

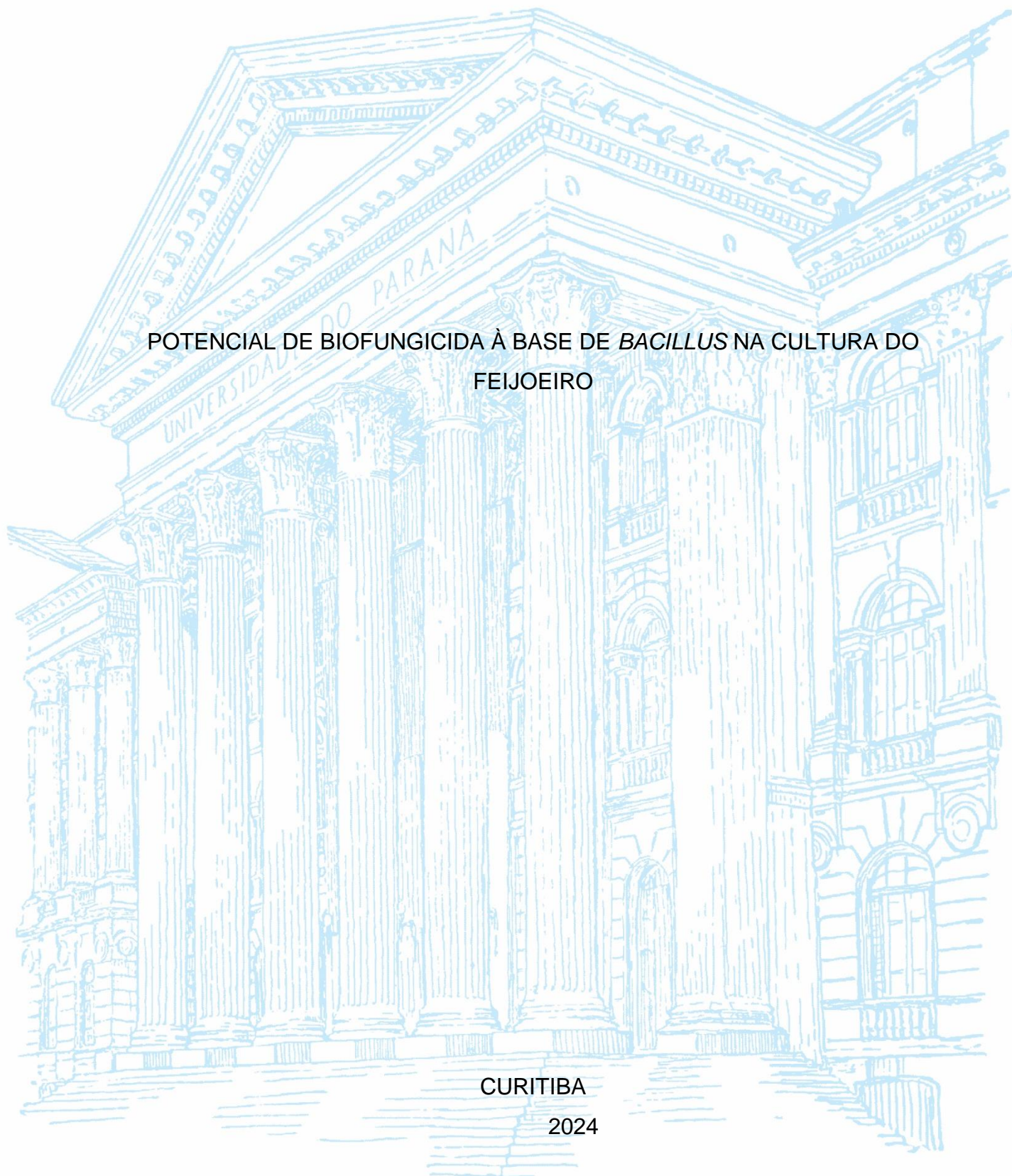
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ DARLEY LOPES ROSSET

POTENCIAL DE BIOFUNGICIDA À BASE DE *BACILLUS* NA CULTURA DO  
FEIJOEIRO

CURITIBA

2024



JOSÉ DARLEY LOPES ROSSET

POTENCIAL DE BIOFUNGICIDA À BASE DE *BACILLUS* NA CULTURA DO  
FEIJOEIRO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Sérgio Miguel Mazaro

CURITIBA

2024

## RESUMO

O uso de agentes de controle biológico, vem sendo utilizados no manejo de doenças nas principais culturas agrícolas, sendo que na cultura do feijoeiro, tais informações ainda são limitadas, nesse sentido foi desenvolvido um trabalho com objetivo de avaliar o potencial de biofungicida à base de *Bacillus* na cultura do feijoeiro e associações com o manejo químico. O experimento foi conduzido na fazenda Campo Grande, em Ponta Grossa, no ano de 2023. A cultivar de feijão foi a Embrapa IPR Sabia, com uma plantabilidade de 12 plantas viáveis por metro linear, sendo o delimitamento blocos casualizados, em quatro repetições, com parcelas de 5 linhas de 0,45 m x 6 m de comprimento, e quatro tratamentos, sendo: T1 – testemunha; T2 - biológicos associado a químico (Bombardeiro 0,4 lts ha + Simetria 0,3 lts ha); T3 - biológicos (Bombardeiro 0,4 lts ha) e T4 – químicos. O produto biológico utilizado possuía na sua composição o complexo de *Bacillus*, sendo o *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus amyloliquefasciens*. A colheita foi realizada de forma manual e trilhada em batedor tratorizado, sendo colhido 3 linhas de 0,45 m e 3 metros de comprimento. O experimento não permitiu avaliar de forma comparativa doenças, haja vista a baixa pressão ocorrida na lavoura, porém o uso de produtos biológicos associado com tratamento químico propiciou maior produtividade na cultura.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, biocontrole, manejo doenças.

## ABSTRACT

The use of biological control agents has been used in the management of diseases in the main agricultural crops, and in the bean crop, such information is still limited. In this sense, work was developed with the objective of evaluating the potential of biofungicide based on *Bacillus* in bean cultivation and associations with chemical management. The experiment was conducted at the Campo Grande farm, in Ponta Grossa, in the year 2023. The bean cultivar was Embrapa IPR Sabia, with a plantability of 12 viable plants per linear meter, with the design being randomized blocks, in four replications, with plots of 5 lines measuring 0.45 cm x 6 m long, and four treatments, being: T1 – control; T2 - biological associated with chemical (Bombardeiro 0.4 liters ha + Simetria 0.3 liters ha); T3 - biological (Bombardeiro 0.4 liters ha) and T4 – chemical. The biological product used had in its composition the *Bacillus* complex, being *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* and *Bacillus amyloliquefasciens*. The harvest was carried out manually and threshed using a tractorized beater, with 3 lines measuring 0.45 cm and 3 meters long being harvested. The experiment did not allow for a comparative assessment of diseases, given the low incidence that occurred in the crop, but the use of biological products associated with chemical treatment provided greater productivity in the crop.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, biocontrol, disease management.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivos gerais.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1. Cultura do feijoeiro e manejo de doenças.....	17
3.2. Controle Biológico.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por tecnologias que preservem o ambiente vem sendo cada vez mais discutida, devido ao uso excessivo de agroquímicos, que além de causarem danos ao homem e ao meio ambiente, tem levado à resistência de pragas e patógenos de plantas.

Na cultura do feijoeiro, o manejo químico prevalece, sendo um fator de preocupação quanto aos resíduos químicos, bem como a resistência de patógenos à fungicidas, dificultando o manejo de doenças.

Nesse sentido o uso de agentes de controle biológico, vem sendo utilizados no manejo de doenças na cultura do feijoeiro, vindo ao encontro da crescente demanda mundial por alimentos livres de resíduos químicos e uso de agentes de biocontrole no manejo fitossanitário das das principais culturas agrícolas (MELO; NASCIMENTO; SERRA, 2021).

Entre os microrganismos utilizados no controle biológico no manejo de doenças foliares, encontra-se o complexo de *Bacillus*, entre eles o *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus amyloliquefasciens*.

O *Bacillus subtilis* é um agente de biocontrole bastante utilizado por agir de forma antagonista, liberando substâncias tóxicas que agem e competem com os patógenos. Em condições controladas, essa espécie foi avaliada como antagonista de diversos fungos fitopatogênicos (KUPPER; BELLOTTE; GOES, 2009; FIGUEIREDO et al., 2010). Além disso, esse microrganismo promove o crescimento das plantas e mostra-se versátil e eficaz no controle de doenças e no desenvolvimento das culturas (GRIGOLETTI JÚNIOR; SANTOS; AUER, 2004).

O *Bacillus pumilus* é uma bactéria formadora de esporos, encontrada em vários tipos de ambientes, como solo (principalmente), água, ar e tecidos vegetais em decomposição. Na agricultura, o *B. pumilus* está sendo empregada para o controle de diversos fungos, além de promover o crescimento de plantas (MONNERAT et al., 2020). Os fungicidas à base de *Bacillus pumilus* atuam no metabolismo celular, causando destruição celular e morte do patógeno, formando uma barreira física entre os esporos e as superfícies das folhas.

*Bacillus amyloliquefasciens* é uma bactéria móvel, muito semelhante a *B. subtilis*. Ela pode ser isolada de vários ambientes distintos, inclusive alimentos e solo,

produz dezenas de enzimas de interesse industrial e possui grande atividade microbiana, podendo ser utilizada no controle de fungos, bactérias e de nematoides (MONNERAT et al., 2020).

Encontra-se na literatura muitos trabalhos que contemplam o potencial de agentes biológicos no controle de doenças, no entanto, são poucos os trabalhos realizado a campo, e mais restrito ainda na cultura do feijoeiro, oque justifica o desenvolvimento desse trabalho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o potencial de biofungicida à base de *Bacillus* na cultura do feijoeiro

### **2.2. Objetivos específicos**

Determinar o incremento de produtividade do feijoeiro pelo uso de biofungicida à base de *Bacillus* e associações com manejo químico.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Cultura do Feijoeiro e Manejo de Doenças

O feijão é um grão muito importante para o brasileiro, está presente em diversos pratos, é um alimento acessível à população e tem grande importância na geração de emprego e no aporte nutricional. A produção na safra 2020/2021 está estimada 2.940 mil toneladas, e o cenário é de boa rentabilidade para o produtor (CONAB, 2021/2022). O estudo da interação com microrganismos promotores de crescimento é muito importante na cultura do feijão, visto que é produzido em sua maior parte por pequenos produtores, e o uso dessa ferramenta pode reduzir o uso de adubos, e ainda aumentar a rentabilidade e diminuir os impactos sobre o meio ambiente desses insumos (Araújo et al., 2007).

A utilização do controle químico através de fungicidas em aplicações foliares vem sendo uma alternativa muito utilizada pelos produtores no controle de patógenos na cultura do feijão (KOGUISHI, 2011).

Os fungicidas são agentes de origem natural ou sintética, que protegem as plantas contra as infecções causadas por fungos ou erradicam as infecções já estabelecidas. Quanto a sua mobilidade, podem ser ou não sistêmicos, tendo como método preventivo, curativo e erradicante. Utilizam-se os fungicidas na fase da germinação do fungo, penetração, colonização e esporulação, ou seja, na fase reprodutiva do fungo (GRAFFITTI, 2017).

Segundo Pinto et al. (2004b), a aplicação foliar de um fungicida eficiente impede o avanço da doença logo após a aplicação. Os fungicidas sistêmicos apresentam uma maior eficiência no controle de doenças, uma vez que estes penetram na planta e são translocados junto com os fotoassimilados no sentido basipetal, garantindo o movimento por todos os órgãos da planta.

O uso mais comum das aplicações de fungicidas de ação sistêmica tem sido a dos grupos químicos das estrobilurinas e dos triazóis, nas doses recomendadas pelos respectivos fabricantes. Assim, a mistura composta por azoxistrobina + ciproconazol tem sido muito utilizada no combate à lesão de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), que é uma das doenças mais destrutivas do feijão-comum, podendo



ocasionar perda total da lavoura quando infecta as plantas nos primeiros estádios do seu desenvolvimento.

A aplicação desses produtos é mais frequentemente realizada durante a fase de V6 (CHAGAS, 2016). No entanto, a aplicação em etapas antes desse período, ajuda a inibir a germinação do inóculo inicial de patógenos que estão na palhada e garantir que a cultura seja protegida e produzida com sucesso.

### **3.2. Controle Biológico**

Dentro do agroecossistema, o uso intensivo de pesticidas aumenta a sua dependência devido aos desequilíbrios biológicos (eliminação de inimigos naturais, antagonistas), à ressurgência de pragas, resistência dos organismos alvos aos princípios ativos, surgimento de novos problemas fitossanitários causado pela eliminação dos agentes responsáveis pelo controle biológico natural (Campanhola & Bettiol, 2003).

O uso de produtos biológicos está em ampla expansão, com uso em mais de 30 milhões de hectares no mundo, sendo liderado pela Europa, e América do Norte, e em franca expansão na América Latina, seguido pela Ásia. Essa expansão e adesão está relacionado a suas características positivas associadas a saúde do homem, produtos mais saudáveis e ganhos produtivos nas culturas (Van Lenteren, et al., 2018).

No Brasil, de acordo com van Lenteren et al. (2020) a área sob controle biológico de pragas e doenças com inimigos naturais e agentes microbianos de biocontrole é superior a 24,7 milhões de ha, considerando as informações de 2017. Essa expansão e adesão está relacionada às suas características positivas associadas à saúde do homem, produtos mais saudáveis e ganhos de produtividade nas culturas (van Lenteren, et al., 2018).

Os avanços no uso de agentes de controle biológico se devem a alguns fatores como: produção de bioprodutos em escala industrial; diversidade de agentes biológicos para os diferentes alvos; casos de sucessos sendo demonstrados; quando os pesticidas químicos falham ou não estão disponíveis (van Lenteren et al. 2018).

Antes de fazermos intervenções externas no sistema produtivo é necessário a compreensão dos conceitos básicos de controle biológicos, sendo que podem ser

classificados em quatro tipos diferentes de controle biológico: natural, conservacionista, clássico e aumentativo. Sendo natural, aonde organismos danosos as culturas são reduzido por organismos benéficos de ocorrência natural, sem qualquer intervenção humana. Conservacionista, aonde ocorre ações humanas no sentido de proteção e estímulo a preservação e aumento natural de agentes benéficos. Controle biológico clássico, os inimigos naturais são coletados em uma área de exploração, geralmente a área de origem da praga, e em seguida, liberado em áreas aonde busca-se elevar o número de agentes de biocontrole, podendo resultar em população permanente. Controle biológico aumentativo, inimigos naturais (parasitóides, predadores ou microrganismos) são inseridos de forma massal em uma lavoura com objetivo de controle imediato ou prolongado (Van Lenteren, et al., 2018).

No Brasil, somente em 1991 foi publicado o primeiro livro sobre o tema por Bettiol (1991) intitulado “Controle biológico de doenças de plantas”. Para a América Latina e Caribe, em 2014 foi publicado o livro “Control biológico de enfermedades de plantas em América Latina y el Caribe” por Bettiol et al. (2014). Apesar de seu início tardio, atualmente o Brasil é um dos países que mais utiliza controle biológico de doenças e pragas, com uma área aproximada de 30 milhões de hectares (Bueno et al., 2020).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Fazenda Campo Grande, em Ponta Grossa, PR, na região dos campos gerais, com altitude próxima a 975 m, latitude -25,20496557 e longitude -50,0445635. O clima segundo Köppen é tipo Cfb o qual podemos classificar como clima temperado úmido, sem estação seca, com verão mais ameno, onde a temperatura média anual se situa entre 15,5 °C e 17,0 °C.

A cultivar de feijão foi a Embrapa IPR Sabia, possuindo hábito de crescimento indeterminado tipo II, 87 dias, com uma plantabilidade de 12 plantas viáveis por metro totalizando uma população de 266.500 plantas por hectare na Safra de 2023/2023.

Com o intuito de avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão, o mesmo foi submetido ao tratamento com o produto biológico contendo *Bacillus*, sendo o produto comercial o Bombardeiro da Biotrop, o qual possui em sua

composição: *Bacillus subtilis* isolado CCTB04; *Bacillus velezensis* isolado CCTB09 e *Bacillus pumilus* isolado CCTB05.

Além do tratamento com produtos biológicos, foi utilizado uma testemunha para nível de comparação e também o padrão de tratamento da fazenda, sendo que a testemunha recebeu duas aplicações de químicos, para evitar a disseminação de inoculo de doenças.

O delinamento foi blocos casualizados, em quatro repetições, com parcelas de 5 linhas de 0,45 cm x 6 m de comprimento, conforme exposto no croqui abaixo.

**Tabela 1. Croqui dos tratamentos.**

Croqui do ensaio					
1	3	4	2	3	4
2	4	1	3	1	2
3	1	2	4	2	3
4	2	3	1	4	1

Fonte: o autor (2024)

Foram quatro tratamentos, sendo:

1	Testemunha
2	Biológicos associado a químico (Bombardeiro 0,4 lts ha + Simetria 0,3 lts ha)
3	Biológicos (Bombardeiro 0,4 lts há)
4	(Químico) Padrão Fazenda

O tratamento padrão fazenda, foi realizado no tratamento de sementes e contou com a utilização de inseticidas e fungicidas, como demonstrado na tabela abaixo constando os produtos e suas dosagens:

**Tratamento Padrão Fazenda (TPF).**

Padrão TS		
Produto	Componente Principal	Dose/ha
Cropstar (Inseticida)	Tiodicarbe – Imidacloprido	300 ml/ha
Carbendazin (Fungicida)	Methylbenzimidazol-2-ylcarbamate	150 ml/ha
Shelter (Inseticida)	Fipronil	100 ml/ha

Fonte: o autor (2024)

Os produtos utilizados no TPF foram o Cropstar que é um Inseticida sistêmico do grupo Neonicotinoides e Metilcarbamato de oxima utilizado no tratamento das sementes, contendo em sua composição o Tiodicarbe e Imidacloprido (AGROLINK, 2023).

O Carbendazim é um fungicida sistêmico de translocação ascendente, que apresenta ação protetora e curativa, sendo rapidamente absorvido pelos tecidos verdes e raízes e atua na inibição de tubos germinativos (NORTOX, 2019).

Outro produto utilizado foi o Shelter que é um inseticida utilizado no tratamento de sementes, visando o controle de diversas doenças, em várias culturas incluindo o feijão. No qual, tem visa controlar a Broca-do-colo (*Elasmopalus lignosellus*) e o Coró (*Phyllophaga cuyabana*) (ADAMA, 2020).

O padrão BIOTROP, foi realizada a pulverização com fungicida microbiológico Bombardeiro que possui em sua composição:

- *Bacillus subtilis*, isolado CCTB04 (Mínimo de  $1,5 \times 10^{11}$  endósporos viáveis/L de pc).....33,3g/L (3,3% m/v)
- *Bacillus velezensis*, isolado CCTB09 (Mínimo de  $1,2 \times 10^{11}$  endósporos viáveis/L de pc)..33,3g/L (3,3% m/v)
- *Bacillus pumilus*, isolado CCTB05 (Mínimo de  $1,9 \times 10^{11}$  endósporos viáveis/L de pc).....33,3g/L (3,3% m/v)
- Outros ingredientes....990g/L (99% m/v)

Outro produto que foi adicionado ao Tratamento 2, foi o Simetria que possui na sua composição:

- 2-(1H-indol-3-yl) acetic acid [Indol-3-ylacetic acid (Ácido indolacético)].....0,03 g/L (0,003% m/v)
- Outros ingredientes.....999,97 g/L (99,997% m/v),

Produtos a base de ácido indolacético são classificados como inofensivo ao ser humano e o meio ambiente tem seu uso agrícola apenas como um regulador de crescimento. No Brasil já vem sendo utilizado a vários anos como reguladores de crescimento vegetal.

O Simetria é um produto a base de hormônios naturais, sendo que ajuda na nodulação e crescimento vegetativo de plantas, estimulando por exemplo maior nodulação e engalhamento nas plantas.

**Tratamento Padrão Biotrop.**





Biotrop/TotalBio		
Produto	Composição	Dose/ha
Bombardeiro	Bacillus subtilis isolado CCTB04,	300 ml/ha
	Bacillus velezensis isolado CCTB09	
	Bacillus pumilus isolado CCTB05	
Simetria	(Ácido indolacético).	300 ml/ha

Fonte: o autor (2024)

A colheita foi realizada de forma manual e trilhada em batedor tratorizado, sendo colhido 3 linhas de 0,45 cm e 3 metros de comprimento.



Fase inicial da cultura (Estádio V3)

Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
			

Estádio em R2 ausência de doença na área.



Estagio em R5 e R7 início de senescência.



Momento da colheita



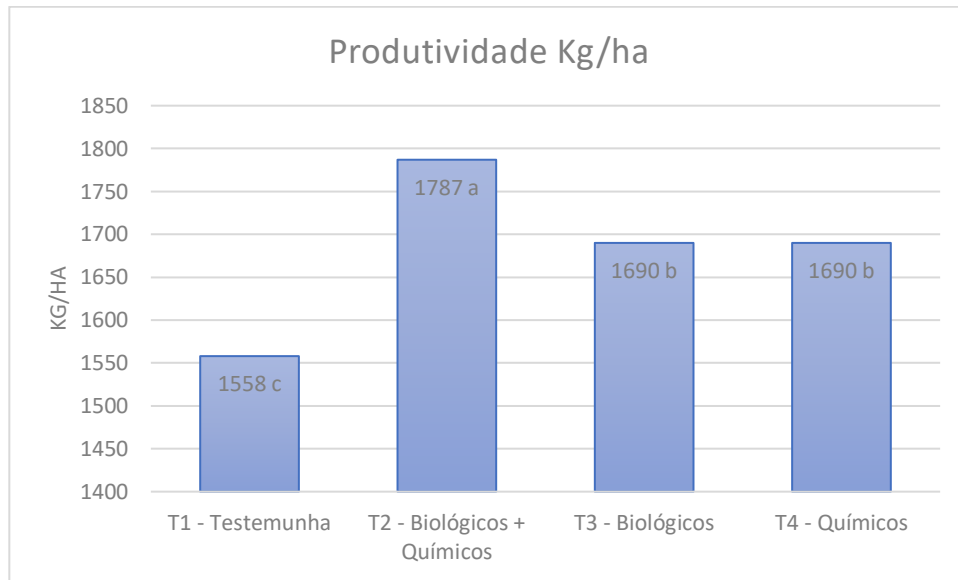
Pós colheita

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados obtidos verificou-se que quando se faz o uso associado de biológicos e químicos, ocorreu uma melhor resposta produtiva do feijoeiro.

Quando se fez somente o uso de produtos químicos ou de biológicos, ocorreu uma menor eficiência, resultando em menor produtividade em comparação ao uso associado.





Em relação aos tratamentos microbiológicos, além do controle biológico, as rizobactérias promotoras de crescimento do gênero *bacillus* auxiliam na síntese de fitohormônios, contribuindo para o crescimento do sistema radicular das plantas, além de maior absorção de água e nutrientes (buchelt et. al., 2019). assim, a utilização dessas bactérias, principalmente em associação com os fungicidas, beneficiou o desenvolvimento de plantas mais vigorosas e conseqüentemente mais produtivas.

Os dados se limitaram a determinar a produtividade, pois não houve pressão de doença em função do manejo da área, voltando feijão para a mesma área, após 4 safras de rotação, um produtor que busca sempre a excelência na lavoura, obtendo assistência técnica de forma consultiva e programada toda sua lavoura com antecedência os insumos determinados para as culturas exploradas.

## 6. CONCLUSÕES

O experimento não permitiu avaliar de forma comparativa doenças, haja visto a baixa pressão ocorrida na lavoura, porém a área com o uso de produtos biológicos associado com tratamento químico propiciou maior produtividade na cultura.

## REFERÊNCIAS

BETTIOL, W. 1991. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguaríuna: Embrapa-CNPDA, 388 p.

FIGUEREDO et al 2010;

BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P. **Control biológico de enfermedades de plantas en Brasil**. In: BETTIOL, W.; RIVERA, M. C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE, J. R.; COLMENÁREZ, Y. C. **Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe**. [Montevideú]: Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, 2014., p. 91-137, 2014, p. 91-137.

CAMPANHOLA C, BETTIOL W (2003) Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: Campanhola C, Bettiol W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Embrapa, pp. 13-51

VAN LENTEREN, J.C., BOLCKMANS, K., KÖHL, J. *et al.* Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, v.63, p. 39–59, 2018.

BUCHELT, A. C. *et al.* Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.

FONSECA JÚNIOR, N.S. *et al.* **Estimativas do ganho genético para o feijão do grupo de cores no Paraná**. In : REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISAS DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. Anais... Goiânia : EMBRAPA, 1996b. p.298-300.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Safra 2020/2021 - 12º Levantamento, v. 8, n. 12, p. 54-55,

2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 abr. 2022.

MELO, T. A.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. O gênero *Bacillus* aplicado ao controle biológico de doenças de plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. 1-22, 2021.

MONNERAT, R. *et al.* **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020, 46p. (Documentos, 369).

DE ARAÚJO, Fabio Fernando et al. **Fixação biológica de N<sub>2</sub> no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada**. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.

Bueno, Jackson Jordão Teixeira. "**Qualidade de sementes de cultivares de feijão comum**." (2020).

CAMPANHOLA, Clayton; **BETTIOL, Wagner**. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. 2003.

Rodrigues, G. F., Migliorini, P., Junges, E., da Silva, R. N. O., **Chagas, H. L., Nunes, A., ... & de Tunes, L. V. M.** (2016). **Inoculação artificial de *Fusarium oxysporum* em sementes de *Phaseolus vulgaris***. *Scientia Plena*, 12(7).

Amaral, C. B. D., **Pinto, C. C.**, Flôres, J. D. A., Mingotte, F. L. C., Lemos, L. B., & Fornasier Filho, D. (2016). **Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 1602-1609.

**FIGUEIREDO, José EF** et al. Atividade antagonista in vitro de *Bacillus subtilis* contra fungos fitopatogênicos do milho e sorgo.

SÁ, Keoma Reis de. **Influência dos micro-organismos eficientes e pó de rocha na cultura do feijão** (*phaseolus vulgaris* L.). **AGROLINK 2023**.