UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO - RS
CURSO DE AGRONOMIA

MARLON RITTER BUSATTO

PRODUTOS BIOLÓGICOS A BASE DE *Trichoderma* spp. E *Bacillus methylotrophicus* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO

CERRO LARGO
2025

MARLON RITTER BUSATTO

PRODUTOS BIOLÓGICOS A BASE DE *Trichoderma spp.* E *Bacillus methylotrophicus* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof ª. Drª. Juliane Ludwig

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

, Marlon Ritter Busatto
PRODUTOS BIOLÓGICOS A BASE DE Trichoderma spp. E Bacillus methylotrophicus NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO / Marlon Ritter Busatto . -- 2025.
38 f.:il.

Orientadora: Prof ª Dr ª Juliane Ludwig

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

I. Ludwig, Juliane, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARLON RITTER BUSATTO

PRODUTOS BIOLÓGICOS A BASE DE *Trichoderma spp.* E *Bacillus methylotrophicus* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 03/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
JULIANE LUDWIG
Data: 15/12/2025 17:28:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Drª. Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
NERISON LUIS POERSCH
Data: 12/12/2025 12:43:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Nerison Poersch - UFFS
Avaliador

Documento assinado digitalmente
gov.br
JANAINA SILVA SARZI
Data: 12/12/2025 11:43:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Eng ª Agr ª Dr ª. Janaina Silva Sarzi
Avaliador

Dedico este trabalho a minha família, que
não pouparam esforços para que eu
pudesse concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, a Deus por permitir que eu chegasse nesses momentos, agradeço a minha orientadora Juliane Ludwing, e a todos meus amigos que me ajudaram durante o processo.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de produtos biológicos à base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus methylotrophicus* no tratamento de sementes de trigo, analisando seus efeitos sobre a qualidade fisiológica e sanitária das plantas. O experimento foi conduzido em laboratório e a campo na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), utilizando delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos compreenderam cada produto aplicado isoladamente e suas combinações entre os produtos à base de *Trichoderma spp.* e *B. methylotrophicus*. No laboratório, avaliaram-se o comprimento da parte aérea e das raízes, a massa seca das plântulas, o índice de velocidade de germinação (IVG) e a severidade da ferrugem da folha (*Puccinia triticina*). Os resultados demonstraram que *T. harzianum* e a mistura *T. harzianum* + *B. methylotrophicus* proporcionaram melhor desenvolvimento inicial, destacando-se em comprimento de raiz, massa seca e IVG. Em contraste, a combinação entre *T. asperellum* e *B. methylotrophicus* apresentou efeito antagônico, reduzindo o vigor das plântulas. O uso isolado de *T. asperellum* mostrou eficiência no controle da ferrugem da folha, reduzindo significativamente a severidade da doença em comparação à testemunha. Esses resultados reforçam o potencial dos microrganismos biológicos como promotores de crescimento e agentes de biocontrole, configurando alternativa sustentável ao uso de fungicidas sintéticos. Conclui-se que produtos à base de *T. harzianum* e *B. methylotrophicus* contribuem para o vigor inicial das plantas e podem ser integrados ao manejo fitossanitário da cultura do trigo, promovendo sustentabilidade e eficiência produtiva.

Palavras-chave: Biocontrole, *Puccínía tritícína,* germinação, *Triticum aestivum,* Controle biológico.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of biological products based on *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, and *Bacillus methylotrophicus* in wheat seed treatment, assessing their effects on plant physiological and sanitary quality. The experiment was conducted in laboratory and field conditions at the Federal University of Fronteira Sul (UFFS), using a completely randomized design with six treatments and four replicates. Treatments included each commercial product applied individually and their combinations between *Trichoderma spp.* and *B. methylotrophicus*. In the laboratory, shoot and root length, seedling dry mass, germination speed index (GSI), and leaf rust (*Puccinia triticina*) severity were evaluated. The results indicated that *T. harzianum* and the mixture *T. harzianum* + *B. methylotrophicus* promoted superior seedling development, especially in root length, dry mass, and GSI. In contrast, the combination of *T. asperellum* and *B. methylotrophicus* exhibited an antagonistic effect, reducing plant vigor. The isolated application of *T. asperellum* showed efficiency in controlling leaf rust, significantly reducing disease severity compared to the control. These findings highlight the potential of biological microorganisms as growth-promoting and biocontrol agents, presenting a sustainable alternative to synthetic fungicides. It is concluded that products based on *T. harzianum* and *B. methylotrophicus* contribute to early plant vigor and can be integrated into wheat crop health management strategies, promoting sustainability and productive efficiency.

Keywords: Biocontrol, *Puccínía tritícína,* germination, *Triticum aestivum,* biological control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Croqui da área com a distribuição dos tratamentos em cada parcela, localizado na área experimental da Universidade da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo – RS 22
Figura 2 -Escala diagramática para avaliação da ferrugem da folha do trigo (Triticum aestivumL.) causado por Pucinia triticna.Os valores são porcentagens de área foliar com sintoma da doença 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Doses do produto comercial para os respectivos tratamentos. 20
Tabela 2 – Médias em porcentagem de germinação de sementes de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025 25
Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de plantas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025. 26
Tabela 4 – Médias do comprimento da parte aérea em milímetros (CPA) e da parte radicular (CPR) de plântulas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025 27
Tabela 5 – Médias do peso da massa seca da parte aérea e massa seca da parte radicular (MSPR) em gramas de plântulas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025. 28
Tabela 6–Médias da severidade de ferrugem (*Puccínía tritícína)* na folha bandeira em plantas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025.....29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 REVISÃO DE LITERATURA 12
2.1 CULTURA DO TRIGO 12
2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS NA CULTURA DO TRIGO 13
2.3 CONTROLE DE DOENÇAS NA CULTURA DO TRIGO 14
2.4 TRATAMENTO DE SEMENTES 15
2.5 USO DE MICRORGANISMOS NO TRATAMENTO DE SEMENTES 16
***2.5.1 Trichoderma* spp. 17**
***2.5.2 Bacillus* spp. 18**
3 MATERIAL E METODOS 20
3.1 EXPERIMENTO EM LABORATÓRIO 20
3.2 EXPERIMENTO A CAMPO 21
3.3 ANÁLISES ESTATÍTICAS 24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 25
4.1 EXPERIMENTO EM LABORATÓRIO 25
4.2 EXPERIMENTO A CAMPO 28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 30
REFERÊNCIAS 31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o 14º produtor mundial de trigo (*Triticum aestivum* L.). No país, o cereal ocupa uma área de 2.772 milhões de hectares e produtividade média de 3056 $Kg \cdot ha^{-1}$ (Conab, 2024). Originária do sudoeste da Ásia, esta gramínea pertence à família botânica Poaceae e é um dos cereais mais antigos cultivados na agricultura moderna.

Durante o cultivo do cereal, as plantas estão sujeitas a diferentes doenças causadas por fungos, bactérias e vírus sendo mais pronunciada em folhas e espigas, causando danos significativos a cultura (Santana et al., 2012). O monitoramento e manejo de doenças em trigo, desde o início do ciclo, é de suma importância visando minimizar os danos e garantir o sucesso na produção.

De modo geral, o controle biológico envolve a utilização de organismos vivos residentes ou introduzidos no ambiente, para minimizar ou eliminar os impactos negativos de organismos que reduzem a capacidade produtiva das plantas (Machado et al., 2012). O tratamento de sementes com organismos vivos como fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias do gênero *Bacillus,* favorecem o desenvolvimento e crescimento da cultura durante seu ciclo e também controlam patógenos que venham a interferir o desenvolvimento.

Os fungos do gênero *Trichoderma.* possuem diversos mecanismos que tem funções antagônicas, sendo eles o parasitismo, antibiose e a competição, os quais ajudam a planta no controle de fitopatógenos e a promover melhor seu desenvolvimento, estimulando o crescimento das raízes e aumentando sua atividade fotossintética (Mbarga et al, 2012). As bactérias do gênero *Bacillus* são utilizadas na agricultura por possuir uma característica de melhorar as condições para eventuais estresses pelos quais as plantas são submetidas durante seu ciclo como a seca, presença de metais pesados, e escassez nutricional (Clemente et al., 2016). Podem promover o crescimento radicular através da liberação de exsudatos das raízes, aumentando o sinergismo entre microrganismo e a planta e também são agentes de controle biológico contra pragas e doenças (Araújo; Guerreiro, 2010).

Diante desse cenário, foi objetivo do presente trabalho avaliar a eficiência de produtos biológicos a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus methylotrophicus* no tratamento de sementes de trigo para avaliar efeitos na qualidade fisiológica e sanitária das plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.), pertencente à família Poaceae, é cultivado há milênios. Sua origem e trajetória evolutiva ainda não são completamente esclarecidas, mas existem diversas teorias sobre seu surgimento. A mais aceita é aquela que aponta a seleção artificial realizada pelo ser humano, ocorrida entre 10.000 e 12.000 anos antes de Cristo, nas regiões próximas aos rios da chamada Crescente Fértil, no Oriente Médio (Abitrigo, 2022). Assim, o trigo selvagem, ancestral da espécie atual, passou por profundas transformações em seus aspectos morfológicos, fisiológicos e fitossanitários, impulsionadas principalmente pelos avanços no melhoramento genético, o que resultou na variedade de genótipos existentes hoje (Villavicencio, 2021).

O trigo fornece uma grande diversidade em seu uso, majoritariamente na alimentação humana, a farinha de trigo que é utilizada para fabricação de pães, massas, bolos etc. Também há uma grande diversidade de seus subprodutos, sendo o farelo de trigo, germe de trigo, glúten de trigo entre outros, que são utilizados de diversas formas, como rações animais, para indústrias na produção de alimentos processados atuando como estabilizantes (Jesus Junior et al., 2011).

Essa utilização variada do trigo exige uma qualidade específica do grão, como para a fabricação das farinhas, por exemplo, fazendo com que o Brasil necessitasse importar, só no ano de 2023, aproximadamente, 6 milhões de toneladas de trigo. Nesse mesmo ano, o Brasil alcançou uma produção de trigo de 10,3 milhões de toneladas, representando um recorde histórico para o país, mas já em 2024 houve um decréscimo acentuado e o país produziu apenas 7,9 milhões de toneladas. Apesar disso, o Brasil destaca-se na importação de trigo (FAO, 2025). A China lidera o ranking mundial com uma produção de 137 milhões de toneladas (FAO, 2025).

No Brasil, a cultura do trigo se iniciou na região sul do Brasil, mais especificamente no Paraná, migrando para o Rio Grande do Sul. Ainda hoje o Rio Grande do Sul se destaca na produção do grão em nível nacional (CONAB, 2025). O município de Cerro Largo, no Rio Grande do Sul, possui uma área de, aproximadamente, 2.500 hectares destinadas a produção de trigo (IBGE 2022).

Na cultura do trigo, são enfrentados diversos desafios agronômicos, dentre eles a incidência de doenças, especialmente na região Sul do Brasil. As oscilações meteorológicas, com variação de temperatura, umidade e precipitação durante o ciclo de cultivo, criam condições propícias para o desenvolvimento de patógenos (LAU et al., 2020).

2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS NA CULTURA DO TRIGO

A cultura do trigo se mostra suscetível a diversas doenças que estão presentes no ambiente, podendo estas se manifestar nas folhas, raízes, caule e espigas. A ocorrência das doenças no campo é variável e o sucesso no manejo destas consiste em sua correta identificação, entendimento das condições que favorecem seu desenvolvimento e também no conhecimento e aplicação das medidas de controle (Santana et al., 2012).

Os danos são agravados quando várias doenças ocorrem simultaneamente na cultura. Associado a isso, há diversos fatores que interferem no desenvolvimento da doença a campo, como condições ambientais, suscetibilidade das cultivares, agressividade dos patógenos, época de infestação, entre outros (Barros et al., 2006).

Dentre as doenças foliares destaca-se a ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), caracterizada pelo aparecimento de pústulas desde o início do desenvolvimento da cultura, podendo gerar danos de até 50% ou mais no rendimento em virtude da diminuição da área fotossintética (Santana et al., 2012). O patógeno ataca todos os órgãos verdes, principalmente as folhas das plantas suscetíveis de trigo, embora possa infectar a bainha foliar e as glumas, provocando graves danos de produção em todas as regiões produtoras de trigo no mundo (Finger et al., 2017). O agente causal é classificado como um parasita obrigatório pois requer o hospedeiro vivo para desenvolver seu ciclo de vida.

O oídio *(Blumeria graminis* f. sp. *tritici)* é uma das primeiras doenças a se manifestar na cultura do trigo e de ocorrência generalizada, se caracteriza pelas folhas ficarem cobertas por micélio branco de aparência pulverulenta, formado por conidióforos e conídios (Wordell Filho et al., 2013). Perdas de rendimento decorrentes da doença alcançam de 5 a 8%, podendo, em cultivares suscetíveis, chegar a 38% (Reis et al., 2008).

O trigo também sofre com a ocorrência de manchas foliares, que são causadas por fungos necrotróficos, sendo elas a mancha-amarela *(Pyrenophora tritici-repentis),* mancha marrom *(Cochliobolus sativus) e* mancha gluma (*Phaeosphaeria nodorum).* Os sintomas aparecem com maior intensidade quando são utilizadas sementes infectadas ou quando o trigo é cultivado sob monocultura em sistema de plantio direto (Zambolim et al., 2000).

No final do ciclo, presentes majoritariamente nas espigas, encontram-se a brusone (*Pyricularia oryzae*) e a giberela (*Fusarium* graminearum). A infecção do trigo por cada um desses patógenos ocorre a partir da exposição das espigas, podendo causar danos na raquis (brusone) ou diretamente na espigueta (giberela), comprometendo o enchimento de grãos (Figueiredo et al., 2025).

2.3 CONTROLE DE DOENÇAS NA CULTURA DO TRIGO

O controle de doenças no campo é uma tarefa muito importante que sempre deve ser observada. O conhecimento de patógenos que venham estar presentes nas plantas, restos culturais ou solo é de suma importância para que possamos fazer o controle necessário. O manejo de doenças consiste na adoção de várias práticas como o plantio em época adequada, precocidade e resistência de cultivares, praticas culturais e aplicação de fungicidas (Barros et al., 2006).

O manejo de doenças no trigo é fundamental para garantir boa produtividade, visto que patógenos como ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina)*, oídio (*Blumeria graminis)*, mancha-amarela (*Pyrenophora tritici-repentis)* e giberela (*Gibberella zeae*) podem causar perdas severas ao longo do ciclo da cultura. A incidência de doenças foliares é favorecida por condições de alta umidade e períodos prolongados de nebulosidade, especialmente no Sul do Brasil, o que reforça a necessidade de manejo preventivo. Segundo Vincensi et al. (2018), as doenças do trigo podem reduzir severamente o rendimento da cultura e, por isso, a aplicação de fungicidas foliares é um dos principais métodos de controle empregados pelos produtores.

O manejo dos restos culturais é importante do ponto de vista que os mesmos são capazes de fornecer abrigo e nutrição aos fitopatógenos durante a fase saprofítica, então, todos os patógenos classificados como necrotróficos tem suas populações afetadas pelo plantio direto e rotação de culturas, de forma que esses manejos ajudam a controlar suas populações (Reis et al., 2011). A adoção de

cultivares resistentes a certas doenças, como a ferrugem da folha e oídio, é uma alternativa de manejo, uma vez que esses são patógenos biotróficos (Assunção et al., 2013).

A utilização de fungicidas é uma prática de controle de doenças altamente eficiente e emergencial (Dallagnol et al., 2006). O controle químico com o uso de fungicidas é recomendável para que se tenha uma maior garantia da produtividade da cultura. As doenças que se manifestam antes da emergência da folha bandeira, geralmente tem maior impacto sobre a produção, sendo recomendado o uso de fungicidas logo após o aparecimento dos primeiros sintomas (Barros et al., 2006).

Entre os métodos de controle, o uso de fungicidas químicos é amplamente adotado e apresenta elevada eficiência quando corretamente aplicado. No estudo conduzido por VINCENSI, produtos como Protioconazol + Trifloxistrobina e Azoxistrobina + Tebuconazol foram os que apresentaram melhor desempenho, reduzindo a severidade de mancha-amarela e giberela, além de aumentar o peso de mil sementes e o rendimento de grãos nas cultivares avaliadas.

Outro fator relevante destacado por Drebes (2022) é a compatibilidade biológica entre fungicidas e *Bacillus* spp., já que os fungicidas utilizados “não causaram mortalidade total das bactérias”, permitindo a aplicação conjunta sem prejuízo ao desempenho dos microrganismos antagonistas.

2.4 TRATAMENTO DE SEMENTES

A escolha por sementes com alta qualidade fisiológica é essencial para garantir boa germinação, emergência uniforme e resistência precoce a doenças e pragas. Conforme aponta Marcos Filho (2015), a condição fisiológica das sementes tem impacto direto sobre o sucesso do estabelecimento da lavoura e, por consequência, sobre o rendimento final da cultura. Nesse sentido, o tratamento de sementes surge como uma estratégia eficaz para manter o potencial produtivo, visando a eliminação de fungos associados e evitando a transmissão para as plântulas.

Na cultura do trigo, o tratamento de sementes é uma prática indispensável para proteger a lavoura desde os estágios iniciais de desenvolvimento. A ausência dessa técnica pode deixar as plantas vulneráveis a agentes como fungos, bactérias e insetos, comprometendo o crescimento e a produtividade ao longo do ciclo. Para essa cultura, os tratamentos químicos ainda representam a principal forma de prevenção

contra patógenos como *F. graminearum*, causador da giberela, e *Phaeosphaeria nodorum*, responsável pela mancha da gluma, ambos associados a perdas expressivas na produção de trigo (Costamilan et al., 2019). Nesses casos, a aplicação de fungicidas, tanto sistêmicos quanto de contato, garante proteção nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal, reduzindo o impacto de doenças no campo.

O uso de agentes biológicos tem se intensificado como substituição ou complemento aos defensivos sintéticos, especialmente por apresentar menor toxicidade ao meio ambiente e à saúde humana. Fungos benéficos, como *Trichoderma* spp., vêm sendo utilizados com sucesso no controle de patógenos presentes no solo e também no estímulo ao crescimento das plantas. Além disso, estudos recentes têm avaliado a eficácia de compostos naturais, como extratos vegetais e óleos essenciais no tratamento das sementes (Silva et al., 2022).

Dentre as principais vantagens associadas ao tratamento de sementes, destacam-se a diminuição da presença de patógenos no ambiente de cultivo, a melhoria na taxa de germinação, maior uniformidade na emergência e a redução da necessidade de aplicações subsequentes de defensivos agrícolas (Zucchini et al., 2018). Essa prática, além de garantir maior segurança fitossanitária, também contribui para uma agricultura mais eficiente e ambientalmente responsável, por favorecer o uso racional de insumos.

2.5 USO DE MICRORGANISMOS NO TRATAMENTO DE SEMENTES

O uso de microrganismos que promovem o crescimento vegetal tem grande potencial para gerar excelentes resultados agronômicos e aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, diminuindo a necessidade de insumos e agroquímicos (Santos et al., 2019). Apesar das diversas vantagens que esses organismos oferecem para a produção de grãos, sua aplicação demanda cuidados, pois práticas de manejo inadequadas ou condições ambientais desfavoráveis podem comprometer sua eficácia (Santos et al., 2020).

Após o lançamento de um produto biológico no mercado, um fator determinante para seu sucesso no campo é a correta aplicação, seguindo boas práticas de microbiolização. Essas boas práticas são cruciais para garantir a eficiência do produto biológico, e incluem: respeitar a dose recomendada pelo fabricante; evitar plantio ou aplicação em condições de baixa umidade; não aplicar o inoculante turfoso

diretamente nas sementes sem antes diluí-lo em solução açucarada e homogeneizar; não misturar o inoculante com agroquímicos na mesma calda; proteger as sementes tratadas da exposição ao sol e altas temperaturas; evitar o uso de produtos de alta salinidade; e, caso o plantio não ocorra em até 24 horas após o tratamento, realizar uma nova inoculação (Nogueira et al., 2018). Estes fatores são de suma importância para a eficácia da inoculação do produto biológico, sendo assim devemos respeitar as recomendações trazidas pelo profissional responsável.

O uso de sementes tratadas com agentes de biocontrole é uma das formas de contribuir para um aumento da germinação e outras variáveis relacionadas ao vigor de sementes e de plantas (Corrêa et al., 2008). Para isso, tais agentes, que podem ser fungos ou bactérias, produzem hormônios vegetais, solubilizam fósforo e inibem a ação de substancias tóxicas produzidas por fungos através da antibiose (Kupper et al., 2003).

Fungos do gênero *Trichoderma* podem ser considerados bioestimulantes de crescimento, aumentando a absorção de nutrientes, a resistência a fatores bióticos não favoráveis ao desenvolvimento da planta (Machado et al., 2012), e também pela produção de análogos de auxinas (Vinale et al., 2008). Às bactérias do gênero *Bacillus* é atribuído um aumento na síntese de fitohormônios, como ácido indolacético, ácido abscísico, giberelinas e citocininas, favorecendo o aumento do número de pêlos radiculares e o crescimento do sistema radicular das plantas (Araújo; Hungria, 1999), promovendo efeitos positivos já a partir da germinação (Lima et al., 2011).

Comparado aos agrotóxicos, os insumos biológicos, apresentam uma maior seletividade, redução de resíduos químicos, melhor desempenho agronômico e menores efeitos tóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente (Pennachi et al., 2023). A utilização de fungos como *Trichoderma* spp. e bactérias como *Bacillus* spp. no controle de doenças, tem proporcionado resultados promissores ao serem utilizados como bioprotetores (Menezes et al., 2004). O tratamento de sementes pode ser realizado com produtos químicos, biológicos ou aliando ambos (Bairros et al., 2023).

2.5.1 Trichoderma spp.

Produtos biológicos têm ganhado grande ênfase nos últimos anos para o controle de doenças em diversas culturas. A utilização de produtos de origem

biológica representa uma menor agressividade ao ambiente, tornando-se uma alternativa aos produtores. O gênero *Trichoderma* tem grande ênfase no controle de fitopatógenos na cultura do trigo (Andrade et al., 2023). Durante o processo de controle, o microparasitimos que ocorre nas espécies de *Trichoderma* crescem quimiotropicamente em direção ao hospedeiro, aderindo-os com suas hifas e degradando as paredes celulares do hospedeiro, e nos estágios finais do processo parasitário observa-se o enfraquecimento quase total do fitopatógeno. (CARSOLIO et al, 1999).

Espécies de *Trichoderma* se caracterizam pelo rápido crescimento micelial e abundante produção de esporos que auxilia na colonização de diversos substratos e solos. Eles também podem produzir enzimas extracelulares, antibióticos antifúngicos, contra fungos fitopatogênicos e nematóides (Andrade et al., 2023). Segundo Oliveira et al. (2014), esse agente biocontrolador atua por meio da combinação mecanismos como a competição por nutrientes, produção de metabólitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas e micoparasitismo, além de produzir substâncias promotoras de crescimento vegetal.

2.5.2 Bacillus spp.

O gênero *Bacillus* não tem uma ação específica no controle de doenças, podendo atuar no controle de patógenos foliares como radiculares. Algumas espécies são secretoras de substâncias estruturalmente semelhantes aos antibióticos, conhecidas como bacteriocinas, capazes de inibir ou erradicar uma grande variedade de outros microorganismos, seja eles fungos, bactérias ou insetos (Garcia, 2008). Aliado a isso, são capazes de colonizar as raízes vegetais e atuar como biofertilizantes e antagonistas de patógenos radiculares, apresentando atividades de catalase, oxidase pectinase e protease (Madhaiyan et al., 2010).

B. methylotrophicus é parecido com o *B. subtilis*, agente de biocontrole mais conhecido, e é considerado um agente biológico bem sucedido, devido ao estilo de sobrevivência formador de endósporos que facilita o desenvolvimento de produtos para a comercialização com viabilidade a longo prazo. Em pesquisa de Frikhagargouri et al. (2017), *B. methylotrophicus* atuou frente a diversos patógenos dentre eles: *Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Aspergillus flavus, Botrytis cinerea, Pyricularia*

orzae, Fusarium graminearum, Colletotrichum lagenarium, Alternaria alternata, Bipolaris maydis.

3 MATERIAL E METODOS

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Fitossanidade e na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul no município de Cerro Largo – RS.

Para ambos os ensaios o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) utilizando-se 6 tratamentos (diferentes fungicidas microbiológicos além da testemunha) e 4 repetições. Sementes salvas de trigo da cultivar ORS Guardião, que tem um ciclo médio/precoce, com germinação prévia de 72 %, foram utilizados nos ensaios.

Para o tratamento, 500g de sementes foram depositadas em sacolas plásticas, as quais receberam as respectivas doses dos produtos comerciais utilizados, respeitando-se a dose da bula. Os sacos plásticos foram agitados e permaneceram abertos sobre a bancada, para secagem e aderência dos produtos às sementes. Os produtos comerciais, ingrediente ativo e doses utilizadas encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Doses do produto comercial para os respectivos tratamentos.

Tratamentos	Nome comercial	Doses
T. asperellum	Quality WG	$1g.kg^{-1}$
B. methylotroficus	Onix OG	$1ml.kg^{-1}$
T. harzianum	Stimucontrol	$1ml.kg^{-1}$
T. asperellum + *B. methylotroficus*	QualityWG+OnixOG	$1g.kg^{-1}$ + $1ml.kg^{-1}$
T. harzianum + *B. methylotroficus*	Stimucontrol+Onix OG	$1ml.kg^{-1}$+$1ml.kg^{-1}$
Testemunha		

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.1 EXPERIMENTO EM LABORATÓRIO

Primeiramente contou-se e pesou-se papéis Germitest, que foram umedecidos com 2,5 vezes seu peso com água destilada. Cinquenta sementes de trigo foram depositadas sobre 2 folhas e, após colocada outra folha sobre as sementes, dobrando-se uma das laterais e fazendo um rolo. Estes rolos foram colocados em

sacos plásticos e fechados, e levados para a BOD com temperatura de 20°C e fotoperíodo contínuo (Brasil, 2009).

Para análise da germinação, foi realizada a contagem do número de sementes germinadas após 7 dias de incubação. Foram consideradas germinadas aquelas sementes com 2 mm de protrusão de radícula. Paralelemente ao teste de germinação, diariamente, os rolos foram abertos, sempre no mesmo horário do dia, e contado o número de sementes germinadas para determinação do IVG (índice de velocidade de germinação) pela metodologia de Maguirre (1962).

No oitavo dia após a incubação das sementes, foi realizada a avaliação das plântulas. Para tanto, primeiramente foi realizada a separação da parte aérea e da raiz das plântulas, mediante a realização de um corte na zona de transição entre essas duas partes. Posteriormente, cada parte foi medida com o auxílio de um paquímetro, e colocada, separadamente, em sacos de papel, os quais foram levados a estufa de secagem a 55° C até peso constante.

Deste modo, após 5 dias na estufa, foi determinado o peso da massa seca da parte aérea e das raízes das plântulas. Todos os dados foram anotados em planilhas eletrônicas.

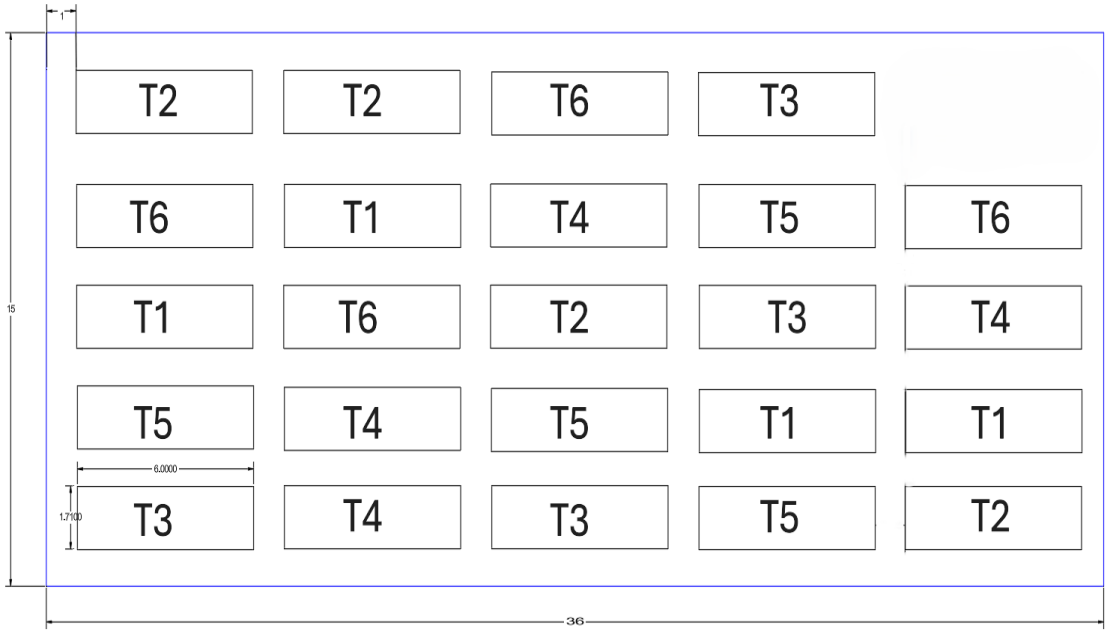
3.2 EXPERIMENTO A CAMPO

O experimento a campo foi realizado na área experimental da Universidade da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo – RS onde, conforme a classificação de Koppen, possui um clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão quente (Cfa).

No dia 12/06/2025 foi realizada a semeadura da cultura do trigo com os mesmos tratamentos da Tabela 1, sendo o tratamento realizado da mesma forma como o de laboratório, ou seja, pela aplicação dos produtos diretamente em sacos plásticos, agitados e secos na sombra.

A área destinada ao plantio possui 15x37 metros totalizando 555 metros quadrados, dividida em 24 parcelas (unidades experimentais) cada uma com 6 metros de comprimento e 1,71 metros de largura. Cada parcela foi composta por 9 linhas e espaçamento de 19 centímetros entre linhas. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (Figura 1), por apresentar uma área homogênea, e o histórico desta área dos últimos anos, que estava em pousio.

Figura 1 – Croqui da área com a distribuição dos tratamentos em cada parcela, localizado na área experimental da Universidade da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo – RS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

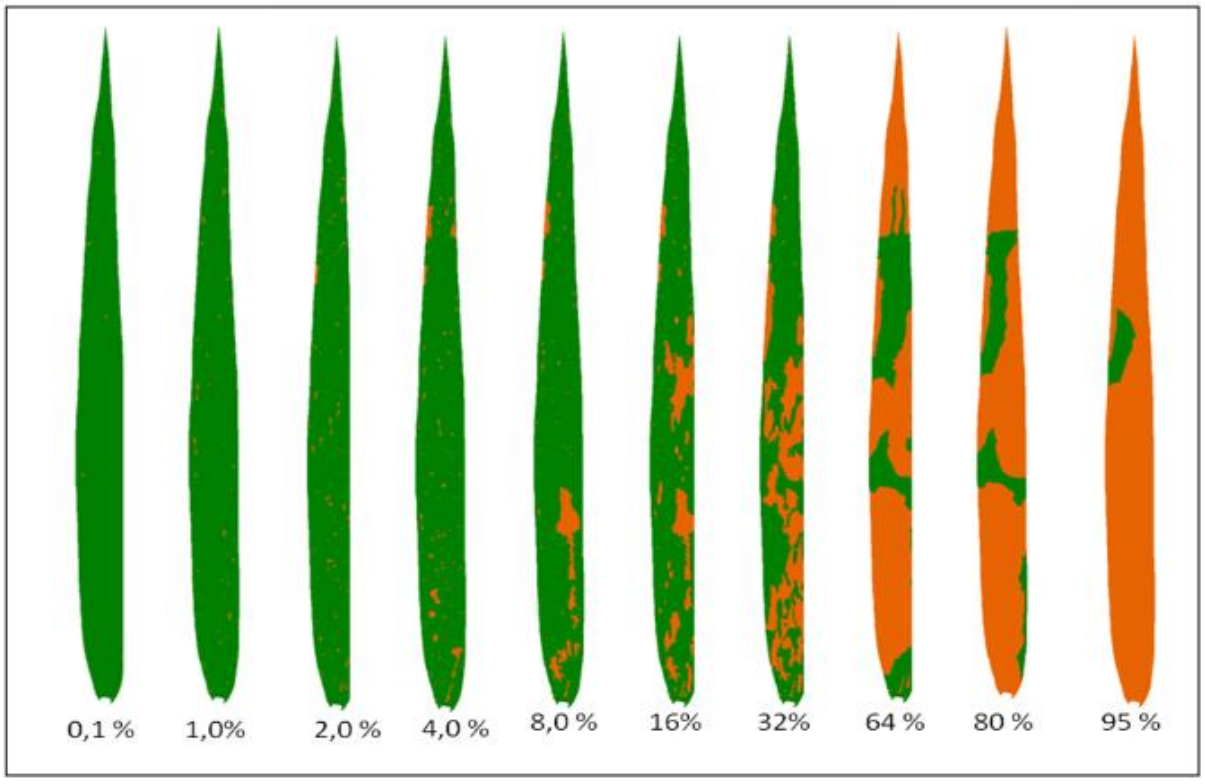
A densidade de semeadura foi baseada na recomendação da própria cultivar ORS Guardião que possui PMS de 46 gramas. A densidade recomendada e utilizada foi de 350 plantas/m^2. A semeadura foi realizada com a semeadora de parcelas da marca SB Máquinas modelo Semina 3.

A adubação utilizada seguiu a recomendação obtida a partir da interpretação da análise de solo utilizando o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina de 2016. Nesta, constatou-se a necessidade de fósforo (P) e nitrogênio (N), uma vez que a área estava em pousio e seus níveis de potássio (K) estavam altos. Para a adubação, foi utilizada ureia como fonte de N (45% de N) e superfosfato triplo com fonte de P (46% de P). Determinou-se a necessidade de 125 kg e 90 kg de P e N por hectare, respectivamente, sendo o N dividido em 20 kg·/ha^{-1} no momento da semeadura e 60 kg·ha^{-1} no início do afilhamento. Assim, foram utilizados um total de 271 kg de superfosfato triplo por hectare e, 133,33 kg de ureia por hectare divididas na semeadura e no início do afilhamento.

Os tratos culturais como controle de insetos e utilização de fungicidas e demais produtos não foram utilizados, apenas foi realizada a capina entre as linhas e roçada entre as parcelas, para que não houvesse nenhuma interferência para avaliação dos produtos utilizados.

Após a emissão da espiga das plantas, no estágio em que as plantas estavam em grão leitoso, foi realizada a avaliação visual, observando a severidade da incidência de ferrugem na folha bandeira. A avaliação foi realizada com o uso de uma escala diagramática proposta por Alves et al. (2015). Para tanto, foram escolhidas, aleatoriamente, cinco plantas dentro da área útil de cada parcela, e, a cada uma, atribuída uma nota correspondente ao nível de severidade da ferrugem na folha bandeira das plantas de trigo, em função da porcentagem de área atacada pela doença. Segundo o autor, essa a escala diagramática é uma ferramenta eficiente para quantificar a severidade da ferrugem da folha do trigo, proporcionando avaliações mais padronizadas e reprodutíveis em estudos fitopatológicos.

Figura 2 -Escala diagramática para avaliação da ferrugem da folha do trigo (Triticum aestivumL.) causado por *Pucinia triticina*. Os valores são porcentagens de



Fonte: Alves *et al., 2015.*

3.3 ANÁLISES ESTATÍTICAS

Todos os dados analisados no experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), onde as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, através do software SASM-Agri.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EXPERIMENTO EM LABORATÓRIO

O uso de produtos biológicos a base dos microrganismos *T. asperellum, B. methylotroficus* e *T. harzianum* aplicados isolados ou as misturas *T. asperellum* + *B. methylotroficus* e T. *harzianum* + *B. methylotroficus* favoreceram a germinação de sementes de trigo, diferindo significativamente da germinação observada quando as sementes não foram submetidas ao tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de germinação de sementes de trigo submetidas a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025

Tratamentos	% de germinação
T. asperellum	95,0 a *
B. methylotroficus	94,0 a
T. harzianum	93,5 a
T. asperellum + *B. methylotroficus*	90,5 ab
T. harzianum + *B. methylotroficus*	83,5 b
Testemunha	72,0 c
C.V.	4,94 %

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05).

C.V: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os resultados observados quando as sementes foram tratadas com os produtos isolados se mostraram superiores, porém sem diferir significativamente do tratamento à base da mistura de *T. asperellum* + *B. methylotroficus* (Tabela 2). O uso de isolados de *Bacillus* e *Trichoderma*, em arroz e milho, usados separadamente ou em combinação, também se mostrou eficiente do ponto de vista da promoção do crescimento de plantas dessas culturas (Chagas et al., 2017).

Fungos do gênero *Trichoderma* favorecem a germinação das sementes ao competir rapidamente por nutrientes, inibir patógenos e apresentar parasitismo sobre fungos que atacam sementes, demonstrando que o fungo cresce mais rápido que o patógeno e utiliza melhor os nutrientes, além de produzir substâncias antimicrobianas

e hormônios vegetais que estimulam o desenvolvimento inicial das plantas (Lucon, 2008).

Quando se avaliou o índice de velocidade de germinação (IVG), os tratamentos utilizando os produtos comerciais à base de *B. methylotroficus* e *T. harzianum*, utilizados isoladamente, ou a mistura de ambos os produtos (*T. harzianum* + *B. methylotroficus*) se mostraram superiores e diferentes estatisticamente dos demais (Tabela 3). *B. methylotrophicus* apresenta excelente efeito no controle biológico de doenças e na promoção do crescimento vegetal (Tumbarski et al., 2015) enquanto isolados de *Trichoderma*, dentre esses *T. harzianum* têm levado a precocidade de germinação de diferentes espécies (Melo, 1988) assim, combinações ou misturas, podem potencializar a atividade de microorganismos (Ludwig, Moura, 2007).

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de plantas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025.

Tratamentos	Índice de velocidade de germinação
T. asperellum	17,581 b *
B. methylotroficus	23,062 a
T. harzianum	23,437 a
T. asperellum + *B. methylotroficus*	13,041 c
T. harzianum + *B. methylotroficus*	23,415 a
Testemunha	16,266 b
C.V.	6,26 %

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

C.V: coeficiente de variação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Na análise referente ao efeito dos diferentes tratamentos sobre o comprimento da parte aérea e das raízes, os tratamentos utilizando produto comercial à base de *T. harzianum* e a mistura de produtos à base de *T. harzianum* + *B. methylotroficus* foram os mais eficientes, diferindo significativamente dos demais tratamentos, para ambas as variáveis (Tabela 4). Resultados anteriores demonstraram que plantas com maior desenvolvimento radicular conseguem extrair mais nutrientes do solo e toleram melhor situações de déficit hídrico (Rocha et al., 2024). No entanto, segundo Kupper et al.

(2013), a eficácia dos microorganismos, seja em antagonismo ou promoção de crescimento, observada em condições *in vitro* ou em casa de vegetação, nem sempre é suficiente para se observar os mesmos efeitos a campo.

Tabela 4 – Comprimento da parte aérea em milímetros (CPA) e da parte radicular (CPR) de plântulas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025

Tratamentos	CPA	CPR
T asperellum	32,82 c *	24,34 bc *
B. methylotroficus	68,16 b	36,66 b
T. harzianum	93,34 a	100,56 a
T. asperellum[US1] + *B. methylotroficus*	6,61 d	7,90 c
T. harzianum + *B. methylotroficus*	90,32 a	81,59 a
Testemunha	27,34 cd	18,98 bc
C.V.	17,56 %	18,87 %

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

C.V: coeficiente de variação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Observando o resultado da mistura dos produtos comerciais à base de *T. harzianum* + *B. methylotroficus*, é possível que tenha acontecido uma relação sinérgica entre os dois microrganismos, o que não aconteceu na outra mistura utilizada com *T. asperellum* + *B. methylotroficus*, que se mostrou antagônica (Tabela 4). Lutz et al. (2004) destacam que a verificação de misturas de produtos com cepas diferentes e eficazes, é essencial para explorar o máximo potencial de resultados que culminam no desenvolvimento da cultura, selecionando cepas que sejam compatíveis e se ajudam, ao invés de atuar como antagonistas umas das outras.

No que tange os resultados da massa seca da parte aérea (MSPA), os tratamentos com produtos comerciais à base de *B. methylotroficus*, *T. harzianum* bem como a mistura desses dois produtos resultando no tratamento *T. harzianum* + *B. methylotroficusm*, se mostraram estatisticamente superiores aos demais, mas não diferiram significativamente entre si (Tabela 5). No que se refere a massa seca da parte radicular (MSPR), os tratamentos utilizando produto comercial à base de *T. harzianum* e a mistura de produtos à base de *T. harzianum* + *B. methylotroficus* foram

os tratamentos que mostraram resultados superiores, não diferindo significativamente entre si mas sim de todos os demais tratamentos (Tabela 4).

Vale destacar que tanto para espécies de *Bacillus* quanto para as de *Trichoderma*, a ação estabelecida por ambos é complexa e realizada por interações com fatores bioquímicos e produção de diversas enzimas e compostos benéficos que podem influenciar no acúmulo de massa seca pelas plantas (Baugh; Escobar, 2007). Autores como Luncon (2008), afirmam que algumas espécies de *Trichoderma* promovem o crescimento de plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento.

Tabela 5 – Peso da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da parte radicular (MSPR) em gramas de plântulas de trigo submetidos a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025.

Tratamentos	MSPA (g)	MSPR (g)
T asperellum	0,1322 b*	0,0587 c
B. methylotroficus	0,2650 a	0,1245 b
T. harzianum	0,3067 a	0,2977 a
T. asperellum + B. methylotroficus	0,0470 b	0,0287 c
T. harzianum + B. methylotroficus	0,3315 a	0,2785 a
Testemunha	0,1037 b	0,0512 c
C.V.	19,97 %	14,69%

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

C.V: coeficiente de variação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.2 EXPERIMENTO A CAMPO

No experimento realizado a campo (Tabela 6), houve diferença significativa entre os tratamentos, onde o uso do tratamento de sementes com um produto comercial à base de *T. asperellum* proporcionou a menor severidade da ferrugem da folha (*Puccínia triticina)* dentre os tratamentos testados. No entanto, os resultados obtidos com o uso desse tratamento não foram significativamente diferentes dos resultados dos demais tratamentos, com exceção da testemunha, que não recebeu qualquer tratamento aplicado às sementes, a qual também não diferiu da maioria dos

tratamentos utilizados. Tais resultados corroboram com os encontrados por Braga (2013) onde o uso de espécies de *Bacillus* e *Trichoderma* reduziu a severidade de doenças na cultura da soja.

Tabela 6–Severidade de ferrugem (*Puccinia triticina)*, em porcentagem de área foliar atacada, na folha bandeira de plantas de trigo submetidas a diferentes tipos de tratamento de sementes com produtos biológicos. Cerro Largo – RS, 2025.

TRATAMENTOS	**SEVERIDADE**
T. asperellum	32,65 b *
B. methylotroficus	38,75 ab
T. harzianum	35,45 ab
T. asperellum + B. methylotroficus	40,5 ab
T. harzianum + B. methylotroficus	49,25 ab
Testemunha	70,25 a
C.V	34,8 %

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

C.V: coeficiente de variação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Um estudo realizado por Mukhtar et al. (2021) em tomateiros, utilizando fungos de diferentes espécies de *Trichoderma*, observou reduções na severidade de doenças com o uso de *T. asperellum*, no entanto, quando esse mesmo experimento foi realizado no laboratório, avaliando variáveis de crescimento, o uso desse tratamento diminuiu a massa seca de raízes. Tais resultados comprovam o que ficou evidenciado também nesse trabalho, que nem sempre a ineficiência dos microorganismos em condições de laboratório, refletirá os mesmos resultados à campo (Kupper et al., 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de produtos comerciais à base de *T. asperellum, B. methylotroficus* e *T. harzianum,* foram eficientes na melhoria de variáveis avaliadas em laboratório como germinação, IVG e crescimento de plantas. No entanto, a mistura de produtos comerciais a base de *T. asperellum* e *B. methylotroficus* não proporcionou os mesmos efeitos que seu uso isoladamente, devido a um provável efeito antagônico entre ambos os microorganismos. Ao contrário, o uso combinado com produtos à base de *B. methylotroficus* e *T. harzianum* proporcionou resultados positivos, porém não se justificaria o uso da mistura pois os resultados obtidos apenas com o produto à base de *T. harzianum* foram iguais ao uso da mistura.

A campo, referente a severidade de ferrugem (*Puccinia triticina)* avaliada na folha bandeira de plantas oriundas de sementes tratadas com diferentes produtos biológicos, o uso do produto à base de *T. asperellum* isoladamente*,* se destacou entre os demais, no entanto, os demais tratamentos foram iguais estatisticamente a este, com exceção da testemunha que apresentou resultados inferiores aos obtidos pelos tratamentos com os bioinsumos.

De modo geral, os resultados obtidos mostram que a utilização de produtos biológicos no tratamento de sementes de trigo é uma estratégia promissora, tanto para fortalecer o desenvolvimento inicial das plantas quanto para auxiliar no manejo de doenças. Além disso, a adoção desses insumos biológicos contribui para a construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis, reduzindo a dependência de produtos químicos e os impactos ambientais associados.

Sugerindo avaliações com outras cultivares, e também outros critérios que possam ser avaliados em relação a produtividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, G.C.S.; SANTOS, L.C.; DUARTE, H.S.S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M.R. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 128-133, 2015.

ALVES, S. A. F.; BEZERRA, M. C.; SILVA FILHO, A. M.; MOURA, A. Q.; LIMA, R. S. ***Bacillus subtilis* e *Trichoderma spp*. no controle biológico de *Alternaria alternata* em tangerineiras Ponkan.** João Pessoa: Universidade Estadual da Paraíba, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agroecologia).

ANDRADE, G; HERNANDEZ, S.A; MATINEZ-RUIZ, E. F. ***Trichoderma harzianum* e espinosina na testemunha do gorgulho do trigo *Sitophilus granarius* (L. 1758).** Universidade Estadual de Sonora. Hermosillo Sonora, México, C.P. 83000. Biotecnia vol.25 no.1 Hermosillo Jan./Abr. 2023 Epub 07-Ago-2023

ARAÚJO, F.F., HUNGRIA, M., Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1633-1643, 1999

ARAUJO, F.F.D.; GUERREIRO, R.T. Bioprospection of *Bacillus* isolates promoters of corn growth in natural and sterile soil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p. 837-844, Jul-Aug. 2010

ASSUNÇÃO, M. TORRES, L, A. Eficácia versus viabilidade econômica do controle químico e genético da ferrugem da folha em trigo. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1141-1146, 2013

BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; PATRÍCIO, F.R.A. Response of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) to the chemical control of fungal diseases. **Summa Phytopathologica**, v.32, n.3, p.239-246, 2006

BAUGH, C.L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation. **Rice Farm Magazine**, p. 1-4, 2007

BRAGA, A.F. **Interação de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus* spp. utilizados no controle biológico de doenças na soja**. 2021. 82 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2021

CARSOLIO C., BENHAMOU N., HARAN S., CORTÉS C., GUTIERREZ A., CHET I., HERRERA-ESTRELLA A. Role of the Trichoderma harzianum endochitinase gene, ech42, in mycoparasitim. Appl Environ Microbiol. 1999. DOI: 10.1128/AEM.65.3.929-935.1999.

CLEMENTE, J.M.; CARDOSO, C.R.; VIEIRA, B.S.E.; DA MATA FLOR, I.; COSTA, R. L. Use of *Bacillus* spp. as growth promoter in carrot crop. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.35, p.3355-3359, 2016

CONAB -Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, safra 2023/2024**

CORRÊA, B.O.; MOURA, A.B.; DENARDIN, N.A., SOARES, V.N.; SCHÄFER, J.T.; LUDWIG, J. Influência da microbiolização de sementes de feijão sobre a transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* (Saac e Magn.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.2, p.156-163, 2008.

COSTAMILAN, L.M.; CASA, R.T.; REIS, E.M. Doenças do trigo no Brasil: identificação e controle. **Fitopatologia Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 25-36, 2019

DALLAGNOL, L.J.; BALARDIN, R.S.; NAVARINI, L.; KIRINUS, E.M. Influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo. **Revista da FZVA**, v.13, n.2, p.20-27, 2006

DE OLIVEIRA, J., CAMPOS, E., BAKSHI, M., ABHILASH, P., FRACETO, L. Aplicação da nanotecnologia para o encapsulamento de plantas botânicas inseticidas para agricultura sustentável: perspectivas e promessas. **Biotecnologia,** 2014. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.10.010

DREBES, L. **Associação de produtos biológicos e químicos no controle de doenças foliares do trigo e mofo-branco em soja**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioinsumos: Tendência de crescimento no Brasil**. 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/85620702/bioinsumos-tendencia-de-crescimento-no-brasil

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Production: Crops. Roma: FAO, 2024. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 08 maio 2025

FERRON, E. **Eficiência de microrganismos biológicos inoculados em semente de trigo. 2018.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Manejo de Culturas Anuais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018

FIGUEIREDO, Y.B.; SOARES, V.F.; NESI, C.N.; WORDELL FILHO, J.A. Giberela na cultura do trigo: etiologia, sintomas, micotoxina e manejo**. Agropecuária Catarinense**, v. 38, 2025

FINGER, G.; HECKLER, L.I.; SILVA, G.B.P.; CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A. Mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.4, p.354-358, 2017

FRIKHA-GARGOURI, O.; ABDALLAH, D.B.; BAR, I.; TOUNSI, S. Antibiosis and bmyB gene presence as prevalent traits for the selection of efficient *Bacillus* biocontrol agents against crown gall disease. **Frontiers In Plant Science**, v.8, n.1, p.5-6, 2017

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio Grande do Sul. IBGE, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cerro-largo/pesquisa/24/76693

JESUS JUNIOR, C.; RODRIGUES, L.S.; MORAES, V. E.G. **Panorama das importações de trigo no Brasil**. BNDES Setorial, n. 34, set. 2011. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1602. Acesso em: 8 de maio de 2025

KUPPER, K.C.; CERVANTES, A.L.L.; KLEIN, M.N.; SILVA, A.C. Avaliação de microrganismos antagônicos, *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus subtilis* para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v.35, n.2, p.425-436, 2013

KUPPER, K.C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos**.** **Fitopatologia Brasileira**. v.28, p.251-257. 2003

LAU, D.; SBALCHEIRO, C.C.; MARTINS, F.C.; SANTANA, F.M.; MACIEL, J.L.N.; FERNANDES, J.M.C.; COSTAMILAN, L.M.; LIMA, M.I.P.M.; KUHNEM, P.; CASA, R.T. **Principais doenças do trigo no sul do Brasil**: diagnóstico e manejo. Comunicado técnico 375, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129989/principais-doencas-do-trigo-no-sul-do-brasil-diagnostico-e-manejo

LIMA, F.F; NUNES, L.A.P.L.; FIGUEIREDO, M.V.B.; ARAÚJO, F.F.; LIMA, L.M.; ARAÚJO, A.S.F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.657-661, 2011

LUCON, C.M.M. ***Trichoderma*** **no controle de doenças de plantas causadas por patógenos de solo.** Instituto Biológico: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, São Paulo, n. 77, 2008

LUDWIG, J.; MOURA, A.B. Controle biológico da queima-das-bainhas em arroz pela microbiolização de sementes com bactérias antagonistas. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.5, p.381-386, 2007

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012

MADHAIYAN, M.; POONGUZHALI, S.; KWON, S.W.; AS,T.M. *Bacillus methylotrophicus* sp. nov., a methanol-utilizing, plant-growth-promoting bacterium

isolated from rice rhizosphere soil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.60, n.10, p. 2490-2495, 2010

MARCO FILHO, J. **Teste de vigor em sementes**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 25, n. 1, p. 55-70, 2015

MBARGA, J.B.; HOOPEN, M.T.; KUATÉ, J.; ADIOBO, A.; NGONKEU, M.E.L. *Trichoderma asperellum*: A potential biocontrol agent for *Pythium myriotylum*, causal agent of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) root rot disease in Cameroon. **Crop Protection**. v. 36, 2012.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L., (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa, 1998. v.1. p.17-60

MUKHTAR, T, M.; TARIQ-KHAN, M.N; ASLAM. Bioefficacy of *Trichoderma* species against javanese root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in green gram. **Gesunde Pflanzen**. v.1, p.1-8. 2021

NOGUEIRA, M.A.; PRANDO, A.M.; OLIVEIRA, A.B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F.T.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. Embrapa. Londrina, Paraná, Brasil. N° 143, 15 p. 2018

PORTO, B.L. **Avaliação do potencial de controle biológico da mancha marrom de Alternaria com *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* e fertilizante organomineral**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016

REIS, E. M.; MOREIRA, E. N.; CASA, R. T.; BLUM, M. M. C**.** Eficiência e persistência de fungicidas no controle do oídio do trigo via tratamento de sementes. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.4, p.371-374, 2008

ROCHA, T.M.; PARAGINSKI, R.T.; PINTO, M.A.B; CONTI, L. Qualidade fisiológica de sementes, desempenho a campo e viabilidade econômica da cultura da soja submetida à inoculação de sementes com diferentes produtos biológicos. **Revista de Ciência e Inovação**. v.10, 2024

SANTANA, F.M.; LAU, D.; MACIEL, J.L.N.; FERNANDES, J.M.C.; COSTAMILAN, L.M. **Manual de identificação de doenças de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 43 p. (Documentos 108)

SANTOS, A.F.J.; DINNAS, S.S.E.; FEITOZA, A.F.A. 2020. Qualidade microbiológica de bioprodutos comerciais multiplicados on farm no vale do São Francisco: dados preliminares. **Enciclopédia Biosfera**, v.17, p.429-443

SANTOS, J. C. dos; SIQUEIRA, V. M.; MARTINS, I. S. Controle de *Alternaria alternata* em plantas de crisântemo utilizando *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* spp.. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 2, p. 45–56, 2022

SANTOS, M.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. **AMB Express**, v.1, p.1-22, 2019

TUMBARSKI, Y.; PETKOV, E.; DENKOVA, Z. Study on the influence of the cultural conditions and the composition of the culture medium on the antimicrobial activity of *Bacillus methylotrophicus* BM47 against some fungal phytopathogens. **Journal of Global Biosciences**, v.4, n.8, p.2990-2996, 2015

VILLAVICENCIO, J. **Caracterização de genótipos brasileiros de trigo (*Triticum aestivum* L.) quanto a caracteres agronômicos e resistência tipo II à giberela.** Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2021

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, v.40, p.1-10, 2008

VINCENSI, C.P. **Controle químico de doenças na cultura do trigo**. Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, Cruz Alta, 2018. 26 p.

WORDELL FILHO, J.A.; DOS SANTOS, A.A.; FANTIN, A**.** Diagnose e manejo da ferrugem da folha, do oídio e do mosaico comum na cultura do trigo. **Agropecuária Catarinense**, v.26, n.2, p.55–57, 2013

ZAMBOLIM L.; CASA, R.T; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p. 585 – 595, 2000

ZUCCHINI, M.A.F.; ANDRADE, D.P.; SOUZA, L.B. Importância do tratamento de sementes para o cultivo do trigo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, v. 20, n. 3, p. 32-37, 2018