



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**VICTOR ELIAS SANTOS**

**DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO, NA CULTURA DO FEIJOEIRO  
COMUM.**

**UBERLÂNDIA**

**2025**

**VICTOR ELIAS SANTOS**

**DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO, NA CULTURA DO FEIJOEIRO  
COMUM.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Martins

**UBERLÂNDIA**

**2025**

**VICTOR ELIAS SANTOS**

**DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO, NA CULTURA DO FEIJOEIRO  
COMUM.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG, 27 de Junho de 2025

Banca de avaliação:

---

Prof. Dr. Maurício Martins  
Orientador

---

Eng. Agrônomo Júlio Eduardo Santana Maia  
Membro da Banca

---

Eng. Agrônomo Heitor Cunha Pereira  
Membro da Banca

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente sempre a Deus, por proporcionar a oportunidade de cursar agronomia, como sempre sonhei. Agradeço por me dar sabedoria nas horas certas e, por ter colocado grandes oportunidades na minha vida.

Sou grato pela minha família, minha mãe Valdinete, meu pai Selmo e meu irmão Rafael, por me apoiarem na vida e principalmente neste período acadêmico. Estiveram comigo o tempo todo, nas dificuldades e nas alegrias. Amo vocês!

Gratidão aos meus amigos que tornaram a jornada mais leve, me apoiaram, me aconselharam sempre que necessário.

Agradeço também aos membros da Republi&Cana que fizeram história na minha jornada da graduação.

## RESUMO

Uma das razões para a baixa produtividade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil é a carência generalizada de fósforo nos solos, cujos teores são extremamente baixos e insuficientes para o pleno desenvolvimento das culturas. Assim, o fósforo é o nutriente mineral na produção de sementes de feijão apresentando uma maior resposta na adubação, sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo testar fertilizantes fosfatados nas doses de 160, 120 e 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, junto a diversas fontes desses fertilizantes, como o mineral, organomineral e o organomineral aditivado. Com intuito de compreender qual fertilizante tem sua melhor eficiência, e em qual dose na cultura do feijoeiro comum. O experimento foi realizado na safra de inverno 2024/2025, na Fazenda Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia, localizada no Município de Uberlândia, com altitude de 795m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com duas repetições e dez tratamentos, sendo doses de 160, 120 e 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de MAP, 160, 120 e 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral fosfatado (05-26-00), 160, 120 e 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral fosfatado com aditivos, e um controle, sem adubação a base de fósforo. A semeadura ocorreu no dia 12/06/2024 e a colheita 11/09/2024, ambas foram de forma manual, utilizando da variedade BRS ESTILO, objetivando uma população de 400.000 Plantas.ha<sup>-1</sup>. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de planta, diâmetro do caule, teor de clorofila, primeira inserção de vagem, massa seca da parte aérea, número de grãos por vagem, vagens por planta, grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade total. Como conclusão, a produtividade foi crescente linearmente, de acordo com as doses de fósforo. A variação de fontes de fósforo foi significativa para a produtividade do feijoeiro. A adubação fosfatada com organominerais apresentaram um efeito benéfico para planta, tanto para produtividade, quanto para massa de parte aérea. Assim sendo, o fósforo é um macronutriente de extrema importância na produtividade da cultura.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* (L.); fertilizante fosfatado; produção de grãos; organomineral.

## ABSTRACT

One of the reasons for the low productivity of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Brazil is the widespread lack of phosphorus in the soil, whose levels are extremely low and insufficient for the full development of crops. Thus, phosphorus is the mineral nutrient in the production of bean seeds presenting a greater response to fertilization, therefore, the present study aims to test phosphate fertilizers at doses of 160, 120 and 80 Kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, together with several sources of these fertilizers, such as mineral, organomineral and organomineral additives. In order to understand which fertilizer has the best efficiency, and at what dose in the common bean crop. The experiment was carried out in the 2024/2025 winter harvest, at the Água Limpa Farm of the Federal University of Uberlândia, located in the municipality of Uberlândia, at an altitude of 795 m. The experimental design used was randomized blocks, with two replicates and ten treatments, being doses of 160, 120 and 80 Kg.ha<sup>-1</sup> of MAP, 160, 120 and 80 Kg.ha<sup>-1</sup> of organomineral phosphate fertilizer (05-26-00), 160, 120 and 80 Kg.ha<sup>-1</sup> of organomineral phosphate fertilizer with additives, and a control, without phosphorus-based fertilization. Sowing took place on 06/12/2024 and harvesting on 09/11/2024, both were manual, using the BRS ESTILO variety, aiming at a population of 400.000 Plants.ha<sup>-1</sup>. The following parameters were evaluated: plant height, stem diameter, chlorophyll content, first pod insertion, dry mass of the aerial part, number of grains per pod, pods per plant, grains per plant, weight of a thousand grains and total productivity. As a conclusion, productivity increased linearly, according to the phosphorus doses. The variation of phosphorus sources was significant for the productivity of the common bean plant. Phosphate fertilization with organominerals presented a beneficial effect on the plant, both for productivity and aerial part mass. Therefore, phosphorus is a macronutrient of extreme importance in the productivity of the crop.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L.; phosphorus fertilizer; grain yield; organomineral.

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1,</b> Produtos comerciais utilizados no tratamento das sementes, com suas respectivas doses. ....                                                                  | 10 |
| <b>Tabela 2,</b> Descrição dos tratamentos com a classificação do fertilizante, a formulação comercial e a dose de $P_2O_5$ utilizada em cada tratamento. ....                | 11 |
| <b>Tabela 3,</b> Diâmetro de caule, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                    | 13 |
| <b>Tabela 4,</b> Altura de planta, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                     | 14 |
| <b>Tabela 5,</b> Teor de clorofila nas folhas, em spad, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                | 15 |
| <b>Tabela 6,</b> Altura de inserção de primeira vagem, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. .... | 16 |
| <b>Tabela 7,</b> Massa seca da parte aérea, em gramas, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                 | 17 |
| <b>Tabela 8,</b> Grãos por vagem, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                          | 18 |
| <b>Tabela 9,</b> Vagens por planta, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                        | 19 |
| <b>Tabela 10,</b> Grãos por planta, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                        | 20 |
| <b>Tabela 11,</b> Peso de mil grãos, em gramas, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                        | 21 |
| <b>Tabela 12,</b> Produtividade, em sacas por hectare, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024. ....                 | 22 |

## SUMÁRIO

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                      | <b>10</b> |
| <b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>3.1 DIAMETRO DE CAULE E ALTURA DE PLANTAS .....</b> | <b>14</b> |
| <b>3.2 TEOR DE CLOROFILA .....</b>                     | <b>16</b> |
| <b>3.3 ALTURA DE INSERÇÃO DE PRIMEIRA VAGEM .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.4 MASSA SECA DA PARTE AÉREA .....</b>             | <b>18</b> |
| <b>3.5 GRÃOS POR VAGEM .....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>3.6 VAGENS POR PLANTA.....</b>                      | <b>21</b> |
| <b>3.7 GRÃOS POR PLANTA .....</b>                      | <b>23</b> |
| <b>3.8 PESO DE MIL GRÃOS.....</b>                      | <b>24</b> |
| <b>3.9 PRODUTIVIDADE .....</b>                         | <b>24</b> |
| <b>4 CONCLUSÃO .....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>5 REFERÊNCIAS .....</b>                             | <b>27</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijão é um alimentos frequente na mesa dos brasileiros, por compor parte da alimentação básica e devido ao seu valor nutricional, com altos teores de proteínas e ferro. Produz aproximadamente 3,25 milhões de toneladas do grão na safra 2023/2024 em uma área que se aproxima a 2,85 milhões de hectares, resultando em uma produtividade média de 1,14 ton.h<sup>-1</sup> no país (Conab, 2024).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão, e tem três safras ao ano, isso acontece pelo curto ciclo da cultura e por tecnologias aplicadas as cultivares, favorecendo a oferta dos grãos durante o ano todo, com um consumo interno de 2,85 milhões de toneladas (Coelho, 2023).

Visto que o tipo de solo predominante no Brasil são os latossolos, temos um baixo teor de fósforos disponível na solução do solo, apresentando problemas com a fertilidade. Dai surge a necessidade da utilização de fertilizantes fosfatados para suprir a necessidade da cultura (Sousa *et al.*, 2021).

O fósforo é o macronutriente mais requisitado em quantidades na agricultura brasileira, em razão do tipo de solo brasileiro. Esse elemento em deficiência, é um limitador da produção em culturas anuais. Ele é um elemento essencial na cultura do feijoeiro, participando de processos bioquímicos e fisiológicos nas plantas, e tem uma grande influência no aumento de matéria seca e na massa de grãos, pois grande parte do fósforo é translocado para os grãos, resultando em uma maior produtividade e qualidade (Santos *et al.*, 2003).

Para obter o fósforo disponível na solução do solo, é ideal aumentar o teor de matéria orgânica presente no mesmo, mitigando a adsorção do fósforo nas argilas do solo e, para essa problemática o fertilizante organomineral, oferece uma proposta de aumentar a matéria orgânica onde tem um grânulo de fertilizante no solo. Portanto com o tempo, e uso contínuo de fertilizantes organominerais, reduz-se a quantidade necessária de fertilizante, gradativamente, devido ao aumento da atividade microbiana no solo, reduzindo as doses necessárias, fazendo adubações com efeito de manutenção (Ulsenheimer *et al.*, 2016).

Tendo em vista este problema, o presente trabalho objetiva obter uma solução sustentável e econômica, afim de reduzir a fixação do fósforo nos colóides do solo, utilizando uma menor quantidade de fertilizante e nutrindo melhor o solo, ficando disponível para a cultura, estimulando a proliferação de microrganismos responsáveis por mineralizar os nutrientes do solo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Água Limpa, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, MG, localizada nas coordenadas 19°05'13"S 48°21'23"W e altitude de 800 metros. E foi organizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo 10 tratamentos e 2 repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela com área útil de 4 m<sup>2</sup>, o experimento contou com duas bordaduras no início e no fim do mesmo, totalizando 88m<sup>2</sup> de área semeada.

A cultivar utilizada foi a BRS Estilo, pertencente ao grupo carioca, possui uma arquitetura de planta ereta, com resistência ao acamamento, e com um ciclo normal de 85 a 90 dias, contando da emergência da planta à sua maturação fisiológica. Anteriormente a semeadura, foi feito o tratamento *On Farm* dessas sementes, segundo a Tabela 1, utilizando os produtos comerciais Standak Top, que é composto por duas moléculas da classe fungicida, uma de ação protetora e outra sistêmica, que é a piraclostrobina e o tiofanato metílico, respectivamente, e uma molécula da classe inseticida que tem ação de contato e ingestão que é o fipronil. O produto foi utilizado na dose de 0,20 L de produto comercial a cada 100 Kg de sementes. Outro produto utilizado no tratamento de sementes foi o Cruiser 350 FS, que é composto por uma molécula de inseticida de ação sistêmica, que é o tiametoxam. O produto foi utilizado na dose de 0,25 L de produto comercial a cada 100 Kg de sementes.

**Tabela 1,** Produtos comerciais utilizados no tratamento das sementes, com suas respectivas doses.

| Produto Comercial | Classe                           | Composição         | Dose Comercial                        |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Standak Top       | Fungicida protetor               | Piraclostrobina    | 0,2 L a cada                          |
|                   | Fungicida sistêmico              | Tiofanato metílico | 100Kg de                              |
|                   | Inseticida de contato e ingestão | Fipronil           | sementes                              |
| Cruiser 350 FS    | Inseticida sistêmico             | Tiametoxan         | 0,25 L a cada<br>100Kg de<br>sementes |

Antes da semeadura, foi feito a operação de aração e gradagem na área, afim de preparar o solo e demarcar o sulco de plantio. Após essa operação foi demarcado a área experimental com auxilio estacas e barbante, demarcando 4 metros em linha e cada tratamento contendo 2 sulcos de plantio, totalizando 4 m<sup>2</sup> de cada parcela experimental.

A semeadura ocorreu de forma manual no sistema de plantio convencional, contando com uma população de 400.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, ou seja, foram colocadas 20 sementes.m<sup>-1</sup>. Para reduzir o erro experimental na semeadura, visto que cada linha tem uma extensão de 4 metros, foi separado 80 sementes, em um saco de papel, representando uma linha de semeadura do experimento, posteriormente foi retirado as sementes desse saco e semeadas em sulco de plantio.

A adubação ocorreu em sulco de plantio utilizando os fertertilizantes fosfatados minerais, organomineirais e organimienrais aditivados. Foi utilizado o fosfato monoamônico, conhecido como MAP, na composição comercial 11-51-00, como fonte de fósforo mineral, outro fertilizante como fonte de organomineral foi utilizado a composição comercial 05-26-00, e o mesmo fertilizante foi aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, representando o fertilizante organomineral aditivado. Também contou com 40 Kg.ha<sup>-1</sup> de N e 50 Kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, assim como recomenda a 5ª aproximação para o melhor desenvolvimento da cultura.

O croqui do campo foi definido com as parcelas sorteadas de forma aleatória, respeitando o delineamento e, quanto aos tratamentos foram definidos previamente a semeadura, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2,** Descrição dos tratamentos com a classificação do fertilizante, a formulação comercial e a dose de  $P_2O_5$  utilizada em cada tratamento.

| Tratamento | Classe                                                                                  | Formulação Comercial | Dose de $P_2O_5$ |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
| T1         | Testemunha <sup>1</sup>                                                                 | -                    | -                |
| T2         | Mineral                                                                                 | 11-51-00 (MAP)       | 160 <sup>2</sup> |
| T3         | Mineral                                                                                 | 11-51-00 (MAP)       | 120              |
| T4         | Mineral                                                                                 | 11-51-00 (MAP)       | 80               |
| T5         | Organomineral                                                                           | 05-26-00             | 160              |
| T6         | Organomineral                                                                           | 05-26-00             | 120              |
| T7         | Organomineral                                                                           | 05-26-00             | 80               |
| T8         | Organomineral aditivado com<br><i>Bacillus subtilis</i> e <i>Bacillus licheniformis</i> | 05-26-00             | 160              |
| T9         | Organomineral aditivado com<br><i>Bacillus subtilis</i> e <i>Bacillus licheniformis</i> | 05-26-00             | 120              |
| T10        | Organomineral aditivado com<br><i>Bacillus subtilis</i> e <i>Bacillus licheniformis</i> | 05-26-00             | 80               |

<sup>1</sup> A testemunha não utilizou nenhuma fonte de  $P_2O_5$ , apenas o fósforo que já existia no solo.

<sup>2</sup> A dose está na unidade de  $Kg.ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

O aditivo das bactérias aos fertilizantes organominerais nos tratamentos 8, 9 e 10 foram realizadas considerando a proporção de 700 mL de solução microbiana para cada 1 tonelada de fertilizante.

A adubação de nitrogênio e potássio foi realizada em sulco de plantio também, conforme a necessidade da cultura, utilizando o cloreto de potássio, KCl, como fonte para subrir a necessidade da cultura.

Em cada tratamento foi feita uma adubação fosfatada diferente, sendo compostos pelas doses de 160, 120 e 80  $Kg.ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , representado 100, 75 e 50% da dose, respectivamente, segundo a 5° aproximação (Ribeiro *et al.*, 1999).

Em relação às adubações de cobertura, foram realizadas em duplicidade no intervalo de 15 dias, utilizando sulfato de amônia  $((NH_4)_2SO_4)$ , afim de prevenir a volatilização do nitrogênio na dose de 200  $Kg.ha^{-1}$ .

O manejo da irrigação da cultura, foi feito através de micro aspersores do tipo bailarina, irrigado diariamente.

A colheita foi de modo manual, por arranquio e enleiramento no fim de cada parcela. Posteriormente as plantas colhidas foram separadas em sacos, contendo a identificação da parcela e trilhando as plantas deixando somente os grãos.

Foram realizadas dez avaliações, sendo elas: altura de planta; diâmetro do caule; teor de clorofila; primeira inserção de vagem; massa seca da parte aérea; grãos por vagem; vagens por planta; grãos por planta; peso de mil grãos; produtividade.

Nas avaliações de pré-colheita, como altura de planta, foi realizada com a utilização de uma trena e mediu-se da base da planta até o ponto de crescimento. Já a avaliação de diâmetro do caule, foi padronizado medir com um paquímetro a cinco centímetros do solo, para não ocorrer uma diferença amostral e interferir na estatística posteriormente. A avaliação de teor de clorofila foi utilizado um clorofilômetro, que mostrou o teor de nitrogênio na folha da planta na unidade de *spad*. Avaliando a altura de primeira inserção de vagem foi utilizado também uma trena e medido desde a inserção da primeira vagem até a base da planta.

Nas avaliações de pós-colheita, a massa seca de parte aérea foi feita a coleta de cinco plantas de cada parcela, foram levadas à estufa para secagem até atingir um peso constante, que seria a massa seca da parcela. Nas avaliações de grãos por vagem, vagens por planta e grãos por planta foram feitas a contagem manualmente. Posteriormente com os grãos obtidos, foi feita a pesagem de mil grãos em duplicada de cada parcela.

A posteriori, a avaliação de produtividade que é o resultado da seguinte formula,  $\text{produtividade} = (\text{grãos por planta} * \text{população final} * \text{PMG}) / 1000$ , temos a produtividade em toneladas por hectare e , para passar esses valores para sacas, basta dividir por 60.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 DIÂMETRO DE CAULE

Na avaliação de diâmetro de caule, Tabela 3, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos estudados com o uso de diferentes fontes de fertilizantes fosfatados. No entanto, observou-se uma diferença comparando relativamente os tratamentos, onde a testemunha que utilizou apenas o fósforo já presente no solo, foi um tratamento inferior comparado aos outros que foram adubados com fósforo enterrado na semeadura em suas respectivas doses.

Essa diferença relativa entre a testemunha e os tratamentos, é devido ao fósforo ser um nutriente importante no crescimento radicular do feijoeiro, capacitando a planta para absorver mais água e nutrientes do solo. Foi obtido um resultado semelhante por Almeida (2022), que avaliou o diâmetro de caule no feijoeiro submetido a diferentes adubações fosfatadas e essa variável não diferiu estatisticamente entre os tratamentos.

**Tabela 3**, Diâmetro de caule, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Diâmetro de caule   | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| T1                       | 3.98 a <sup>2</sup> | 100                     |
| T2                       | 5.45 a              | 137                     |
| T3                       | 5.04 a              | 127                     |
| T4                       | 4.94 a              | 124                     |
| T5                       | 5.19 a              | 130                     |
| T6                       | 5.72 a              | 144                     |
| T7                       | 4.34 a              | 109                     |
| T8                       | 4.54 a              | 114                     |
| T9                       | 5.68 a              | 143                     |
| T10                      | 5.10 a              | 128                     |
| C.V. (%)                 | 9.75                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 800 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com

*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.2 ALTURA DE PLANTAS

Avaliando a altura de plantas, Tabela 4, houve uma diferença estatística significativa apenas comparando a testemunha com os outros tratamentos. A testemunha foi a planta com menor altura, comparado com as outras. Isso se dá devido ao balanço nutricional na parte da raiz, que foi observado por (Frost *et al.*, 1990), concluindo que o fósforo estimula a criação e o crescimento das raízes após a germinação da semente. Os tratamentos T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), foram os destaque nesta variável, pois foram adubados com a recomendação correta para a cultura segundo a 5ª Aproximação (Ribeiro *et al.*, 1999).

Com relação aos tratamentos T7 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e T10 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), foram adubados com apenas 50% da dose recomendada do fósforo, não tendo diferença estatística entre eles e os outros tratamentos, com exceção da testemunha. Contudo, numericamente as plantas desses tratamentos obtiveram médias inferiores, podendo impactar no rendimento da cultura.

**Tabela 4,** Altura de planta, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Altura de planta    | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| T1                       | 29.1 b <sup>2</sup> | 100                     |
| T2                       | 45.7 a              | 157                     |
| T3                       | 40.0 ab             | 137                     |
| T4                       | 42.8 a              | 147                     |
| T5                       | 46.6 a              | 160                     |
| T6                       | 44.7 a              | 153                     |
| T7                       | 39.4 ab             | 135                     |
| T8                       | 48.2 a              | 166                     |
| T9                       | 44.7 a              | 153                     |
| T10                      | 39.6 ab             | 136                     |
| C.V. (%)                 | 6.55                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.3 TEOR DE CLOROFILA

A clorofila contém nitrogênio em sua estrutura química, desempenhando um papel essencial na nutrição das plantas, e segundo Silva *et al.* (2000) os índices obtidos pelo clorofilômetro está relacionado diretamente com o teor de nitrogênio aplicado na planta.

Nessa variável de teor de clorofila nas folhas, segundo a Tabela 5, não houve diferença estatística entre os tratamentos, devido a adubação nitrogenada ser a mesma em todos os tratamentos, seja em sulco de semeadura e em cobertura.

**Tabela 5,** Teor de clorofila nas folhas, em spad, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Teor de clorofila    | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| T1                       | 40.32 a <sup>2</sup> | 100                     |
| T2                       | 40.32 a              | 100                     |
| T3                       | 39.68 a              | 98                      |
| T4                       | 41.91 a              | 104                     |
| T5                       | 44.90 a              | 111                     |
| T6                       | 40.58 a              | 101                     |
| T7                       | 39.14 a              | 97                      |
| T8                       | 41.91 a              | 104                     |
| T9                       | 41.85 a              | 104                     |
| T10                      | 39.78 a              | 99                      |
| C.V. (%)                 | 10.20                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.4 ALTURA DE INSERÇÃO DE PRIMEIRA VAGEM

A variável de altura de inserção de primeira vagem de leguminosas é uma característica importante, que pode influenciar diretamente na colheita mecanizada da cultura, evitando a perda de grãos na plataforma da colhedora, segundo estudo feito por Medina (1994). A inserção da primeira vagem na planta de feijão é desejável ser de no mínimo treze centímetros nessa cultura. Reduzindo as perdas durante a colheita mecanizada, confirma o estudo de Queiroz *et al.* (1981).

Avaliando a altura de inserção de primeira vagem, obteve-se que os tratamentos não diferiram entre si estatisticamente, sendo que a testemunha foi o pior tratamento numericamente, conforme a Tabela 6, devido a falta de fósforo e outros nutrientes para a

formação inicial da planta, interferindo no seu crescimento.

**Tabela 6,** Altura de inserção de primeira vagem, em centímetros, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Altura de inserção de primeira vagem | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 9.90 a <sup>2</sup>                  | 100                     |
| <b>T2</b>                | 17.20 a                              | 174                     |
| <b>T3</b>                | 17.70 a                              | 179                     |
| <b>T4</b>                | 16.65 a                              | 168                     |
| <b>T5</b>                | 17.25 a                              | 174                     |
| <b>T6</b>                | 16.50 a                              | 167                     |
| <b>T7</b>                | 15.40 a                              | 156                     |
| <b>T8</b>                | 16.50 a                              | 167                     |
| <b>T9</b>                | 16.40 a                              | 166                     |
| <b>T10</b>               | 14.20 a                              | 143                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 12.68                                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.5 MASSA SECA DA PARTE AÉREA

A Tabela 7, mostra que a massa seca da parte aérea do feijoeiro apresenta diferença estatística entre os tratamentos. Ela mostra que nos tratamentos T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T3 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), T6 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) e T9 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), não diferiram entre si, estatisticamente, porém fazendo uma comparação

relativa, o T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e o T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), tiveram um acréscimo de 419 e 408% respectivamente, comparado ao tratamento controle (T1), tendo um aumento significativo de volume em gramas de massa seca, resultando em plantas mais nutridas, uniformes e produtivas.

Comparando numericamente o T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e o T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), com o T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), tiveram a mesma dosagem de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado. Nota-se que os tratamentos adubados com fertilizantes organominerais tiveram um grande aumento de massa seca da parte aérea, com mais de 100% de ganho. Comprovando uma maior eficácia dos fertilizantes organominerais, devido a sua liberação gradual do fósforo, isso se dá porque esse tipo de fertilizante combina os nutrientes minerais com a matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo, favorecendo a absorção de nutrientes pelas plantas.

A produção de massa seca da parte aérea, aumentou linearmente conforme as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas no feijoeiro. Aplicando os fertilizantes organominerais, as plantas apresentaram um efeito benéfico, como um maior volume de massa seca da parte aérea, estuda Silva *et al.* (2012).

**Tabela 7**, Massa seca da parte aérea, em gramas, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Massa seca da parte aérea | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 6.33 c <sup>2</sup>       | 100                     |
| <b>T2</b>                | 18.50 abc                 | 292                     |
| <b>T3</b>                | 18.83 ab                  | 297                     |
| <b>T4</b>                | 12.66 bc                  | 200                     |
| <b>T5</b>                | 26.50 a                   | 419                     |
| <b>T6</b>                | 16.50 abc                 | 261                     |
| <b>T7</b>                | 11.66 bc                  | 184                     |
| <b>T8</b>                | 25.83 a                   | 408                     |
| <b>T9</b>                | 22.50 ab                  | 355                     |
| <b>T10</b>               | 12.07 bc                  | 191                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 17.48                     | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.6 GRÃOS POR VAGEM

Os grãos por vagem é uma variável muito desejada na família das leguminosas, pois são características que agregam a produtividade da cultura, por mais seja uma variável menos responsiva à adubação. Ainda sim influencia de forma indireta, pois uma planta bem nutrida promove um desenvolvimento mais equilibrado.

Conforme a Tabela 8, essa variável não apresentou uma diferença estatística entre os tratamentos, visto que a quantidade de grãos por vagem é influenciada pela demanda hídrica da planta conforme seu desenvolvimento, como exemplo, a falta de água no período de floração, podendo ocasionar uma redução na estatura da planta, no número e tamanho das vagens. Também pode reduzir também o número de grãos por vagem, afetando o rendimento produtivo da cultura segundo Barbosa *et al.* (2020).

Sendo assim como todo o ciclo da cultura foi submetido a uma irrigação contínua, comprovou-se que não há diferença estatística entre os tratamentos.

**Tabela 8,** Grãos por vagem, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Grãos por vagem     | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 3.64 a <sup>2</sup> | 100                     |
| <b>T2</b>                | 4.40 a              | 121                     |
| <b>T3</b>                | 3.88 a              | 107                     |
| <b>T4</b>                | 3.96 a              | 109                     |
| <b>T5</b>                | 4.07 a              | 112                     |
| <b>T6</b>                | 4.29 a              | 118                     |
| <b>T7</b>                | 3.41 a              | 94                      |
| <b>T8</b>                | 4.02 a              | 110                     |
| <b>T9</b>                | 4.68 a              | 129                     |
| <b>T10</b>               | 4.28 a              | 118                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 13.40               | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.7 VAGENS POR PLANTA

Para o feijoeiro comum, o fósforo é o nutriente que tem proporcionado melhores respostas, sendo que sua baixa disponibilidade no solo afeta negativamente o crescimento das plantas e sua produção, afirmar Pastorini *et al.* (2000).

Observando a Tabela 9, os tratamentos T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) obtiveram a melhor média, sendo que os tratamentos destaque nessa variável. Sendo possível pela liberação gradual e eficácia do fósforo, pois a matéria orgânica protege da fixação do nutriente no solo, gerando uma maior disponibilidade para a planta.

Já os tratamentos com a adubação mineral T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00

(MAP)) e T3 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), não diferiram estatisticamente do T6 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e T9 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), que são adubados com fertilizantes organominerais. O mesmo ocorre entre o T4 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T6 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e T10 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*).

O tratamento controle (T1), obteve a pior média, comprovando que o fósforo em quantidades ideais, fornecem um grande ganho em relação a vagens por planta, pois estimula o florescimento e reduz o abortamento, consequentemente resultando em um maior rendimento da cultura.

**Tabela 9**, Vagens por planta, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Vagens por planta   | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 4.35 d <sup>2</sup> | 100                     |
| <b>T2</b>                | 10.83 b             | 249                     |
| <b>T3</b>                | 12.50 b             | 287                     |
| <b>T4</b>                | 6.33 c              | 145                     |
| <b>T5</b>                | 17.00 a             | 391                     |
| <b>T6</b>                | 9.93 b              | 228                     |
| <b>T7</b>                | 7.83 c              | 180                     |
| <b>T8</b>                | 14.50 a             | 333                     |
| <b>T9</b>                | 11.00 b             | 253                     |
| <b>T10</b>               | 7.66 c              | 176                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 19.83               | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.8 GRÃOS POR PLANTA

O fósforo é fundamental para o metabolismo das plantas, pois participa do armazenamento e transferência de energia, da respiração e da fotossíntese. A deficiência de fósforo pode limitar o desenvolvimento dos grãos e a produção (Embrapa, 2012).

Como na avaliação de vagens por planta, notamos na Tabela 9, que quanto maior a dose de fósforo no solo, melhor a planta responde em quantidade de vagens, se assemelhando na variável de grãos por planta.

A Tabela 10, mostra que não houve diferença estatística entre os tratamentos T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T3 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), T6 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) e T9 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), sendo eles os tratamentos destaque da estatística. Porém, fazendo uma comparação relativa, o T5 produziu 339% a mais que o T1, sendo o tratamento com maior número de grãos por planta numericamente.

**Tabela 10**, Grãos por planta, em unidade, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Grãos por planta     | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 15.50 c <sup>2</sup> | 100                     |
| <b>T2</b>                | 47.00 a              | 303                     |
| <b>T3</b>                | 49.00 a              | 316                     |
| <b>T4</b>                | 25.50 c              | 165                     |
| <b>T5</b>                | 68.00 a              | 439                     |
| <b>T6</b>                | 42.00 a              | 271                     |
| <b>T7</b>                | 27.50 b              | 177                     |
| <b>T8</b>                | 58.50 a              | 377                     |
| <b>T9</b>                | 51.50 a              | 332                     |
| <b>T10</b>               | 33.00 b              | 213                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 18.83                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com

*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.9 PESO DE MIL GRÃOS

O peso de mil grãos, segundo a Tabela 11, não houve diferença significativa estatística entre os tratamentos, pois ele está diretamente relacionado com a característica da cultivar, sendo a BRS Estilo em todas as parcelas do experimento.

Barizon e Fernandes (2000), também não observaram efeito dos tratamentos sobre a variável avaliada.

**Tabela 11,** Peso de mil grãos, em gramas, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Peso de mil grãos     | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>T1</b>                | 187.33 a <sup>2</sup> | 100                     |
| <b>T2</b>                | 207.66 a              | 111                     |
| <b>T3</b>                | 199.50 a              | 107                     |
| <b>T4</b>                | 206.22 a              | 110                     |
| <b>T5</b>                | 205.20 a              | 110                     |
| <b>T6</b>                | 204.75 a              | 109                     |
| <b>T7</b>                | 188.42 a              | 101                     |
| <b>T8</b>                | 213.60 a              | 114                     |
| <b>T9</b>                | 197.25 a              | 105                     |
| <b>T10</b>               | 201.96 a              | 108                     |
| <b>C.V. (%)</b>          | 7.15                  | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.10 PRODUTIVIDADE

A produtividade tem uma resposta direta ao fósforo, pois o mesmo estimula o crescimento radicular, o que possibilita a planta explorar mais o perfil do solo, absorvendo nutrientes e água de maneira eficaz. Também atua na eficiência fotossintética, pois o fósforo é um componente direto da principal molécula de energia da célula vegetal, O ATP (Adenosina Trifosfato). Sem as quantidades recomendadas de fósforo na planta, ela não consegue formar ATP em quantidades ideais, limitando o processo fotossintético.

Segundo a Tabela 12, o tratamento T1 (Testemunha), foi o pior numericamente produzindo apenas 19,4 sacas por hectare, porém não diferiu estatisticamente entre os tratamentos T4 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T7 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00) e T10 (80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), sendo os tratamentos que receberam as menores doses de fósforo.

O melhor tratamento numericamente foi o T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), que produziu 93,2 sacas por hectare, tendo um acréscimo de 73,8 sacas por hectare comparado ao T1 (Testemunha), um aumento em produtividade de 380%. Porém o T5 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), não diferiu estatisticamente do T2 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T3 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP)), T6 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00), T8 (160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) e T9 (120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*).

**Tabela 12,** Produtividade, em sacas por hectare, do feijoeiro irrigado, submetido a diferentes doses e fontes de fósforo na safra de inverno 2024.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Produtividade        | Comparação relativa (%) |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| T1                       | 19.40 d <sup>2</sup> | 100                     |
| T2                       | 65.40 abcd           | 337                     |
| T3                       | 64.80 abcd           | 334                     |
| T4                       | 35.20 dc             | 181                     |
| T5                       | 93.20 a              | 480                     |
| T6                       | 56.90 abcd           | 293                     |
| T7                       | 36.10 dc             | 186                     |
| T8                       | 83.40 ab             | 430                     |
| T9                       | 67.60 abc            | 348                     |
| T10                      | 44.30 bcd            | 228                     |
| C.V. (%)                 | 20.51                | -                       |

<sup>1</sup> T1: Testemunha; T2: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T3: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T4: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral 11-51-00 (MAP); T5: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T6: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T7: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00; T8: 160 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T9: 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; T10: 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> organomineral 05-26-00 aditivado com *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÃO

As doses de fósforo em crescente elevam a produtividade da cultura, visto que o macronutriente é de extrema importância no potencial produtivo da cultura do feijoeiro. Ligado a isso, os organominerais fosfatados apresentaram um efeito benéfico na planta, sendo uma alternativa sustentável e rentável para produção da cultura, visto que o organomineral melhora a atividade dos microrganismos do solo, aumenta a matéria orgânica e fornece uma maior produtividade.

## REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **O que são fertilizantes organominerais? Quais as vantagens? Qual a diferença entre fertilizantes orgânicos e organominerais?** Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-organominerais\\_457360.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-organominerais_457360.html). Acesso em: 23 mai. 2024.
- ALMEIDA, M. W. C., 2022. **Defesas públicas dos primeiros trabalhos de conclusão de curso (TCC) do curso de Engenharia Ambiental.** Disponível em: <https://ibatiba.ifes.edu.br/noticias/16868-defesas-publicas-dos-primeiros-trabalhos-de-conclusao-de-curso-tcc-do-curso-de-engenharia-ambiental>. Acesso em: 21 out. 2024.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A. A.; HUNGRIA, M. **Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development.** *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 21, n. 8, p. 1639-1645, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-005-3621-x>. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-3621-x>Seguir. Acesso em: 21 out. 2024.
- BARBOSA, A. M. *et al.* **Produtividade da cultura da soja irrigada com déficit hídrico regulado no cerrado piauiense.** *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 4, p. 4200–4210, jul./ago. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/349129643>. Acesso em: 07 mar. 2025.
- BARIZON, R.R.M., FERNANDES, D.M. **Nutrição e produção da soja, em sistema de plantio direto, em função de calagem superficial e palhada de brizantão (*Brachiaria brizantha*).** In: FERTBIO, 2000, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. 1 CD-ROM. Acesso em: 21 out. 2024.
- COELHO, Jackson Dantas. **FEIJÃO:** v. 8 n. 322 (2023). Caderno Setorial ETENE, Fortaleza, v. 8, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2622>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim de Monitoramento Agrícola**, Brasília, DF, v. 13, n. 09, setembro. 2024. Acesso em: 23 mai. 2024.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **BRS Estilo: nova cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca.** Brasília: Embrapa, 2012. (Comunicado Técnico, 169). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/881800/1/comtec169.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2024.
- FROST, W. E., C. A. RAGUSE & K. L. TAGGARD. 1990. **Subclover early growth responses to levels and placements of superphosphate and ammonium nitrate.** *Agronomy Journal*, 82 (4): 795-99. Acesso em: 21 out. 2024.
- Instituto Brasileiro do Feijão e Pulses (IBRAFE).** Disponível em: <https://www.ibrafe.org/>. Acesso em: 23 mai. 2024.
- MALAVOLTA, E. *et al.* **Nutrição mineral de plantas.** 1. ed. São Paulo: Ceres, 1997. 319 p. Acesso em: 23 mai. 2024.

MILJAKOVIĆ, D.; MARINKOVIĆ, J.; BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S. **The significance of *Bacillus* spp. in disease suppression and growth promotion of field and vegetable crops.** *Microorganisms*, v. 8, 1037, 2020. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071037>. Acesso em: 05 jun. 2024.

MONNERAT, R. *et al.* **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Documentos (INFOTECA-E), Brasília, 2020. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1122563>. Acesso em: 09 mai. 2025.

Núcleo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia (NPCT). **Nutrição de fósforo na produção de feijão.** Disponível em: [https://npct.com.br/npctweb/npct.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/de2da84e7376676083257b080045a415/\\$FILE/Palestra%20Nand%2002.pdf](https://npct.com.br/npctweb/npct.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/de2da84e7376676083257b080045a415/$FILE/Palestra%20Nand%2002.pdf). Acesso em: 23 mai. 2024.

PASTORINI, L. H. *et al.* **Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva.** *Revista Ceres*, Viçosa, v.47, n.270, p.219-228, 2000. Acesso em: 05 jun. 2024. 07 mar. 2025.

PEREIRA, R. F. *et al.* **Crescimento e rendimento de feijão vigna submetido à adubação orgânica.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, PB, v. 8, n. 3, p. 91-96, jul-set, 2013. Acesso em: 07 mar. 2025.

PAMPLONA, R. A. *et al.* **Aspectos agronômicos de feijão-comum à adubação organomineral potássica sob déficit hídrico.** *Irriga, [S. l.]*, v. 29, p. 78–89, 2024. DOI: 10.15809/irriga.2024v29p78-89. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4772>. Acesso em: 07 mar. 2025.

RIBEIRO, A. C. *et al.* **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p. Acesso em: 23 mai. 2024.

ROSA, T. E. A.; SOUZA, J. C. de; PEREIRA, W. J.; MOREIRA, J. A. de A.; ARAÚJO, F. G. de. **Nematicidas biológicos associados a cama de frango no controle de nematoides na soja e milho.** *Revista Caatinga*, v. 34, n. 3, p. 580-589, 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n309rc>. Acesso em: 07 mar. 2025.

SANTOS, A. B. D., FAGERIA, N. K., SILVA, O. F. D., MELO, M. L. B. D. **Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 1265-1271, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100003>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. **Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000. Acesso em: 07 mar. 2025.

SILVA, C. P. da; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M. da; OLIVEIRA, L. A. de A.; TOSTA, M. da S. **Desenvolvimento inicial de mudas de couve-flor em função do uso de extrato de alga**

(*Ascophyllum nodosum*). Revista Verde, Mossoró - RN, v. 6, n. 1, p. 7-11, jan./mar. 2012; Acesso em: 21 out. 2024.

SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. 2021. **Latossolos: EMBRAPA Cerrados**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso em: 07 mar. 2025.

ULSENHEIMER, A. M., SORDI A., CERICATO A., LAJÚS C. **Formulação de fertilizantes organominerais e ensaio de produtividade**. Unoesc & Ciência, ACET Joaçaba, ano 2016, v. 7, p. 195-202, dez. 2016. Acesso em: 07 mar. 2025.

Universidade Estadual Paulista. **Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia***. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/109474>. Acesso em: 21 out. 2024.