



Translocação de fósforo em diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) na região dos Campos Gerais

Vanessa Hilgemberg da Silva^{a*}, Isabela Leticia Pessenti^b

^a Unicesumar, Brasil

^b Centro de Ensino Superior de Maringá, Brasil

* Autor correspondente (vhilgemberg10@gmail.com)

INFO

Keywords

productivity
nutrient demand
foliar fertilization

ABSTRACT

Phosphorus translocation in different bean cultivars (Phaseolus vulgaris) in the Campos Gerais region

The beans (*Phaseolus vulgaris*) are the main food consumed in Brazil. Such importance is due to its high nutritional value, providing nutrients for human consumption, especially iron and carbohydrates. The majority of Brazilian soils present low levels of available phosphorus, being considered one of the main limitations for its production, thus demanding an increase in nutrients during cultivation, either by soil or foliar fertilization. The present work aimed to evaluate the application of soil and foliar phosphorus in the treatment of seeds and phenological stages, combined or not in the cultivation of black and white beans in the Campos Gerais region of Paraná. The design was in randomized blocks with 5 treatment levels and 3 repetitions, whose plots were composed of 5 bean lines with 1.5 meters long and spaced by 0.45 m, totaling 4.5 m². Grain yield (humidity corrected to 13%), yield components (number of pods, number of grains, mass of grains per plant and mass of thousand grains), plant stature and nutritional analysis of phosphorus in the aerial part were evaluated. It resulted that the treatment with purified MAP presented advantages in relation to factors such as number of pods, grain weight, yield, mass of thousand grains and stem diameter, but did not show significant results in these points. Consequently, it can be concluded that the objective was reached because it was possible to visually evaluate the effect that the foliar application of phosphorus will have on the productivity and the physiological and technological quality of the grains of two cultivars.

RESUMO

Palavras-chaves

produtividade
demanda nutricional
fertilização foliar

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é o principal alimento consumido no Brasil. Tal importância é dada pelo que possui alto valor nutricional, fornecendo nutrientes para consumo humano, principalmente ferro e carboidratos. A maioria dos solos brasileiros apresenta baixo nível de fósforo disponível, sendo considerado uma das principais limitações para sua produção, sendo assim exigente no aumento de nutrientes durante o cultivo, seja por meio da fertilização do solo ou foliar. O presente trabalho objetivou-se avaliar a aplicação via solo e foliar de fósforo no tratamento de sementes e nos estádios fenológicos, combinados ou não na cultura de feijão preto e branco na Região dos Campos Gerais -PR. O delineamento foi em blocos casualizados com 5 níveis de tratamento e 3 repetições, cujas parcelas foram compostas por 5 linhas de feijão com 1,5m de comprimento e espaçadas por 0,45m, totalizando 4,5 m². Foram avaliados o rendimento de grãos (umidade corrigida para 13%), componentes do rendimento (número de vagens, número de grãos, massa de grãos por planta e massa de mil grãos), estatura de plantas e análise nutricional do fósforo na parte aérea. Resultou-se que o tratamento com MAP purificado apresentou vantagens em relação a fatores como número de vagens, peso do grão, produtividade, massa de mil grãos e diâmetro do caule, mas não apresentou resultados significativos nesses pontos. Consequentemente conclui-se que, o objetivo foi alcançado, pois foi possível avaliar visualmente o efeito que a aplicação foliar de fósforo terá na produtividade e na qualidade fisiológica e tecnológica dos grãos de duas cultivares.

Received 17 December 2021; Received in revised from 21 February 2022; Accepted 18 April 2022



INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) é cultivado em quase todo o território brasileiro, pois possui uma grande adaptação edafoclimática para realizar seu cultivo em diferentes épocas (D'Amico-Damião et al., 2020). Segundo Conab estima que a produção total de feijão foi de 3,1 milhões de toneladas, sobre esta produção, 1,9 milhão de toneladas são de feijão comum colorido, 516,8 mil toneladas de feijão preto e 686,7 mil toneladas de feijão-caupi ou macaçar (CONAB, 2019).

As variedades melhoradas de feijão comum, têm um rendimento de uma ampla faixa de adaptação, menos sensíveis a estresses bióticos e abióticos, com períodos variando de 75 a 98 %, representando significativamente para a eficiência do setor produtivo (Silva e Del Peloso, 2006).

As folhas do feijão têm um arranjo alternado e trifoliadas, a cor e pilosidade variam em cultivar, idade, posição na planta e ambiente (Silva, 2005). É considerado um alimento rico em nutrientes, fornecedor de carboidratos, nutrientes essenciais tais como ricos em concentração do aminoácido lisina, vitaminas do complexo B, minerais como ferro, cálcio, potássio, fósforo e fibra que ajudam a boa função do intestino e controlam o açúcar no sangue e o colesterol (Chaves e Bassinello, 2019; Turuko e Mohammed, 2014).

O estado do Paraná se destaca pelo cultivo do feijão, por ser o segundo maior semeado na soma de três safras anuais com 383 mil ha cultivados, produzindo 613 milhões de toneladas e um rendimento de aproximadamente 1.551 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). No entanto, existem vários gêneros e espécies, que estão em 117 países ao redor do mundo, com uma área de aproximadamente 25,3 milhões / ton, com uma área de 26,9 milhões. Considerando apenas o gênero *Phaseolus*, 67,3% das 12,7 toneladas da produção mundial vêm apenas de países, o Brasil é o maior produtor (FAO, 2010).

Agricultores brasileiros usam a alta tecnologia na produção de grãos, com isso excedeu com sucesso a marca de 3000 Kg ha⁻¹. Contudo, a maioria dos grãos brasileiros é produzida por pequenos agricultores com baixo conteúdo tecnológico e que tem a habitual falta de fertilização e controle de pragas (Vieira et al., 2006).

Com o melhoramento genético, há uma grande pressão de seleção por cultivares mais uniformes e produtivas. O que pode levar à perda de alguns caracteres, como estabilidade de produção, resistência a doenças, qualidade tecnológica e nutricional dos grãos, entre outros (Vieira et al., 2006). É provável que esses caracteres sejam encontrados em materiais crioulos devido à grande

diversidade genética encontrada em tais genótipos (Loarce et al., 1996; Carbonell et al., 2003; Rodrigues, et al., 2005; Coelho et al., 2005).

A produtividade de grãos é muito importante nos programas de melhoramento. Entretanto, a herança genética é muito complexa, pois existem vários genes com pouco efeito no fenótipo. Esses genes atuam em processos fisiológicos, que podem ter influência direta e indireta no rendimento de grãos (Fehr, 1987). Existem inúmeros fatores que afetam o desempenho do feijão comum, como a temperatura e precipitação. A temperatura é um dos fatores que afetam diretamente o desenvolvimento da cultura em diferentes estágios fisiológicos, principalmente a floração e a frutificação (MAPA, 2012).

O fósforo (P) desempenha um papel vital na transferência e uso de energia feito de plantas e como um componente de vários compostos vitais para o metabolismo vegetais, como fitina, lecitina e nucleotídeos (Chan, 2016; Borges, 2018). Tem seus requisitos em todo o ciclo da cultura. Portanto, o P interfere em diversos processos celulares envolvidos no crescimento das plantas, como a fotossíntese e a divisão celular.

De acordo com Singh et al. (2011), para a cultura do feijão, o fósforo fornece reações frequentes, sua disponibilidade no solo aumenta a intensidade dos nódulos, para fixar nitrogênio e, assim, aumentar a produtividade, mas sua deficiência terá um impacto negativo no crescimento e produção da planta. De acordo com Nyoki e Ndakidemi (2013), reconheceu a importância do fósforo na melhoria do estado nutricional das leguminosas, pois melhora a eficiência da simbiose de rizóbios e leguminosas, aumentando nódulos, rendimento e produtividade do feijão.

Projeções considerando os diversos cenários da produção agrícola brasileira indicam que o aumento da demanda por fertilizante fosfatado de 2,2 Tg (tetragramas) em 2016 para 4,6 Tg em 2050 será insustentável a menos que estratégias sejam desenvolvidas para aumentar a eficiência do uso desse nutriente (Withers et al., 2018). Considerando que a deficiência de fósforo na terra é uma realidade muito próxima.

Assim, atualmente, no que diz respeito ao fósforo na produção agrícola, a pesquisa se concentrou particularmente na eficiência desse nutriente por plantas e na eficiência da fertilização com fosfato e no uso de novas tecnologias como produtos à base de fosfito (Roberts e Johnston, 2015; Salgado, 2017; Heuer et al., 2017).

A fertilização foliar é baseada na afirmação de que as folhas das plantas têm a capacidade de absorver água e minerais, corrigindo assim a deficiência de micronutrientes por pulverização, se

a fertilização foliar é usada além da fertilização do solo (Schreiner, 2010). Para Malavolta (1980) muitos fatores contribuem para o interesse e para usar a prática de fertilização foliar, entre qual ocorrência de deficiências minerais que são corrigidas eficazmente por aplicações onde os resultados são mais rápidos e onde os nutrientes no do solo não são sempre e imediatos, as colheitas contínuas nas quais se tornam rotineiras e frequente, e as dificuldades representadas na fixação ou lavagem de nutrientes no solo podem, portanto, ser minimizados através da fertilização.

Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o impacto que a aplicação foliar do fósforo causará visualmente na produtividade e na qualidade fisiológica e tecnológica das sementes das plantas de feijão de duas cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural, Povoado Ribeirão de Cima, localizado no interior do município de Teixeira Soares – PR, localizada entre as coordenadas geográficas de 25°22'04" de latitude Sul e 50°27'39" de longitude Oeste, encontrando-se a uma altitude de 918 m.

A localização do experimento é uma área com histórico de plantio de pasto de corte para animais no inverno, então o solo é muito rico em nutrientes. Foi realizado o plantio de duas cultivares, sendo uma de feijão preto, o Urutau e outra de feijão branco sendo a BRS Estilo. Realizou-se a análise química do solo para correção e calagem do pH.

Foram realizados testes de 4 produtos diferentes, todos com aplicação foliar e tendo fósforo (P) em sua formulação.

O delineamento foi feito em blocos casualizados sendo T1: testemunha (controle); T2: aplicação foliar de Fósforo (P) com produto KP Plus; T3: aplicação foliar de P com o produto Fóton da GiroAgro; T4: aplicação foliar de P com o produto Energy da Compass Mineralls; T5: aplicação foliar

de P com MAP purificado, com 3 repetições cada. Cada parcela foi composta por 5 linhas de feijão com 1,5 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m, totalizando 3 m².

As variáveis analisadas foram: rendimento de grãos, componentes do rendimento, altura da planta, inserção da primeira vagem, análise nutricional do fósforo da parte aérea e análise por microscopia eletrônica de varredura na raiz.

A qualidade fisiológica das sementes também foi avaliada nos testes: germinação padrão, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação (BRASIL, 2009). O cálculo do IVG foi realizado através da metodologia de Maguire (1962).

Consistiu em 8 pesagens repetidas de 100 sementes por amostra com três casas decimais em uma balança analítica de precisão. Calculou-se a variância, desvio padrão e coeficiente de variação dos valores obtidos na pesagem. A determinação foi calculada multiplicando o peso médio obtido pela repetição de 100 sementes por 10. O resultado foi expresso em gramas, com precisão de duas casas decimais (BRASIL, 2009).

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 5%, a análise (ANOVA) foi usada e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey, no limite de probabilidade de 5%. O software utilizado foi o R, usando o pacote ExpDes.pt (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da escolha metodológica adotada, os resultados foram obtidos em relação ao número de vagens, peso dos grãos, massa de mil grãos, análise foliar, altura e diâmetro. Conforme verificado, foram cinco tratamentos, nos quais cada um desses aspectos será delimitado. O primeiro aspecto verificado é o número de vagens, conforme consta na Figura 1.

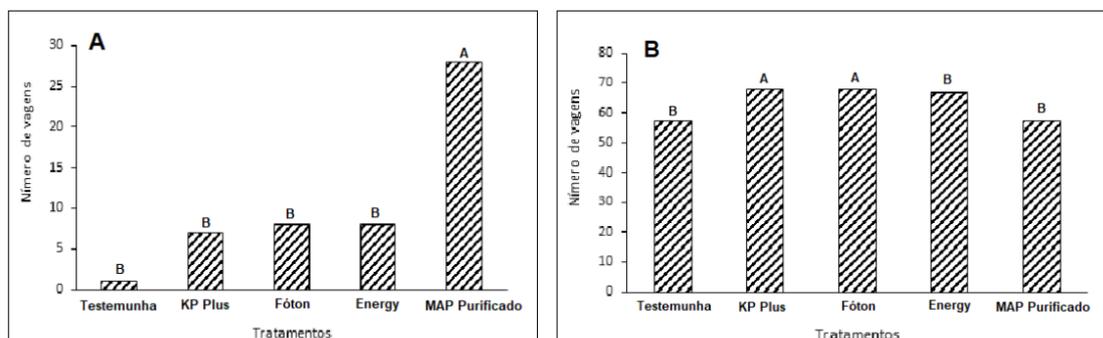


Figura 1 - Número de vagens em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram

utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fotón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Conforme verificado, no tratamento de estilo e Urutau, o quantitativo de vagens foi significativamente menor no tratamento 1, que era testemunha. As médias permanecem semelhantes nos tratamentos 2, 3 e 4, com maior estabilidade de quantitativo na tipologia de estilo e maior diferenciação no tratamento Urutau. Mesmo assim, em ambos, é perceptível que o tratamento com aplicação foliar de P com MAP purificado, com 3 repetições cada, apresentou-se com maior eficácia. Para Sousa et al. (2018), a aplicação de MAP

purificado pode ter maior resultado com mais de uma repetição. Além disso, percebe-se que na tipologia de estilo, a diferença no quantitativo de vagens no tratamento 5, em relação aos outros, é substancialmente maior do que no tratamento Urutau.

O segundo item a ser observado é a pesagem dos grãos. A Figura 2 expressa os principais fatores relacionados:

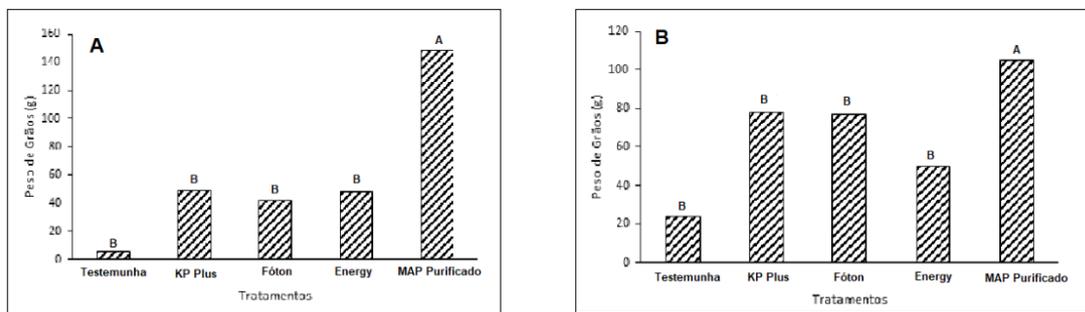


Figura 2 - Peso de grãos em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fotón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Novamente, enquanto a testemunha, exemplificado no número 1, apresenta dados substancialmente baixos, o tratamento 5 delimita maiores percentuais. Assim como verificado no quantitativo de vagens, o elemento de peso se coloca, com maior relevância, na tipologia de estilo. Mesmo assim, no gráfico Urutau há verificação de grãos mais pesados, mesmo com os tratamentos 2 e 3 também tendo resultados

superiores aos da tipologia de estilo. Para Bordan et al. (2010), a pesagem dos grãos é elemento importante para verificação de funcionamento do tratamento, indicando possibilidade de melhoria da rentabilidade para o produtor. Assim, percebe-se maior diferença no tratamento com aplicação foliar de P com MAP purificado, com 3 repetições cada. A análise seguinte é a foliar, de modo que o gráfico a seguir destaca alguns aspectos.

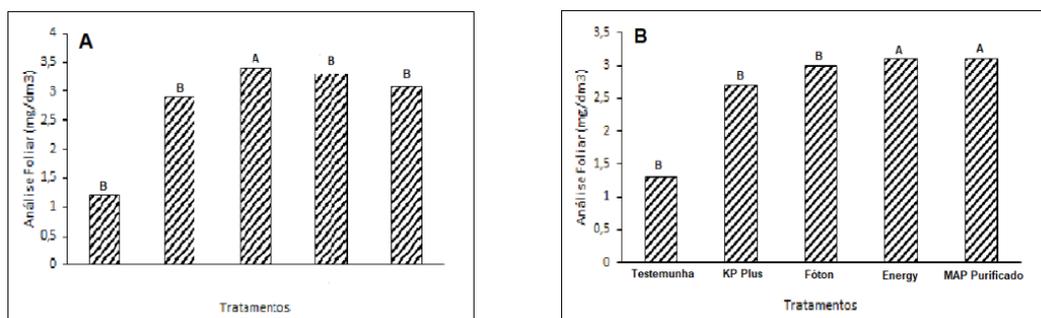


Figura 3 - Análise foliar (mg/dm³) em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fotón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Mediante análise foliar efetuada, salienta-se que os tratamentos com aplicação foliar de P dos produtos Fotón e Energy, obtiveram médias mais

elevadas. O tratamento 5 obteve o mesmo percentual nos dois tipos destacados. O gráfico a seguir aponta para a produtividade

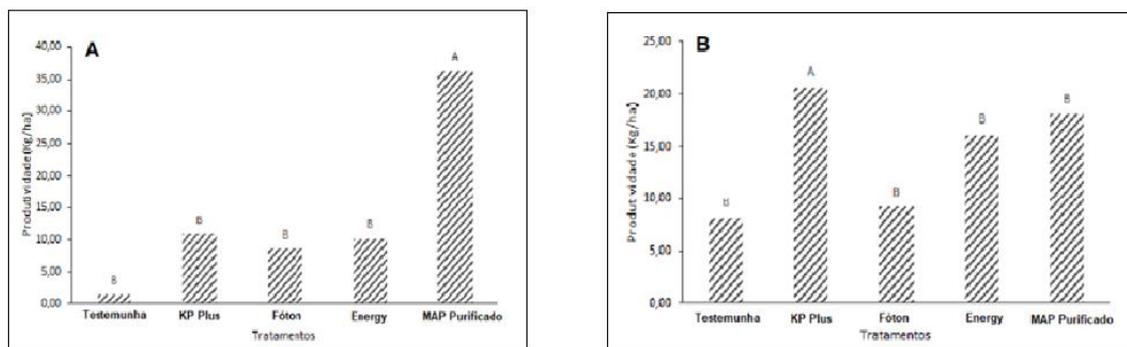


Figura 4 - Produtividade (SCS/ha) e a produtividade (Kg/ha) em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fótón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Em relação à produtividade, é nítido que o tratamento 5 obteve resultados mais satisfatórios em ambos os tipos, mas no gráfico Urutau os valores dos tratamentos 2 e 3 aproximam-se mais do tratamento 5. Assim, a produtividade transparece ser maior, mas com pouca vantagem sobre os tratamentos com aplicação foliar de P com o produto Fótón da GiroAgro e aplicação foliar de

P com o produto Energy da Compass Mineralls. Para Moreira (2021) a produtividade é elemento singular para a cultura do feijão e desafiadora para os produtores. Assim, a verificação produtiva permite melhor entendimento da rentabilidade na prática. O gráfico em sequência salienta características da altura.

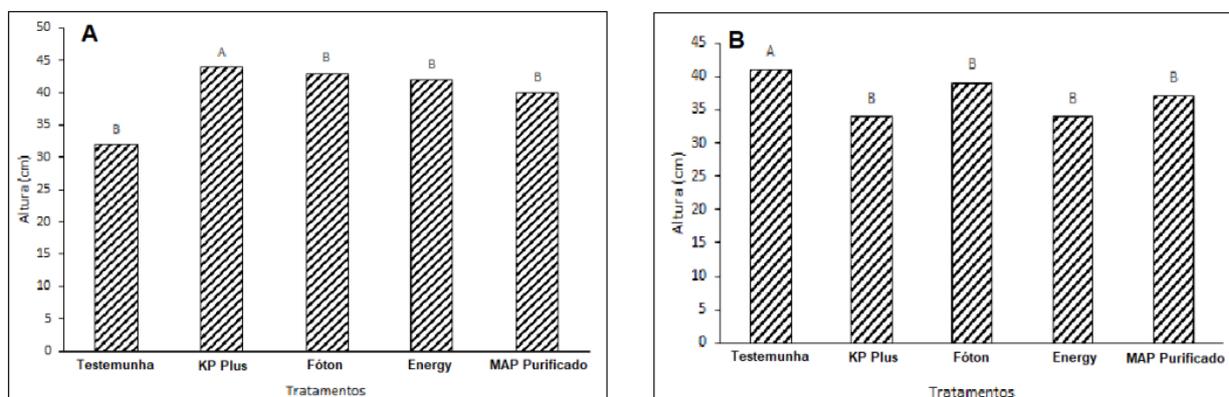


Figura 5 - Altura das plantas Produtividade (SCS/ha) e a produtividade (Kg/ha) em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fótón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Em relação à altura, os dados demonstram diferenças primordiais. Houve maior alcance de altitude no tratamento 2 (estilo) e na testemunha (Urutau). Diante disso, percebe-se que nenhum dos processos adotados foi suficiente para garantir altura maior para a planta. Segundo Dartora et al. (2022), a altura precisa

estar associada a outros fatores como qualidade foliar e produtividade. Sua mera oclusão sem apresentação de outros fatores não traz eficácia diagnóstica expressiva. A Figura 6 aponta para a massa de mil grãos.

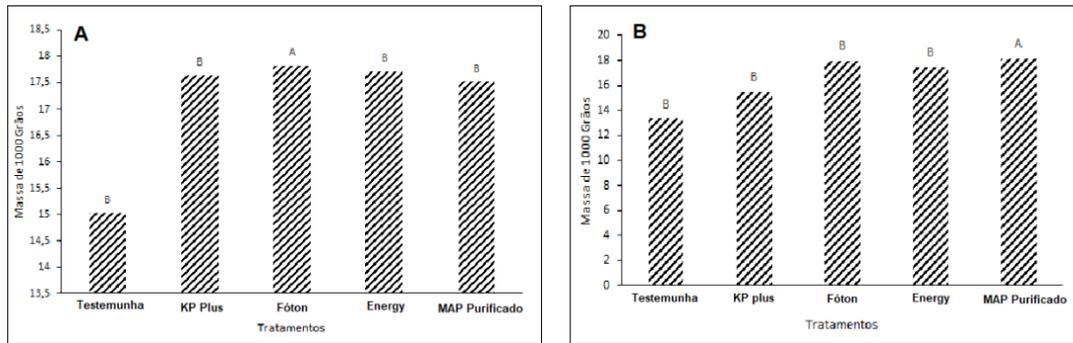


Figura 6 – Massa de mil grãos (g) em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fotón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Conforme verificado, a massa de mil grãos possui menor variação entre os tratamentos 2, 3, 4 e 5 em tipologia estilo e maior variação em Urutau, com massa menor no tratamento 2 e maior em 5. Para Dartora et al. (2022) o feijão Urutau pode

apresentar maior massa de grãos com tratamento diferenciado e planejado, o que se confirma no estudo em questão. Por fim, as Figuras 7 à seguir delimita aspectos do diâmetro do caule:

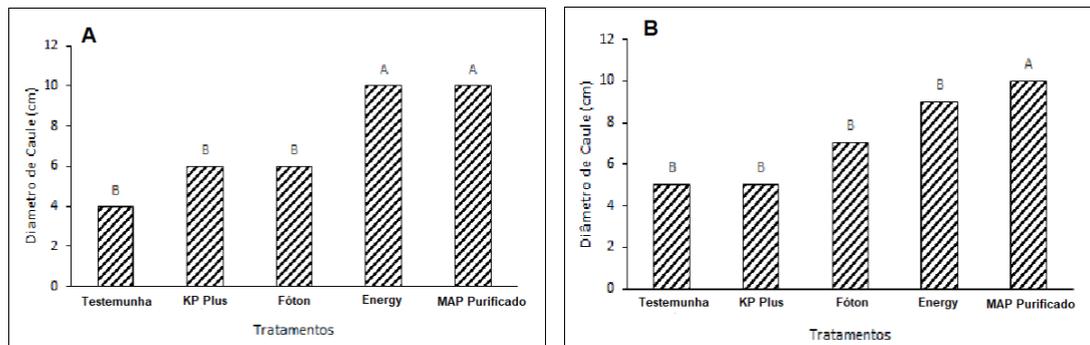


Figura 7 - Diâmetro de caule (cm) em cada tratamento e eficiência dos produtos a base de Fósforo (P) que foram utilizados. Cultivar BRS Estilo (A) e cultivar IPR Urutau (B) com os seguintes tratamentos: Testemunha, KP Plus (50% P), Fotón (30% P), Energy (40% P) e MAP Purificado (40% P).

Na Figura estilo (7A), o diâmetro de caule permanece em 10 cm nos tratamentos 4 e 5, o que representa maior eficácia para o MAP purificado e para aplicação foliar de P com Energy. Da mesma maneira, no gráfico Urutau aponta-se para pequena vantagem do tratamento com MAP purificado, o que corrobora para sua atuação mais representativa, ainda que sutil.

CONCLUSÕES

Conforme mostrado nas Figuras, o tratamento MAP purificado apresentou vantagens em relação a fatores como número de vagens, peso do grão produtividade, massa de mil grãos e diâmetro do caule, mas não apresentou resultados significativos nesses pontos, sinalizando que as alterações não foram efetivas como se fossem expressivos. Para outros itens como análise de altura e folha não encontrou nenhum benefício.

Também é importante destacar que as médias

dos testes de Scott-Knott não ultrapassam 0,05, o que sinaliza que não houve diferença significativa para alto rendimento. Conseqüentemente, o objetivo foi alcançado, pois foi possível avaliar visualmente o efeito que a aplicação foliar de fosforo terá na produtividade e na qualidade fisiológica e tecnológica dos grãos de duas cultivares. Os resultados permitem entender que o MAP purificado pode ter vantagem sobre outros tratamentos no estilo ou variedade Urutau, mas não foi demonstrada sua eficácia aplicável e grande potencial para aumentar a produtividade da cultura do feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo JL, Faquin V, Ávila FW, Pedroso TQ. Interação fosfito e fosfato no crescimento e na Nutrição fosfatada do feijoeiro em solução nutritiva. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.482-490, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000200019>

- Brasil. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- Bordin LC, Coelho CMM, Souza CA, Zilio M. Diversidade genética para a padronização do tempo e percentual de hidratação preliminar ao teste de cocção de grãos de feijão. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.30, n.4, p.890-896, 2010.
- Borges CS. Interação fósforo-silício-flúor em materiais de solo oxidado e uso benéfico de subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados na soja. 2018. 138 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Carbonell SAM, Carvalho, CRL, Pereira VR. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.
- Chan GAH. (2016). Nitrogênio e fósforo na cultura de chia. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Gurupi.
- Coelho CMM, Tsai SM, Vitorello VA. Dynamics of inositol phosphate pools (tris-, tetrakis- and pentakisphosphate) in relation to the rate of phytate synthesis during seed development in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Plant Physiology*, v.162, n.1, p.1-9, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.06.013>
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos. v. 7 - SAFRA 2019/20- n. 3 - Terceiro levantamento. Dez. 2019. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> > Acesso em: 13 de agosto de 2021.
- D'amico-Damião V, Barroso AAMB, Alves PLCA, Lemos LBL. Intercropping maize and succession crops alters the weed community in common bean under no-tillage. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.50, p.1-10, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5065244>
- Dartora J, Assmann JM, Matt JM, Quinaglia, GDP, Kiyota N. Produção de cultivares de feijão agroecológico nas entrelinhas de um sistema agroflorestal. *Cadernos de Agroecologia*, v. 17, n. 3, 2022.
- Estrada-Ortiz E, Trejo-Téllez LI, Gómez-Merino FC, Núñez-Escobar R, Sandoval-Villa M. The effects of phosphite on strawberry yield and fruit quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.13, n.3, p.612-620, 2013.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2021.
- Heuer S, Gaxiola R, Schilling R, Herrera-estrella L, Lopez-arredondo D, Wissuwa M, Delhaize E, Rouached, O. Improving phosphorus use efficiency: a complex trait with emerging opportunities. *The Plant Journal*, v.90, n.5, p.868-885, 2017.
- Loarce Y, Gallego R, Ferrer E. A comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. *Euphytica*, v.88, p.107-115, 1996.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Perfil do feijão no Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 09 de agosto de 2021.
- Malavolta E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- Mcdonald AE, Grant BR, Plaxton WC. Phosphite (Phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, p.1505-1519, 2001.
- Moreira TF. Qualidade fisiológica e avaliação de bioprodutos no controle de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijão-comum. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, 2021.
- Nyoki D, Ndakidemi PA. Economic benefits of Bradyrhizobium japonicum inoculation and phosphorus supplementation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) grown in northern Tanzania. *American Journal of Research Communication*, v.1, n.11, p.173-189, 2013.
- Pereira VGC, Gris, DJ, Marangoni T, Frigo JP, Azevedo KD, Grzesiuck AE. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.3, p.32-42, 2014.
- Roberts T, Jonston AE. Phosphorus use efficiency and management in agriculture. *Resources, Resources, conservation and recycling*, v.105, p.275-281. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.09.013>
- Rodrigues JA, Ribeiro ND, Londero PMG, Cargnelutti Filho A, Garcia DC. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento em cultivares de feijão. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.209-214, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100034>
- Salgado AADBB. Efeito residual da aplicação de gesso na eficiência da adubação fosfatada para a sucessão trigo-soja em sistema plantio direto. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR, 2017.
- Silva CC, Del-Peloso MJ. Informações técnicas para o cultivo do feijão comum na Região Central-brasileira 2005-2007. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 139p. 2006. (Documentos, 193).
- Singh A, Baoule AL, Ahmed HG, Dikko AU, Aliyu U, Sokoto MB, Alhassan J, Musa M, Haliru B. Influence of phosphorus on the performance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) varieties in the Sudan savanna of Nigeria. *Agricultural Sciences*, v.2, n.3, p.313-317, 2011. <https://doi.org/10.4236/as.2011.23042>
- Schreiner RP. Foliar sprays containing phosphorus (P) have minimal impact on 'Pinot Noir' growth and P status, mycorrhizal colonization, and fruit quality. *Hortscience*, v.45, p.815-821, 2010. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.5.815>
- Sousa OF, Silva DCD, Silveira PM, Stone LF, Sarmento PHL, Guimarães CM. Uso de agroaditivos na semeadura e via foliar no feijoeiro irrigado, Cultivar BRS FC104. In: Embrapa Arroz e Feijão - Resumo em anais de congresso (ALICE). Seminário jovens talentos, 12. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. p.1.

Thao HTB, Yamakawa T. Phosphite (phosphorus acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator?. *Soil Science and Plant Nutrition*, v.55, p.228-234. 2009.

<https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2009.00365.x>

Vieira C, Paula Junior TJP, Borém A. *Feijão: 2 ed.* Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 600p. 2006.

Withers PJA, Rodrigues M, Soltangheisi A, Carvalho TS, Guilherme LRG, Benites VM, Gatiboni LC, Sousa DMG, Nunes RS, Rosolem CA, Andreote FD, Oliveira Junior A, Coutinho ELM, Pavinato PS. Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. *Scientific Reports*, v.8, n.1, p.1-13, 2018.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-20887-z>