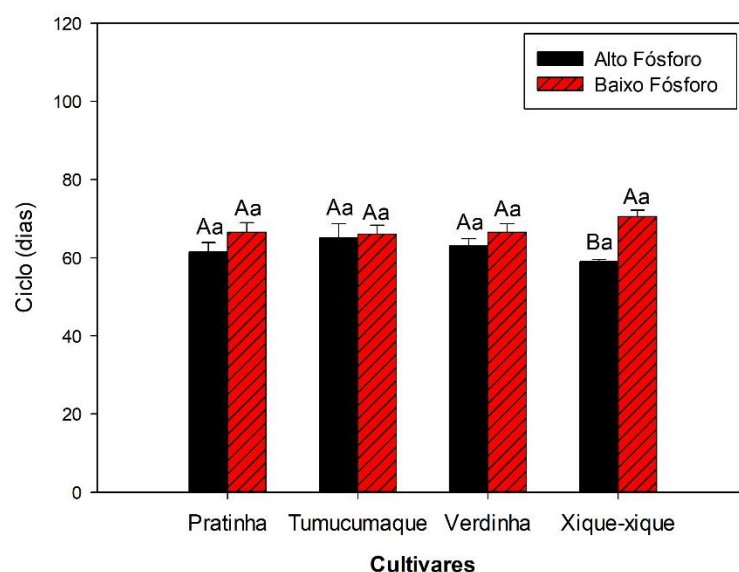


Figura 5. Ciclo de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

Para o caráter NVP, as adubações com e sem fósforo não apresentaram efeito significativo. Para as cultivares, todas evidenciaram uma diferença positiva na presença do fósforo, ao passo que, o Acesso Verdinha teve o melhor desempenho com um aumento de 56,24% quando adubado (Figura 6). O número de vagens por planta, entre cultivares, foi influenciado pelas doses de P, possivelmente, ocasionado pelo P estimular o desenvolvimento radicular, favorecendo a formação dos primórdios das partes reprodutivas (RAIJ, 1991).

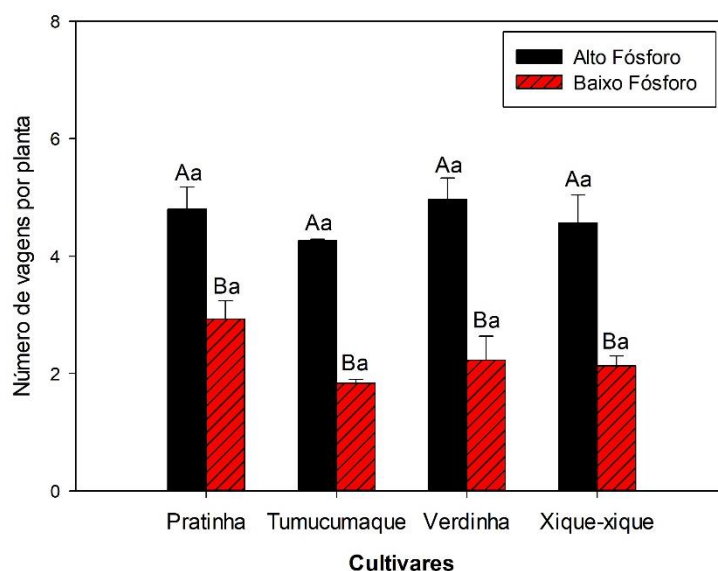


Figura 6. Número de vagens por planta de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

A massa de mil grãos, apesar de simples mensuração, diz muito sobre a qualidade de sementes e grãos de uma determinada cultivar, e está relacionado com o tamanho e o teor de água dos grãos (BOSCHINI, 2010). Para a MMG a cultivar Pratinha apresentou um desempenho baixo em relação as demais. A BRS Tumucumaque foi evidente, independente do fator adubação. A BRS Tumucumaque e o Acesso Verdinha expressaram as maiores MMG nas parcelas adubadas, com um incremento de 11,07 e 15,59% em relação as parcelas sem adubação (Figura 7).

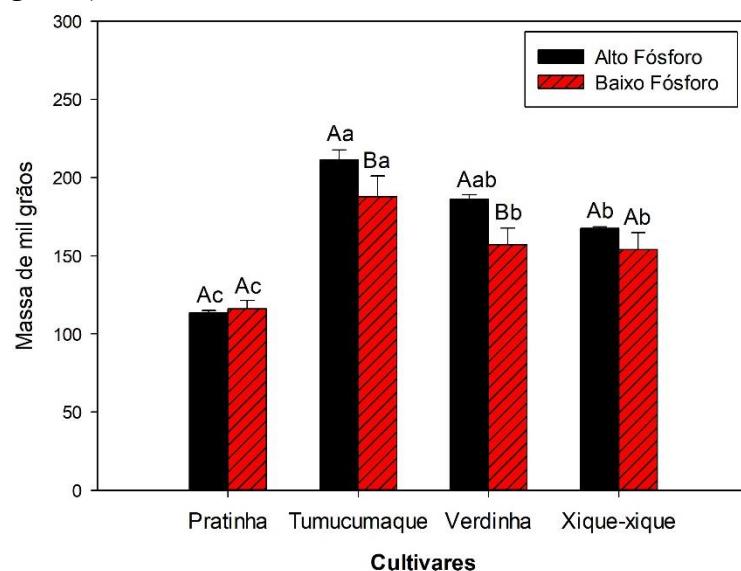


Figura 7. Massa de mil grãos de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

O aumento na produtividade é obtido somente com suprimento de fósforo em quantidades compatíveis com a demanda da cultura (RESENDE et al., 2006). Nas parcelas adubadas os Acessos Verdinha e BRS Xique-xique foram superiores as demais, enquanto que nas parcelas sem adubação a BRS Tumucumaque foi superior as demais. Avaliando o fator cultivar, o Acesso Pratinha, BRS Tumucumaque, Acesso Verdinha e BRS Xique-xique apresentaram um aumento de 68,83 - 36,37 - 79,10 e 76,33 % nas parcelas adubadas, resultando em um melhor desempenho com o acréscimo de P (Figura 8).

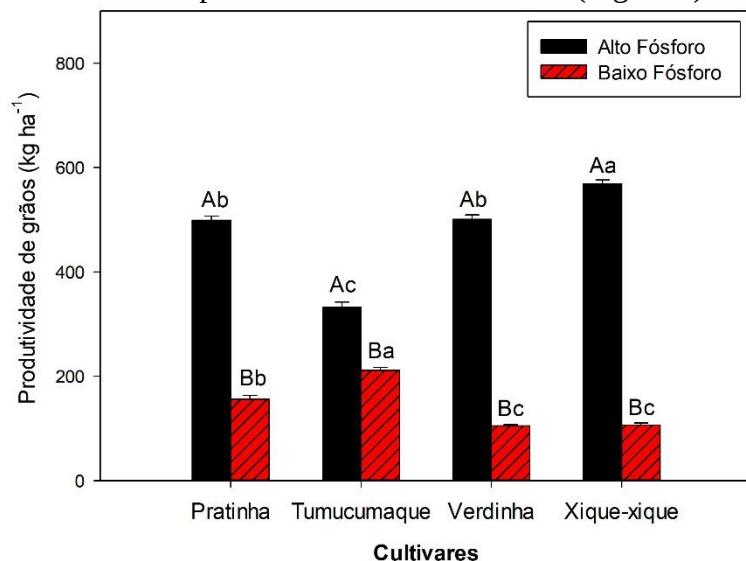


Figura 8. Produtividade de grãos de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

Cultivares eficientes são aquelas plantas que absorvem, translocam, acumulam e usam este nutriente para melhor produzir matéria seca e ou grãos em condições de baixo suprimento do nutriente (PAULA, 2016). Nas parcelas de baixo fósforo, a cultivar BRS Tumucumaque obteve melhor resultado em relação as demais, porém, não houve diferença estatística sobre elas. Todas as cultivares onde foi aplicado o nutriente, apresentaram índices menores em relação as que não foram adubadas (Figura 9).

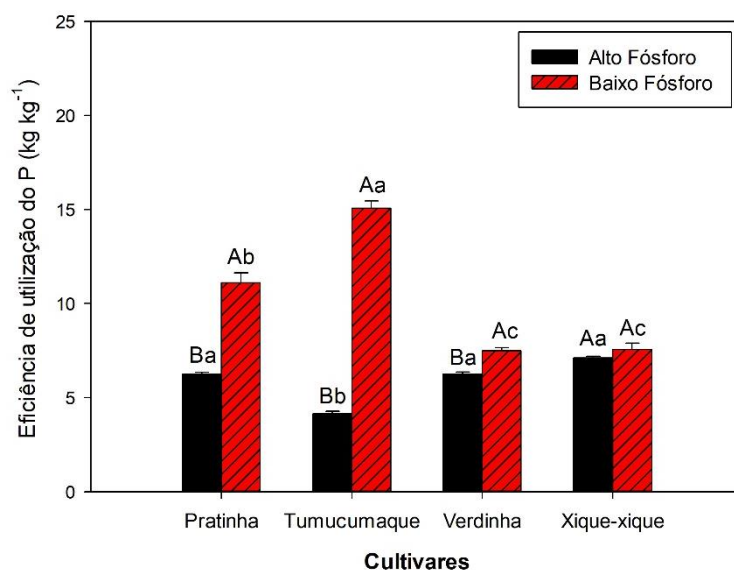


Figura 9. Eficiência de utilização de cultivares de feijão-caupi avaliadas sob níveis de fósforo (alto fósforo e baixo fósforo). Letras maiúsculas mostram diferenças entre níveis de P dentro da mesma cultivar; letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de P, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

A responsividade está relacionado ao fato de o genótipo incrementar a produtividade com a aplicação de doses crescentes do elemento (FAGERIA; KLUTHKOUSKI, 1980). A cultivar BRS Xique-xique quando colocada a situação de alto fósforo, obteve melhor resultado em relação as demais cultivares. Como pode ser observado na Figura 10.

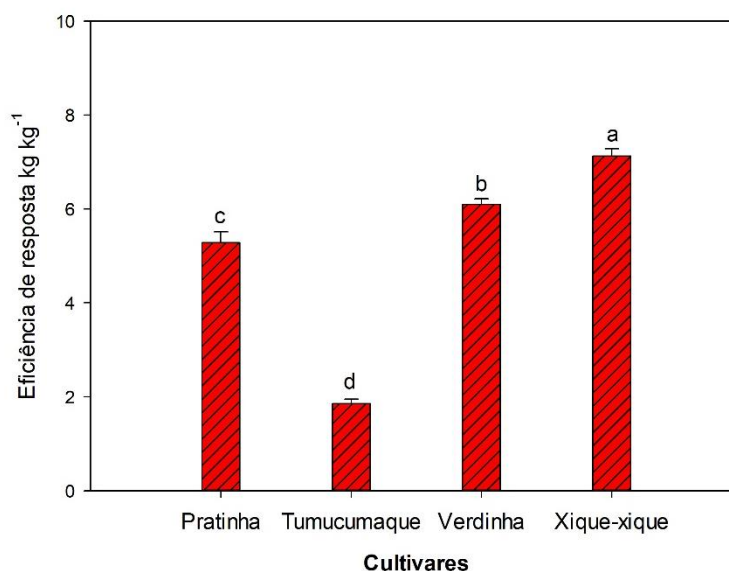


Figura 10. Eficiência de resposta ao P de cultivares de feijão-caupi avaliadas. Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 3$).

CONCLUSÃO

A produtividade de grãos de feijão-caupi é dependente da interação cultivar e dose de fósforo. A cultivar Tumucumaque destaca-se pela maior eficiência de utilização de fósforo. A cultivar Xiquexique destaca-se como a mais responsiva a alta disponibilidade deste nutriente.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, E.O., SANTOS, E.F., CAMACHO, M.A. **Nutritional efficiency of cowpea varieties in the absorption of phosphorus.** *Agronomía Colombiana*, n.30, v.3, p. 419-424, 2012. Disponível em: < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO2013007243>>
- CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; LIMA, M. G. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 213-225.
- BASTOS, V. J. et al. **Avaliação da fixação biológica de nitrogênio em feijão-caupi submetido a diferentes manejos da vegetação natural na savana de Roraima.** *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 6, n. 2, p. 133-139, 2012.
- BOSCHINI, A. P. M. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal.** 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2010.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; GONÇALVES, J. M.; PEREIRA, M. T. J. Produção e morfologia da leguminosa java submetida a adubação fosfatada. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.12, p. 1-10, 2011.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** 10º Levantamento Grãos Safra 2021/22 - Julho 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 14. set. 2022.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA). Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>. Acesso em: 14 set. 2021.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, New York, v.88, p.97-185, 2005.
- FAGERIA, N. K. et al. Genotypic Differences in Dry Bean Yield and Yield Components as Influenced by Nitrogen Fertilization and Rhizobia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 45, n. 12, p. 1583–1604, 12 jun. 2014. DOI: 10.1080/00103624.2013.875204
- FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R.; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 53, n. 2, p. 195-205, 2010.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SANTOS, A. A. dos. Cultivares de caupi para a região Meio-Norte do Brasil. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil.** Teresina: Embrapa: CPAMN, 2000. 264p. (Embrapa- CPAMN. Circular técnica, 28).
- FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIR, V. Q.; SITOLLIN, I. M. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da

(Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2008. V. 1, p. 285-250.

PAULA, G de S. **Responsividade e eficiência do uso do fósforo de cultivares de soja** / Guilherme de Sousa Paula. – Viçosa, MG, 2016.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.

RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; LAGO, F. J. Resposta do milho a fontes e modos de aplicação de fósforo durante três cultivos sucessivos em solo da região do cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 3, p. 458-466, 2006.

ROCHA, M. M. DAMASCENO-SILVA, K. J.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. N. Cultivares. In: VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2017. 267 p.

SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 2., 2009, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 1 CD-ROM.

SILVA, T. W. S. **Efeito residual de doses de fósforo no crescimento, produção e atributos tecnológicos da cana de açúcar**. Areia, PB: UFPB, p. 9, 2011.

SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, F. T.; GOMES, M. M. S.; NASCIMENTO, J. P.; SOUTO, P. C. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de plantas de feijão guandu *Cajanus cajan* (L) Millsp). *Revista Verde*, v. 4, n. 1, p. 135 – 140, 2009.

VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2017. 267 p.