UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

MIKAELE DA SILVA SCARTON

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRIGO SUBMETIDO A INOCULAÇÃO POR *Fusarium graminearum* E TRATAMENTOS DE SEMENTE

CERRO LARGO
2025

MIKAELE DA SILVA SCARTON

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRIGO SUBMETIDO A INOCULAÇÃO POR *Fusarium graminearum* E TRATAMENTOS DE SEMENTE

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. Dr. Juliane Ludwig

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Scarton, Mikaele da Silva
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRIGO SUBMETIDO A INOCULAÇÃO POR Fusarium graminearum E TRATAMENTOS DE SEMENTE / Mikaele da Silva Scarton. -- 2025.
43 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.

1. Triticum aestivum L. 2. Giberela. 3. Trichoderma harzianum. 4. Regulador Vegetal. 5. Qualidade sanitária de Sementes. 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).

MIKAELE DA SILVA SCARTON

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRIGO SUBMETIDO A INOCULAÇÃO POR *Fusarium graminearum* E TRATAMENTOS DE SEMENTE

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 26/11/2025

BANCA EXAMINADORA

Juliane Ludwig

Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora

Raissa Schwalbert

Prof.ª Dr.ª Raissa Schwalbert – UFFS
Avaliadora

Jonaina Sarzi

Prof.ª Dr.ª Janaina Silva Sarzin – UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho à Deus por todas as vezes
que transformaste meu desânimo em esperança
e minha confusão em clareza.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jairton Scarton e Luciana da Silva Scarton, dedico minha maior gratidão. Vocês são meu alicerce e minha maior inspiração. Obrigada por todo o zelo, amor incondicional, apoio e pelos sacrifícios que fizeram para que eu pudesse trilhar este caminho e chegar até aqui. Este trabalho é nosso, pois cada conquista minha é também de vocês, que me ensinaram, com o exemplo diário, o valor do trabalho, da honestidade e da persistência.

À minha irmã, Mithiele Scarton, por toda a cumplicidade, paciência e incentivo em todos os momentos desta jornada. Sua amizade e apoio foram essenciais.

Ao meu namorado, Alan Lima, por estar presente em cada fase deste caminho, me apoiando com amor e compreensão. Obrigada por dividir comigo os dias cansativos, por me ouvir nos momentos difíceis e por sempre me incentivar a continuar.

À minha orientadora, Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig, pela confiança depositada em mim, pela paciência incansável, sua amizade e por todos os ensinamentos compartilhados. Sua orientação e sua paixão pela fitopatologia foram fundamentais não apenas para a realização deste TCC, mas para minha formação como Agrônoma.

Aos membros da banca examinadora, agradeço imensamente por aceitarem o convite, pelo tempo dedicado à leitura e pelas valiosas contribuições que certamente enriquecerão este trabalho.

Aos meus familiares e amigos, que vibraram com cada conquista e me deram força, que entenderam minhas ausências e nunca deixaram de torcer por mim. O carinho de vocês fez toda a diferença.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta conquista, meu muito obrigada.

RESUMO

No cultivo do trigo (*Triticum aestivum L.*), a qualidade das sementes é determinante para o bom estabelecimento da cultura. Patógenos associados às sementes, como *Fusarium graminearum*, agente causal da fusariose ou giberela, comprometem severamente a viabilidade, o vigor e a produtividade da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos de sementes de trigo, aplicados em condições de infecção natural e inoculação artificial de *F. graminearum*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 3, com quatro repetições. Foram avaliados dois lotes de sementes oriundos de infecção natural e inoculação artificial com *F. graminearum*, e três tratamentos: regulador de crescimento vegetal (Stimulate®), fungicida biológico à base de *Trichoderma harzianum* (StimuControl®) e a testemunha. Foram realizados ensaios em laboratório (Teste de Germinação, Primeira Contagem, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Envelhecimento Acelerado, Comprimento e Massa Seca de Plântulas) e em ambiente controlado com substrato de areia (Emergência, Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Altura e Massa Fresca de Plântulas). A qualidade sanitária foi o fator determinante para o desempenho das sementes. A inoculação artificial com *F. graminearum* demonstrou alta agressividade, inibindo totalmente a germinação e a emergência comprometendo todas as demais variáveis analisadas, resultando em valores nulos. Sob esta alta pressão do patógeno, nenhum dos tratamentos testados foi eficaz em mitigar os danos. No lote cujas sementes não foram inoculadas com *F. graminearum* (sementes oriundas de infecção natural), em condições controladas de laboratório, os tratamentos utilizando os ambos os produtos comerciais foram estatisticamente superiores à testemunha na porcentagem final de germinação. O tratamento de sementes com o regulador de crescimento vegetal (Stimulate®) também se destacou por promover maior comprimento de parte aérea e de raiz em comparação aos demais tratamentos. Contudo, os benefícios observados em laboratório não se traduziram em vantagens práticas no ensaio em substrato (areia), onde não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos nas variáveis emergência, velocidade ou crescimento das plântulas. Conclui-se que a sanidade é o fator preponderante para o estabelecimento inicial do trigo e que os tratamentos não foram eficazes em reverter os danos de *F. graminearum* nas condições testadas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., Giberela, *Trichoderma harzianum*, Regulador Vegetal, Qualidade de Sementes.

ABSTRACT

In wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivation, seed quality is crucial for proper crop establishment. Seed-associated pathogens, such as *Fusarium graminearum*, the causal agent of *Fusarium* Head Blight (FHB or scab), severely compromise seed viability, vigor, and overall crop productivity. This study aimed to evaluate the efficiency of different wheat seed treatments applied under conditions of natural infection and artificial inoculation with *F. graminearum*. The experiment was conducted in a completely randomized design, arranged in a 2 × 3 factorial scheme with four replications. Two seed lots were evaluated—one resulting from natural infection and the other from artificial inoculation with *F. graminearum*—and three treatments: a plant growth regulator (Stimulate®), a biological fungicide based on *Trichoderma harzianum* (StimuControl®), and an untreated control. Laboratory assays (germination test, first count, germination speed index (GSI), accelerated aging, aeedling length and dry Mass) and controlled-environment tests with sand substrate (emergence, emergence speed index (ESI), seedling height and fresh mass) were performed. Seed health was the determining factor for seed performance. Artificial inoculation with *F. graminearum* showed high aggressiveness, completely inhibiting germination and emergence and compromising all other analyzed variables, resulting in zero values. Under this high pathogen pressure, none of the tested treatments were effective in mitigating the damage. In the lot with seeds not inoculated with *F. graminearum* (naturally infected seeds), under controlled laboratory conditions, treatments using both commercial products were statistically superior to the control for final germination percentage. Seed treatment with the plant growth regulator (Stimulate®) also stood out by promoting greater shoot and root length compared to the other treatments. However, the benefits observed in the laboratory did not translate into practical advantages in the sand substrate assay, where no statistical differences were observed among treatments for emergence, speed, or seedling growth variables. It is concluded that seed health is the predominant factor for the initial establishment of wheat and that the treatments were not effective in reversing the damage caused by *F. graminearum* under the tested conditions.

Keywords: *Triticum aestivum* L., Fusarium Head Blight, *Trichoderma harzianum*, Plant Growth Regulator, Seed Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação “Triangulo das Doenças”. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização das unidades experimentais utilizadas no experimento. UFFS, Cerro Largo, 2025.....26
Tabela 2 – Porcentagem de germinação (%) de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por F. graminearum (L2) submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....30
Tabela 3 – Primeira contagem de germinação (%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.....31
Tabela 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de trigo submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....32
Tabela 5 – Comprimento radicular (CPR) e da parte aérea (CPA) de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2) submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....33
Tabela 6 – Massa seca da parte aérea (g) e radicular (g), de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por F. graminearum (L2). Cerro Largo, 2025.....33
Tabela 7 – Massa seca da parte aérea e radicular (g) de plântulas de trigo originadas de sementes submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....34
Tabela 8 – Germinação (%), após envelhecimento acelerado, de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.....35
Tabela 9 – Análise de Variância (ANOVA), dos valores de F calculado para as variáveis de Emergência final; Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Comprimento aéreo e Massa fresca de plântulas de trigo de dois lotes, submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....35
Tabela 10 – Emergência final; índice de velocidade de emergência (IVE); comprimento aéreo e massa fresca de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.....36
Tabela 11 –Emergência final; índice de velocidade de emergência (IVE); comprimento aéreo e massa fresca de plântulas de trigo cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.....37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
BDA	Batata-Dextrose-Ágar
C/N	Relação entre carbono e nitrogênio
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
IVE	Índice de Velocidade de Emergência
IVG	Índice de Velocidade de Germinação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
RAS	Regras para Análise de Sementes
RS	Rio Grande do Sul
SEAPI	Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
SPGG	Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO DE LITERATURA 15
2.1 TRIGO 15
2.2 QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO 17
2.2.1 Qualidade Genética 17
2.2.2 Qualidade Física 18
2.2.3 Qualidade Fisiológica 18
2.2.4 Qualidade sanitária 19
2.3 CONTAMINAÇÃO DAS SEMENTES DE TRIGO 20
2.4 PATÓGENOS BIOTRÓFICOS E NECROTRÓFICOS EM TRIGO 21
2.5 TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO 22
2.5.1 Tratamento biológico 23
2.5.2 Tratamento com reguladores de crescimento 24
3 MATERIAIS E MÉTODOS 26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS 26
3.2 ENSAIO EM LABORATÓRIO 27
3.3 ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO 28
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA 29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 30
4.1 ENSAIO EM LABORATÓRIO 30
4.2 ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO 35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, com expressiva importância econômica e social no setor agrícola. Seu cultivo desempenha papel essencial na segurança alimentar e na geração de renda para produtores rurais. No Brasil, embora a produção nacional ainda não supere a demanda interna, os investimentos em tecnologia e pesquisa têm buscado reduzir essa dependência, elevando os níveis de produtividade e qualidade dos grãos (Junior; Sidonio; Moraes, 2011).

Nas regiões tritícolas brasileiras, especialmente na Região Sul, fatores edafoclimáticos como altos índices pluviométricos, clima úmido e predominância de solos ácidos influenciam negativamente a qualidade tecnológica dos grãos colhidos. Além disso, a umidade e a temperatura favorecem o surgimento de doenças nas plantas, que impactam tanto a produtividade quanto a qualidade dos grãos (Cunha *et al.*, 2015).

O trigo é considerado uma cultura suscetível a diversos microrganismos patogênicos, os quais podem se associar às plantas em diferentes fases de desenvolvimento da mesma (Lau *et al*., 2020), por isso, a produção desse cereal requer atenção cuidadosa em todas as etapas, iniciando com a preparação adequada do solo, a utilização de sementes de qualidade, principalmente quanto ao potencial fisiológico e qualidade sanitária, passando pelo manejo, tratos culturais, colheita e armazenamento.

A qualidade das sementes de trigo utilizadas é determinante para o bom estabelecimento da lavoura, uma vez que sementes de alta qualidade promovem plântulas vigorosas, emergência uniforme e maior resistência a estresses bióticos e abióticos. Por outro lado, a presença de patógenos, por exemplo, pode comprometer a viabilidade e o vigor das sementes, afetando negativamente a produtividade (Oliveira *et al*., 2020). Sementes com atributos fisiológicos adequados contribuem para o melhor aproveitamento do potencial produtivo da cultura, além de reduzir custos e minimizar riscos relacionados à disseminação de doenças. Mesmo com o uso de tecnologias avançadas e materiais geneticamente superiores, a baixa qualidade das sementes pode limitar o desempenho da lavoura (Conab, 2017).

Entre os principais patógenos de ocorrência no trigo destaca-se o fungo *Gibberella zeae* (Schw.) Petch forma anamórfica *Fusarium graminearum* (Schwabe), agente causal da fusariose ou giberela. Para mitigar os efeitos desse e outros patógenos na cultura, e, garantir a expressão do potencial fisiológico das sementes, diferentes métodos de tratamento têm sido amplamente estudados e aplicados. O tratamento de sementes consiste na aplicação de substâncias ou técnicas que visam conservar ou melhorar sua qualidade, protegendo contra agentes

patogênicos e promovendo alterações bioquímicas e fisiológicas benéficas ao processo germinativo e ao desenvolvimento inicial das plântulas. Esses tratamentos podem incluir defensivos químicos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, bioestimulantes, micronutrientes entre outros (Menten, 2010).

No que tange o uso de produtos biológicos via tratamento de sementes, especialmente fungos do gênero *Trichoderma*, esses podem atuar diretamente prevenindo e controlando patógenos em sementes e com isso promover o crescimento de plantas (Couto *et al*., 2021). Quanto aos bioestimulantes, também chamados de reguladores de crescimento vegetal, estes podem, de forma indireta, contribuir na redução de patógenos pelo fato de que, comprovadamente, melhoram o funcionamento do aparato fotossintético das plantas tornando-o apto para a produção de metabólitos secundários relacionados a diminuição da infecção por patógenos e permitindo maior acúmulo de biomassa pelas plantas (Albrecht *et al*., 2010).

Diante disso, o objetivou-se no presente trabalho, avaliar a eficiência de diferentes tratamentos de sementes de trigo, aplicados em condições de infecção natural e artificial destas por *Fusarium graminearum*, visando a melhoria da qualidade fisiológica das sementes e do desempenho inicial das plântulas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TRIGO

O trigo é uma gramínea anual, pertencente à família Poaceae, ao gênero *Triticum*. As principais espécies de cultivo são *Triticum monococcum*, *Triticum durum* e *Triticum aestivum*, entre elas essa última é a de maior importância econômica (Conab, 2017). Estudos indicam que o trigo já é consumido pela humanidade há milhares de anos, com evidências arqueológicas apontando sua presença em Jarmo, no Iraque, por volta de 6.700 a.C (Tamasini; Ambrosi, 1998). Esse cereal desempenhou um papel fundamental na alimentação humana ao longo da história, sendo uma das primeiras plantas domesticadas que acompanhou o desenvolvimento das civilizações (Stempkowski et al, 2022).

No Brasil, a concretização da importância econômica da triticultura data de meados do século XVIII, com o início do cultivo no Rio Grande do Sul. O século XIX foi marcado pela epidemia de ferrugem que comprometeu a triticultura brasileira, no entanto, apenas no século XX, ocorreram incentivos financeiros à produção de trigo visando o aumento da produtividade deste cereal no país (Rossi; Neves, 2004).

O trigo e seus derivados se apresentam como componentes essenciais na dieta alimentar, representando um dos principais alimentos consumidos globalmente. De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2021, o trigo constava como o segundo cereal mais produzido no mundo, ficando atrás apenas do milho. Para a safra 2024/25, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) revisou a projeção para a produção global do grão, elevando-a para 793,79 milhões de toneladas, reforçando a sua importância na alimentação e economia mundial.

Segundo a Conab (2025), na safra de trigo no Brasil, a produção estimada é de 7,54 milhões de toneladas, com valor 4,5% inferior ao registrado na safra anterior . A área plantada é de 2,45 milhões de hectares, com produtividade de 3.077 $Kg.ha^{-1}$. No estado do Rio Grande do Sul, um dos principais produtores do trigo, a área com cultivo de trigo, no ano de 2025, é de 1,15 milhão de ha, com produtividade prevista de 3.172 $kg.ha^{-1}$ e produção de 4,09 milhões de toneladas.

No Rio Grande do Sul, as principais regiões produtoras concentram-se no Norte e Noroeste do estado. Entre 2020 e 2022, os municípios de Palmeira das Missões, Cruz Alta, São Luiz Gonzaga, Giruá, Jóia e Santa Bárbara do Sul se destacaram, registrando uma produção média superior a 60 mil toneladas (SPGG, 2021). A Região das Missões se destaca na produção

de trigo, uma vez que, entre os dez municípios com maior volume produzido, cinco estão localizados nessa região. São Luiz Gonzaga ocupa a liderança, sendo o maior produtor de trigo do estado (Seapi, 2024).

Apesar dos avanços no cultivo, a produção nacional de trigo ainda é insuficiente para atender à demanda interna, tornando o país dependente da importação de grãos. Isso ocorre, sobretudo, devido à menor qualidade do grão brasileiro, que apresenta baixos teores de proteínas formadoras de glúten, essenciais à panificação. Além disso, os produtores brasileiros de trigo enfrentam diversos desafios com essa cultura, como os elevados custos de produção, dificuldades de armazenamento, baixa liquidez e entraves na comercialização diante de um mercado industrial concentrado (Junior; Sidonio; Moraes, 2011).

Sob essa perspectiva, Cunha et al. (2015), ainda ressaltam que, nas regiões tritícolas do Brasil, especialmente na Região Sul, fatores edafoclimáticos característicos, como elevados índices pluviométricos, clima e predominância de solos ácidos, afetam a qualidade tecnológica dos grãos colhidos. Ademais, o clima influencia sobremaneira fitopatógenos associados à doenças na cultura do trigo (Navarini; Balardin, 2012), além da sensibilidade das plantas a diversas doenças, com destaque para a fusariose (ou giberela), cujo principal patógeno é o fungo *Gibberella zeae* (Schw.) Petch forma anamórfica *Fusarium graminearum* (Schwabe) (Almeida, 2006).

A giberela é uma doença que, além de reduzir significativamente o rendimento de grãos, tem a capacidade de produzir micotoxinas — substâncias tóxicas que representam riscos à saúde humana e animal. Estudos realizados no Rio Grande do Sul demonstraram que a severidade da giberela e a concentração de micotoxinas nos grãos variaram conforme o clima de cada safra. Em 2021, por exemplo, as condições meteorológicas mais quentes e úmidas contribuíram para o aumento da incidência da doença e do teor da micotoxina deoxinivalenol (Lima et al, 2021). Quando as condições são favoráveis, a infecção pode ocorrer a partir do espigamento, comprometendo o desenvolvimento das espigas e impedindo a formação dos grãos (Lima, 2003).

Nesse contexto, é essencial considerar que o trigo, de maneira geral, é uma cultura frequentemente afetada por microrganismos patogênicos, os quais se desenvolvem a partir de condições favoráveis que podem estar presentes desde a preparação do solo, passando pela escolha das sementes, até o armazenamento. Por esse motivo, são necessários diversos cuidados ao longo de sua produção, a fim de prevenir doenças que possam comprometer a produtividade e a qualidade dos grãos.

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO

A produção de trigo exige atenção cuidadosa em todas as etapas do processo, pois qualquer falha pode comprometer a qualidade final do produto. Essa atenção inicia-se com a preparação adequada do solo e a seleção criteriosa das sementes, estendendo-se ao manejo, aos tratos culturais e aos procedimentos de colheita e armazenamento. De modo geral, a qualidade do trigo é resultado da interação entre fatores genéticos, condições climáticas e características do solo (Junior; Sidonio; Moraes, 2011).

A qualidade das sementes, como define Popinigis (1985), representa o resultado da combinação de atributos que impactam diretamente a produtividade, sendo esses relacionados a características fisiológicas, genéticas, sanitárias e físicas, e que precisam ser constantemente aprimorados ao longo do processo produtivo. De acordo com essa perspectiva, as sementes que reúnem os atributos adequados contribuem para o bom estabelecimento da lavoura, elevam a produtividade e reduzem custos e riscos relacionados à transmissão de patógenos. Mesmo com o uso de práticas agrícolas eficientes e materiais geneticamente melhorados, a baixa qualidade das sementes pode comprometer todo o potencial produtivo, reforçando a importância de utilizar sementes que atendam a esses critérios de qualidade (Conab, 2017).

2.2.1 Qualidade Genética

A genética desempenha um papel fundamental na qualidade do trigo. Mesmo que o solo seja adequado e as condições climáticas favoráveis, a qualidade do trigo não será satisfatória se a genética das sementes não for apropriada (Junior; Sidonio; Moraes, 2011). Como define Popinigis (1985), a qualidade genética envolve, entre outros fatores, a pureza varietal, homogeneidade, potencial de produtividade, resistência a moléstias e insetos, precocidade e qualidade do produto.

A qualidade genética das sementes abrange fatores de campo e de pesquisa, com ênfase na seleção de características agronômicas importantes. A produção de sementes resistentes e tolerantes a condições climáticas adversas, pragas e doenças tem avançado globalmente (Santos; Baldoni, 2018). Para garantir que as sementes expressem as características desejadas, é essencial evitar contaminações genéticas e contaminações varietais, que geralmente acontecem no pós-colheita, quando há mistura de sementes diferentes (Peske; Filho; Barros, 2006).

A produtividade de uma lavoura está diretamente ligada à pureza genética do lote de sementes. A mistura de variedades pode gerar plantas com características desuniformes, com

tamanhos diferentes, ciclos de desenvolvimento distintos e vulnerabilidade a pragas e doenças. Essa heterogeneidade dificulta os tratos culturais e compromete a eficiência da colheita. Assim, a obtenção de uma lavoura uniforme e produtiva vai depender, também, da pureza varietal (Borba; Andrade, 1977).

2.2.2 Qualidade Física

A qualidade física das sementes é um atributo fundamental que envolve tanto a pureza do lote quanto as condições físicas das sementes. A pureza física refere-se à proporção de sementes puras, pertencentes à espécie cultivada, em relação a outros componentes, como sementes de plantas silvestres, outras espécies e materiais inertes. Já as condições físicas dizem respeito a características como teor de umidade, uniformidade de tamanho e cor, densidade, integridade estrutural, além de eventuais danos mecânicos, ataques de insetos e presença de infecções por patógenos (Popinigis, 1985; Julião, 2014). O teor de umidade influencia diretamente o desempenho da semente desde a colheita até o armazenamento, afetando processos metabólicos como a germinação e a deterioração, sendo, inclusive, um critério para a comercialização (Peske; Filho; Barros, 2006)

A utilização de lotes com baixa pureza física pode comprometer significativamente o desempenho da cultura, uma vez que favorece a introdução e o desenvolvimento de plantas daninhas que competem por recursos essenciais, como nutrientes, água e luz, impactando diretamente a produtividade e dificultando o manejo da lavoura. Além disso, sementes com pureza física inadequada podem apresentar problemas durante o processamento pós-colheita, prejudicando etapas como pré-limpeza, secagem e classificação, além de aumentar o risco de contaminação por microrganismos e elevação da umidade, o que compromete a conservação e a qualidade do lote (Borba; Andrade, 1977).

2.2.3 Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes está diretamente relacionada ao desempenho da produção agrícola, pois influencia a germinação, o vigor das plântulas e a uniformidade do estande inicial da lavoura. Sementes com vigor adequado conseguem se desenvolver mesmo sob condições ambientais desfavoráveis, contribuindo para o estabelecimento de plantas com bom desempenho produtivo. Esse comportamento reduz a necessidade de replantio e permite o uso racional dos recursos naturais e dos insumos agrícolas, favorecendo práticas com menor impacto ambiental (Oliveira et al., 2020).

Segundo Popinigis (1985), a qualidade fisiológica corresponde à capacidade da semente de executar suas funções vitais, sendo definida por atributos como germinação, vigor e longevidade. Essa qualidade pode ser determinada por testes realizados em laboratório, que avaliam parâmetros como a porcentagem de germinação, a pureza e o acúmulo de matéria seca nas plântulas.

O teste de germinação é realizado em ambientes controlados, nos Laboratórios de Análise de Sementes, com o objetivo de verificar a capacidade das sementes de originarem plântulas normais. No entanto, os resultados obtidos em condições laboratoriais nem sempre refletem o comportamento das sementes em campo, onde fatores relacionados ao clima e ao solo podem interferir (Borba; Andrade, 2009). Dessa forma, a avaliação do vigor das sementes também é necessária. Esse parâmetro representa a capacidade da semente de germinar, emergir e estabelecer o estande da lavoura em diferentes condições ambientais, portanto, o vigor está relacionado a características que favorecem o estabelecimento uniforme das plântulas no campo (Costa, 2025).

2.2.4 Qualidade sanitária

A qualidade sanitária refere-se a condição da semente quanto a presença e ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos que causam doenças ou injúrias à semente ou que, transmitidos pela semente, são capazes de causar doenças e reduções na qualidade e na produtividade das lavouras (Poppings, 1985).

As sementes destinadas à propagação devem estar em boas condições sanitárias. Quando contaminadas por patógenos, podem apresentar baixa viabilidade ou vigor reduzido, comprometendo o estabelecimento da cultura. Além disso, a semente funciona como um veículo eficiente na disseminação de patógenos apresentando grande relevância do ponto de vista epidemiológico. Entre os principais agentes transmitidos por sementes, os mais comuns são os fungos (Peske; Filho; Barros, 2006).

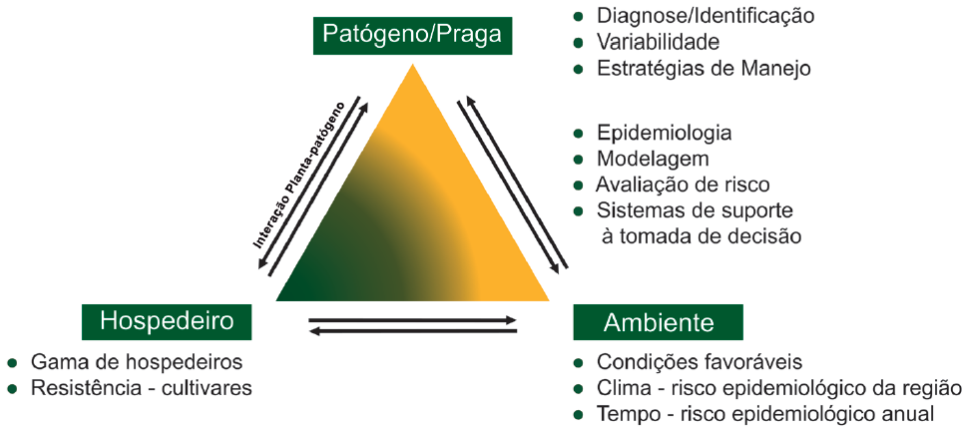
Por isso a sanidade das sementes é um dos principais fatores que influenciam diretamente na qualidade de um lote, junto com as características físicas, genéticas e fisiológicas. Durante o crescimento e maturação das plantas no campo, é comum a exposição das plantas a organismos fitopatogênicos, o que pode resultar em sementes infectadas, tornando-as fontes primárias de contaminação.

2.3 CONTAMINAÇÃO DAS SEMENTES DE TRIGO

As doenças nas plantas resultam de alterações em suas células, tecidos ou órgãos, causadas por agentes bióticos ou abióticos. Os abióticos envolvem deficiências ou excessos de luz, água e nutrientes, enquanto os bióticos referem-se à ação de microrganismos patogênicos. As doenças bióticas surgem quando patógeno e hospedeiro compatíveis estão presentes no mesmo ambiente. Essa compatibilidade permite que o patógeno complete seu ciclo infeccioso no hospedeiro, gerando novas unidades infectantes. Quando essas condições são associadas a uma alta quantidade de inóculo inicial, a probabilidade de estabelecimento de uma epidemia se torna significativamente maior (Lau et al., 2020).

Nesse contexto, o aparecimento e desenvolvimento de uma doença dependem da interação entre três fatores: a planta suscetível, o agente patogênico e um ambiente favorável (Figura 1). Entre esses, o ambiente é o fator que apresenta maior variabilidade e exerce influência sobre a ocorrência e intensidade das epidemias. Mesmo que haja hospedeiros suscetíveis e patógenos virulentos, a ausência de condições ambientais adequadas pode impedir a manifestação da doença. Além disso, o ambiente pode afetar o patógeno de forma direta ou indireta, favorecendo ou desfavorecendo sua sobrevivência, o que impacta diretamente no nível de severidade da doença (Amorim, 2018).

Figura 1 – Representação “Triangulo das Doenças”.



Fonte: Embrapa (2017).

Segundo Almeida (2006), a contaminação dos grãos de trigo acontece principalmente durante o florescimento, quando as espigas estão mais suscetíveis à ação de fungos como *Fusarium graminearum*. Durante esse período o fungo penetra facilmente no ovário e avança ao longo dos espaços intercelulares, sem resistência, tomando conta do grão. Segundo os

mesmos autores, em infecções tardias, o grão não é tão permeável à hifa e o fungo pode ficar restrito ao pericarpo ou ao embrião. Cada microrganismo tem afinidade por determinados tecidos, e no trigo, diferentes fases de desenvolvimento são mais propensas a doenças específicas (Lau et al., 2020).

O processo de infecção de patógenos nas sementes, é favorecido por condições ambientais como elevada umidade relativa do ar e temperaturas amenas. Além disso, práticas agrícolas como o uso de sementes contaminadas, a falta de rotação de culturas e o plantio direto contribuem para o aumento da doença. Depois da colheita, a má conservação dos grãos, especialmente em ambientes úmidos, também favorece a presença desse *F. graminearum* (Almeida, 2006).

Além dos fatores climáticos, a presença de restos culturais pode aumentar a quantidade de patógenos e ajudar na sua sobrevivência entre as safras, o que eleva a pressão de inóculo sobre a cultura (Schaafsma et al., 2001). As sementes levam o patógeno para a área cultivada, enquanto os resíduos culturais o mantêm no ambiente até que se decomponham completamente. Resíduos com alta relação C/N, como os que vêm de gramíneas, se decompõem mais lentamente (Sartori, 2019), fazendo com que patógenos necrotróficos, como é o caso de *F. graminearum*, se multipliquem intensamente nesses tecidos mortos até que estes sejam mineralizados. Segundo Reis et al., (1995), o fungo apresenta mecanismo de sobrevivência que lhe permite continuar viável numa lavoura no período que se estende desde a colheita até o início da floração do trigo na safra seguinte.

2.4 PATÓGENOS BIOTRÓFICOS E NECROTRÓFICOS EM TRIGO

Conforme Goulart (1995), a semente de trigo atua como o principal agente na transmissão e propagação de patógenos. Segundo esse autor, a semente, além de funcionar como reservatório de patógenos contribuindo para o agravamento de doenças já presentes, também funciona de modo a possibilitar a entrada de patógenos em áreas ainda não contaminadas, tudo isso favorece a ocorrência de infecções nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas. Ainda, no Brasil, diversas enfermidades foram introduzidas por sementes contaminadas.

De acordo com suas exigências nutricionais, os patógenos podem ser classificados em biotróficos ou necrotróficos. Os biotróficos necessitam de células vivas do hospedeiro para sobreviver e se multiplicar, sendo típicos em doenças como ferrugem, oídio, cárie e carvões. Normalmente, formam haustórios – estruturas especializadas que penetram a parede celular e

se alojam na membrana plasmática, sem destruí-la – possibilitando a extração de nutrientes. Já os necrotróficos provocam a morte das células vegetais ao secretar enzimas e toxinas que degradam os tecidos. Após essa fase parasitária, adotam um comportamento saprofítico, alimentando-se de material morto e permanecendo ativos nos restos culturais (Guterres et al., 2024).

Dentre os patógenos necrotróficos, destaca-se o fungo *F. graminearum*, agente causal da fusariose ou giberela, uma das principais doenças da cultura do trigo. Esse fungo apresenta grande capacidade de competição saprofítica, o que lhe permite sobreviver nos restos culturais de plantas hospedeiras suscetíveis, assim como em gramíneas nativas. Além disso, há registros de sua presença saprofítica em resíduos de plantas não hospedeiras e gramíneas espontâneas. Essa ampla gama de hospedeiros alternativos torna o controle da giberela mais difícil, mesmo com a adoção de práticas como a rotação de culturas (Viana, 2013).

A adoção de sementes livres de patógenos, aliada à prática da rotação de culturas ou ao pousio, com a remoção de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos, constitui uma estratégia essencial no manejo desse grupo de patógenos. Além disso, o uso de sementes com alta qualidade sanitária, em conjunto com tratamentos químicos e biológicos, contribui para um desenvolvimento inicial mais vigoroso da lavoura e diminui os riscos de surtos epidêmicos (Guterres et al.,2024).

2.5 TRATAMENTO DE SEMENTES DE TRIGO

O tratamento de sementes tem como principais finalidades reduzir ou eliminar fungos associados às sementes e proteger tanto as sementes quanto as plântulas contra patógenos do solo e da parte aérea (França Neto, 2009). Portanto, essa prática torna-se eficaz para garantir o estabelecimento adequado da lavoura, especialmente em situações em que as condições, no momento da semeadura, não favorecem a germinação e a emergência rápida das plântulas. Nessas circunstâncias, a semente permanece por mais tempo em contato com o solo, tornando-se mais vulnerável à ação de fungos que podem deteriorá-la ou até mesmo provocar a morte das plântulas (Henning, 2005).

De forma geral, o tratamento de sementes compreende o uso de técnicas e substâncias com o objetivo de conservar ou melhorar sua qualidade e desempenho, contribuindo para que as plantas cultivadas expressem plenamente seu potencial genético. Esse processo pode envolver a aplicação de defensivos químicos, como fungicidas e inseticidas, além de produtos

biológicos, inoculantes, bioestimulantes, micronutrientes, tratamentos térmicos ou outras abordagens físicas (Menten, 2010).

2.5.1 Tratamento biológico

O tratamento biológico de sementes é uma técnica que se baseia na aplicação de organismos vivos capazes de reduzir a presença de inóculos patogênicos ou de interferir em suas atividades, contribuindo assim para a prevenção de doenças nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal. Essa abordagem visa controlar fitopatógenos por meio da interação com microrganismos benéficos que atuam como antagonistas naturais (Nascimento; Medeiros, 2015).

Segundo Peske, Lucca Filho e Barros (2006), o tratamento biológico de sementes avançou significativamente com a incorporação de agentes que inibem patógenos por meio de competição, antagonismo ou hiperparasitismo. Esses avanços permitiram a identificação de microrganismos promissores para o controle biológico, destacando-se os gêneros *Trichoderma* e *Bacillus*. Esses organismos apresentam diferentes mecanismos de ação, como competição por espaço e nutrientes, produção de substâncias antimicrobianas e indução de resistência sistêmica nas plantas, atuando diretamente contra patógenos na superfície das sementes e no solo (Nascimento; Medeiros, 2015).

Ampliando essa perspectiva, o controle biológico torna-se essencial no manejo de algumas doenças. Microrganismos como o fungo *Trichoderma* spp. exemplificam o sucesso dessa abordagem, atuando não apenas como antagonistas de patógenos, mas também como promotores do crescimento vegetal, ou seja, sua eficácia está relacionada a sua capacidade de agir por múltiplos mecanismos. Para doenças radiculares, a aplicação via tratamento de sementes é a estratégia mais indicada, pois garante a colonização do sistema radicular desde a germinação, utilizando os exsudatos da raiz para estabelecer uma barreira protetora (Amorim; Rezende; Bergamin Filho, 2018).

Em experimento com bioprotetores, Luz (2003) obteve resultados positivos com o uso de *Paenibacillus macerans*, observando redução significativa de patógenos presentes nas sementes de trigo (*Fusarium graminearum*, *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici-repentis* e *Aspergillus* spp.) in vitro. Além disso, o autor ainda destaca que o uso desse bioprotetor em combinação com produtos químicos também se mostrou eficiente, reduzindo ou até eliminando os patógenos das sementes. Em campo, a associação melhorou a germinação e o rendimento.

Segundo o autor, a vantagem da combinação é a ação imediata do fungicida, seguida pela proteção prolongada do agente biológico que se estabelece nas raízes da planta.

Em um estudo sobre o tratamento de sementes de trigo com *Trichoderma harzianum*, Vey et al. (2023) observaram que a aplicação dos produtos nas doses recomendadas promoveu o desenvolvimento inicial das plantas. O tratamento resultou em um aumento no comprimento das folhas e, de forma mais expressiva, beneficiou o sistema radicular, com incrementos significativos no comprimento, área, volume e massa seca das raízes em comparação com as sementes não tratadas. Embora não tenham sido registradas diferenças na germinação ou na biomassa da parte aérea, a melhoria na estrutura radicular aponta para um efeito positivo do fungo no estabelecimento inicial da cultura.

Para que os microrganismos apresentem bons resultados no controle fitossanitário, estes precisam apresentar resistência a condições ambientais desfavoráveis, amplo espectro de ação contra patógenos e em hospedeiros variados, tolerância a defensivos agrícolas e compatibilidade com outros tratamentos físicos e químicos. De acordo com Ritzinger e Fancelli (2006), o uso do controle biológico pode representar uma alternativa eficiente e segura para diminuir a incidência de doenças nas lavouras, promovendo, consequentemente, maior durabilidade e produtividade das culturas.

2.5.2 Tratamento com reguladores de crescimento

A aplicação de substâncias que favorecem a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas é uma prática fundamental. Entre essas substâncias, destacam-se os reguladores vegetais, definidos como compostos naturais ou sintéticos capazes de modificar os processos fisiológicos e estruturais das plantas com o objetivo de potencializar a produção (Laca-Buendia, 1989). Sua ação pode ocorrer por meio da estimulação da divisão celular, do crescimento vegetal e da absorção de água e nutrientes pelas raízes, efeitos que variam conforme a composição e a concentração empregadas (Vieira e Castro, 2002).

Bernardes (2010) afirma que os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que apresentam efeitos semelhantes aos hormônios vegetais. O autor ressalta que existem cinco hormônios considerados clássicos: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e inibidores, os quais são produzidos em diferentes partes da planta. Esses compostos podem atuar diretamente, provocando alterações físicas nas estruturas celulares, ou de forma indireta, ao interferirem em rotas metabólicas específicas. Como resultado, as células vegetais passam por modificações

que favorecem sua expansão, processo regulado por substâncias como as auxinas e giberelinas, que exercem papel central no crescimento e desenvolvimento das plantas (Lopes, 2014)

As giberelinas, auxinas e citocininas são fitohormônios com funções interligadas que atuam em diversas fases do ciclo vegetal. No processo de germinação, a giberelina é fundamental para a superação da dormência e para a síntese de α-amilase, enzima que degrada o amido, enquanto a auxina participa ao facilitar a translocação da giberelina e promover o alongamento celular (Floss, 2011). Durante o crescimento da planta, o alongamento do caule é impulsionado tanto por giberelinas quanto por auxinas (Paleg, 1965; Floss, 2011). O desenvolvimento radicular, por sua vez, depende do balanço entre a auxina, que promove a divisão celular no meristema, e a citocinina, que atua na diferenciação celular (Taiz; Zeiger, 2013).

Segundo Vieira (2001), a aplicação do regulador de crescimento vegetal Stimulate® — composto por ácido indolbutírico (0,005%), citocinina (0,009%) e ácido giberélico (0,005%) — nas culturas de feijão, arroz e milho resultou em efeitos positivos e significativos sobre a germinação das sementes e o vigor das plântulas. Além disso, promoveu alterações expressivas no sistema radicular e impactos relevantes em variáveis relacionadas à produtividade, quando comparado à ausência do produto. Por outro lado, em experimento realizado com a cultura do trigo, Inagaki et al. (2019) observaram que o uso do deste regulador não influenciou a taxa de germinação das sementes. No entanto, na concentração de 20 mL L^{-1}, verificou-se um aumento no comprimento das raízes e da parte aérea das plantas.

Embora os resultados variem conforme a espécie cultivada, a formulação do produto e a dosagem utilizada, estudos evidenciam efeitos benéficos significativos especialmente no que se refere à formação do sistema radicular, ao vigor inicial e, em muitos casos, à produtividade, apresentando-se como uma ferramenta para o tratamento de sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios de Fitopatologia, de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS, campus de Cerro Largo - RS, que está situado a 28°08’30,76” de latitude ao sul e 54°44’17,13” de longitude a oeste, com altitude de 280,90 metros. O período experimental foi de julho a agosto de 2025.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em um fatorial 2 x 3, com 4 repetições. O Fator A constituiu-se em dois lotes de sementes: Lote 1 foi composto por sementes de trigo sem contaminação aparente ou visível e o Lote 2 contendo sementes de trigo com contaminação artificial por *Fusarium graminearum*. O Fator B consistiu em três tratamentos aplicados às sementes: regulador de crescimento vegetal (Stimulate®); fungicida microbiológico à base de *Trichoderma harzianum* cepa CCT 7589 (StimuControl®) e testemunha, apenas com água. A combinação dos fatores resultou em 6 tratamentos (Tabela 1), cada um com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Tabela 1 – Caracterização das unidades experimentais utilizadas no experimento. UFFS, Cerro Largo, 2025

Fator A (Lote de Sementes)	Fator B (Tratamento de Sementes)
Lote sem contaminação	Testemunha (sem aplicação)
Lote sem contaminação	Regulador de crescimento
Lote sem contaminação	Fungicida microbiológico
Lote com contaminação	Testemunha (sem aplicação)
Lote com contaminação	Regulador de crescimento
Lote com contaminação	Fungicida microbiológico

Fonte: Elaborada pela autora, 2025.

Foi utilizado um único lote de sementes de trigo da cultivar ORS Feroz (PMS de 38g) essas sementes foram divididas em dois lotes sendo o Lote 1 mantido como recebido e o Lote 2 submetido à contaminação artificial. Para isso realizou-se a deposição das sementes sobre o fungo *F. graminearum*, (isolados pertencentes à coleção do Laboratório de Fitopatologia da UFFS), previamente cultivado em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As sementes

permaneceram em contato direto com o micélio do fungo por um período de 48 horas em câmara de crescimento a 25±2°C e fotoperíodo de 12 horas, seguindo metodologia adaptada de Divensi et al. (2017).

Para o tratamento, as sementes de cada "Lote" foram acondicionadas em sacos plásticos, onde foram adicionados os produtos nas doses recomendadas pelo fabricante. Os tratamentos consistiram na aplicação do produto comercial Stimulate®, composto por cinetina (0,009%), ácido Giberélico (0,005%) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,005%), na dose de 500 mL por 100 kg de sementes, e do produto comercial StimuControl®, à base de *T. harzianum* cepa CCT 7589, na dose de 200 mL por 100 kg de sementes. O tratamento da testemunha recebeu apenas o volume de água destilada equivalente à calda para garantir a umidade uniforme. Após a homogeneização por dois minutos, as sementes foram deixadas para secar à sombra por uma hora antes da instalação dos ensaios.

3.2 ENSAIO EM LABORATÓRIO

Para cada tratamento, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes.

Teste de Germinação: Conduzido em rolos de papel Germitest®, umedecidos com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso seco. Os rolos foram mantidos em câmara de germinação tipo B.O.D. a uma temperatura constante de 20°C e fotoperíodo de 12 horas. A primeira contagem de germinação foi realizada no quarto dia, e a contagem final no oitavo dia após a instalação do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009). Foram consideradas germinadas aquelas plântulas que apresentaram, pelo menos, 2 mm de protrusão de radícula. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais germinadas.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG): Realizado em conjunto com o teste de germinação, através de contagens diárias do número de sementes germinadas. O IVG foi calculado utilizando a fórmula de Maguire (1962):

$$*IVG= G1/N1+G2/N2+Gn/Nn.$$

Onde: G1,G2,Gn = número de sementes germinadas nos dias N1,N2,Nn após a semeadura, respectivamente.

Comprimento e Massa Seca de Plântulas: Ao final do teste de germinação (oitavo dia), dez plântulas normais de cada repetição foram retiradas aleatoriamente. Com o auxílio de uma régua milimetrada, foram medidos o comprimento da parte aérea (da inserção do coleóptilo

até o ápice da folha) e o comprimento da raiz principal. Em seguida, as partes (aérea e radicular) foram separadas, acondicionadas em sacos de papel identificados e levadas para secar‒ em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. A massa seca foi determinada em balança analítica de precisão (0,001 g) e os resultados expressos em gramas.

Teste de Envelhecimento Acelerado: Amostras de sementes de cada tratamento foram distribuídas em camada única sobre uma tela de alumínio dentro de caixas plásticas (tipo gerbox), contendo 40 ml de água destilada ao fundo. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara de incubação a 43°C por 48 horas para simular o envelhecimento. Após este período, as sementes foram utilizadas para instalar um novo teste de germinação, com quatro repetições de 50 sementes cada, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais germinadas (Brasil, 2009).

3.3 ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO

O teste de emergência de plântulas foi conduzido em bandejas plásticas, preenchidas com areia de granulometria média, previamente lavado. O substrato foi umedecido a, aproximadamente, 50% de sua capacidade de retenção de água. Em cada bandeja (unidade experimental), foram semeadas 50 sementes a uma profundidade de 2 cm. As bandejas foram mantidas em ambiente controlado, com 12 horas de fotoperíodo e temperatura de 20°C, realizando-se, manualmente, irrigações diárias para manutenção da umidade. As avaliações foram:

Índice de Velocidade de Emergência (IVE): Realizado por meio de contagens diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência, ou seja, quando, por dois dias seguidos, mais nenhuma plântula emergiu. Foram consideradas emergidas, aquelas plântulas onde o coleóptilo estava visível acima da areia. O cálculo seguiu a fórmula de Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E1}{T1} + \frac{E2}{T2} + \ldots + \frac{Ei}{Ti}$$

Onde:

IVE é índice de velocidade de emergência;

E1 até Ei é o número de emergência ocorrida a cada dia;

T1 até Ti é o tempo (dias).

Porcentagem de Emergência: A contagem final do número de plântulas normais emergidas foi realizada aos 21 dias após a semeadura, com o resultado expresso em porcentagem, seguindo os critérios das RAS (Brasil, 2009).

Altura de Plântulas: Aos 21 dias após a semeadura, foram retiradas do substrato, de forma aleatória, 10 plântulas normais de cada unidade experimental. A altura da parte aérea foi medida com o auxílio de uma régua milimetrada, do nível do substrato (coleto) até o ápice da última folha completamente expandida. O resultado foi expresso em centímetros (cm).

Massa aérea (Peso Verde): As mesmas 10 plântulas utilizadas para a medição da altura foram cuidadosamente cortadas ao nível do substrato e, imediatamente após o corte, para evitar a perda de umidade, a massa aérea das plântulas foi aferida em balança analítica de precisão (0,001 g). O peso médio da matéria fresca, para cada repetição, foi obtido dividindo-se o peso total pelo número de plantas de cada repetição e o resultado foi expresso em gramas (g).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo Teste F. Quando foi identificada diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) na interação entre os fatores ou em seus efeitos isolados, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ENSAIO EM LABORATÓRIO

Na análise de variância, para a variável germinação, a interação entre fatores foi altamente significativa ($p \leq 0,01$) (dados não mostrados). No que se refere a germinação (Tabela 2) para o lote composto por sementes não inoculadas (Lote 1), observou-se que ambos os produtos utilizados no tratamento de sementes mostraram-se estatisticamente superiores à testemunha, porém sem diferir entre si, demonstrando um efeito benéfico desses produtos à germinação. O aumento significativo proporcionado pelo regulador de crescimento (Stimulate®) pode ser atribuído à sua composição hormonal, que inclui giberelina, fitohormônio fundamental para a ativação do processo germinativo, e auxinas, que promovem o alongamento celular inicial (Floss, 2011).

Tabela 2 – Porcentagem de germinação (%) de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2) submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.

Tratamento	Lote	
	L1	L2
Fungicida microbiológico (StimuControl®)	83,50 Aa*	0.00 Ab
Regulador de crescimento (Stimulate®)	83,00 Aa	0.00 Ab
Testemunha	80,00 Ba	0.00 Ab
CV*	2.22	

*Médias não seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No que se refere ao fungicida microbiológico (StimuControl®) aplicado nas sementes, a germinação foi superior em relação à testemunha, cujo efeito pode estar atrelado ao fato que *T. harzianum*, fungo que compõem o produto, tem reconhecida ação como promotor do crescimento vegetal (Vey et al., 2023). No lote composto por sementes inoculadas artificialmente com *F. graminearum* (Lote 2), a porcentagem de germinação foi nula para todos os tratamentos (Tabela 2). Este resultado corrobora com os estudos de Hadjout et al. (2024), sobre a agressividade de *Fusarium* spp., os quais associaram a presença do patógeno a uma redução acentuada nas taxas de germinação do trigo. Os autores relataram, inclusive, a inibição completa do crescimento do coleóptilo em diversos genótipos após a inoculação. Deste modo, devido a virulência de *F. graminearum* quando inoculado nas sementes de trigo, nenhum dos

tratamentos testados foi eficaz em mitigar o dano do patógeno e permitir a germinação dessas sementes.

Para a variável primeira contagem de germinação, inicialmente verificou-se que a interação entre os fatores não foi significativa, assim como os diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes. Ou seja, apenas o fator "Lote" (com ou sem inoculação) foi altamente significativo ($p<0,0001$) (dados não mostrados). Na comparação de médias entre os lotes (Tabela 3) observa-se essa diferença, pois no lote composto por sementes não inoculadas (Lote 1) estas apresentaram 71,33% de germinação na primeira contagem, enquanto no lote composto por sementes inoculadas artificialmente com *F. graminearum* (Lote 2), as mesmas não haviam germinado na data da referida avaliação.

Tabela 3 – Primeira contagem de germinação (%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025

Lote	Primeira Contagem (%)	IVG
Lote sem contaminação (L1)	71,33 a*	16,42 a*
Lote com contaminação (L2)	0,00 b	0,00 b
CV%	9,16	5,14

*Médias não seguidas de mesma letra, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Relacionado ao índice de velocidade de germinação (IVG), no que se refere a ANOVA, também não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a interação entre os fatores (dados não mostrados). De modo geral, no lote composto por sementes não inoculadas (Lote 1) estas apresentaram IVG médio de 16,42 enquanto no lote composto por sementes inoculadas artificialmente com *F. graminearum* (Lote 2), a germinação foi completamente inibida, impedindo qualquer avaliação de velocidade e uniformidade, refletindo em um IVG nulo (Tabela 3). Resultados semelhantes foram relatados por Garcia Júnior (2006), que observou reduções expressivas na germinação de sementes de trigo infectadas por *F. graminearum*, atribuído à deterioração dos tecidos embrionários e à inibição do crescimento das plântulas.

Os resultados observados na presente avaliação, evidenciam o alto potencial de dano do patógeno, que foi capaz de comprometer completamente todo processo de desenvolvimento inicial das plântulas que se inicia pela germinação das sementes. De acordo com, Peske, Lucca

Filho e Barros (2006), quando contaminadas por doenças, as sementes podem apresentar baixa viabilidade ou vigor reduzido, comprometendo o estabelecimento inicial da cultura.

Ainda, no que refere aos efeitos dos produtos utilizados no tratamento de sementes sobre o IVG, na média, não foram observadas diferenças estatísticas entre estes e a testemunha (Tabela 4). Essa ausência de diferença significativa indica que, embora o fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* (StimuControl®) e o regulador de crescimento (Stimulate®) tenham aumentado a porcentagem final de germinação no lote sadio (Tabela 2), eles não foram capazes de acelerar a velocidade com que essa germinação ocorreu (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Campos et al. (2020) onde a velocidade de germinação não foi impactada pelo tratamento biológico, apesar de melhorias em plântulas além disso, Vitti et al. (2022), verificaram que tratamentos contendo *T. harzianum* não modificaram a germinação inicial de sementes de trigo.

Tabela 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de trigo submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.

Tratamento	IVG
Fungicida microbiológico (StimuControl®)	7,96 ^{ns}
Regulador de crescimento (Stimulate®)	8,39
Testemunha	8,27
CV%	5,14

Médias na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste pelo Teste de Tukey à 5% de significância. ns: não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para as variáveis comprimento da parte aérea (CPA) e da parte radicular (CPR) observou-se interação significativa entre os fatores (p=0,0009) para ambas as variáveis (Tabela 5). No lote composto por sementes não inoculadas (Lote 1) o regulador de crescimento (Stimulate®) promoveu o maior crescimento radicular e aéreo comparado ao fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* e à testemunha.

Segundo Cato (2006), o Stimulate® promove este desenvolvimento devido a ação conjunta de auxinas, giberelinas e citocininas presentes em sua formulação, uma vez que esses reguladores vegetais controlam, de forma integrada, processos de alongamento e divisão celular responsáveis pelo crescimento da haste e crescimento radicular. A autora demonstrou que o uso deste produto, aplicado no trigo via tratamento de sementes, proporcionou aumentos significativos na altura e massa de matéria seca de parte aérea. Tais resultados corroboram com

os observados no trabalho de Vieira (2001), que observou efeitos significativos deste mesmo produto regulador de crescimento vegetal o qual promoveu alterações expressivas no sistema radicular e impactos relevantes em variáveis relacionadas à produtividade, quando comparado à ausência do produto.

Para o lote composto por sementes inoculadas artificialmente com *F. graminearum* (Lote 2), como não se obteve plântulas germinadas (Tabela 2), a média para ambas as variáveis foi computada como zero.

Tabela 5 – Comprimento radicular (CPR) e da parte aérea (CPA) de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2) submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.

TRATAMENTO	CPR (mm)		CPA (mm)	
	L 1	L 2	L1	L 2
Fungicida microbiológico (StimuControl®)	78,07 B a	0,00 A b	88,43 B a	0,00 A b
Regulador de crescimento (Stimulate®)	87,98 A a*	0,00 A b	99,25 A a*	0,00 A b
Testemunha	72,75 B a	0,00 A b	89,22 B a	0,00 A b
CV%	9,66		5,19	

*Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na coluna, minúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Nas variáveis massa seca aérea e massa seca radicular, a interação entre os fatores e entre os diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes, não foram consideradas estatisticamente significativas, ou seja, apenas o fator “Lote” (com ou sem contaminação) apresentou um efeito altamente significativo ($p < 0,000$) (dados não mostrados). Na tabela 6 pode se observar que o lote sem contaminação (L1) produziu uma média de massa seca aérea e radicular significativamente superior ao lote com contaminação (L2).

Tabela 6 – Massa seca da parte aérea (g) e radicular (g), de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.

Lote	Massa seca aérea (g)	Massa seca radicular (g)
Lote sem contaminação (L1)	0,075 a*	0,061 a*
Lote com contaminação (L2)	0,000 b	0,000 b
CV%	9,28	11,92

*Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

No que se refere a resposta dessas mesmas variáveis em relação aos diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes, embora esse fator não tenha sido significativo ($p > 0,05$), verificou-se que com o uso do regulador de crescimento (Stimulate®) no tratamento de sementes, as plântulas produziram a maior média de massa seca aérea (0,039 g), enquanto na testemunha se observou a menor (0,035 g) (Tabela 7). Referente a massa seca radicular, o tratamento de sementes utilizando o fungicida microbiológico à base de *T. harzianum* (StimuControl®) proporcionou a maior média (0,032) e superior à testemunha 0,027). Esse comportamento é coerente com o descrito por Henz e Bettiol (2019), que afirmam que espécies de *Trichoderma* liberam compostos bioativos e promovem aumento da absorção de nutrientes, sendo seus efeitos mais pronunciados no sistema radicular.

Tabela 7 – Massa seca da parte aérea e radicular (g) de plântulas de trigo originadas de sementes submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.

Tratamentos	Massa seca aérea (g)	Massa seca radicular (g)
Fungicida microbiológico (StimuControl®)	0,0378 ^{ns}	0,0320 ^{ns}
Regulador de crescimento (Stimulate®)	0,0396	0,0317
Testemunha	0,0351	0,0277
CV%	9,28	11,92

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Essa diferença numérica observada em ambas as variáveis, apesar de não validada estatisticamente pelo critério de $p \leq 0,05$, sugere um potencial efeito benéfico do Stimulate® e do StimuControl® em comparação com a testemunha, podendo indicar um efeito positivo do produto que talvez se tornasse significativo em outras condições experimentais, Vey *et al*. (2023) ao utilizarem o tratamento de sementes de trigo com produtos biológicos à base de *T. harzianum*, não verificaram diferenças significativas na germinação, no entanto, observaram aumento no comprimento da parte aérea, área e volume de raízes, bem como, maior massa de matéria fresca e seca radicular. Tal efeito, pode estar contribuindo para um melhor desempenho fisiológico das plântulas em estágios iniciais, mesmo sem diferenças estatísticas aparentes.

Para o teste do envelhecimento acelerado, a análise de variância não foi significativa para diferentes produtos aplicados no tratamento de sementes ou para a interação entre os fatores (dados não mostrados). Isso demonstra que as sementes tratadas com o regulador de

crescimento (Stimulate®) ou o fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* (StimuControl®) não trouxeram benefícios, em relação à testemunha não tratada, para a germinação das sementes sob as condições adversas simuladas pelo teste de envelhecimento acelerado. A germinação do lote de sementes sem contaminação artificial (L1) apresentou 77,83% de germinação após o estresse, enquanto as do lote com contaminação artificial (L2) tiveram a germinação completamente inibida (Tabela 8).

Tabela 8 – Germinação (%), após envelhecimento acelerado, de sementes de trigo sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.

Lote	Germinação após EA (%)
Lote sem contaminação (L1)	77,83 a*
Lote com contaminação (L2)	0,00 b
CV%	16,73

*Médias não seguidas de mesma letra, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

4.2 ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO

Para as variáveis avaliadas, não foi observado efeito significativo da interação entre os fatores lotes e os diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes, ou seja, somente o fator "Lote" (sem ou com contaminação artificial de *F. graminearum*) foi altamente significativo (Tabela 9). Além disso, os coeficientes de variação (CV%) obtidos variaram de 6,59% a 26,75% sendo considerados de baixos a médios, indicando boa precisão experimental.

Tabela 9 – Análise de Variância (ANOVA), dos valores de P-valor para as variáveis de Emergência final; Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Comprimento aéreo e Massa fresca aérea de plântulas de trigo de dois lotes, submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025.

Fonte de Variação (FV)	G.L	Emergência (%)	IVE	Comp. Aéreo (cm)	Massa fresca (g)
Lote	1	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *
Produto	2	0,94 ns	0.97 ns	0.80 ns	0.20 ns
Lote * Produto	2	0,94 ns	0.97 ns	0.80 ns	0.20 ns
CV (%)		8,48	6,59	23,7	26,75

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) pelo teste F. ns: não significativo. GL: Graus de Liberdade. CV: Coeficiente de Variação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao detalhar os efeitos da inoculação artificial ou não com o patógeno, evidencia-se a superioridade do lote onde não se inoculou *F. graminearum* nas sementes de trigo, em todas as variáveis analisadas. O referido lote apresentou a maior porcentagem de emergência (84,83%) e velocidade de emergência (9,65), resultando em plântulas mais desenvolvidas, com maior comprimento e acúmulo de massa fresca na parte aérea (Tabela 10). Estes resultados confirmam os resultados dos testes em laboratório, indicando que a qualidade sanitária do lote foi o fator preponderante para o estabelecimento e desenvolvimento inicial das plântulas.

Tabela 10 – Emergência final; índice de velocidade de emergência (IVE); comprimento aéreo e massa fresca aérea de plântulas de trigo originadas de sementes sem contaminação aparente (L1) e com contaminação artificial por *F. graminearum* (L2). Cerro Largo, 2025.

Lote	Emergência (%)	IVE	Comp. Aéreo (cm)	Massa Fresca (g)
Lote sem contaminação (L1)	84,83 a	9,65 a	18,71 a	0,98 a*
Lote com contaminação(L2)	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CV (%)	8,48	6,59	23,7	26,75

*Médias não seguidas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo Teste de Tukey à 5% de significância.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Destaca-se ainda que, o lote que foi inoculado artificialmente com o patógeno, teve seu desempenho completamente comprometido, com valores nulos para todas as variáveis analisadas, evidenciando a agressividade do patógeno na fase inicial da cultura. A infecção severa não só inviabilizou a germinação (como visto no laboratório), mas também impediu a emergência das plântulas no substrato, impossibilitando qualquer avaliação de crescimento subsequente.

No que se refere aos diferentes produtos aplicados no tratamento de sementes, não foi observada diferença estatística para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 11). Tanto o uso do regulador de crescimento (Stimulate®) ou do fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* (StimuControl®), apresentaram resultados estatisticamente semelhantes aos da testemunha, que não recebeu qualquer tratamento.

Tabela 11 –Emergência final; índice de velocidade de emergência (IVE); comprimento aéreo (comp.Aéreo) e massa fresca aérea de plântulas de trigo cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2025

Tratamento	Emergência (%)	IVE	Comp.Aéreo (cm)	Massa Fresca (g)
Fungicida microbiológico (StimuControl®)	42,25 ns	4,82 ns	8,98 ns	0,49 ns
Regulador de crescimento (Stimulate®)	42,74	4,81	9,36	0,55
Testemunha	42,25	4,84	9,72	0,43

Médias na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste pelo Teste de Tukey à 5% de significância. ns: não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Resultados semelhantes foram relatados por Santos (2009) em sementes de soja que, embora o uso do Stimulate®, tenha promovido incrementos iniciais em testes de germinação em papel, esses ganhos não se mantiveram quando as plântulas foram avaliadas em substratos, sugerindo que o produto apresenta resposta dependente do ambiente e do vigor inicial das sementes. Bezerra et al. (2015), ao avaliarem o uso de bioestimulantes e tratamento fungicida em sementes de soja, relataram que o efeito positivo desse mesmo regulador de crescimento nem sempre se manifesta em todas as condições de cultivo, sendo mais evidente em situações de estresse fisiológico ou baixa qualidade do lote. Assim, a ausência de diferença significativa entre os tratamentos do melhor lote (L1) do presente estudo, pode estar relacionada à boa qualidade fisiológica das sementes e às condições favoráveis à germinação no ambiente controlado, no qual o potencial de resposta a quaisquer bioestimulantes tende a ser reduzido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, a qualidade sanitária foi o fator determinante para o desempenho das sementes de trigo, sobrepondo qualquer efeito dos tratamentos. A inoculação artificial de *F. graminearum*, inibiu totalmente a germinação e emergência, confirmando sua capacidade de inviabilizar o estabelecimento da cultura por se tratar de um patógeno altamente agressivo. Sob esta alta pressão do patógeno, nenhum dos produtos testados foi eficaz em mitigar os danos.

Em sementes sadias, nas condições controladas de laboratório, ambos os tratamentos de sementes, com fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* ou com o regulador de crescimento vegetal, foram benéficos, aumentando a porcentagem final de germinação em comparação com a testemunha. Enquanto o tratamento de sementes com o uso do produto regulador de crescimento vegetal promoveu um crescimento inicial superior, resultando em plântulas com maior comprimento de parte aérea e de raiz, o uso do fungicida microbiológico a base de *T. harzianum* demonstrou, em especial, efeito positivo no sistema radicular, refletido em maiores valores numéricos de massa seca. Apesar de melhorarem a germinação final, nenhum dos tratamentos alterou significativamente o vigor das sementes.

Os benefícios observados em condições ideais de laboratório, não se traduziram em vantagens práticas no ensaio em substrato de areia. No ambiente controlado, não houve diferença estatística entre a testemunha e os tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P et al. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 39–48, 2010.

ALMEIDA, R. R. de. **Ocorrência de *Fusarium graminearum* e desoxinivalenol em grãos de trigo utilizados no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (ed.). **Manual de fitopatologia**: Volume 1: Princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018.

BEZERRA, A. R. G.; CUNHA, F. N.; ANDRADE, A. F. de; LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, J. C.; SILVA, M. F. Effect of biostimulants and seed treatment with fungicide on the germination and vigor of soybean seedlings. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 45–54, 2015.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V. de. **Qualidade de sementes**: fatores que afetam seu desempenho em campo. Goiânia: Sementes Goiás, 2009. (Comunicado Técnico).

BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (ed.). **Trigo**: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes das grandes culturas. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 13, 20 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.

CAMPOS, L. P.; LUSTOSA, D. C.; VIEIRA, H. D. *Trichoderma* contributes to the germination and seedling development of açaí palm *(Euterpe oleracea* Mart.*).* **Agriculture**, v. 10, n. 10, p. 456, 2020.

CÁTO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoinzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **A cultura do trigo**. Brasília, DF: Conab, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 12, n. 6, 6º levantamento, mar. 2025. Brasília, DF: Conab, 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Trigo**: análise mensal – Janeiro 2025. Brasília, DF: Conab, 2025.

COSTA, C. J. **A importância do controle de qualidade de sementes**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. (Artigo, 26).

DIVENSI, Luan Junior et al. **Métodos para a inoculação de *Fusarium graminearum* em sementes de feijão**. *In*: Seminário de ensino, pesquisa e extensão da UFFS, 6., 2016, Erechim: UFFS, 2016.

ETHUR, L. Z. *et al. Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 73-84, 2012.

FAVA NEVES, M.; ROSSI, R. P. (coord.). **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo está por trás do que se vê. 5. ed. Passo Fundo-RS: Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.

FRANÇA-NETO, J. B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. **Seed Point. O mundo da Semente**. Revista Atuante Atualizada Agrícola. AGRANIA. Abril/2019, nº 844, ano 74, página 56.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica da semente** Londrina: EMBRAPA: CNPSo, 1984. p.5-24. (Embrapa - CNPSo. Circular Técnica, 9).

GARCIA JÚNIOR, D. ***Fusarium graminearum* em sementes de trigo** *(Triticum aestivum* L.): detecção, efeitos e controle*.* Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.

GOULART, A. C. P. **Qualidade sanitária de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) produzidas no Mato Grosso do Sul, de 1987 a 1994**. Dourados, MS: Embrapa-CPAO, 1995. (Boletim de Pesquisa, n. 11).

GOULART, A. C. P. **Tratamento de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Documentos, 264).

GUTERRES, C. W. *et al*. Manejo cultural de doenças. *In*: Grupo De Investigações Em Fitopatologia (Org.). **Controle de doenças de plantas**: dos princípios ao manejo. Santa Maria: Ed. dos Autores, 2024. cap. 3

HADJOUT, S *et al.* Aggressiveness assessment of two *Fusarium spp*. on durum ~~w~~heat grain coleoptiles under controlled conditions. **Phyton-International Journal of Experimental Botany**, v. 93, n. 11, p. 2983–2992, 2024.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: Noções gerais. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 51 p.

HENZ, Gilmar P.; BETTIOL, Wagner (org.). ***Trichoderma***: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 248 p.

JUNIOR, W. M.; SIDONIO, P. C. A.; MORAES, M. V. Panorama das importações de trigo no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 287-320, set. 2011.

LAU, D. *et al*. **Principais doenças do trigo no sul do Brasil**: diagnóstico e manejo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. (Folhetos).

LIMA, M. I. P. M. **Espigamento**: estádio inicial de suscetibilidade de espigas de trigo à giberela. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Comunicado Técnico Online, n. 48).

LOPES, E. M. **Influência de *Azospirillum brasilense* e hormônios reguladores de crescimento no desempenho agronômico e econômico de *Triticum aestivum***. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2014.

LOPES, J. **Tratamentos de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) com bioestimulantes**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2016.

LUZ, W. C. da. Avaliação dos tratamentos biológico e químico na redução de patógenos em semente de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 93-95, 2003.

LUZ, W. C. da. **Giberela ou fusariose em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1995. (Comunicado Técnico Online, 111).

MAGUIRE, J. D. Velocidade de germinação - auxílio na seleção e avaliação para emergência e vigor de plântulas. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAUCH, N. **Tratamento de Sementes**. Apostila Técnica. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003.

MENTEN, J. O. M. Importância do tratamento de sementes. *In*: MENTEN, J. O. M. (ed.). **Patógenos em sementes**: detecção, danos e controle químico. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991.

MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D. de. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 15-24, 2010.

MORESCO, E. **Tratamento de sementes de soja com produtos biológicos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2023.

NASCIMENTO, L. C. do; MEDEIROS, J. G. F. Patologia de sementes: noções básicas. *In*: SANTOS, J. P. G. dos; CÂMARA, M. P. S. (Org.). **Patologia de sementes**: noções básicas. Sumé, PB: UFCG, 2015. p. 9-34.

NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S. Doenças foliares e o controle por fungicidas na produtividade e qualidade de grãos de trigo. **Summa Phytopathologica**, [*s. l.*], v. 38, 2012.

OLIVEIRA, J. C. de *et al*. **The importance of physiological quality of seeds for agriculture**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2020.

PEREIRA, L. A. G. *et al*. Tratamento de sementes de soja com fungicida e/ou antibiótico, sob condição de semeadura em solo com baixa disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 241-246, 1993.

PESKE, S. T.; FILHO, O. A. L.; BARROS, A. C. S. A. (ed.). **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2006.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **Relatório Anual de Gestão 2023**. Porto Alegre: SEAPAPI, 2024.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 6. ed. Porto Alegre: SPGG, 2021.

RODRIGUES, K. R. R. **Levantamento e análise da qualidade sanitária de sementes de trigo no Rio Grande do Sul**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2020.

SALES JÚNIOR, R. *et al*. Controle Químico de Doenças Radiculares. *In*: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 327-353.

SANTOS, C.R. Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas e no crescimento inicial da soja. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, D. M.; BALDONI, A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **GETeC: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 7, n. 19, p. 19-30, 2018.

SARTORI, D. B. S. **Fungos associados a sementes de trigo no Sul do Brasil e o efeito do tratamento de sementes no controle de *Bipolaris sorokiniana***. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2019.

SCHAAFSMA, A. W. *et al*. Agronomic considerations for reducing deoxynivalenol in wheat grain. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 23, n. 3, p. 279-285, 2001. DOI: 10.1080/07060660109506948.

SILVA, S. da. **Análise de sementes de soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum*) quanto à presença de fungos de armazenamento**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Tapes, 2017.

SOUSA, K. P. de *et al*. **Qualidade sanitária de sementes de trigo no Brasil, safras 2018 e 2019**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021. (Comunicado Técnico, 375).

STEMPKOWSKI, L. A. *et al*. Viroses em trigo no Brasil: uma visão histórica. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 28, p. 102-135, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.

TOMASINI, R. G. A.; AMBROSI, I. Aspectos econômicos da cultura de trigo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 59-84, 1998. DOI: 10.35977/0104-1096.cct1998.v15.8938.

VEY, R. T. et al. CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS TRIGO TRATADAS COM *Trichoderma harzianum* L. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA**, Ariquemes, v. 14, n. 2, p. 381-392. DOI: 10.31072/rcf.v14i2.1302

VIANA, E. **Transmissão de *Fusarium graminearum* via sementes e progresso temporal da giberela em trigo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VITTI, A. J.; CAVALCANTE, A. L. G.; CALIARI, M.; SANTOS, C. M. G.; NARDIN, M. B.; SILVA, M. A. Seed coating with *Trichoderma harzianum* T-22 of Italian bread wheat seed. **Agriculture**, v. 12, n. 5, p. 714, 2022.