

Uso de diferentes tipos de fósforo e potássio na produtividade do feijoeiro na região dos Campos Gerais no Estado do Paraná

Lucas Pereira Scheidt Feltz^{1*}; Marina Couto¹; Isabela Leticia Pessenti¹; Auane Aparecida Canavarro Maia¹; André Luiz Oliveira de Francisco²

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário de Maringá (Unicesumar), Ponta Grossa, Paraná

²Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, Paraná

* lucasscheidtfeltz@gmail.com

Resumo: O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais tradicionais pratos da culinária brasileira e principal fonte de proteína. Na atualidade o Brasil é o quarto maior produtor do grão no mundo, com destaque para a agricultura familiar. A nível estadual, o Paraná é líder em produtividade. Desse modo, o presente trabalho objetivou-se a avaliar, diferentes tipos de fertilizantes e verificar a eficácia para a produtividade. O experimento está sendo conduzido na área experimental do Centro Universitário de Maringá – Campus de Ponta Grossa-PR. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com três repetições, sendo sendo T1: testemunha (controle); T2: Adubação com Fosfato monoamônico (MAP) via solo; T3: adubação foliar fosfatada (50 %, P₂O₅, 33 de % de K₂O e 1 % de N); T4: Adubação com adubo foliar rico em potássio (32 % de K₂O). T5: aplicação combinada dos fertilizantes foliares de fósforo e potássio; T6: aplicação combinada de nutriente fósforo foliar e via solo e potássio foliar. As variáveis analisadas no experimento foram o número de dias até o florescimento, número de dias para maturidade fisiológica, hábito de crescimento, estatura da planta, inserção da altura da primeira vagem, hábito de crescimento, número de vagens por planta, número de grãos por vagem número de grão por planta, peso de cem grãos, número de grãos em mil gramas e rendimento (kg ha⁻¹). Os resultados demonstraram que os tratamentos não possuem potencial produtivo superior a testemunha, demonstrando que a adubação via solo foi mais eficiente que a adubação foliar.

Palavras-chave: Fertilizante; Adubo foliar; *Phaseolus vulgaris* L.

Effectiveness of nutrition with different types of micronutrients on bean productivity in the Campos Gerais region of the State of Paraná

Abstract: Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are one of the most traditional dishes of Brazilian cuisine and are the main source of protein, ahead of foods such as beef and rice. Currently, Brazil is the fourth largest grain producer in the world, with emphasis on family farming. At the state level, Paraná is the leader in productivity. Therefore, the present work aimed to evaluate different types of fertilizers and verify their effectiveness for productivity. The experiment is being conducted in the experimental area of the Centro Universitário de Maringá – Campus de Ponta Grossa-PR. The design used is randomized blocks with three replications. Three types of fertilizers were evaluated, two phosphates and one rich in magnesium, whether via foliar or granulometry. For control, plots with only standard fertilization will be used. The variables analyzed in the experiment will be: number of days until flowering, number of days to physiological maturity, growth habit, plant height, first pod height insertion, growth habit, number of pods per plant, number of grains per pod number of grain per plant, weight of one hundred grains, number of grains in thousand grams and yield (kg ha⁻¹). Data normality will be tested using the Kolmogorov-Smirnov test at a 5 % significance level. Analysis of variance will be used and the means will be compared using the Tukey test, at a level of 5 % probability, the software used will be R. The results demonstrated that the treatments do not have a higher productive potential than the controls, demonstrating that fertilization via soil was more efficient than foliar fertilization

Keywords: Fertilizer; Foliar fertilizer; *Phaseolus vulgaris* L.

Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais tradicionais pratos da culinária brasileira (CLOCK *et al.*, 2021). Segundo Freitas (2006), *P. vulgaris* já era uma espécie domesticada entre os nativos do Peru desde 6000 a.C., sugerindo a espécie ser diferenciada das demais formas nativas. Na alimentação da população brasileira, o feijão é a principal fonte de proteína, ficando na frente de alimentos como a carne bovina e o arroz (SILVEIRA, 2022).

A importância do feijão é descrita no site do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1987). Um prato de feijão desempenha um papel central na dieta de mais de 400 milhões de pessoas nos trópicos. O feijão comum é uma fonte altamente nutritiva que inclui proteínas, fibras, carboidratos complexos, vitaminas e micronutrientes. Como resultado, o consumo de feijão desempenha um papel crucial no fortalecimento da segurança alimentar e nutricional, especialmente entre os consumidores de baixa renda, ajudando a reduzir o risco de doenças cardiovasculares e diabetes.

O cultivo é realizado em cerca de 100 países, entretanto apenas 5 países são responsáveis por mais de 60 % de toda a produção mundial (EMBRAPA, 2021). A produção de feijão é um dos principais pilares do agronegócio brasileiro. O Brasil na safra 2020/21 foi o quarto maior produtor de feijão no mundo, sua produção total na safra 2020/21 foi de 2,86 milhões de toneladas. O Paraná é o estado com a maior produção da cultura, sendo responsável por 21,67 % da produção nacional (CONAB, 2021).

Para uma boa produção a fertilidade do solo é um fator vital na produção, porém não é o único fator a ser considerado. Segundo Lopes (1995), na agricultura moderna a fertilidade faz parte de um sistema dinâmico, os nutrientes são transportados na forma de produtos, plantas e até por animais. Para o crescimento das plantas, para um excelente desenvolvimento, há dezesseis nutrientes que são considerados essenciais para as plantas. Sendo esses divididos em macronutrientes e micronutrientes.

O fósforo (P), tem um papel importante no transporte de energia das células na fotossíntese e na respiração, além de ser um componente estrutural para formação de ácidos nucleicos, fosfoproteínas e fosfolipídeos, sendo necessário desde o início do plantio e do desenvolvimento da planta, pois é responsável direto pelo sistema radicular (TANAKA, 1993).

O baixo teor de fósforo disponível no solo é a limitação nutricional mais generalizada na produção agrícola nos trópicos, sendo que, de acordo com Arf (1994), é o nutriente que mais influi na produtividade do feijoeiro na maioria dos solos brasileiros, no entanto, é baixa a eficiência da adubação fosfatada, pois grande parte do P adicionado torna-se imóvel ou não

disponível, em virtude de reações de adsorção em colóides minerais, precipitação ou conversão em formas orgânicas (HOLFORD, 1997).

Segundo Fageria *et al.* (2003), a influência do P na cultura do feijoeiro reside no aumento da produção de matéria seca da parte aérea e aumento do número de vagens e massa de grãos, principais determinantes da produtividade. Contudo, dentre os componentes da produção, o número de vagens por unidade de área é o que mais contribui para o aumento da produtividade do feijão. A deficiência desse macronutriente, é prejudicial a cultura, devido a insuficiência na absorção de nutrientes e água em condições normais.

A cultura do feijão é bastante exigente em potássio. Além disso, é uma planta de ciclo curto e exigente em nutrientes, devido ao pequeno e pouco profundo sistema radicular, assim, é fundamental que os nutrientes sejam colocados à disposição da planta em quantidades, tempo e locais adequados (ALMEIDA *et al.*, 2000). O feijão necessita de quantidades relativamente altas de potássio, menores apenas que as de nitrogênio. Além disso, a quantidade quase que total do potássio é absorvido pelo feijoeiro ente 40 e 50 dias após a emergência (BUZETTI *et al.*, 2015).

Mesmo com o avanço tecnológico, com equipamentos cada vez mais modernos e com tecnologia de ponta, se o solo for pobre em nutrientes não haverá uma grande produção. É muito importante o produtor realizar a análise do solo, segundo a Embrapa (2006) com o resultado da análise de solo, o produtor coloca em sua propriedade apenas os nutrientes necessários e na quantidade, evitando gastos desnecessários, aumentando a produção final.

Dessa maneira identificando os mecanismos que estes nutrientes podem vir a auxiliar no aumento da produção, ajudando o produtor rural produzir mais na mesma safra, reduzindo os custos de produção, beneficiando o consumidor final com produtos mais baratos, de melhor qualidade e principalmente ajudando no ecossistema do planeta. Com isso o trabalho teve como objetivo avaliar os nutrientes fosforo e potássio, aplicados na cultura do feijoeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Universitário de Maringá – Campus de Ponta Grossa-PR, com 800 m de altitude. De acordo com Koppen, a classificação climática do local é Cfb (ALVARES *et al.*, 2013).

Sendo o feijão do tipo preto, da cultivar IPR Urutau. Essa cultivar tem porte ereto, ciclo semiprecoce, hábito de crescimento determinado, alta produtividade e possui uma alta resistência as principais doenças da cultura (IAPAR, 2019).

O delineamento foi em blocos casualizados sendo T1: testemunha (controle); T2: Adubação com Fosfato monoamônico (MAP) via solo; T3: adubação foliar fosfatada (50 %, P_2O_5 , 33 % de K_2O e 1 % de N); T4: Adubação com adubo foliar rico em potássio (32 % de K_2O). T5: aplicação combinada dos fertilizantes foliares de fósforo e potássio; T6: aplicação combinada de nutriente fósforo foliar e via solo e potássio foliar.

Para avaliação do desempenho agrônômico com adubação especial foi utilizado a cultura do feijão. Foram avaliados 3 tipos de fertilizantes, foi realizada as combinações fósforo e potássio, conforme as doses recomendadas e nos estádios fenológicos indicados pelos fabricantes. Para adubação com MAP foi utilizada a dose de 80 kg ha^{-1} ; para fósforo e potássio foliar a dose foi utilizado 5 L ha^{-1} ; para a testemunha foi utilizado 100 kg ha^{-1} de NPK (4-14-8).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 3 m espaçadas de 0,5 m, semeadas na densidade de 16 sementes por m, e o desbaste será realizado após a emergência, deixando-se 12 plantas por m planta. Essas três linhas centrais foram consideradas parcelas úteis. A aplicação de base foi realizada de acordo com a análise química do solo, e aplicada como cobertura de nitrogênio durante o período de desenvolvimento V4. O controle de pragas e plantas invasoras foi com controle químico com produtos registrados para a cultura.

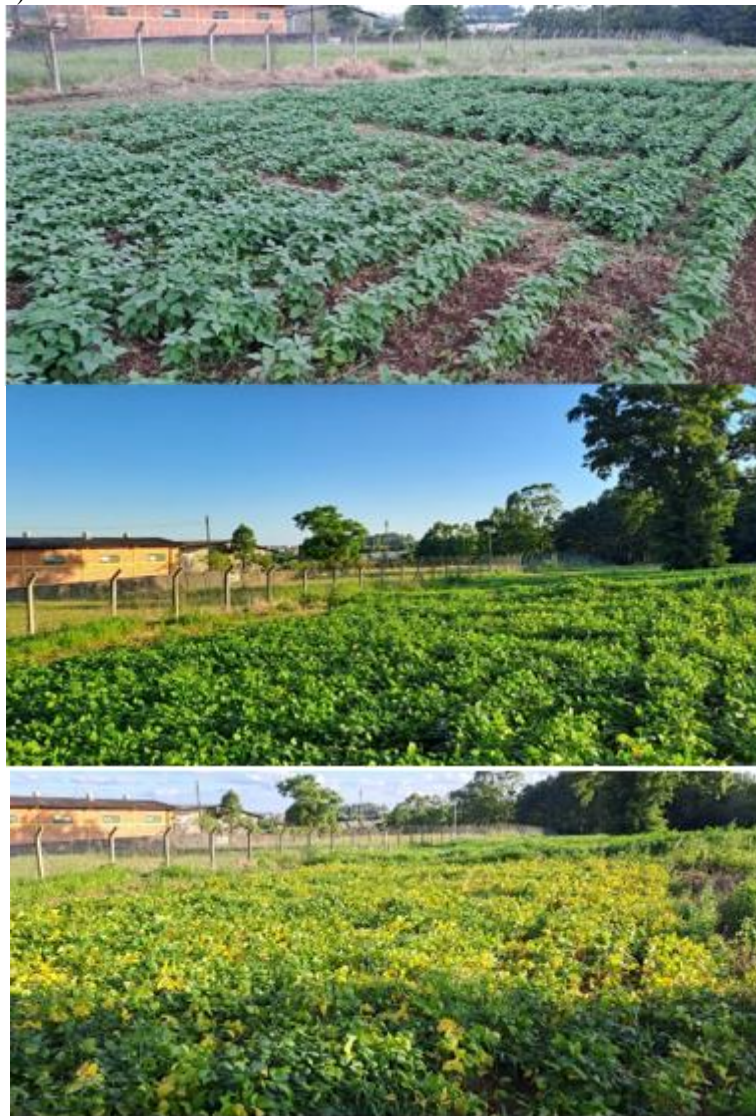
A semeadura foi realizada no dia 11/10/2022 na safra da água (2022) em Ponta Grossa. A emergência ocorreu 6 dias após o plantio. O método utilizado foi o de plantio direto, a cultura antecedente foi a aveia branca (*Avena sativa*).

Durante o estágio de pré-florescimento, quando aparece o primeiro botão floral foram efetuadas as seguintes avaliações: DPF: número de dias para o início do florescimento, sendo o número de dias da emergência ao aparecimento da primeira flor; DMF: número de dias para a maturidade fisiológica, sendo o número de dias da emergência a data de maturação fisiológica, isto é, quando somente uma ou duas vagens permanecerem verdes na planta. Foi avaliado também a estatura da planta, inserção da altura da primeira vagem, habito de crescimento.

Tabela 1 – Defensivos utilizados.

Data	Classe	Produto	Ingrediente ativo	Dose
06/10/2022	Herbicida	Roundup®	Glifosato	1 L ha^{-1}
14/11/2022	Herbicida	Cartago®	Cletodim	$0,5 \text{ mL ha}^{-1}$
26/11/2022	Herbicida	Metiltiofan®	Tiofanato-metílico	$70 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$
14/12/2022	Herbicida	Basagran®	Bentazona	$0,6 \text{ L ha}^{-1}$

Figura 1 – Desenvolvimento do feijão 35 dias após emergência (1ª figura), 75 dias após emergência (2ª figura) e 85 dias após emergência (3ª figura). Fonte: Arquivo próprio (2022)



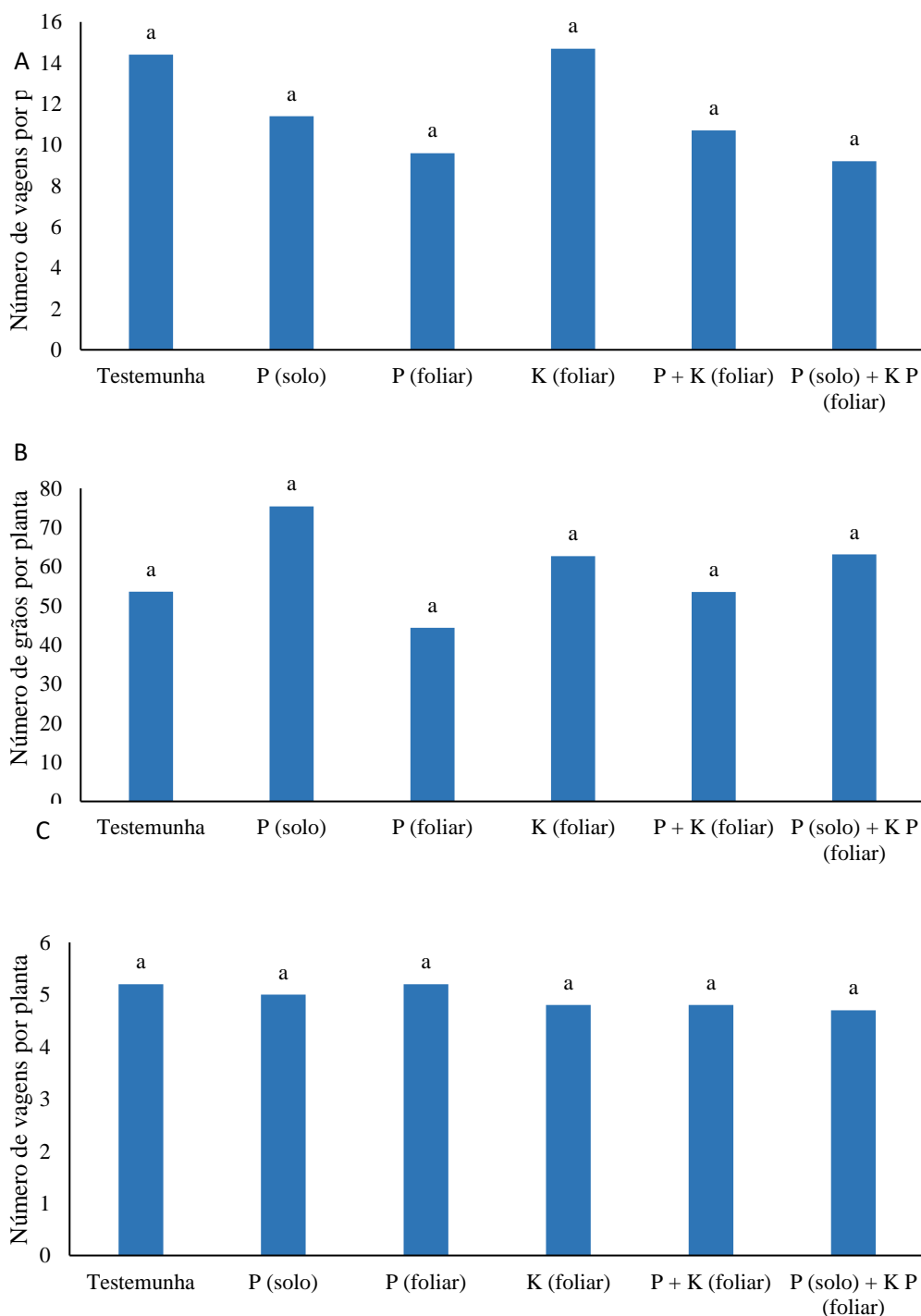
Na maturidade fisiológica (R9) foi avaliado o rendimento total de cada parcela útil, estes serão transformados em kg ha^{-1} . Foi avaliado também a massa de 100 sementes, número de grão em 100 gramas, número de grãos por planta, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5 % de significância. Foi empregado a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas através do teste Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro. O software utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2018), utilizando o pacote ExpDes.pt.

Resultados e Discussão

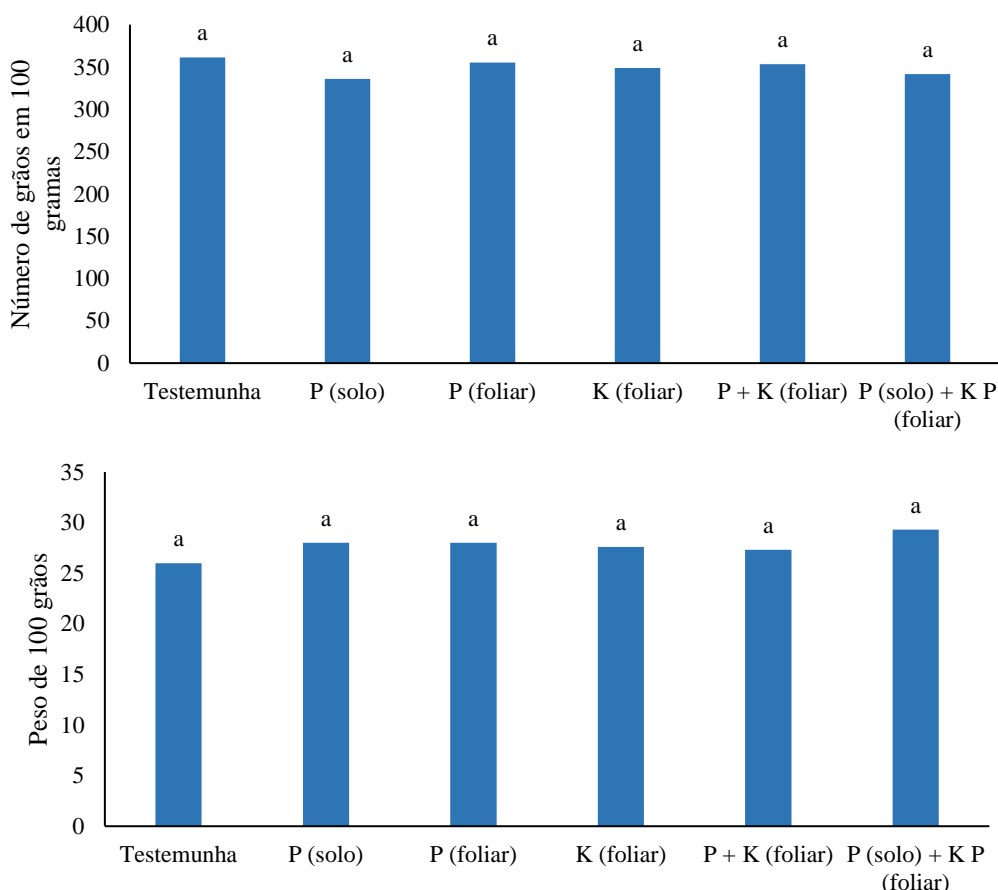
Na Figura 2 são apresentados os dados para número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem, respectivamente.

Figura 2 – Dados referentes ao número de vagens por planta (A), número de grãos por planta (B) e número de grãos por vagem (C). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



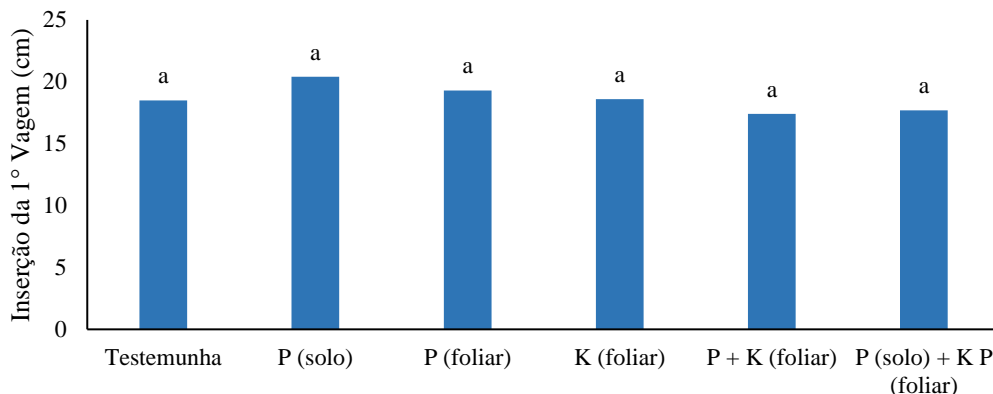
Para NVP o tratamento 4 obteve melhor resultados que a testemunha (T1), para NGP e NGV o destaque foi para o tratamento 3, que obteve resultados superiores a T1. Na Figura 3 são apresentados os dados para G100 (número de grãos em 100 gramas e P100 (peso de 100 grãos) em gramas.

Figura 3– Dados referentes ao número de grãos em 100 gramas (primeiro gráfico) e o peso de 100 grãos número de grãos (segundo gráfico). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



Para P100 os tratamentos com o menor número de grãos foram T6 e T2, que necessitam de menos números de grãos para atingir 100 gramas, já para P100 os tratamentos que tiveram destaque foram T2 e T6, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos. Para T6 e T2 os tratamentos mostraram um maior peso de grãos para ambas as variáveis (P100 e G100). Na Figura 4 são apresentados os dados para altura média da inserção da primeira vagem (cm).

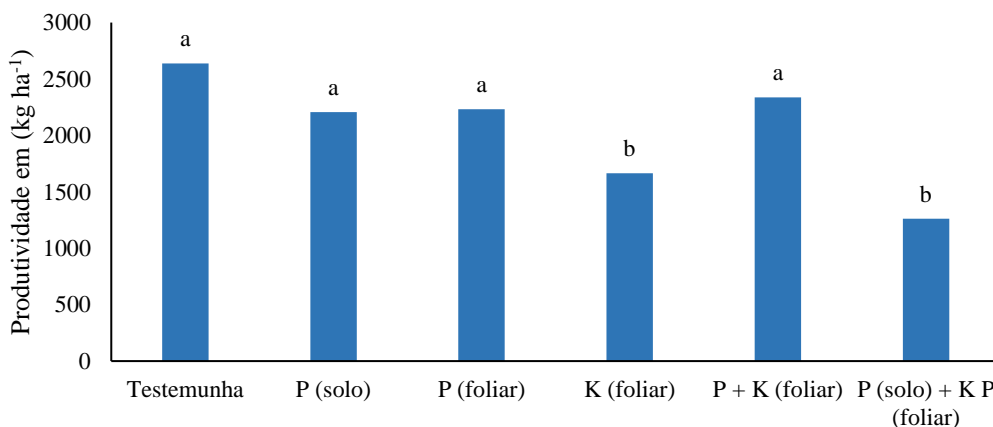
Figura 4 – Dados referentes a altura média da inserção da primeira vagem. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



Altura média da inserção da primeira vagem obteve destaque os tratamentos T5 e T6. Entre tanto não houve diferença significativa. De acordo com Lima (2009), a altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica de grande importância principalmente na operação de colheita mecânica dos grãos. Essa variável deve ser de no mínimo 13 cm, para que se reduza grandes perdas no período da colheita.

Na Figura 5 são apresentados os dados para produtividade em kg ha^{-1} .

Figura 5 – Dados referentes a produtividade do feijão preto submetido as diferentes adubações com P e K. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



Para rendimento de grãos dos 6 tratamentos a produtividade variou de 1262,2 a 2638,8 kg ha^{-1} , com destaque para T1 (2638,8 kg ha^{-1}), T5 (2337,7 kg ha^{-1}) e T3 (2231,1 kg ha^{-1}) a média geral do ensaio que foi de 2.056,9 kg ha^{-1} .

Para a variável DPF e para DMF não houve variação, sendo 40 e 87 dias respectivamente. Assemelhando aos dados fornecidos pelo IDR-PR (2019), onde DPF foi de 38 dias e DMF 87 dias.

Os dados coletados mostram que 100 % dos tratamentos apresentam porte ereto, esta característica morfológica é benéfica por facilitar a colheita mecânica direta, pois essa arquitetura evita com que as vagens entrem em contato com o solo e que ocorra lesões e ataques de pragas. Outra característica observada foi que 100 % dos tratamentos apresentam guia sendo classificados como de hábito de crescimento indeterminado.

Comparando os resultados obtidos com o total da safra 2021/2022 realizadas no estado do Paraná, segundo o Conab (2022), para o feijão cores (1.819 kg ha^{-1}) e preto (1.732 kg ha^{-1}), quatro tratamentos tiveram suas médias superiores. Os tratamentos ficaram abaixo da produção média da cultivar, entre tanto obteve uma produção superior a safra 2021/2022, segundo dados do IDR-PR (2019) afirma que a produção média é de 3.227 e a produção potencial de 4.910 kg ha^{-1} .

De acordo com trabalho realizado por Silva e Pessenti (2022), que utilizaram a mesma variedade de feijão (IPR Urutau) os tratamentos utilizando o fósforo foliar apresentaram resultados semelhantes para a produtividade comparado ao tratamento com MAP também utilizado pelos mesmos autores.

Conclusões

Os resultados demonstraram que os tratamentos não alcançaram potencial produtivo superior as testemunhas, demonstrando que a adubação via solo foi mais eficiente.

Para NGV o tratamento com adubo foliar rico em P apresentou resultado semelhante a testemunha, o uso de adubo foliar rico em potássio auxiliou no aumento de vagens por planta. Os tratamentos T2, T4 e T6 obtiveram maior número de grãos por planta em relação a testemunha. Para P100 e G100 todos os tratamentos foram superiores a testemunhas.

Para inserção de primeira vagem destaque foram os tratamentos T5 e T6.

Referências

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, 1994. p.233-248.

BOBATO, T. R. **Vulnerabilidade do mercado brasileiro de fertilizantes minerais**. P. 24, 2016.

BRAGA, J. M. **Curso de Fertilidade e Manejo do Solo**. 2009. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BRAGA,%20J.%20M.%22>>. Acesso em: 2 mar. 2022.

BUZETTI, S. Aspectos Gerais da Adubação da Cultura. In: BUZETTI, O. **Aspectos Gerais da Cultura do Feijão**. Botucatu - São Paulo: FEPAF, 2015. p. 77.

CAKMAK, I.; KIRKBY, E. A. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photooxidative damage. **Physiological Plantarum**, v. 133, p. 692-704, 2008.

CIAT. Centro Internacional de agricultura tropical. **Sistema de avaliação de germoplasma de feijão padrão**. Cali: CIAT, 1987. 53p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Fertilidade do Solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do solo**, 2007.

EMBRAPA. **Prosa Rural - Importância da análise do solo**. 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2533063/prosa-rural---importancia-da-analise-do-solo>>. Acesso em: 2 mar. 2022.

EMBRAPA. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. In: **POTAFÓS. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 102, p. 1-9, 2003

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2005. Disponível em: <http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/apostila_nutricao_planta_fevereiro_06.pdf>. Acesso em 28 fev. 2022.

GONÇALVES, A. S. F.; OLIVEIRA NETO, S. S. DE; MACHADO, G. G. Uso de micronutrientes na agricultura: efeitos e aplicações. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 3, n. 3, 2019.

HOLFORD, I. C. R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. **Aust. Journal Soil Research**, v. 35, p. 227-239, 1997.

IDR-PR. **Feijão preto IPR URUTAU**, 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/negocios/folders/feijao/IPR-Urutau.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. p. 24, 2007.

LIMA, E. DO V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja "safrinha" sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 69-80, 2009.

LOPES, A. S. **International soil fertility manual**. International Plant Nutrition Institute. v. 2, 1995.

NATIONS, U. United Nations | **Peace, dignity and equality**
on a healthy planet. Disponível em: <<https://www.un.org/en/>>. Acesso em: 2 mar. 2022.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. MERCADO DE FERTILIZANTES: dependência de importações do Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489-498, 30 jun. 2019.

PEIXOTO, E. A. M. **Elemento Potássio**. 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a14.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

QUEZADA, A. E. M. **Importancia de los macronutrientes en el cultivo de soya (*Glycine max*)**. 2019. Disponível em: <<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6480/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000192.pdf?sequence=7&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 out. 2023.

R CORE TEAM. **R. A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. São Paulo: ANDA, p. 178, 2017.

SILVA, V. H.; PESSENTI, I. L. Translocação de fósforo em diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) na região dos campos gerais. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 279-286, 23 dez. 2022.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993.