

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – CAMPUS BAMBUÍ  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

RODRIGO DE SOUZA ALMEIDA

**EFEITOS DO BIOMAPHOS® NO CULTIVO DE TOMATES**  
**EFFECTS OF BIOMAPHOS® ON THE GROWING OF TOMATOES**

BambuÍ – MG

2024

RODRIGO DE SOUZA ALMEIDA

**EFEITOS DO BIOMAPHOS® NO CULTIVO DE TOMATES**  
**EFFECTS OF BIOMAPHOS® ON THE GROWING OF TOMATOES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto  
Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí  
para obtenção do grau de bacharel em  
Agronomia.

Orientador: Ricardo Sousa Cavalcanti

Coorientador (a): Fernanda Morcatti Coura

Bambuí – MG

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

A447e Almeida, Rodrigo de Souza.  
Efeitos do BiomaPhos® no cultivo de tomates. / Rodrigo de Souza Almeida. – 2024.  
40 f.; il.: color.

Orientador: Ricardo Sousa Cavalcanti.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2024.

1. Solanum lycopersicum. 2. Fósforo. 3. Bioinoculante. I. Cavalcanti, Ricardo Sousa. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 635.642



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Bambuí**  
**Diretoria de Ensino**  
**Departamento de Ciências Agrárias**  
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

**RODRIGO DE SOUZA ALMEIDA**

**EFEITOS DO BIOMAPHOS® NO CULTIVO DE TOMATES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 21 de agosto de 2024

Prof. Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti (Orientador-IFMG Campus Bambuí)

Profa. Dra. Fernanda Morcatti Coura (Professor- IFMG Campus Santa Luzia)

Prof. Dr. Neimar Freitas Duarte (Professor- IFMG Campus Santa Luzia)

Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas (Professor- IFMG Campus Bambuí)

Bambuí, 28 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Sousa Cavalcanti, Professor**, em 28/08/2024, às 10:57, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Loran de Oliveira Freitas, Professor**, em 29/08/2024, às 10:52, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Morcatti Coura, Professora**, em 04/09/2024, às 12:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Neimar de Freitas Duarte, Professor**, em 05/09/2024, às 11:33, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2019137** e o código CRC **97650AE1**.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade que me concedeu em estar realizando um sonho de me formar em Agronomia e me proporcionar diversas bênçãos e aprendizado ao longo da minha vida.

A todos os meus familiares, em especial meu pai Maurício e minha mãe Maria Alice por todo o apoio que me deram nas decisões que tomei ao longo da minha vida.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí e todos os colaboradores envolvidos por me oferecer uma estrutura adequada para desenvolver este trabalho.

Aos orientadores Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti e a Dra. Fernanda Morcatti Coura, que através de seus ensinamentos e orientações passadas para mim tornou este trabalho possível.

Ao meu colega de curso Diogo Aparecido Carvalho por todo companheirismo e conhecimento compartilhado ao longo do trabalho e do curso.

A minha namorada Maria Clara por todo o apoio e incentivo que me deu ao longo da minha graduação.

Ao Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas por me ajudar com seus conhecimentos ao longo do experimento.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>12</b>
3.1	Local de Realização do experimento	12
3.2	Delineamento Experimental	12
3.3	Correção Química do Solo	13
3.4	Instalação do Sistema de irrigação	14
3.5	Transplântio das Mudanças para os Vasos	15
3.6	Manejo do Experimento e Tratos Culturais	15
3.6.1	Tutoramento	15
3.6.2	Desbrota	16
3.6.3	Manejo da Irrigação	16
3.6.4	Adubação	16
3.7	Avaliações	19
3.7.1	Avaliação da Parte Vegetativa	19
3.7.2	Avaliação de Produtividade	20
3.7.3	Avaliação da Parte Qualitativa dos Frutos	20
3.7.4	Avaliação do Solo	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>22</b>
4.1	Parte Vegetativa	22
4.2	Avaliação Produtiva	25'
4.3	Avaliação Qualitativa dos Frutos	27
4.4	Avaliações do Solo	29
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>38</b>

## Resumo

A cultura do tomate tem grande importância socioeconômica no Brasil e no mundo, tendo o fósforo como elemento essencial para esta cultura durante todo o seu ciclo vegetativo. Com o objetivo de reduzir o uso de fosfato e os custos associados, este trabalho avaliou os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> nos aspectos vegetativos, produtividade, qualidade dos frutos de tomate e nos parâmetros do solo. O experimento foi conduzido em vasos no setor de Olericultura do IFMG – Campus Bambuí, utilizando o delineamento de blocos casualizados (DBC) contendo quatro blocos e cinco tratamentos: T1 (testemunha) 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0% de BiomaPhos<sup>®</sup>; T2 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100% de BiomaPhos<sup>®</sup>; T3 0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100% de BiomaPhos<sup>®</sup>; T4 0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50% de BiomaPhos<sup>®</sup>; T5 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50% de BiomaPhos<sup>®</sup>. A inoculação do BiomaPhos<sup>®</sup> foi realizada por imersão das raízes das mudas durante o transplântio em soluções contendo a dosagem específica do inoculante para cada tratamento. A adubação de fósforo foi feita de acordo com a dosagem estabelecida para cada tratamento. Foram realizadas avaliações vegetativas em diferentes estágios fenológicos da cultura, além de análise da BioAS, química, física e biológica do solo no transplântio e após a produção do tomateiro. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, em seguida ao teste de média. Conclui-se que o BiomaPhos<sup>®</sup> quando combinado com metade da adubação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, oferece resultados equivalentes quando adubado com total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nos parâmetros vegetativos, produtivos e do solo.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*; Solo; Fósforo; Bioinoculante, BioAS

## Abstract

The tomato crop has great socioeconomic importance in Brazil and in the world, with phosphorus as an essential element for this crop throughout its vegetative cycle. In order to reduce the use of phosphate and the associated costs, this work evaluated the effects of BiomaPhos® on vegetative aspects, productivity, tomato fruit quality and soil parameters. The experiment was conducted in pots in the Olericulture sector of the IFMG – Bambuí Campus, using a randomized block design (DBC) containing four blocks and five T1 treatments: 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 0% BiomaPhos®; T2: 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 100% BiomaPhos®; T3: 0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 100% BiomaPhos®; T4: 0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50% BiomaPhos®; T5: 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50% BiomePhos®. The inoculation of BiomaPhos® was performed by immersion of the roots of the seedlings during transplanting in solutions containing the specific dosage of the inoculant for each treatment. Phosphorus fertilization was done according to the dosage established for each treatment. Vegetative evaluations were carried out at different phenological stages of the crop, in addition to analyses of the BioAS, chemical, physical and biological of the soil at the time of transplanting and after tomato production. The data obtained were submitted to ANOVA, then to the averages. Treatment 5 stood out in relation to Treatments 3 and 4 and was equivalent to Treatment 2 and the control, even with lower phosphorus dosages compared to the control and lower inoculant dosage compared to Treatment 2.

**Keywords:** Solanum lycopersicum; Soil; Phosphorous; Bioinoculant; BioAS.

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate *Solanum lycopersicum* originou-se na região Andina, esta composta por países como Chile, Equador e Peru localizada na América do Sul, porém, a sua domesticação iniciou-se no México, país que é localizado na América Central (Dam *et al.*, 2006). O tomate se destaca como uma cultura rentável, que torna o seu cultivo ainda mais comum nas diversas regiões brasileiras. Em Março de 2024, a cultura do tomate representou uma área de 55.720 hectares plantados e um rendimento médio de 74.331 Kg/ha, com uma queda na área plantada, porém com um maior rendimento por hectare comparado ao mesmo período em 2018, época com uma área plantada de 64.132 hectares e um rendimento médio de 69.353 Kg/ha (IBGE, 2024). Alinhado a isso, a empregabilidade da cultura no Brasil é representativa, gera de maneira direta de 3 a 6 empregos por hectare, além de empregos indiretos que também são gerados, principalmente nos estados mais produtores (Goiás, Minas Gerais e São Paulo), impondo dessa forma a importância econômica da cultura em diversas regiões do país. (Treichel *et al.*, 2016).

O avanço da tecnologia potencializou a produção de tomates mesmo em regiões de clima inadequados, e promoveu a expansão da cultura no território. Nesse sentido, podemos destacar, as técnicas de adubação que evoluíram com o passar do tempo, o que tornou mais claro a importância dos micronutrientes e dos macronutrientes dentro do sistema vegetal. (Luz *et al.*, 2010)

O fósforo (P) é um macronutriente muito importante para o desenvolvimento das plantas, pois é responsável por auxiliar na realização de diversas funções metabólicas, desde a produção de compostos orgânicos nas sementes, que ajudam a armazenar energia para o seu processo de germinação, até na fotossíntese, mais precisamente na formação de células ATP, que são moléculas estruturais para a síntese de carboidratos. Além disso, o fósforo exerce um importante papel no desenvolvimento do sistema radicular, na formação de tecidos mais bem estruturados, assim, promove na raiz uma melhor capacidade de absorção de água e nutrientes provindos do solo, que, conseqüentemente, favorecem uma maior produção vegetal e desenvolvimento de todos os órgãos das plantas (Vitti; Wit; Fernandes, 2004).

Dada a necessidade de aplicar fósforo na agricultura, estima-se que desde o início das aplicações regulares de fósforo até o ano de 2018 mais de 45 milhões de toneladas de fósforo foram aplicadas em solos brasileiros, porém, mais da metade desta quantidade encontra-se retida no solo e de forma indisponível para as plantas (Dias, 2018). Esse fenômeno ocorre pois as fontes solúveis de P que são adicionadas ao solo podem ser adsorvidas nos colóides do solo ou convertidas em compostos pouco solúveis de Al e Fe, e torna o fósforo um elemento pouco

disponível na solução do solo, com uma eficiência dos adubos fosfatados de 10 a 25%, e, portanto, exige uma adubação em maior quantidade para suprir essa baixa eficiência do elemento e promover produtividades economicamente viáveis (Mendes; Júnior 2003).

Entretanto, com altas dosagens de P aplicadas diariamente, estudos apontam que as fontes de fósforo são finitas e estima-se que tendem a se esgotar por completo (Horta, 2015). Essa constatação torna necessário o desenvolvimento de alternativas e tecnologias que promovam uma maior taxa de solubilização de P e a sua disponibilidade em maiores quantidades na solução do solo e para a planta.

“A atividade micobiana é responsável pela mineralização de P orgânico e atua também em outros processos no solo. Diversos microrganismos, incluindo isolados de bactérias, são capazes de hidrolisar P de muitos compostos orgânicos” (Moreira; Siqueira, 2006, p. 373).

O BiomaPhos<sup>®</sup> foi desenvolvido como uma técnica para resolver esta questão. O produto biológico possui em sua composição microrganismos solubilizadores de fosfato *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* que podem ser aplicados nas sementes ou sulcos de plantio. Os microrganismos presentes no BiomaPhos<sup>®</sup> se multiplicam e colonizam a rizosfera da planta, tornando o fósforo solúvel, que antes estava retido nas moléculas de Fe, Al e Ca, tornando-o disponível na solução do solo.

O uso do BiomaPhos<sup>®</sup> já foi testado em outras culturas como no milho, soja e sorgo, sendo que em todas houve uma melhoria na produtividade e redução de preço na produção das culturas testadas. A aplicação do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> na dose 100 mL/ha na semente resultou em ganhos significativos de produção nas culturas do milho e da soja. Os ganhos médios com a aplicação do produto foram 7 e 6,1 vezes o custo de aplicação, no milho e na soja, respectivamente. (Oliveira-Paiva *et al.*, 2020).

Como não existem estudos com a aplicação do produto em tomate, o experimento permitiu analisar se ocorre o aumento da disponibilidade de fósforo para as plantas, a partir da verificação do aumento na produção de tomates e na qualidade dos frutos, e se maiores concentrações do BiomaPhos<sup>®</sup> resultam em aumento da qualidade e produtividade de tomates.

## **2 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na cultura do tomate.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na parte vegetativa dos tomateiros.
- Investigar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na produtividade dos tomateiros.
- Observar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> nos parâmetros qualitativos dos frutos.
- Analisar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na parte química e biológica do solo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de Realização do experimento

O trabalho experimental foi conduzido na casa de vegetação do setor de Olericultura do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Bambuí, localizado no município de Bambuí, Minas Gerais, latitude de  $-20^{\circ} 02' 15.76''$  Sul e longitude  $-46^{\circ} 00' 31.0''$  Oeste, altitude de 681 metros acima do nível do mar.

O experimento foi composto por oitenta plantas da espécie *Solanum lycopersicum* plantadas em vasos com um volume de 20 litros, diâmetro superior com 33 cm, altura 28,5 cm, e base de 28 cm de diâmetro, sendo inserido em todos os vasos solo de barranco, pobre em fósforo. Para haver uma granulometria adequada para as raízes se desenvolverem, todo o solo utilizado nos vasos do experimento foi peneirado. O espaçamento entre vasos foi de 50 cm, distância usualmente utilizada para o cultivo de tomates em vasos.

#### 3.2 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro blocos e cinco tratamentos com dezesseis plantas em cada, distribuídas de maneira aleatória na área experimental, em que cada tratamento possuiu uma dosagem de fósforo e de BiomaPhos<sup>®</sup> preestabelecida, disposto na Tabela 1:

TABELA 1. Tratamentos e doses de adubação fosfatada e com aplicação do produto BiomaPhos<sup>®</sup> utilizados no experimento.

Tratamentos	Adubação P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	BiomaPhos <sup>®</sup> (%)
1 (Testemunha)	100	0
2	50	100
3	0	100
4	0	50
5	50	50

Fonte: O autor (2024)

As adubações de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram feitas com o auxílio de um plano de adubação para tomates de mesa disponível no site da Embrapa (de Ávila, [s.d.]), conforme mostra a Tabela 2. Para a adubação de 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mostrada na Tabela 1, foi aplicado por vaso 18,21 g do adubo

formulado 8-28-16 e para a adubação de 50% de  $P_2O_5$  foi aplicado 9,1 g do adubo formulado 8-28-16 no momento do transplântio das mudas para os vasos.

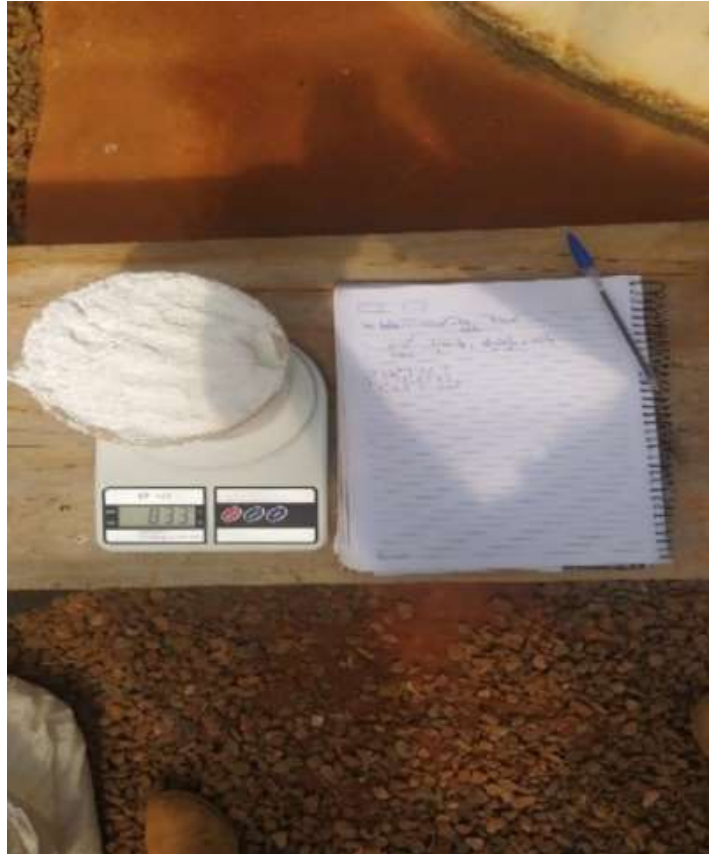
Para a aplicação do BiomaPhos<sup>®</sup> nas plantas de tomate, foi preparada uma solução de 1 L de água diluída com 3 mL do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> para os tratamentos com 100% do produto, em seguida, foi feita a imersão das raízes das mudas de tomate na solução contendo água e o BiomaPhos<sup>®</sup> e logo após foi realizado o transplântio para os vasos do experimento. Os tratamentos com 50% da dose do BiomaPhos<sup>®</sup> (Tabela 1) foram feitos por imersão das raízes das mudas de tomate na solução de 1 L de água diluída com 1,5 mL do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> e em seguida foi feito o transplântio das mudas para os vasos do experimento. As dosagens do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> foram determinadas de acordo com as indicações de uso do produto para imersão de mudas, que está disponível no site Click Mudas (Click Mudas, [s.d.]).

### **3.3 Correção Química do Solo**

Após a coleta do solo de barranco, foi realizada uma análise do solo para verificar os índices dos elementos que estavam presentes no solo. Através dos resultados obtidos desta análise, foi calculado a necessidade de calagem para a correção da acidez e introdução de cálcio e magnésio no solo utilizado para o experimento. Para isto, foi utilizado óxido de cálcio 60% de Ca e 30% de MgO com base nas recomendações técnicas do livro 5<sup>a</sup> aproximação (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999), o uso do corretivo empregado no experimento pode ser justificado pela sua capacidade e de reagir de maneira mais rápida com o solo corrigindo a acidez e fornecendo Ca e Mg na solução. A quantidade recomendada para aplicação do corretivo para o solo do experimento foi de 2,9 Kg de óxido de cálcio, que foi misturado e em seguida foi distribuído nos vasos do experimento.

Depois de feito o enchimento dos vasos com a solo misturado ao óxido de cálcio, os vasos foram irrigados manualmente com regador para promover as interações químicas do corretivo com o solo.

FIGURA 1. Preparo da quantidade de óxido de cálcio para correção da acidez e introdução de cálcio e magnésio no solo do experimento.



**Fonte:** O autor (2024)

### 3.4 Instalação do Sistema de irrigação

Foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento na área experimental dos vasos. Para a montagem desse sistema foram utilizadas mangueiras de polietileno, cano de PVC soldável de ½ polegada, conectores e registro de globo. Nas mangueiras de polietileno, os furos se intercalam de 50 cm em 50 cm e a mangueira foi sobreposta nos vasos com uma altura média de 15 cm da mangueira até o nível do solo no interior dos vasos. Para determinar o bom funcionamento e o volume de água do sistema, realizou-se um teste para determinar a vazão, obtendo um resultado de 1,5 litros por hora para cada furo, valor considerado apropriado para fins de irrigação. Devido à alta exigência da cultura em água, o transplante foi realizado com a irrigação já montada, para garantir que não houvesse estresse hídrico em algum momento.

### 3.5 Transplântio das Mudas para os Vasos

O transplântio das mudas ocorreu de forma manual e seguiu as recomendações agrônômicas para a cultura, tais como: profundidade das covas, espaçamento dos vasos e o direcionamento estratégico da irrigação. Foi adotado uma profundidade de covas de aproximadamente 7 a 10 cm. Além disso, as mudas transplântadas foram selecionadas com o base no vigor e sanidade das mesmas. Sendo assim, cada vaso recebeu o seu manejo de adubação de  $P_2O_5$  e do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> de acordo com a dosagem recomendada para tratamento que o mesmo representa.

FIGURA 2. Primeiro dia após o transplântio das mudas para os vasos.



Fonte: O autor (2023)

### 3.6 Manejo do Experimento e Tratos Culturais

#### 3.6.1 Tutoramento

A cultivar Caeté apresenta hábito de crescimento determinado, mesmo com desenvolvimento vertical menor comparado aos tomates de hábito indeterminados, cultivar que

necessita de tutoramento de suas hastes durante o seu ciclo. O tutoramento foi realizado 20 dias após o transplântio das mudas de tomates para os vasos, momento no qual as hastes dos tomateiros estavam desenvolvidas o suficiente para que ocorresse o tutoramento. O tutoramento foi feito com o uso de fitilhos ligados nas hastes principais dos tomateiros e amarrados à uma estrutura composta por cabos de ferro atravessados horizontalmente a uma altura de aproximadamente 2,9 metros do chão, que promoveu a sustentação dos tomateiros, evitando o tombamento das plantas.

### ***3.6.2 Desbrota***

A desbrota é uma prática cultural de extrema importância no cultivo de tomates, e foi realizada semanalmente, com o intuito de eliminar brotos ladrões de fotoassimilados e manter o experimento com apenas uma haste. O procedimento da desbrota consiste em retirar apenas os brotos que estão acima do primeiro cacho de flores.

### ***3.6.3 Manejo da Irrigação***

O manejo da irrigação adotado para o experimento considerou as condições climáticas e ambientais da região em que o experimento foi conduzido e também a necessidade hídrica da cultura. Como o transplântio foi realizado no verão e a cultura do tomate é exigente em quantidades mais elevadas de água, foi necessária uma irrigação mais prolongada e com um volume maior de água sem prejudicar a cultura e sem favorecer um ambiente propício para doenças e pragas. A objetivo foi fornecer água suficiente para o solo atingir a capacidade de campo, com base na textura e umidade do solo, foi adotado uma irrigação média de 1 hora por dia, sendo e média 1,5 litros de água por dia para cada planta, podendo variar de acordo com o estado fenológico da planta.

### ***3.6.4 Adubação***

As adubações do experimento foram conduzidas de acordo com as especificações técnicas da cultura fornecidas pela Embrapa. Dentro das recomendações, foi criado um plano de adubação de acordo com o período fenológico da planta, que pode ser observado no Quadro 1. Os adubos foram formulados em campo de acordo com cada estado fenológico da cultura e a sua necessidade demandada de acordo com a quadro 1. A quantidade do adubo presente no formulado foi medida através de uma balança e calculado de acordo com a concentração de cada adubo, sendo eles sulfato de amônia, cloreto de potássio e o formulado N:P:K 08-28-16.

Em campo, os adubos foram aplicados manualmente com auxílio de ferramentas como canivetes e pazinha agrícola. Além disso foi considerado uma distância correta entre o sulco do adubo e as raízes das plantas para não causar danos por fitotoxicidade ou queimadura por salinização.

FIGURA 3. Figura A mostra a adubação de cobertura manual sendo realizada pelo o autor. A figura B é o zoom da adubação realizada pelo autor apresentada na Figura A.

A



B



Fonte: O autor (2023)

QUADRO 1. Quadro de sugestão para plano de adubação dos nutrientes N:P:K para tomate de mesa durante todo o ciclo da cultura. DAT= Dias após o transplântio.

Época	Fórmula	Total	Total	Total N	Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Total K <sub>2</sub> O
		g/cova	Kg/há			
<b>15 DAT</b>	8-28-16	15	225	18	63	36
<b>30 DAT</b>	20-00-20	15	225	45	0	45
<b>45 DAT</b>	20-00-20	20	300	60	0	60
<b>60 DAT</b>	20-00-20	20	300	60	0	60
<b>75 DAT</b>	15-00-30	20	300	45	0	90
<b>90 DAT</b>	15-00-30	25	375	56,25	0	112,5
<b>105 DAT</b>	15-00-30	25	375	56,25	0	112,5
<b>120 DAT</b>	15-00-30	25	375	56,25	0	112,5
<b>Total das coberturas</b>				369,75	63	628,5

Fonte: de Ávila et al., [s.d.].

### 3.6.5 Controle de Pragas e Doenças

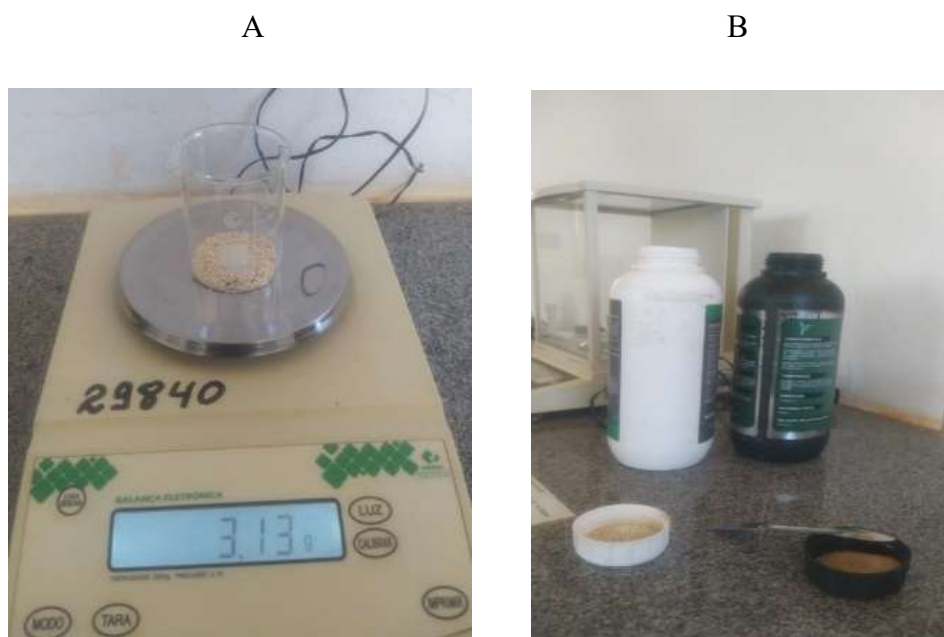
O controle de pragas e doenças foi adotado de acordo com a necessidade apresentada em campo. Foi realizado uma averiguação do histórico da área sobre as possíveis pragas e doenças que poderiam estar presentes no experimento. Após o transplântio das mudas de tomate para o campo, foram feitos diariamente monitoramentos para avaliar a presença de organismos patogênicos. No terceiro dia após o transplântio foi verificada a presença de duas pragas comuns no tomateiro, a mosca minadora e a traça do tomateiro.

Com a incidência das primeiras pragas em campo, foi necessário iniciar um plano de pulverização de inseticidas e fungicidas nas plantas de tomate do experimento. A primeira pulverização foi realizada por um pulverizador manual, com inseticida Mospilan SP (Neonicotinóide) e o fungicida Manzate (Mancozeb). A dose do inseticida Mospilan SP utilizada foi de acordo com a recomendação da bula para a cultura do tomate, de 0,45 gramas para 1,5 litros de água. A dosagem do fungicida Manzate seguiu a recomendação para a cultura do tomate, de 15 gramas para 1,5 litros de água.

No entanto, com o intuito de não induzir resistência dos fungos, foi utilizado na segunda aplicação o fungicida Brisa WG (Benzimidazol) e também o inseticida Actara 250 WG (Neonicotinóide). A dosagem recomendada para o inseticida Actara 250 WG foi de 0,3 gramas

para 1,5 litros de água, sendo necessário fazer 4,5 litros de calda para todo o experimento. Para o fungicida Brisa WG a dosagem recomendada para aplicação foi de 3 gramas para 1,5 litros de água, juntamente aplicado na calda de 4,5 litros para toda a área. A aplicação de inseticidas e fungicidas foram intercaladas entre esses quatro produtos durante todo o experimento, sendo aplicado as dosagens recomendadas de quinze em quinze dias, tempo suficiente para a planta se manter protegida mesmo produzindo novas folhas.

FIGURA 4. Figura A demonstra pesagem de inseticida antes da aplicação à campo. A Figura B mostra inseticida e fungicida antes do preparo da calda.



**Fonte:** O autor (2023)

### 3.7 Avaliações

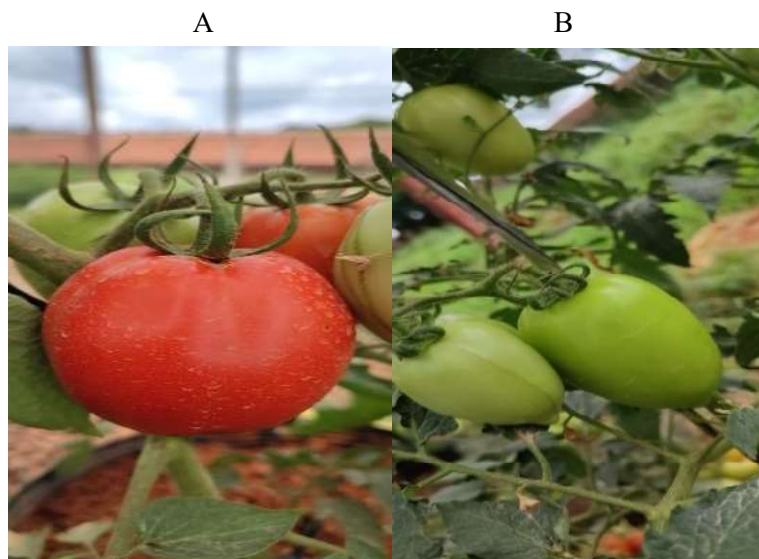
#### 3.7.1 Avaliação da Parte Vegetativa

A parte vegetativa foi avaliada com uma fita métrica a altura da inserção do primeiro cacho e também a altura total das plantas no período de 30, 60 e 90 dias após o transplante das mudas para o campo. Além disso, com uso de um paquímetro digital foi avaliado o diâmetro do caule em intervalos de 30 dias. Foi realizada a contagem do número de folhas abaixo da inserção do primeiro cacho e o número total de folhas dos tomateiros.

### 3.7.2 Avaliação de Produtividade

Foram avaliados os parâmetros de número de hastes acima do primeiro cacho, número de cachos nas hastes secundárias e principais, número de frutos por planta em ambas as posições, cachos por broto e frutos na haste principal. As avaliações dos frutos iniciaram juntamente com a primeira colheita do experimento e se estendeu por trinta e um dias. Neste período, foi avaliada a quantidade de frutos que cada planta produziu, e com auxílio de uma balança, os frutos foram pesados individualmente para a análise da produtividade média de cada planta em quilos.

FIGURA 5. Figura A, frutos maduros e verdes em um cacho dos tomateiros do experimento. Figura B, frutos verdes em um tomateiro do experimento.

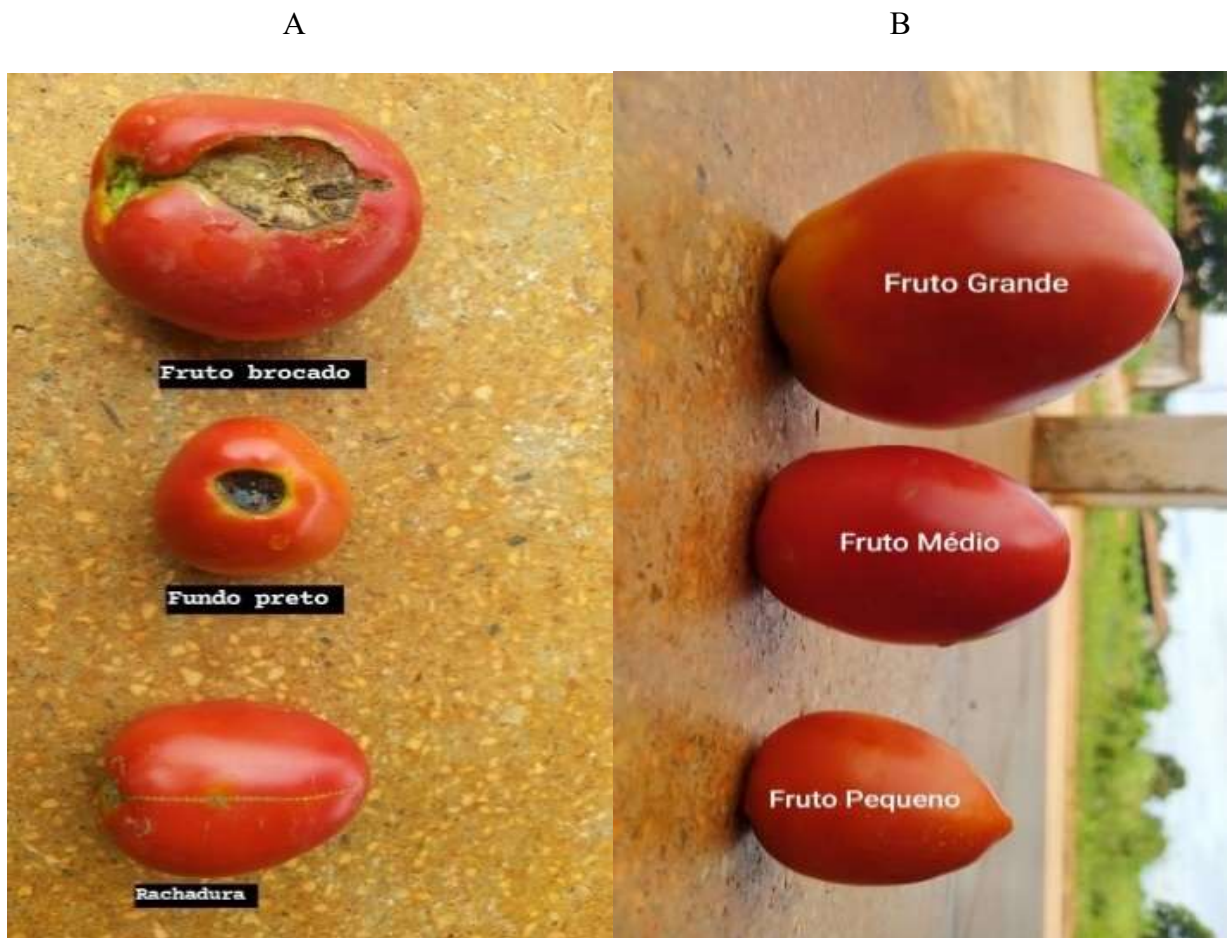


Fonte: O autor (2023)

### 3.7.3 Avaliação da Parte Qualitativa

Foram avaliados os defeitos expressados por cada fruto: frutos brocados, frutos com fundo preto, frutos com rachadura e frutos não comerciáveis devido seu baixo tamanho. Os frutos sem defeitos também foram avaliados. Foi mensurado o tamanho dos frutos, sendo classificados em três tipos de acordo com o diâmetro transversal: grande ( $\varnothing > 60$  mm), médio ( $50 < \varnothing < 60$  mm) e pequeno ( $40 < \varnothing < 50$  mm) (Fernandes; Corá; Braz, 2007).

FIGURA 6. Figura A mostra os defeitos encontrados ao longo do experimento dos frutos de tomate. Figura B demonstra os tamanhos dos frutos avaliados ao longo do experimento.



**Fonte:** O autor (2023)

### 3.7.4 Avaliação do Solo

Antes do transplante das mudas de tomate para o campo, foi realizada uma única análise do solo representativa a todos os tratamentos com o intuito de verificar aspectos físicos, químicos e da BioAS antes do tratamento com BiomaPhos<sup>®</sup>. Após o encerramento do experimento, para verificar os efeitos do inoculante, foi feita uma amostragem de solo na profundidade de 0-10 cm em todos os vasos, sendo que cada amostragem foi feita separada de acordo com o seu tratamento.

Após a coleta, o material foi levado a um laboratório de solos para verificar os aspectos físicos, químicos e da BioAS de cada tratamento. A BioAS é uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa que analisa as enzimas arilsulfatase, associadas ao ciclo do enxofre, e beta-glicosidase, associadas ao ciclo do carbono. Essas enzimas funcionam como bioindicadores da saúde do solo. A determinação da BioAS envolve a verificação das variáveis: Aril, Beta, MOS, argila, IQS Fertbio, IQS Biológico, IQS Químico, ciclagem de nutrientes, armazenamento de

nutrientes e suprimento de nutrientes. Os resultados obtidos da BioAS no dia 0 do experimento foram comparados com os resultados da BioAS após o encerramento do experimento. Além disso, os dados finais do experimento, referentes à análise química e física dos tratamentos, foram comparados entre si para avaliar as diferenças entre os mesmos.

Todos os dados coletados referente as avaliações vegetativas, produtivas, qualitativas e do solo foram submetidos à ANOVA. Quando significativos, os resultados foram analisados pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o software de análise estatística Sisvar (Ferreira, 1996).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação Vegetativa**

Os resultados das análises da parte vegetativa do experimento estão disponíveis na Tabela 2. Na mesma são apresentados os resultados das seguintes avaliações: altura de inserção do primeiro cacho, altura das plantas, diâmetro de caule, número de folhas abaixo do primeiro cacho e número total de folhas por planta. Os Tratamentos 2 e 5 foram semelhantes ao Tratamento 1 (Testemunha) em todas as avaliações, exceto no número de folhas abaixo do primeiro cacho. Os Tratamentos 3 e 4 foram semelhantes entre si e indicaram resultados inferiores em relação aos demais Tratamentos, exceto na avaliação número de folhas abaixo do primeiro cacho. Na avaliação número de folhas abaixo do primeiro cacho, o Tratamento 2 foi superior aos outros Tratamentos, que demonstraram igualdade entre si, conforme é observado na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados das análises das partes vegetativas dos frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*).

	Tratamento 1 (100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 0% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 2 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 3 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 4 (0%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 5 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )
Altura de inserção do 1º cacho (cm)	27,3 a	27,0 a	24,2 b	24,8 b	25,6 a
Altura das plantas (cm)	87,7 a	88,1 a	60,6 b	59,8 b	87,5 a
Diâmetro de caule (cm)	10,0 a	9,9 a	8,0 b	6,9 b	11,3 a
Número de folhas abaixo do 1º cacho	7,3 b	9,9 a	7,2 b	7,1 b	7,1 b
Número total de folhas por planta	14,3 a	14,6 a	11,9 b	12,1 b	14,6 a

**Fonte:** O autor 2024

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Rossetto *et al.* (2010), o fósforo desempenha um papel fundamental no desenvolvimento vigoroso e saudável das raízes, sendo especialmente importante no momento do plantio ou transplantio para que haja enraizamento adequado e a planta consiga absorver mais nutrientes e água. Dessa forma, a falta desse elemento pode resultar em baixo desenvolvimento vegetativo e em baixa produtividade. Uma das hipóteses que pode justificar os índices vegetativos dos Tratamentos 3 e 4 se apresentarem inferiores aos demais Tratamentos, exceto na avaliação número de folhas abaixo do primeiro cacho, foi a baixa disponibilidade ou ausência do fósforo no momento do transplantio, isso porque o Tratamento 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) não foram tratados com fósforo durante a condução do experimento. Aliado a isso, o solo que foi utilizado no trabalho não havia quantidade significativas de fósforo além de ser defasado em nutrientes químicos e compostos orgânicos. Essa condição do solo dificulta consideravelmente qualquer plantio ou transplantio sem uma adubação mais complexa com macronutrientes e micronutrientes.

Em um estudo realizado na cultura do tomate por Dos Passos *et al.* (2023), foram investigados os efeitos de diversos microrganismos, a saber *Azospirillum brasilense* e *Bacillus aryabhattai*, que solubilizam fósforo no solo de maneira semelhante aos *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* presentes no BiomaPhos<sup>®</sup>. No estudo, todos os tratamentos receberam 100% de adubação de nitrogênio, fósforo e potássio, além da inoculação de microrganismos. A altura média das plantas de tomate foi de 79,79 cm com *Azospirillum brasilense* e 70,93 cm com *Bacillus aryabhattai*. Esses resultados foram inferiores aos do Tratamento 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e do Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) do presente trabalho, que apresentaram altura média de 88,1 cm e 87,5 cm, respectivamente.

O T2 e o T5 do presente estudo apresentaram um total de 14,6 folhas, superior às médias de 14,43 folhas com *Azospirillum brasilense* e 10,71 folhas com *Bacillus aryabhattai*. O Tratamento 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) apresentaram altura inferior em comparação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus aryabhattai*, mas superior no número total de folhas em comparação com *Bacillus aryabhattai*. Já o número total de folhas do Tratamento com *Azospirillum brasilense* superou os Tratamentos 3 e 4 do presente trabalho com média de 14,43 folhas.

Em um estudo realizado por Barbosa (2022) na cultura da cenoura, foi observado que o comprimento da parte aérea da planta aumentou conforme a dosagem de BiomaPhos<sup>®</sup>, ou seja, quanto maior a dose do inoculante, maior foi o crescimento da parte vegetativa da cenoura. No presente trabalho, essa observação não se aplicou aos parâmetros vegetativos da cultura do tomate. Os resultados do presente estudo demonstraram que os Tratamentos 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 5 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) obtiveram resultados semelhantes em várias avaliações, como altura de inserção do primeiro cacho, altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas por planta mesmo com o Tratamento 2 com o dobro da quantidade do inoculante em relação ao Tratamento 5 conforme mostrado na Tabela 2.

O Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) mostrou-se semelhante ao Tratamento 1 [Testemunha (100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>)], que recebeu o dobro de fósforo, e ao Tratamento 2 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), que utilizou o dobro do inoculante. Além disso, os resultados do Tratamento 5 foram superiores aos do Tratamento 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e ao Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>).

#### 4.2 Avaliação Produtiva

Os resultados das análises da produtividade do tomateiro no presente trabalho estão dispostos na Tabela 3. Nesta, é verificado que os T 2 e T5 demonstraram semelhança em relação ao T1 em todas as avaliações referente a produtividade. O T3 se mostrou semelhante ao Tratamento 4, e ambos representaram produtividades inferiores em todas as avaliações em comparação aos demais tratamentos do presente trabalho.

TABELA 3. Resultados de produtividade dos tomateiros no experimento.

	Tratamento 1 (100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 0% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 2 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 3 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 4 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )	Tratamento 5 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )
Cachos por planta	4,5 a	4,8 a	2,7 b	2,6 b	4,7 a
Brotos por planta	2,8 a	3,0 a	0,3 b	0,5 b	2,9 a
Cachos por broto	1,1 a	1,6 a	0,1 b	0 b	1,0 a
Cachos por planta	5,6 a	6,5 a	2,8 b	2,6 b	5,8 a
Frutos na haste principal	12,2 a	13,8 a	2,7 b	2,6 b	13,8 a
Frutos por broto	0,3 a	0,5 a	0 b	0 b	0,6 a
Frutos por planta	13,5 a	15,8 a	3,7 b	3,6 b	14,7 a
Produção de frutos por planta (kg)	1,27 a	1,39 a	0,14 b	0,13 b	1,32 a

**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Não foram encontrados estudos na literatura que verificassem os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na produtividade de tomateiros. No entanto, foi comparado o presente trabalho com um estudo realizado por Postinger; Martins; Assis (1996) e foi conduzido em condições de cultivo diferentes às do presente estudo. O autor avaliou as respostas agronômicas de tomateiros cultivados em casa-de-vegetação coberta com plástico com e sem raleio das plantas, obtendo uma produtividade média entre 5,1 a 6,2 Kg/planta. Tais valores do trabalho citado são superiores aos resultados obtidos em todos os tratamentos do presente estudo. O presente trabalho verificou na avaliação da produtividade dos tomateiros em Kg/planta que os Tratamentos 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) mostraram resultados semelhantes ao Tratamento 1 (Testemunha, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), com produtividades de 1,39 Kg/planta, 1,32 Kg/planta e 1,27 Kg/planta, respectivamente. Em contraste, os Tratamentos 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) apresentaram produtividades menores, com médias de 0,14 Kg/planta e 0,13 Kg/planta, respectivamente.

Outro estudo, realizado por Machado; Alvarenga; Florentino (2007) na cultura do tomate, conduzido em diferentes condições à do presente estudo, teve como objetivo avaliar a produção sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda. Foi observado pelo autor que a cultivar Heinz 9780 alcançou uma produção média de 28,6 frutos por planta em um espaçamento de 50 cm. No presente trabalho, conforme demonstrado na Tabela 3, os Tratamentos 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) apresentaram 15,8 e 14,7 frutos por planta, respectivamente. Em comparação, os Tratamentos 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) produziram 3,7 e 3,6 frutos por planta, respectivamente.

Segundo Fernandez-Muñoz; Gonzalez-Fernandez; Cuartero (1995), na cultura do tomate, a temperatura influencia diretamente o desenvolvimento fisiológico da planta. Isso abrange desde o crescimento vegetativo até a produção dos frutos, sendo crucial para a manutenção da translocação de assimilados. De acordo com Alvarenga (2004), para que o tomateiro apresente um desenvolvimento vegetativo e produtivo adequado, as temperaturas não devem exceder 28°C nem ser inferiores a 10°C. Temperaturas abaixo de 10°C ou acima de 28°C podem comprometer a integridade e a produção final da planta. Dessa forma, o presente experimento totalizou cento e dois dias. Durante esse período foi realizado um levantamento climático das temperaturas máximas e mínimas da cidade de Bambuí - MG, local onde a pesquisa foi conduzida. De acordo com dados do Accuweather (2024), no período de 59 dias de experimento, as temperaturas registradas foram superiores a 28°C. Tais condições climáticas

que foram registradas na maioria dos dias em que o experimento estava no campo não são recomendadas para a cultura do tomate, podendo reduzir a produtividade das plantas e na qualidade dos frutos.

Além disso, o cultivo dos tomateiros em vaso pode ter influenciado na produtividade. Segundo Ribeiro (1994), plantas cultivadas em vasos apresentam menor desenvolvimento vegetal e produtivo em relação a plantas cultivadas em covas no campo devido a limitação de espaço físico, água e nutrientes. Embora os resultados obtidos não tenham apresentado índices produtivos semelhantes aos dos trabalhos comparados, isso pode ser atribuído a fatores como o sistema de condução do tomateiro e as condições climáticas adversas.

Dentro do âmbito experimental, o T5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) destacou-se em relação aos demais tratamentos, isso porque ele apresentou resultados semelhantes tanto ao Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), que recebeu o dobro de fósforo, quanto ao Tratamento 2 (50%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), que utilizou o dobro do inoculante. Além disso, os resultados do Tratamento 5 foram superiores aos do Tratamento 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e do Tratamento 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>).

Pode-se inferir que o BiomaPhos<sup>®</sup> promoveu efeitos positivos na produtividade da cultura do tomate, pois os Tratamentos 2 e 5, que incluíram o inoculante, apresentaram resultados equivalentes à testemunha, mesmo com metade da adubação fosfatada aplicada.

### 5.3 Avaliação Qualitativa dos Frutos

Os resultados da parte qualitativa do tomateiro estão disponíveis na Tabela 4. Nesta tabela é possível verificar os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> no tamanho dos frutos. Nas avaliações do percentual de frutos pequenos e grandes, o Tratamento 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se demonstraram equivalentes ao Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>). Na mesma avaliação os Tratamentos 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) foram semelhantes entre si com médias inferiores aos demais tratamentos. Na avaliação que representa o percentual de frutos não comerciais devido ao pequeno tamanho, é possível verificar semelhança dos resultados em todos os tratamentos, exceto no Tratamento 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>), que apresentou sua média superior aos outros tratamentos, sendo o maior percentual de frutos não comercializáveis, o que é um indicativo de inferioridade.

TABELA 4. Resultados representativos da parte qualitativa dos frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) do presente trabalho.

	Tratamento 1 (100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 0% BiomaPhos)	Tratamento 2 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos)	Tratamento 3 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos)	Tratamento 4 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos)	Tratamento 5 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos)
Frutos pequenos por planta (%)	12,7 a	7,9 a	57,2 b	23,9 b	8,3 a
Frutos grandes por planta (%)	63,1 a	62,3 a	21,6 b	29,1 b	62,0 a
Frutos com fundo preto por planta (%)	13,4 b	4,2 a	4,1 a	0 a	12,9 b
Frutos sem defeitos por planta (%)	48,8 b	57,0 b	73,2 a	40,3 b	54,4 b
Frutos não comercializáveis (%)	5,6 b	1,7 a	4,6 b	18,2 b	0,5 a

**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados indicam que nas avaliações referentes ao tamanho dos frutos, os tratamentos em que foram inoculados o BiomaPhos<sup>®</sup> conciliados com 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, se assemelharam à Testemunha com 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que denota o potencial do inoculante em promover melhores resultados nas avaliações referente ao tamanho dos frutos.

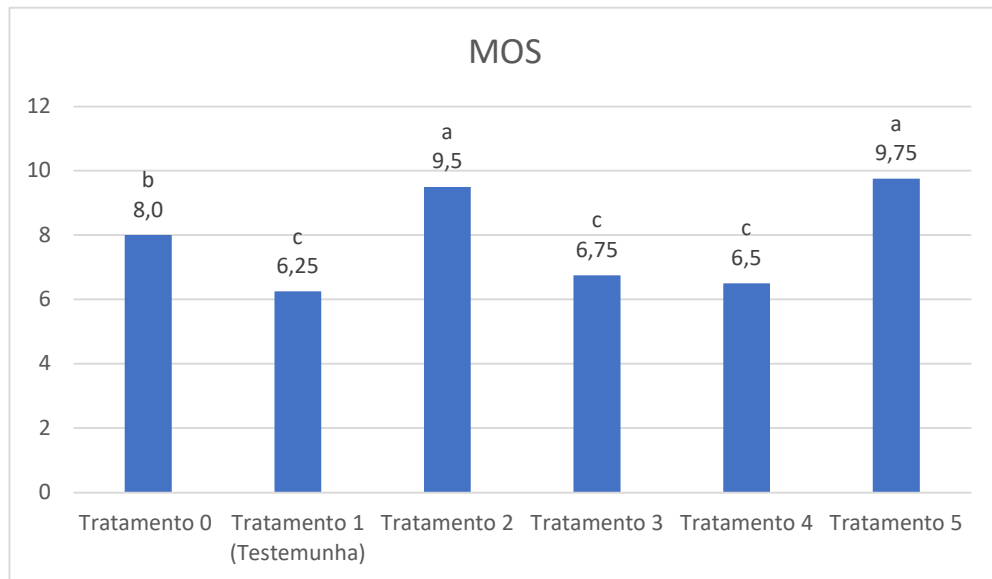
Em estudo realizado por Souza (2023) na cultura do trigo, foi observado que o uso dos microrganismos presentes na composição do BiomaPhos<sup>®</sup> (*Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*) foi eficaz no aumento do comprimento das espigas em duas cultivares testadas. Por outro lado, segundo Miranda; Buso (2022), foram investigados os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> na cultura do milho, avaliando o comprimento e o diâmetro das espigas em diferentes doses do inoculante. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as médias das duas avaliações, sugerindo que o inoculante não interferiu no tamanho dos frutos do trigo foi eficaz no aumento do comprimento das espigas em duas cultivares testadas.

Na avaliação referente ao percentual de frutos com fundo preto foi registrado semelhança entre os Tratamentos 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>), indicando menores índices dessa anomalia conforme apresentado na Tabela 4. O Tratamento 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) apresentou igualdade com o Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), demonstrando os maiores índices dessa anomalia. Segundo Teixeira; Alvarenga (2022), o fundo preto no tomate é uma anomalia que pode ser causada por fatores como déficit hídrico, excesso de sais e deficiência de cálcio, sendo a deficiência de cálcio o fator mais comum. No presente experimento, os solos de todos os tratamentos receberam óxido de cálcio de maneira uniforme, sem variações. Portanto, é possível supor que os efeitos do BiomaPhos<sup>®</sup> foram positivos na redução dessa anomalia, porque os tratamentos em que o inoculante foi utilizado apresentaram menores índices de fundo preto, exceto o Tratamento 5. Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que o Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), juntamente com o Tratamento 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) obtiveram a maior incidência de frutos com fundo preto, enquanto os Tratamentos 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>), apresentaram menor suscetibilidade ao fundo preto. De acordo com Blake; Christensen; Kovács (2021), o *Bacillus subtilis* presente na composição do BiomaPhos<sup>®</sup> é uma rizobactéria capaz de promover o crescimento das plantas e aumentar a resistência contra patógenos através de diversos mecanismos, incluindo a melhoria da disponibilidade de nutrientes. Esse efeito pode ter aumentado a disponibilidade de cálcio para as plantas tratadas, reduzindo, assim, o percentual de frutos com fundo preto.

#### 4.4 Avaliações do Solo

Na avaliação do teor de Matéria Orgânica no Solo (MOS) feita pela análise da BioAS, o Tratamento 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se destacaram em relação aos demais tratamentos, apresentando as maiores médias (Figura 7). Os Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se demonstraram equivalentes entre si registrando as menores médias. Na análise inicial do experimento, em que não foi realizada nenhuma adubação ou inoculação de microrganismos, os níveis de matéria orgânica apresentaram superioridade aos Tratamentos 1, 3 e 4, conforme é representado na Figura 7.

FIGURA 7. Teor de matéria orgânica do solo (MOS) dos Tratamentos determinado pela tecnologia da BioAS



**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

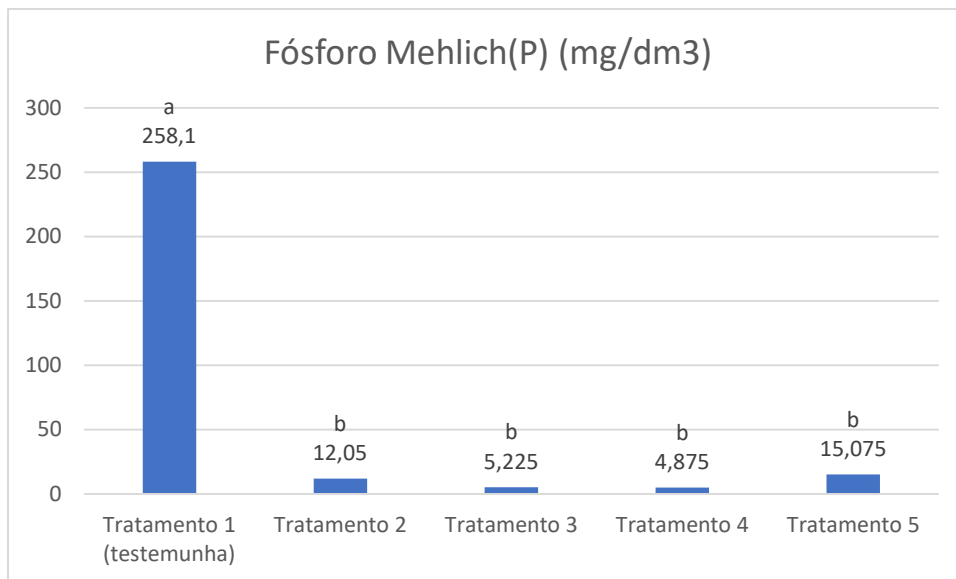
Conforme estudos realizados pelos autores Cambardella; Elliott (1992) e Zuffo; Aguilera; Marques (2021), a MOS é um dos indicadores de saúde do solo e pode contribuir positivamente para o mesmo, isso porque a interação da matéria orgânica com diversos componentes químicos, físicos e biológicos do solo influenciam diretamente na retenção de água do solo, densidade do solo, capacidade tampão, pH, capacidade de troca catiônica (CTC), melhoria na atividade microbiana, mineralização de nutrientes, aeração do solo, aumento da saturação de bases (V%), maiores soma de bases, no aumento de ácidos orgânicos como; húmicos, fúlvicos, humina e himatomelânicos e na complexação de elementos tóxicos para o solo.

Um dos fatores destacados por Cambardella; Elliot (1992) e Zuffo; Aguilera; Marques (2021) é a capacidade da matéria orgânica de promover a mineralização dos nutrientes. Com base nessa constatação, é possível inferir que nos tratamentos sem adubação de  $P_2O_5$ , os tomateiros dependeram mais da matéria orgânica para disponibilizar os nutrientes ausentes, reduzindo assim a quantidade de matéria orgânica, como verificado nos Tratamentos 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>). No Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), mesmo com 100% de adubação fosfatada, observou-se uma redução similar de matéria orgânica. Segundo Peluco *et al.* (2015), em solos intemperizados, a eficiência da adubação fosfatada é baixa, pois grande parte do fósforo adicionado é imobilizada no solo devido a reações de precipitação, adsorção e fixação em coloides minerais. Dessa forma,

com baixa disponibilidade de fosfato para as plantas do Tratamento 1, a matéria orgânica foi mais exigida, resultando em sua redução. Isso certifica os efeitos positivos do inoculante, pois nos Tratamentos 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>), onde foi conciliado o inoculante com  $P_2O_5$ , observou-se maior índice de matéria orgânica. Isso indica que houve maior solubilização de fósforo e nutrientes, reduzindo a exigência da matéria orgânica em disponibilizar nutrientes.

Nas análises dos índices de fósforo (P) no solo, o Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>) verificou-se uma maior média dos valores. Os Tratamentos 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), Tratamento 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), Tratamento 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) e Tratamento 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) demonstraram igualdade entre eles conforme é mostrado na Figura 8.

FIGURA 8. Valores médios do índice de fósforo (extração por Mehlich  $mg/dm^3$ ) presente no solo por tratamento.



**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

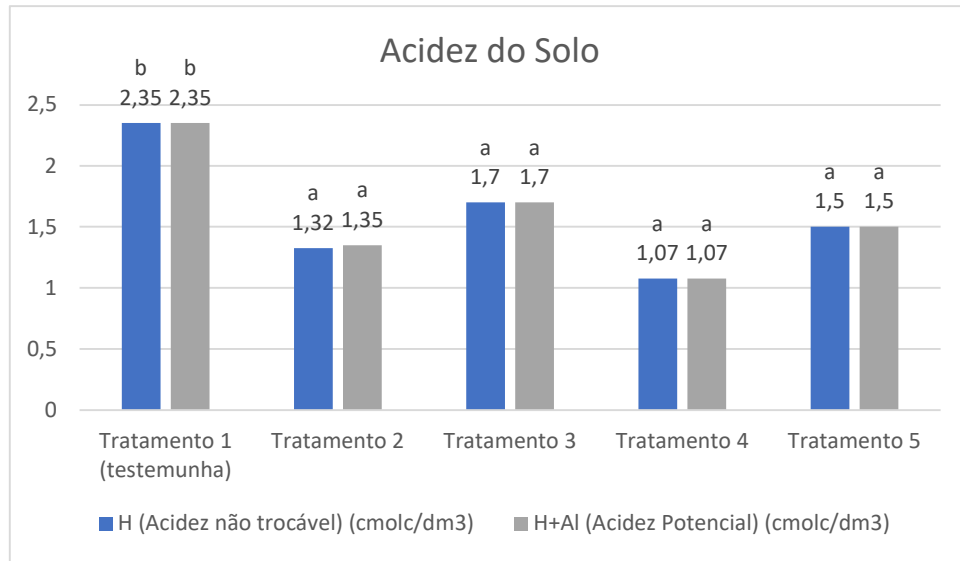
Para quantificar os valores de fósforo em uma análise de solo, dois métodos de extração são comumente utilizados pelos laboratórios: Resina e Mehlich. No presente experimento, o laboratório utilizou o método de extração de fósforo por Mehlich. Segundo Gonçalves *et al.* (2012), os extratores de Mehlich apresentam ação dissolutiva do ácido sobre partículas de fosfatos naturais reativos, o que pode superestimar os teores de P disponível. Dessa forma, os indicadores de P do Tratamento 1 (Testemunha) podem ter sido influenciados pelo método de extração utilizado. Além disso, o valor total de P no solo não é um bom indicador da

disponibilidade do elemento para as plantas, pois ele pode estar adsorvido nas frações de argila, como Alumínio e Ferro, dessa forma, ausente na solução do solo.

Os resultados apresentados na Figura 8 mostram que os tratamentos com inoculação de BiomaPhos® apresentam menores índices de fósforo no solo em comparação à testemunha. No entanto, os Tratamentos 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos®) e 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos®) foram equivalentes ou superiores ao Tratamento 1 (Testemunha, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos®) em diversas avaliações do experimento. Esse resultado demonstra que, apesar de terem índices menores de fósforo no solo e uma adubação fosfatada inferior à testemunha, os Tratamentos 2 e 5 apresentaram desempenho similar ou superior ao da testemunha, indicando a eficácia do BiomaPhos® na solubilização e disponibilização de fósforo para as plantas. De acordo com Bittencourt *et al.* (2022), a aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato, como os presentes no BiomaPhos®, podem melhorar a disponibilidade de fósforo no solo, resultando em uma utilização mais eficiente do nutriente pelas plantas. Baseado nesta constatação, pode-se inferir que o inoculante solubilizou parte do fósforo retido no solo, tornando-o disponível para as plantas.

Os valores da acidez do solo estão disponíveis na Figura 9. É possível observar que os resultados indicam que o Tratamento 1 (Testemunha, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos®) demonstrou maiores índices de acidez. Os Tratamentos 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos®), 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos®), 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos®) e 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos®) foram equivalentes entre eles, conforme é mostrado na Figura 9.

FIGURA 9. Médias da Acidez Potencial e da Acidez não trocável dos solos utilizados nos tratamentos do experimento.



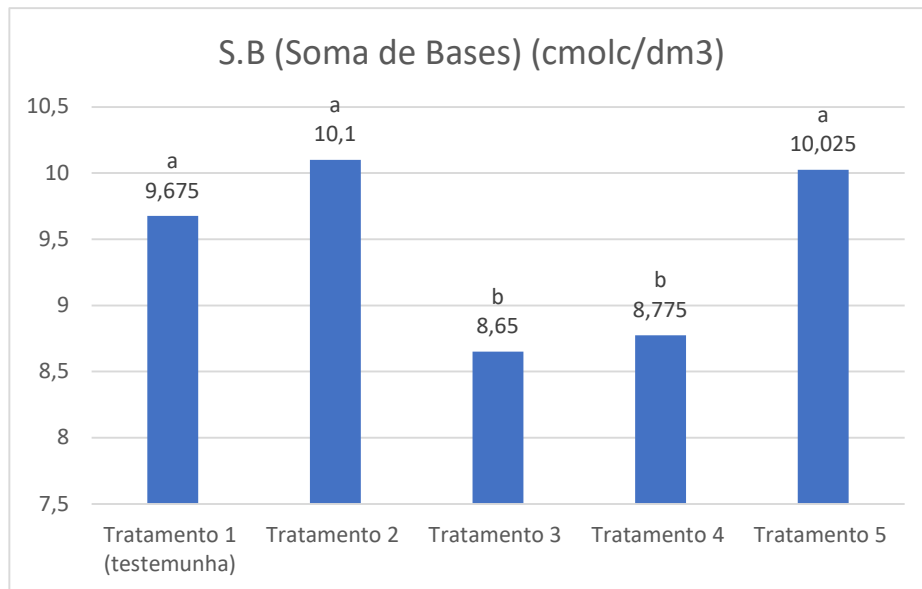
**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Veloso *et al.* (2020), é constatado que nos parâmetros da fertilidade de solo os íons de  $H^+$  e  $Al^{3+}$  representam acidez para os solos, portanto, não são desejáveis para as culturas cultivadas. De acordo com Ronquim (2020), se a maior parte da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo é ocupada por cátions essenciais como  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ , isso indica que o solo é bom para a nutrição das plantas. No entanto, se a CTC está predominantemente preenchida por cátions potencialmente tóxicos como  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , o solo será considerado de baixa qualidade para o cultivo. Nesse sentido, o Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos®) demonstrou maiores quantidades de íons de  $H^+$  e  $Al^3$  em relação aos demais tratamentos. No presente estudo, verificou que o BiomaPhos® contribui para a redução da acidez ( $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ) no solo para a cultura do tomate. Isto é verificado devido aos resultados dos tratamentos inoculados com BiomaPhos® que apresentarem índices de acidez inferiores à testemunha, efeitos que são desejáveis na agricultura.

Os índices de soma de bases (SB) do presente trabalho apontam que os Tratamentos 1 (Testemunha, 100%  $P_2O_5$  + 0% BiomaPhos®), 2 (50% de  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos®) e o 5 (50%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos®) apresentaram resultados semelhantes. Os Tratamentos 3 (0%  $P_2O_5$  + 100% BiomaPhos®) e 4 (0%  $P_2O_5$  + 50% BiomaPhos®) apresentaram médias similares e inferiores aos demais tratamentos do presente trabalho, conforme é apresentado na Figura 10.

FIGURA 10. Médias da avaliação Soma de Bases (SB) em  $\text{cmolc/dm}^3$  dos solos dos tratamentos do presente trabalho.



**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A avaliação da soma de bases (SB) representa o somatório dos íons catiônicos  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  presentes no solo. Esses elementos são considerados macronutrientes essenciais para o desenvolvimento e manutenção fisiológica das culturas. Os resultados apresentados na Figura 10 demonstram que o inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> promoveu efeitos positivos no aumento da SB quando conciliado com adubação no momento do transplântio. Isso é evidente, pois os Tratamentos 2 e 5 mostraram resultados equivalentes à testemunha, mesmo recebendo apenas metade da quantidade de potássio ( $\text{K}^+$ ) aplicado na testemunha no momento do transplântio. Isso comprova o potencial do inoculante em melhorar absorção de potássio (K) para as plantas. Os elementos  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , que também fazem parte da soma de bases (SB), foram adicionados em quantidades iguais tanto na testemunha quanto nos outros tratamentos do estudo. Dessa forma, não foi possível observar os efeitos específicos do BiomaPhos<sup>®</sup> sobre esses elementos.

Os resultados das análises da BioAS estão demonstrados na Tabela 5. Na avaliação IQS BioSolo e Ciclagem de Nutrientes o Tratamento 2 (50% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) foi o único que verificou superioridade a todos tratamentos do trabalho. Os demais tratamentos apresentaram semelhança entre os mesmos e não se diferenciaram da análise inicial do experimento. As avaliações do IQS Fertbio e do IQS Químico, o Tratamento 1 (Testemunha, 100%  $\text{P}_2\text{O}_5$  + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), o Tratamento 2 (50% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o

Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se apresentaram equivalentes e com melhores índices em relação aos demais tratamentos. O Tratamento 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) demonstrou superioridade apenas em relação ao Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>). O Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) foi o tratamento que obteve o menor índice em ambas avaliações

TABELA 5. Médias referente à análise BioAS do dia 0 do experimento (Análise inicial) e dos Tratamentos no final do experimento. T1= Tratamento 1 (testemunha), T2 = Tratamento 2, T3 = Tratamento 3, T4 = Tratamento 4 e T5 = Tratamento 5.

	Análise inicial	T1 (100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 0% BiomaPhos <sup>®</sup> )	T2 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	T3 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 100% BiomaPhos <sup>®</sup> )	T4 (0% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )	T5 (50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 50% BiomaPhos <sup>®</sup> )
IQS BioSolo	0,18 b	0,195 b	0,23 a	0,1725 b	0,175 b	0,195 b
Ciclagem nutrientes	0,18 b	0,195 b	0,23 a	0,1725 b	0,175 b	0,195 b
IQS Fertbio	0,24 d	0,48 a	0,4475 a	0,38 c	0,3375 b	0,445 a
IQS Químico	0,28 d	0,6225 a	0,56 a	0,485 b	0,415 c	0,57 a
Armaz. Nutrientes	0,11 c	0,4 a	0,3925 a	0,33 b	0,29 b	0,4075 a
Supri. Nutrientes	0,44 d	0,845 a	0,7275 b	0,6425 b	0,5425 c	0,7325 b

**Fonte:** O autor (2024)

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação Armazenamento de Nutrientes, foi verificado melhoria do solo de todos os tratamentos em relação à Análise inicial. Foi constatado similaridade entre o Tratamento 1 (Testemunha, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), Tratamento 2 (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>), onde os mesmos verificaram

os maiores índices do presente trabalho. O Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se apresentaram equivalentes e foram inferiores aos demais tratamentos.

A avaliação suprlmentos de nutrientes demonstra destaque para o Tratamento 1 (Testemunha, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0% BiomaPhos<sup>®</sup>), que obteve a maior média. Em seguida, os Tratamento 2 (T2 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>), Tratamento 3 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100% BiomaPhos<sup>®</sup>) e o Tratamento 5 (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>) se apresentaram semelhantes e superiores ao Tratamento 4 (0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50% BiomaPhos<sup>®</sup>). Nesta avaliação foi verificado melhoria do solo de todos os tratamentos em relação à análise inicial.

Em um trabalho da Embrapa, Mendes *et al.* (2021) explicam que o Índice de Qualidade Química e Biológica do Solo (IQSfertbio) combina componentes químicos e biológicos do solo. Esse índice incorpora três funções essenciais: ciclagem de nutrientes, armazenamento de nutrientes e fornecimento de nutrientes, representando de maneira geral todas as variáveis presentes na BioAS. Na avaliação do IQSfertbio, os Tratamentos 2 e 5 igualaram-se aos resultados da testemunha, mesmo recebendo apenas metade da dosagem de fósforo aplicada na testemunha. O Tratamento 5, que teve uma inoculação de 50% do BiomaPhos<sup>®</sup> e 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, destacou-se ao comparar com o Tratamento 2, que recebeu 100% de BiomaPhos<sup>®</sup> e 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mostrando maior eficiência ao utilizar metade da quantidade de BiomaPhos<sup>®</sup> aplicada no Tratamento 2.

Neste mesmo material publicado pela Embrapa por Mendes *et al.* (2021) que explica a tecnologia BioAS, explica que os índices das variáveis que compõem a BioAS podem ser classificados da seguinte forma: muito baixo (0 – 0,20), baixo (0,21 – 0,40), médio (0,41 – 0,60), alto (0,61 – 0,80) e muito alto (0,81 – 1). Os indicadores de qualidade do solo (IQS Fertbio) variaram de baixo a médio nos resultados apresentados. Embora os tratamentos não tenham alcançado índices altos ou muito altos, que seriam ideais, observou-se um aumento gradual dos indicadores desde a análise inicial até o fim do experimento. Isso sugere que, com novas aplicações sucessivas do inoculante, os índices das variáveis que compõem a BioAS poderão apresentar melhores resultados no futuro.

## 5 CONCLUSÕES

- Os Tratamentos 2 e 5, que receberam aplicação de BiomaPhos<sup>®</sup> em conjunto com fósforo, ainda que em quantidades inferiores às da testemunha, apresenta resultados semelhantes à testemunha na maioria dos aspectos vegetativos do experimento.
- Os Tratamentos 2 e 5, que receberam aplicação de BiomaPhos<sup>®</sup> juntamente com fósforo, ainda que em quantidades inferiores às da testemunha, apresentam resultados semelhantes à testemunha em todos os aspectos relacionados à produtividade do experimento.
- Majoritariamente, os tratamentos em que foi inoculado o BiomaPhos<sup>®</sup> apresentou menor percentual de frutos com fundo preto e também promove menor percentual de frutos não comercializáveis.
- O inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> induz à solubilização de fósforo retido nas argilas do solo e também promove melhoria nos índices de matéria orgânica e na redução da acidez do solo.
- O inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> sem aplicação conciliada com fósforo não promove bons resultados no presente experimento.

## 6 REFERÊNCIAS

- ACCUWEATHER. Accuweather, 2024, Previsão do tempo, Disponível em: <https://www.accuweather.com/pt/br/bambu%C3%AD/39274/november-weather/39274?year=2023>. Acesso em: 14 de maio de 2024.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação, e em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 2004. 400p.
- BARBOSA, J. S. O. **Aplicação de solubilizador de fósforo em diferentes dosagens na cultura da cenoura**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ensino Superior de São Gotardo. São Gotardo, 2022.
- BITTENCOURT, C.D. *et al.* Desempenho de inoculante solubilizador de fosfato no crescimento e produção do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Anais:Embrapa Arroz e Feijão*, 2022.
- BLAKE, C.; CHRISTENSEN, M.N.; KOVÁCS, Á.T. Molecular aspects of plant growth promotion and protection by *Bacillus subtilis*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 34, n. 1, p. 15-25, 2021.
- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil science society of America journal**, v. 56, n. 3, p. 777-783, 1992.
- CLICK MUDAS. Click Mudas, [s.d.], insumos. BiomaPhos®.Disponível em: <https://www.clickmudas.com.br/insumos/biomaphos-2-1>. Acesso em 12 de junho de 2024.
- DAM, B.V. *et al.* **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Agrodok, 17. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2006.
- de ÁVILA, A. C. *et al.* **Como plantar tomate de mesa: Adubação**. Embrapa, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/hortalicas/tomate-de-mesa/adubacao>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- Dias, C. **Brasil adicionou 22,8 milhões de toneladas de fósforo em seus solos nos últimos 50 anos**. Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/33747073/brasil-adicionou-228-milhoes-de-toneladas-de-fosforo-em-seus-solos-nos-ultimos-50-anos>. Acesso em: 6 nov. 2023.
- dos PASSOS, E.G.C. *et al.* Uso de inoculantes em tomate para avaliação de redução de fertilizantes nitrogenados e potássicos. **Revista Latinoamericana Ambiente e Saúde**, v. 5, n. 3 (especial), p. 294-300, 2023.
- FERNANDES, C.; CORÁ, J.E.; BRAZ, L.T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 275-278, 2007.
- FERNANDEZ-MUÑOZ, R.; GONZALEZ-FERNANDEZ, J. J.; CUARTERO, J. **Variability of pollen tolerance to low temperatures in tomato and related wild species**. *Journal of Horticultural Science*, v. 70, n. 1, p. 41–49, 1995.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GONÇALVES, G.K. *et al.* Extratores de fósforo para o arroz irrigado em solos adubados com fosfato natural reativo. **Revista de ciências agroveterinárias. Lages.** v. 11, n. 3, p. 196-204, 2012.

HORTA, C. Sustentabilidade da fertilização fosfatada: origens e formas do fósforo. **Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal.** Castelo Branco, Portugal. v. 38, n. 4, p. 473-483, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

**Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

Disponível em:

[https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado%20\(https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados\)](https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado%20(https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados)). Acesso em: 10 mai. 2024.

LUZ, José Magno Q. *et al.* Produtividade de tomate'Débora Pto'sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 489-494, 2010.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 149-153, 2007.

MENDES, I.C., *et al.* Tecnologia BioAS: uma maneira simples e eficiente de avaliar a saúde do solo. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 50 p.

MENDES, I.C.; JÚNIOR, F. **Microrganismos e Disponibilidade de Fósforo (P) nos Solos: Uma análise crítica.** Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2003. 26 p.

MIRANDA, T.M.; BUSO, W.H.D. Aplicação foliar de biomafos em milho safrinha. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p.1-8, 2022.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2006.

OLIVEIRA-PAIVA, C.A. *et al.* **Validação da recomendação para o uso do inoculante BiomaPhos® (Bacillus subtilis CNPMS B2084 e Bacillus megaterium CNPMS B119) na cultura de soja.** Circular Técnica, n. 279. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

PELUCO, R. G. *et al.* Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 03, p. 259-266, 2015.

POSTINGHER, D.; MARTINS, S.; ASSIS, F. Respostas agrônômicas da cultura do tomateiro em estufa plástica. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 2, n. 2, 1996.

RIBEIRO, A. C. GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RIBEIRO, S. A. **Comparação entre cultivo de plantas em vasos e no campo.** 1994. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** 2. ed. Campinas: Embrapa Territorial, 2020. 34 p. il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Territorial, ISSN 1806-3322; 35).

ROSSETO R. *et al.* Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A. C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo, p. 271-288, 2010.

SOUZA, R. V. **Uso de *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* na cultura do trigo.** 2023. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, RS, 2023.

TREICHEL, M. *et al.* **Anuário Brasileiro do Tomate 2016.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84 p. : il. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/flip/anoario-tomate-2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Acesso em: 9 de novembro 2024.

VELOSO, C.A.C. *et al.* Correção da acidez do solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. de J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará.** Brasília: Embrapa, 2020. p. 121-131, 2020.

VITTI, G.C.; WIT, A.; FERNANDES, B.E.P. Eficiência agronômica dos termofosfatos e fosfatos alternativos. **Fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 688-726, 2004.

ZUFFO, A.M.; AGUILERA, J.G.; MARQUES, L.F. Pesquisas agrárias e ambientais Volume XVIII. **Pesquisas agrárias e ambientais: Volume XVIII.** Pantanal Editora, 2023. 81p.