

POLIFOSFATO DE AMÔNIO E SUPERFOSFATOSIMPLES EM CULTIVARES DE FEIJÃO COMUM

Danilo Nogueira dos Anjos¹, Hellen Thallyta Alves e Mendes¹, Claudio Lucio Fernandes Amaral², Vinicius Castro Araujo³ e Givaldo Dantas Sampaio Neto¹

RESUMO – O fósforo é o nutriente mais limitante do cultivo do feijoeiro, entretanto este nutriente é pouco absorvido pelo alto poder de retenção deste elemento no solo. Dessa forma estudos com fontes, níveis e cultivares são importantes para melhorar a produtividade desta cultura. Diante do exposto este trabalho teve como objetivo avaliar cinco cultivares de feijão comum submetidos a níveis de fósforo com superfosfato simples e polifosfato de amônio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no arranjo fatorial 5x2x2 com cinco cultivares (Uirapuru, Tuiuiu, Tangara, Estilo e Esplendor); duas fontes de fósforo (Superfosfato simples e polifosfato de amônio); dois níveis de adubações (alto e médio), sendo a dose média com superfosfato simples a de 50 mg P₂O.kg⁻¹ de solo e a alta com 200 mg P₂O.kg⁻¹. As cultivares apresentaram variabilidade genética para produtividade, massa de 100 grãos e altura da inserção da primeira vagem e a dose de 200 mg P₂O.kg⁻¹ de solo aumentou o diâmetro do caule, o número de vagens, a massa de 100 grãos e a produtividade das cultivares Tangará, Uirapuru e Esplendor.

Palavras chave: adubação, fósforo, produtividade.

Ammonium polyphosphate and single superphosphates in common bean cultivars

ABSTRACT – Phosphorus is the most limiting nutrient in the cultivation of beans, however this nutrient is poorly absorbed by the high retention power of this element in the soil. Thus, studies with sources, levels and cultivars are important to improve the productivity of this culture. Given the above, this study aimed to evaluate five common bean cultivars submitted to phosphorus levels with simple superphosphate and ammonium polyphosphate. The experimental design used was in randomized blocks in a 5x2x2 factorial arrangement with five cultivars: (Uirapuru, Tuiuiu, Tangará, Estilo and Esplendor); two sources of phosphorus (simple superphosphate and ammonium polyphosphate); two levels of fertilization (high and medium), with the medium dose with simple superphosphate being 50 mg P₂O.kg⁻¹ of soil and the high dose with 200 mg P₂O.kg⁻¹. The cultivars showed genetic variability for productivity, mass of 100 grains and height of insertion of the first pod and the dose of 200 mg P₂O.kg⁻¹ of soil increased the diameter of the stem, the number of pods, the mass of 100 grains and the productivity of the cultivars Tangará, Uirapuru and Esplendor.

Keywords: fertilization, phosphorus, productivity.

INTRODUÇÃO

O cultivo do feijoeiro apresenta baixo rendimento no país, cerca de 1.395 kg.ha⁻¹ (Conab, 2018), cujo potencial genético para a espécie pode chegar à 5000 kg.ha⁻¹ (Menten et al., 2006). Entretanto, a resistência dos produtores por inovações tecnológicas no cultivo do feijão, as adubações desequilibradas, o uso de

cultivares não adaptadas para a região de cultivo também podem influenciar na produtividade do feijoeiro, entre outros. (Dalla Pria e Silva, 2010). Dentre estes fatores, a adubação inadequada associada a elevada acidez dos solos, bem como baixa saturação de bases e baixos teores de fósforo limitam a produtividade das culturas (Bollyn et al. 2019).

¹ Eng. Agrônomo, Professor(a) Doutor(a), Ciências Agrárias, IFMT, e-mails: danilo.anjos@cfs.ifmt.edu.br; helen.mendes@cfs.ifmt.edu.br; givaldo.neto@dmf.ifmt.edu.br.

² Biólogo, Professor Doutor, Ciências Agrárias, UESB, e-mail: materdidatic@gmail.com.

³ Estudante de agronomia, UESB, e-mail: vinicius.castro.dm@hotmail.com.

O fósforo é um elemento que influencia a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros, isso ocorre, por ser um elemento pouco móvel no solo e a maior parte fica adsorvida nos solos tropicais e subtropicais, devidos a alta capacidade que esses solos têm em reter o fósforo na fase sólida, na forma de compostos de baixa solubilidade

Uma alternativa no mercado é fosforo de forma líquida para utilização nos sulcos na cultura do feijoeiro, seja para suplementar ou complementar a utilização da adubação convencional fosfatada.

Outro fator que pode melhorar o desempenho do feijoeiro no Brasil é a escolha do material genético adequado para a região de cultivo, dessa forma, são justificados os esforços em estudos que visam ao desenvolvimento de cultivares de feijão com maior capacidade de aproveitamento do fósforo e adaptação para a região de Vitória da Conquista - BA. Diante do exposto, foi objetivo deste trabalho avaliar as estimativas dos parâmetros genéticos de cultivares de feijão comum submetidos à adubação com polifosfatos de amônio e superfosfato simples.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na casa de vegetação da área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) localizada no Campus de Vitória da Conquista - BA, Brasil, a 850 m de altitude, coordenadas geográficas de 14°51' de latitude Sul e 40°50' de longitude Oeste.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no arranjo fatorial 5x2x2 com cinco cultivares (Uirapuru, Tuiuiu, Tangara, Estilo e Esplendor); duas fontes de fósforo (Superfosfato simples e polifosfato de amônio); e dois níveis de adubações (alto e médio), sendo a dose média com superfosfato simples a de 50 mg P₂O₅.kg⁻¹ de solo e a alta com 200 mg P₂O₅.kg⁻¹. Os níveis com polifosfato de amônio (PA) foi a baixa com 4 mL por vaso com capacidade de 30 litros e a alta com 16 mL do adubo por vaso, sendo este misturado com água na proporção de 100 mL do produto em 1L de água.

A dose do polifosfato de amônio da marca comercial Freefós da empresa Agrichem foi baseada em pré-testes de toxicidade na emergência de plântulas e com informações cedidas pela empresa, que recomenda o uso do produto na equivalência de 16 litros do produto para 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

A parcela foi constituída de quatro plantas por vaso, mas no florescimento foram retiradas duas plantas

de cada tratamento. No cultivo das cultivares do feijoeiro foram utilizados em cada vaso 18 kg de solo com 1,54 g.kg⁻¹ de calcário magnesiano com o objetivo de elevar a saturação por bases a 70 %, levando em referência a análise do solo. Após 32 dias, foram adicionados 300 mg.kg⁻¹ de solo de N e KCl com cloreto de potássio e ureia.

No dia 14 de novembro de 201, após 53 dias da correção do solo e da adubação foram semeadas oito sementes a uma profundidade de 3 cm, por vaso. Após 13 dias da semeadura (DAS) foi realizado o desbaste e conduzidas quatro plantas por vaso. Quando cada tratamento atingiu a maturidade fisiológica as plantas foram encaminhadas ao Laboratório de Sementes da UESB para aferição das características dos componentes de produtividade.

A composição granulométrica do solo apresentou os seguintes resultados: Areia grossa 435, areia fina 135 e silte 60, classificada como solo de textura média de acordo com triângulo do grupamento textural da Embrapa (2006). Na Tabela 1 estão apresentados o resultado da análise de química de solo.

Do ponto de vista químico, o solo utilizado possui um baixo teor de nutrientes, ressalta-se que o pH foi corrigido com a calagem, e é importante para a responsividade dos tratamentos que o solo tenha poucos nutrientes, principalmente para o fósforo que de acordo com classificação de Alvarez et al. (1999) é considerada baixa, garantindo dessa forma que os resultados sejam pouco influenciados pelo conteúdo de fósforo do solo.

Foram analisados: diâmetro do caule (DC) e altura de inserção da primeira vagem (AIV), números de grãos por vagem (NGRAO), massa média de 100 grãos (M100) e número de vagens por planta (NVAG) um dia antes da colheita, nas duas plantas de cada parcela,

A altura das plantas foi mensurada a partir do nível do solo até o ápice da haste principal com régua graduada em centímetros. O diâmetro do caule foi mensurado a 1cm do nível do solo, com o auxílio de um paquímetro digital. A altura de inserção da primeira vagem foi mensurada com uma régua graduada em centímetros. O **número de grãos por vagem (NGRAO)** e o número de vagens por planta (NVAG) foram determinados pela contagem de grãos por vagem de todas as vagens em 10 plantas. A **massa média de 100 grãos (M100)** foi avaliada com quatro repetições de 100 grãos coletados ao acaso, por parcela experimental, com seus resultados expressos em gramas, corrigidos para 13% de umidade e mensurados em balança de precisão 0,01 g.



Tabela 1 - Análise química de amostras do solo coletadas na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na camada de 0 - 20 cm e utilizadas nos vasos. Vitória da Conquista – BA, 2018

| Característica | Extratores | Unidade | Resultado |
|----------------|---------------------|-------------------------|-----------|
| ph | H ₂ O | | 4,22 B |
| P | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 4,7 B |
| K | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 56 M |
| Ca | KCl | cmolc. dm ⁻³ | 1,79 M |
| Mg | KCl | cmolc. dm ⁻³ | 0,14 B |
| Al | KCl | cmolc. dm ⁻³ | 0,85 M |
| H+Al | SMP | cmolc. dm ⁻³ | 3,92 M |
| M.O | Oxi-Red. | dag.kg ⁻¹ | 1,18 B |
| C.O | Oxi-Red. | dag.kg ⁻¹ | 0,58 B |
| Zn | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 1,1 M |
| Fe | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 59,3 A |
| Mn | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 14,6 A |
| Cu | Mehlich | mg.dm ⁻³ | 0,23 B |
| B | Água quente | mg.dm ⁻³ | 0,76 A |
| S | Fosfato monocálcico | mg.dm ⁻³ | 25 A |
| SB | Soma de bases | cmolc. dm ⁻³ | 2,07 M |
| T | CTC efetiva | cmolc. dm ⁻³ | 2,92 M |
| T | CTC (pH a 7,0) | cmolc. dm ⁻³ | 5,99 M |
| V | Saturação de bases | % | 34,6 B |
| M | Saturação de Al | % | 29,1 B |

*A= alto, M=médio e B= baixo de acordo com classificação de Alvarez et al. (1999).

A produtividade foi avaliada pela massa total de grãos obtida nas duas primeiras linhas úteis da parcela, sendo esse valor transformado para kg. ha⁻¹ utilizando como base uma população de 300.000 plantas e o seu peso corrigido para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade pelo programa estatístico SAEG 9.1 e a comparação das médias pelo Teste Skott-Knott a 5% pelo programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está apresentado o resumo do quadro de análise de variância das características avaliadas com as médias e o coeficiente de variação.

Verifica-se significância do fator cultivares para AIV e M100, para o fator fontes apenas a variável AIV e para o fator níveis houve efeito para todas as características com exceção da característica AIV. Houve interação significativa de cultivares*fontes e cultivares*níveis para a variável produtividade e interação fonte*dose para AIV, não houve interação tripla em nenhuma característica avaliada.

Na altura da inserção da primeira vagem, a cultivar Tangará foi a que apresentou maior valor significativo entre as cultivares testadas (Tabela 3).

Tabela 2 - Resumo do quadro de análise de variância com as médias e o coeficiente de variação das características, altura da inserção da primeira vagem (AIV) e diâmetro do caule (DIAM), número de vagens (NV), grãos por vagem (GV), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PROD) do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista – BA. 2018

| FV | QUADRADO MÉDIO | | | | | |
|----------------|----------------|---------|----------|---------|----------|--------------|
| | AIV | Diam | NV | GV | M100 | Prod |
| Cul | 30,89** | 1,8 | 11,10 | 1,05 | 143,69** | 91691,99 |
| Fonte | 34,12* | 0,66 | 21,01 | 0,06 | 51,80 | 335091,86 |
| Dose | 15,09 | 17,32** | 308,11** | 16,48** | 361,25** | 2817196,95** |
| Cul*fonte | 17,72 | 0,14 | 1,40 | 0,09 | 58,68 | 316674,08* |
| Cul*dose | 5,13 | 0,31 | 1,13 | 0,57 | 23,60 | 363586,09* |
| Fonte*dose | 46,13* | 1,89 | 2,98 | 0,22 | 0,06 | 233271,36 |
| Cul*fonte*dose | 18,55 | 0,57 | 0,98 | 0,37 | 65,80 | 240489,72 |
| Rep | 8,95 | 0,66 | 0,76 | 0,61 | 17,05 | 63281,29 |
| Erro | 7,87 | 0,76 | 6,70 | 0,61 | 28,84 | 111690,98 |
| CV | 21,69 | 12,99 | 29,09 | 21,77 | 28,01 | 29,67 |
| Média | 12,94 | 6,71 | 8,9 | 3,61 | 19,17 | 1126,46 |

Tabela 3 - Altura da inserção da primeira vagem (AIV) das cultivares de feijoeiro comum adubadas com superfosfato simples e polifosfato de amônio (Vitória da Conquista, 2018).

| Cultivares | AIV (cm) |
|---------------|----------|
| IPR Uirapuru | 12,54 b |
| BRS Estilo | 11,81 b |
| IPR Tangará | 15,29 a |
| IPR Tuiuiu | 12,07 b |
| BRS Esplendor | 12,96 b |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

A cultivar Tangará também se destacou no trabalho de Oliveira et al. (2014), com a adubação fosfatada em 19 cultivares de feijão no sul do estado do Tocantins, estes autores verificaram que a cultivar apresentou as maiores médias de AIV tanto na dose alta quanto na dose baixa de fósforo.

Para a colheita mecanizada recomenda-se uma AIV superior a 12 cm (Oliveira et al., 2014) sendo que apenas a cultivar BRS Estilo apresentou média inferior

a recomendação, indicando que para a nossa região sua colheita deva ser manual.

Salienta-se que a altura mínima dependerá da regulagem e da velocidade da colhedora, em geral quanto maior o AIV, mais eficiente será a colheita. No Brasil existe um número grande de cultivares que apresentam vagens que ficam situada abaixo do alcance das lâminas de corte das ceifadoras.

No desdobramento da interação entre níveis e fontes de adubo fosfatado, o emprego de polifosfato de amônio (PA) favoreceu a variável AIV em comparação ao superfosfato simples no nível baixo de adubo, mas sem diferença significativa entre as fontes testadas no nível alto. No tratamento com polifosfato de amônio com a dose baixa, as plantas apresentaram AIV superior a dose alta. Não houve diferença significativa entre os níveis baixos e alto de superfosfato simples (Tabela 4).

Fidelis et al. (2017) verificaram que o feijoeiro cultivado com dose alta de fósforo apresentou valores entre 16,40 e 20,90 cm de AIV, enquanto na dose baixa os valores oscilaram entre 14,22 e 18,95 cm, diferentemente do estudo realizado os autores afirmam que com a maior dose de fósforo houve maior AIV entretanto devido à falta de interação das cultivares e as doses não foi realizado teste estatístico em cada cultivar no trabalho.



Tabela 4 - Desdobramento da interação entre níveis e fontes da altura da inserção da primeira vagem do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

| Níveis de adubo fosfatado | Altura da inserção da 1ª vagem (AIV) | |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | Polifosfato de amônio | Superfosfato simples |
| Baixa | 14,78 Aa | 11,96 Ba |
| Alta | 12,40 Ab | 12,61 Aa |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Schoninger et al. (2016), testando doses de P e de N no feijoeiro verificaram que embora os dados tenham sido significativos para as doses de fósforo no teste F, o valor do coeficiente angular de fósforo encontrado é muito baixo assemelhando-se a zero, dessa forma os autores afirmam que neste estudo o incremento obtido no AIV com as doses de fósforo foram insignificantes.

O diâmetro do caule é importante para o feijoeiro, uma vez que, quanto menor for o seu diâmetro, mais propenso esta cultura fica ao acamamento e à quebra de plantas (Bezerra et al., 2012). Neste trabalho, o emprego do nível mais alto do adubo fosfatado resultou em plantas do feijoeiro com maior diâmetro do caule, número de vagens, número de grãos e de massa de 100 grãos (Tabela 5).

Tabela 5 - Diâmetro do caule (DC), número de vagens (NV), número de grãos (GV) por planta e massa de 100 grãos (M100) de cultivares de feijão em função de níveis de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018

| Item | DC (mm) | NV | GV | M100 (g) |
|-------|---------|---------|--------|----------|
| Baixa | 7,41 b | 6,93 b | 4,06 a | 17,04 b |
| Alta | 8,01 a | 10,86 a | 3,15 b | 21,29 a |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Os resultados do diâmetro do caule demonstram que o fósforo está relacionado à resistência da planta ao acamamento, resultado semelhante foi encontrado por Coutinho et al. (2014). Segundo estes autores, para cada

quilograma de P_2O_5 disponibilizado no sulco de semeadura houve u incremento no diâmetro de caule de 0,00095 cm na cultura do feijão caupi. Oliveira et al. (2014) verificaram que o incremento de fósforo promoveu maiores diâmetros de caule nas diversas cultivares testadas, porém os autores verificaram diâmetro oscilando entre 5,54 e 6,21 mm, valores menores ao encontrados neste estudo. Bonfim-Silva et al. (2015), trabalhando com doses de fósforo no feijão guandu verificaram efeito quadrático na característica diâmetro do caule com o maior valor (5,87 mm) na dose de fósforo 435,15 mg dm^{-3} os autores corroboram que mudas que apresentam um maior diâmetro do colo possuem um maior equilíbrio no crescimento da parte aérea.

Não houve efeito dos fatores para a característica umidade dos grãos e houve efeito significativo a 1% de probabilidade para o efeito níveis na característica NV e GV.

Verifica-se que no número de vagens a dose alta promove incremento no número de vagens por planta de 56,70 % em relação a menor dose (Tabela 5). Esse resultado pode ser associado ao maior estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular à formação dos primórdios reprodutivos e dos frutos, proporcionados pelo aumento da absorção de fósforo. Ressalta-se que esta característica é o componente primário que mais se correlaciona com a produtividade de grãos (Souza et al., 2008) e é bastante influenciado pelo ambiente (Viana et al., 2011).

Corroborando com este estudo Cunha et al. (2014) avaliando doses de fósforo e consórcio do feijoeiro com a mamona em duas cultivares de feijão comum verificaram resultado positivo das doses de fósforo nas duas cultivares tendo efeito quadrático na cultivar Pontal com o valor máximo de 9,6 vagens com dose de 100 $kg \cdot ha^{-1}$ e efeito linear da cultivar Pérola com dose de 200 $kg \cdot ha^{-1}$ proporcionando 7,9 vagens.

Oliveira et al. (2014) verificaram que todos os genótipos foram favorecidos no número de vagens com a dose mais alta de fósforo.

Também na Tabela 5 está apresentada as médias da dose alta e dose baixa de fósforo e na qual as plantas com a dose menor de fósforo apresentaram maior número de grãos por vagem, isso ocorre porque número de grãos por vagem é uma característica de correlação negativa com a massa de 100 grão, ou seja, o aumento do número de grãos por planta e do número de grãos por vagem implicará em redução da massa de 100 grãos.

Viana et al. (2011) mencionaram que o aumento das doses de fósforo decresce linearmente o número de

grãos por vagem no feijoeiro. Por sua vez, Coutinho et al. (2014) verificaram que a adubação fosfatada no feijão caupi resultou número de grãos por vagem foi ajustado à regressão quadrática com o ponto de máximo em 200 kg.ha⁻¹ proporcionando 12,87 sementes por vagem.

Resultado divergente foi verificado por Schoniger et al. (2015) que verificaram aumento linear das doses de fósforo em relação ao número de sementes por vagem, é importante apontar que esta seja uma característica de alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente (Soratto et al., 2010) e diversos trabalhos que envolvam diferentes nutrientes e/ou adubações no feijoeiro não interferiram diretamente nesta característica (Anjos et al., 2015; Bernardes et al., 2014; Moreira et al., 2013).

Na Tabela 5 está apresentado ainda, os dados referentes médias da massa de 100 grãos com a dose alta e a dose baixa na qual verifica-se que a dose alta de fósforo promoveu um incremento de 24,94 % na massa de 100 grãos em relação a menor dose. Embora esta característica possui caráter de herança qualitativa, pouco influenciado pelo ambiente e é controlado por poucos genes (Zilio et al., 2011), neste estudo foi influenciado pela adubação.

Viana et al. (2011) não observaram efeito das doses de P e N na massa de 100 grãos e observaram valores que oscilaram entre 19,0 e 20,9g. valores próximos ao encontrado neste estudo. Oliveira et al. (2014), verificou que diferentemente deste trabalho as cultivares demonstram desempenho diferenciado em cada nível de P, e observaram que a maioria das cultivares não aumentou a massa de 100 grãos com o aumento de fósforo.

Valderrama et al. (2009) não observou diferença entre as doses e fontes de fósforo para esta característica, os autores verificaram valores próximos ao encontrado neste estudo oscilando entre 19,50 e 20,37.

Corroborando com este estudo Petrilli (2007) verificou que a massa de 100 grãos obedeceu a uma equação linear em função das doses de fósforo.

Em geral doses altas de fósforo influenciam pouco esta característica, porém no caso deste estudo no qual os níveis de fósforo do solo são baixos a dose alta de fósforo auxilia no enchimento do grão.

Na Tabela 6 está apresentado a média da característica M100 na qual a cultivar Esplendor, foi a que apresentou a M100 superior as demais cultivares. De acordo com a Embrapa (2005) os grãos podem ser classificados quanto ao tamanho, em pequenos (massa de 100 grãos < que 20 gramas); médios (massa de 1000 grãos entre 20 e 40 gramas) e grandes (massa de 100 grãos > 40 gramas),

considerando esta classificação apenas as cultivares Tangará e Esplendor demonstraram grãos médios. De acordo com Ramalho e Abreu (2006) o mercado consumidor tem preferência por grãos médios do tipo carioca, cujo tamanho corresponde à massa de 23 a 25 gramas por 100 grãos e para essa classificação apenas a cultivar Estilo encaixa-se nesta classificação

Tabela 6 - Massa seca de 100 grãos (g) das cultivares de feijão comum submetidos ao SPS e o PA em Vitória da Conquista, 2018

| Cultivares | M100 |
|---------------|---------|
| IPR Uirapuru | 17,30 b |
| BRS Estilo | 23,91 a |
| IPR Tangará | 20,14 b |
| IPR Tuiuiu | 18,13 b |
| BRS Esplendor | 16,36 b |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Salgado et al. (2011) testando cultivares de feijão na entressafra no estado do Tocantins verificaram alta variabilidade genética das cultivares de feijão em relação a esta característica, porém os valores observados foram superiores ao encontrado neste trabalho oscilando entre 29,06 e 38,77 g.

Silva et al. (2016) avaliando a eficiência do uso do fósforo de 20 cultivares de feijão verificaram valores que oscilaram 19,94 e 33,49 g. Neste estudo a cultivar Estilo foi uma das cultivares que apresentou maiores valores de M100.

Verifica-se na Tabela 7 o desdobramento da interação entre fontes e cultivares, não houve diferença estatística entre as cultivares nas duas fontes. As cultivares Estilo e Tuiuiu apresentaram maior produtividade quando adubadas com SPS, já a cultivar Tuiuiu obteve maior produtividade com o PA. As cultivares Uirapuru e Esplendor não apresentaram diferenças entre as fontes, estes resultados demonstram que de acordo com a fonte de fósforo cada cultivar responde de forma diferenciada em relação a produtividade pois, as formas de contato ion raiz são diferentes em cada fonte e as cultivares apresentam adaptações morfofisiológicas diferenciadas para otimização da absorção deste nutriente. De acordo com Wang et al. (2010) além de melhorar técnicas e formas de adubação,



é importante a seleção de cultivares mais eficientes na absorção do fósforo e demais nutrientes.

Tabela 7 - Desdobramento da interação entre fontes e cultivares da produtividade de grãos kg.ha⁻¹ do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

| | Free fós | Supersimples |
|---------------|------------|--------------|
| IPR Uirapuru | 944,19 Aa | 1192,63 Aa |
| BRS Estilo | 1069,87 Ba | 1428,51 Aa |
| IPR Tangará | 897,73 Ba | 1284,44 Aa |
| IPR Tuiuiu | 1243,79 Aa | 1054,81 Ba |
| BRS Esplendor | 1153,13 Aa | 995,52 Aa |
| Médias | 1061,74 | 1191,18 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Nascente et al. (2014) testando cinco fontes de fósforo com ou sem cálcio em três municípios Unai-MG, Paracatu-MG e São João da Aliança-GO, verificaram diferença significativa dos dois fatores para produtividade, sendo que todas as fontes de fósforo foram maiores que a testemunha.

Entretanto Valderrama et al. (2009) testando doses e fontes de P e N em cultivares de feijão não verificou efeito para as fontes de P, tendo efeito na produtividade apenas para as doses.

Pasquali et al. (2013) testando a combinação de três doses de P₂O₅: 0, 60 e 90 kg.ha⁻¹ e 5 doses do Freefos no sulco : 0, 5, 10, 15 e 20 L.ha⁻¹ na cultura da soja não verificaram diferença entre os tratamentos.

Na Tabela 8 estão apresentados o desdobramento da interação entre cultivares e níveis na qual verifica-se que na dose baixa de fósforo as cultivares Tuiuiu e Estilo foram mais eficientes e apresentaram produtividade superiores as demais cultivares, porém apenas as duas cultivares não aumentaram a produtividade na comparação entre a dose baixa e a dose alta de P, provavelmente pelo fator genético do genótipo no qual sendo rústico não responde ao acréscimo do nutriente. Na dose alta de fósforo não houve diferença entre as cultivares, porém todas as cultivares na dose alta de fósforo obtiveram produtividades acima da média nacional que é de 1,01 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2017) em geral a adubação com fósforo elevou em 40% a produtividade do feijoeiro,

diversas características influenciaram de forma positiva a produtividade do feijoeiro.

Tabela 8 - Desdobramento da interação entre níveis e cultivares da produtividade de grãos kg.ha⁻¹ do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

| | Baixa | Alta |
|---------------|------------|------------|
| IPR Uirapuru | 870,80 Bb | 1266,02 Aa |
| BRS Estilo | 1262,86 Aa | 1235,52 Aa |
| IPR Tangará | 823,55 Bb | 1358,63 Aa |
| IPR Tuiuiu | 1043,13 Aa | 1255,47 Aa |
| BRS Esplendor | 693,69 Bb | 1454,96 Aa |
| Média | 938,80 | 1314,12 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Fidelis et al. (2017) testando cultivares de feijão comum em dois níveis de fósforo verificou que a dose alta de fósforo promoveu aumento da produtividade em 7 das 10 cultivares testadas e verificou valores próximos ao encontrado neste estudo quando utilizado a dose alta que oscilaram de 999 a 1776 kg.ha⁻¹, já na dose baixa os autores verificaram alta variabilidade das cultivares e os valores oscilaram de 216 a 1347 kg.ha⁻¹.

Oliveira et al. (2012) estudando 19 cultivares em dois níveis de fósforo verificou que 18 cultivares aumentaram sua produtividade na dose mais alta de P, os autores verificaram valores próximos ao encontrado neste variando de 1.861 a 907 kg.ha⁻¹, porém na dose baixa as cultivares apresentaram valores inferiores a este com variação de 416 a 789 kg.ha⁻¹, devido ao baixo desempenho das cultivares na dose baixa os autores verificaram incremento da maioria das cultivares acima de 100% valor mais alto que o encontrado neste experimento.

Silva et al. (2016) testando 20 genótipos e duas doses de fósforo observaram significância estatísticas apenas para o fator dose no qual verificaram incremento de 17% na produtividade das cultivares de feijão comum.

CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética para as características massa de 100 grãos, altura da inserção da primeira vagem e produtividade.

Na dose baixa de fósforo as cultivares Tuiuiu e Estilo foram as mais eficientes.

O nível alto de fósforo melhorou a maioria das características avaliadas e aumentou 40% em média a produtividade das cultivares.

Não houve diferença entre as fontes de P; entretanto, as cultivares Estilo e Tuiuiu apresentaram maior produtividade quando adubadas com SPS, já a cultivar Tuiuiu obteve maior produtividade com o PA.

LITERATURA CITADA

- ANJOS D.N. et al. Biostimulants, macro and micronutrients fertilizer influence on common bean crop in Vitória da Conquista- BA, Brazil, *African Journal*, v.10, p.1891-1897, 2015.
- ALVAREZ V, V.H.A.; RIBEIRO, A.C. *Calagem*. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; V, V.H.A. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. MG: Viçosa, 5ª aproximação, cap. 8, p.43-60, 1999.
- BERNARDES, T.G.; SILVEIRA, P.M.; MESQUITA, M.A.M.; CUNHA, P.C.R. Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura. *Bioscience Journal*, v.30, n.2, p.458-468, 2014
- BEZERRA, A.A.C. et al. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. *Revista Ciências Agrárias*, Belém, v.55, n.3, p.184-189, 2012.
- BOLLYN, J.; CASTELEIN, L.; SMOLDERS, E. Fate and bioavailability of phosphorus loaded to iron oxyhydroxide nanoparticles added to weathered soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.438, n.1/2, p.297-311, 2019
- BOMFIM-SILVA, E.M.; GUIMARÃES, S.L.; DO NASCIMENTO FARIAS, L.; DE OLIVEIRA, J.R.; BOSA, C.K.; FONTENELLI, J.V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. *Bioscience Journal*, v.30, n.5, 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Indicadores da Agropecuária*. Disponível em :<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_30_11_38_00_revista_abril_versao_final.pdf>> Acesso em 10 de maio de 2018.
- COUTINHO, P.W.R.; SILVA, D.M.S.; SALDANHA, E.C.M.; OKUMURA, R.S.; SILVA JÚNIOR, M.L. 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.
- CUNHA et al. Adubação fosfatada e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. *Bioscience Journal*, v.30, n.05, 2014.
- DALLA PRIA, M.; SILVA, O. *Cultura do feijão: doenças e controle*. Ponta Grossa- PR: UEPG, 2010.
- FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United States*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em :29 de maio 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FIDELIS, R.R. et al. Comportamento de cultivares de feijão comum cultivados em solos de cerrado *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava-PR, v.10, n.1, p.75-82, 2017.
- MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. *Informativo ABRATES*, v.20, n.3, 2010.
- MOREIRA, G.B.B.; PEGORARO, R.F.P.; VIEIRA, N.M.B.; BORGES, I.; KONDO, M.K. Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.17, n.8, p.818-823, 2013.
- NASCENTE A.S et al. Produtividade do feijoeiro comum afetada por fontes de fósforo com ou sem cálcio *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v.57, n.2, p.180-185, 2014.
- OLIVEIRA, T.C.; SILVA, J.; SOUSA, S.A.; CAMPESTRINI, R.; FIDELIS, R.R. Potencial produtivo de genótipos de feijão comum em função do estresse de fósforo no Estado do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, Gurupi, v.3, p.24-30, 2012
- OLIVEIRA, T.C. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins *Revista Caatinga*, Mossoró, v.27, n.1, p.50-59, 2014.
- PASQUALLI, R.M.; PITELKOW, F.K.; BELUFI, L.M.R. *Sistema de produção soja e milho*. Boletim Técnico n 21. Fundação Rio Verde, p.58-65, 2013.
- PETRILLI, L.R.T.C. *Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar Pérola*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Botucatu, SP: UNESP, 2007. 104p.



- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. *Cultivares*. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. Feijão. 2.ed. Viçosa: UFV, p.415-436, 2006.
- SALGADO, F.H.M.; FIDELIS, R.R.; CARVALHO, G.L.; SANTOS, G.R.; CANCELLIER, E.L.; SILVA, G.F. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. *Bioscience Journal*, v.27, n.1, p.52-58, 2011.
- SILVA, A.D. et al. Avaliação de genótipos de feijoeiro quanto à eficiência do uso do fósforo em Latossolo Vermelho Eutrófico. *Bragantia*, v.75, n.2, Campinas, 2016.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; MELLO, F.F.C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. *Bragantia*, Campinas, v.69, p.965-974, 2010.
- SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, n.2, p.39-43, 2008.
- SCHONINGER, E.L.; LANGE, A.; MENEGON, T.G.; CAIONE, G. Grain yield of bean as affected by phosphorus and nitrogen rates. *Agrarian*. Dourados, v.8, p.387-398, 2015.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SA, M.E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, n.03, p.191-196, 2009.
- VIANA, T.O.; VIEIRA, N.M.B.; MOREIRA, G.B.L.; BATISTA, R.O.; CARVALHO, S.J.P.; RODRIGUES, H.F.F. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. *Revista Ceres*, v.58, p.115-120, 2011.
- WANG, X.; SHEN, J.; LIAO, H. Acquisition or utilization, which is more critical forenhancing phosphorus efficiency in modern crops? *Plant Science*, n.179, p.302-306, 2010.
- ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.42, n.2, p.429-438, 2011.

Recebido para publicação em 27/04/2020, aprovado em 12/02/2021 e publicado em 18/05/2021.