

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**AMANDA CELESTINA DE BAIRROS**

**TRATAMENTO BIOLÓGICO E QUÍMICO EM SEMENTES DE TRIGO COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE GERMINAÇÃO**

**CERRO LARGO**

**2023**

**AMANDA CELESTINA DE BAIROS**

**TRATAMENTO BIOLÓGICO E QUÍMICO EM SEMENTES DE TRIGO COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE GERMINAÇÃO**

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

Orientadora: Prof. Dr. Juliane Ludwig

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bairros, Amanda Celestina de  
TRATAMENTO BIOLÓGICO E QUÍMICO EM SEMENTES DE TRIGO  
COM DIFERENTES NÍVEIS DE GERMINAÇÃO / Amanda Celestina  
de Bairros. -- 2023.  
44 f.

Orientadora: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Juliane Ludwig

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2023.

1. Bacillus sp; Trichoderma sp.; Triticum aestivum;  
Qualidade de sementes. I. Ludwig, Juliane, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**AMANDA CELESTINA DE BAIRROS**

**TRATAMENTO BIOLÓGICO E QUÍMICO EM SEMENTES DE TRIGO COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE GERMINAÇÃO**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 21/11/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



**JULIANE LUDWIG**

Data: 14/12/2023 09:02:29-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliane Ludwig – UFFS**

**Orientadora**

Documento assinado digitalmente



**NERISON LUIS POERSCH**

Data: 13/12/2023 13:53:01-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Nerison Poersch - UFFS**

**Avaliador**

Documento assinado digitalmente



**JANAINA SILVA SARZI**

Data: 06/12/2023 19:12:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Eng.<sup>a</sup> Agr.<sup>a</sup> Dr. Janaina Silva Sarzi**

**Avaliadora**

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

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecer a Deus pela minha vida e por me oportunizar a superação de todas as dificuldades enfrentadas durante a jornada da graduação.

Agradeço aos meus pais, por todo o cuidado e dedicação que sempre despenderam comigo na qual em nenhum momento mediram esforços para ajudar no meu crescimento, que mesmo em meio a tantas dificuldades encontradas, nunca largaram a minha mão e sempre me apoiaram. E agradeço a minhas irmãs Samanta e Kananda de Bairros, com seus cônjuges, que sempre estiveram me apoiando e auxiliando nos momentos de fraqueza.

É um agradecimento especial ao meu companheiro Junior Schuh, que ao longo da minha trajetória me acompanhou, se manteve ao meu lado me apoiando e motivando, sendo meu abrigo em momentos de tristeza. E junto, agradeço aos meus sogros que me acolheram e são minha segunda família na qual me auxiliam e acreditam no meu potencial.

Aos meus amigos da faculdade e pessoas especiais que me acompanharam desde o início, gratidão por ter pessoas com quem conseguimos aprender e saber que estão dispostas a ajudar em qualquer dificuldade encontrada.

Agradecimento e gratidão aos mestres que fizeram parte de minha trajetória acadêmica, foram incansáveis e impecáveis em seu trabalho, permitindo-me crescer tanto em minha vida profissional quanto pessoal. Sou extremamente grato a todos eles.

Mentes são como paraquedas. Elas só funcionam quando são abertas.

## RESUMO

A cultura do trigo é um dos cereais de inverno de maior importância para a economia do mundo, e está entre os mais produzidos. Diante disso, é necessário a devida atenção com a qualidade das sementes utilizadas para que se alcance a produtividade ideal. O presente trabalho objetivou verificar o efeito de diferentes produtos biológicos e químicos, aplicados via tratamento de sementes, em sementes com diferentes níveis de germinação inicial, na qualidade fisiológica e no desempenho inicial das plântulas de trigo. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado em fatorial 3x6. Como fator A foram utilizadas sementes de três lotes de sementes com diferentes percentuais de germinação da cultivar TBIO Trunfo (76%, 82% e 98%). Como fator B utilizou-se seis tratamentos de sementes sendo: Vitavax Thiran<sup>®</sup>, TDM<sup>®</sup> (*Trichoderma harzianun* + *Trichoderma asperellum*), LaborzymeFull<sup>®</sup> (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens*), StimuControl<sup>®</sup> (*Trichoderma harzianum*), No-Nema<sup>®</sup> (*Bacillus amyloliquefaciens*) e uma testemunha onde foi utilizada apenas água. O desempenho dos lotes de sementes de trigo tratados foi avaliado através dos testes de qualidade fisiológica, em laboratório, e do crescimento inicial em casa de vegetação. Nas variáveis analisadas em laboratório, como o índice de velocidade de germinação, a germinação, a massa seca da parte aérea e radicular apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos Vitavax Thiran<sup>®</sup>, StimuControl<sup>®</sup> e No-Nema<sup>®</sup> reduziram significativamente a germinação em relação a testemunha. Em relação ao IVG os tratamentos não contribuíram positivamente, em que os tratamentos No-Nema<sup>®</sup> e Vitavax Thiran<sup>®</sup>, proporcionaram os menores valores. Os melhores resultados para o lote de 76% e 82% em relação aos valores de massa seca foram observados no tratamento testemunha. Por outro lado, na casa de vegetação, o uso do tratamento de sementes não apresentou impactos positivos em relação à testemunha na maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Bacillus* sp; *Trichoderma* sp.; *Triticum aestivum*; *Qualidade de sementes*.



## ABSTRACT

Wheat is one of the most important winter cereals for the world's economy, and is among the most produced. Therefore, it is necessary to pay due attention to the quality of the seeds used to achieve ideal productivity. The present work aimed to verify the effect of different biological and chemical products, applied via seed treatment, on seeds with different levels of initial germination, on the physiological quality and initial performance of wheat seedlings. The experiment was carried out in a completely randomized experimental design in a 3x6 factorial. As factor A, seeds from three seed lots with different germination percentages of the TBIO Trunfo cultivar were used (76%, 82% and 98%). As factor B, six seed treatments were used: Vitavax Thiran®, TDM® (Trichoderma harzianum + Trichoderma asperellum), LaborzymeFull® (Bacillus subtilis + Bacillus amyloliquefaciens), StimuControl® (Trichoderma harzianum), No-Nema® (Bacillus amyloliquefaciens) and a control where only water was used. The performance of treated wheat seed lots was evaluated through physiological quality tests in the laboratory and initial growth in a greenhouse. In the variables analyzed in the laboratory, such as the germination speed index, germination, dry mass of the aerial part and roots showed a significant difference between the treatments. The Vitavax Thiran®, StimuControl® and No-Nema® treatments significantly reduced germination in relation to the control. In relation to IVG, the treatments did not contribute positively, with the No-Nema® and Vitavax Thiran® treatments providing the lowest values. The best results for the batch of 76% and 82% in relation to dry mass values were observed in the control treatment. On the other hand, in the greenhouse, the use of seed treatment did not present positive impacts in relation to the control in most of the variables analyzed.

Keywords: housing; *Bacillus* sp; *Trichoderma* sp.; *Triticum aestivum*; *Qualidade de sementes*.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos, doses do produto técnico e comercial utilizadas no experimento. UFFS, Cerro Largo, 2023. ....	24
Tabela 2 – Porcentagem de plântulas germinadas (%) em lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro largo, 2023. ....	27
Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) em lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	28
Tabela 4 – Comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CPR) de plântulas de trigo submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	29
Tabela 5 – Comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CPR) de plântulas de trigo com diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023. ....	29
Tabela 6 – Massa seca da parte aérea de plântulas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	30
Tabela 7 – Massa seca do sistema radicular de plântulas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	31
Tabela 8 – Porcentagem de plântulas de trigo germinadas (%), após o envelhecimento acelerado, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	32
Tabela 9 – Porcentagem de plântulas de trigo germinadas (%), após o envelhecimento acelerado, cujas sementes apresentavam diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023. ....	33
Tabela 10 - Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em porcentagem (E), comprimento da parte aérea em milímetros (CPA), comprimento do sistema radicular em milímetros (CPR) e peso da parte aérea em gramas (PA) de plantas de trigo, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023. ....	34
Tabela 11 – Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em porcentagem (E), comprimento da parte aérea em milímetros (CPA), comprimento do sistema radicular em milímetros (CPR) e peso da parte aérea em gramas (PA) de plantas de trigo, cujas sementes apresentavam diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023. ....	35

Tabela 12 – Peso do sistema radicular (em gramas) de plantas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.....	36
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1	A CULTURA DO TRIGO .....	14
2.2	QUALIDADE DA SEMENTE .....	14
<b>2.2.1</b>	<b>Qualidade genética .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Qualidade física .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Qualidade fisiológica .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Qualidade sanitária .....</b>	<b>18</b>
2.3	A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES .....	19
<b>2.3.1</b>	<b>Produtos químicos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Produtos biológicos .....</b>	<b>21</b>
2.4	TRATAMENTOS DE SEMENTES DE TRIGO.....	22
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	23
3.2	ENSAIO EM LABORATÓRIO .....	23
3.3	ENSAIO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	25
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>27</b>
4.1	ENSAIO EM LABORATÓRIO .....	27
4.2	ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	33
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma planta de ciclo anual, de grande importância econômica e que apresenta elevada capacidade produtiva de grãos, considerada uma das culturas mais importantes do mundo em termos de segurança alimentar. O trigo e seus derivados são a base da dieta diária de aproximadamente dois terços da população mundial, sendo uma das principais fontes de calorias e proteínas na alimentação humana (CONAB,2018).

O Noroeste do Rio Grande do Sul é uma das principais regiões produtoras de trigo do estado, o qual apresenta clima subtropical, com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos. A temperatura é um dos fatores ambientais que mais influenciam o desenvolvimento da cultura trigo, tendo maior produtividade quando estabelecida em locais em que esta varia de 15°C a 20°C durante o período de seu desenvolvimento. Temperaturas muito baixas ou muito altas podem prejudicar a formação de grãos e diminuir a produtividade. Ainda, é importante destacar que, na região Noroeste do RS, comumente tem-se ocorrência de eventos climáticos extremos, como geadas tardias e secas prolongadas, o que pode afetar o desempenho da cultura do trigo (PALUDO, 2022).

Outro fator, está relacionado à escolha de cultivares, que é um elemento fundamental e pode influenciar significativamente o sucesso da safra do cereal. A escolha da cultivar no cultivo de trigo é, também, um elemento crucial que pode influenciar significativamente o sucesso da safra, tornando essencial avaliar a adaptabilidade e estabilidade desta às condições locais, além de outros fatores, como qualidade do grão e sua resistência a pragas e doenças. Isso se faz necessário com o objetivo de encontrar a cultivar mais adequada que atenda às necessidades específicas da região e das práticas de cultivo (YAN; HOLLAND, 2010). Nos últimos anos, a cultura do trigo tem sido alvo de inovação tecnológica, com a adoção de novas cultivares, técnicas de cultivo mais eficientes e o uso de tecnologias digitais para melhorar a produtividade e a qualidade do produto final (CAIERÃO *et al.*, 2013).

Outros aspectos são relevantes, como conhecer o potencial produtivo da cultura na região, o histórico da propriedade e o clima (CAIERÃO, 2018). Há que se destacar ainda que outros aspectos relacionados a rotação de culturas, época de semeadura e o controle de pragas e doenças, também compõem o conjunto de fatores que irão definir a produtividade e a qualidade final do trigo.

A utilização de sementes de qualidade é outra prática de manejo fundamental para o estabelecimento da cultura e obtenção de maior rendimento de grãos (ABATI *et al.*, 2018). A

qualidade da semente é determinada, principalmente, pelo seu potencial fisiológico, incluindo a germinação e o vigor da semente (MARCOS FILHO, 2015). Sementes vigorosas resultam em uma emissão uniforme e mais rápida da raiz primária durante o processo germinativo, além de promoverem uma maior taxa de crescimento e plantas com tamanho inicial maior (MIELEZRSKI *et al.*, 2008) o que contribui para um estabelecimento uniforme do estande de plantas no campo (SBRUSSI; ZUCARELI, 2014). Em contrapartida, sementes de baixo vigor apresentam uma menor capacidade de resistir a condições ambientais desfavoráveis, resultando em maior número de plântulas anormais e falhas na linha de semeadura (HENNING *et al.*, 2010).

Devido à grande importância da cultura, é preciso ter cuidados no manejo de fitopatógenos, ainda mais quando associados às sementes, sendo grandes responsáveis por causar perdas no cultivo. Diversas patologias podem impactar a cultura do trigo, como a giberela e a brusone, ambas com maior incidência em períodos de chuvas frequentes (MACIEL, 2020). Para um eficaz controle das doenças, é crucial adotar medidas preventivas e de manejo o que inclui o uso de sementes certificadas e de qualidade, dar preferência por cultivares resistentes, a implementação da rotação de culturas e o tratamento adequado de sementes,

O tratamento de sementes de trigo é uma tecnologia que vem sendo amplamente estudada e tem apresentado excelentes resultados, visando aprimorar ainda mais o desempenho inicial da cultura e, conseqüentemente, aumentar a produtividade de grãos. Essa técnica é frequentemente associada à utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica (RUFINO *et al.*, 2013; TAVARES *et al.*, 2013), podendo melhorar a qualidade em situações de sementes de desempenho inferior. Vale aqui destacar que a obtenção de estandes mais uniformes pode ser favorecida pela combinação da utilização de sementes de alto vigor com práticas culturais adequadas (LIMA *et al.*, 2006), dentre as quais está o tratamento de sementes.

O presente trabalho objetivou verificar o efeito de diferentes produtos biológicos e químicos, aplicados via tratamento de sementes, em sementes com diferentes níveis de germinação inicial, na qualidade fisiológica e no desempenho inicial das plantas de trigo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo é uma gramínea anual de inverno cultivada em todo mundo. Um dos cereais de inverno mais produtivos com grande diversidade de processamentos para o consumo humano. É considerado uma das principais opções de rotação de culturas, favorecendo o manejo do solo pela disponibilidade de palhada de qualidade e ciclagem de nutrientes (NETO; SANTOS, 2017).

No Brasil, este cereal é cultivado principalmente na região sul, em que, no estado do Rio Grande do Sul, se obteve uma elevação na produção na safra de 2022/2023 chegando a, aproximadamente, 10,5 milhões de toneladas (CONAB,2023). Esse resultado está associado a grande demanda de consumo do cereal no país.

A produção de trigo de qualidade requer uma série de cuidados durante todo o processo, desde a preparação do solo até a colheita e armazenagem dos grãos. Uma das principais etapas é quanto á escolha das sementes, a qual deve ser baseada em critérios como a adaptabilidade à região, resistência a doenças e pragas, potencial de produtividade e qualidade dos grãos.

Atualmente, a aplicação de tratamentos em sementes no trigo tem evoluído para além do uso de defensivos agrícolas, passando a incluir também a utilização de produtos biológicos, inoculantes, micronutrientes e macronutrientes. Esses produtos têm como objetivo fornecer nutrientes e estimular o desenvolvimento das plantas desde o início do ciclo produtivo, o que pode resultar em maior produtividade e qualidade dos grãos. A utilização de tais produtos no tratamento de sementes pode afetar o desenvolvimento das plantas, mesmo em concentrações reduzidas (RAMPIM *et al.*, 2012).

### 2.2 QUALIDADE DA SEMENTE

Ao longo das últimas décadas, houve um avanço significativo no melhoramento genético das cultivares de trigo, o que permitiu o desenvolvimento de sementes com características desejáveis, como maior resistência ao estresse ambiental, pragas e doenças, além de maior produtividade e qualidade dos grãos (BNDES,2022).

Uma das mais importantes etapas da implantação das culturas é a escolha de sementes de qualidade, as quais apresentam uma boa taxa de germinação, alto vigor e resistência, além de manter as características varietais esperadas, garantindo o seu estabelecimento potencial (MOTERLE, 2011). A qualidade das sementes é uma interação complexa de diversos componentes, incluindo suas qualidades fisiológicas, sanitárias e físicas. Embora cada um desses componentes seja importante para a qualidade geral das sementes, nenhum deles pode ser considerado isoladamente como um indicador definitivo de qualidade. Esses componentes trabalham juntos para determinar os atributos de qualidade da semente, como a germinação, a uniformidade de emergência, a viabilidade, a resistência a doenças e pragas, e a capacidade de armazenamento (NETO,2009).

É imprescindível que o produtor avalie com rapidez e precisão a germinação e o vigor das sementes para garantir que esteja utilizando sementes de qualidade e, assim, obter sucesso na produção agrícola (CARVALHO; NAKAGAWA,2012). O descarte de lotes de sementes que não atendem aos padrões mínimos de germinação é uma prática comum no setor, pois sementes de baixa qualidade podem resultar em plantas fracas, suscetíveis a doenças e pragas, além de comprometer o rendimento da lavoura. Além disso, a tecnologia de avaliação rápida e precisa pode contribuir para diminuir os custos de produção e otimizar a mão-de-obra envolvida no trabalho de controle de qualidade, já que permite uma análise mais eficiente e eficaz das sementes (AMARAL, 1999).

Assim, é fundamental selecionar sementes de qualidade e aplicar tratamentos adequados para garantir que as suas propriedades biológicas, genéticas e sanitárias estejam em excelentes condições, possibilitando um desenvolvimento e estabelecimento adequados das plantas.

### **2.2.1 Qualidade genética**

A qualidade da semente é determinada pela interação de três fatores principais: genética, clima e solo. A genética é um fator crucial, pois determina as características dos grãos, como a qualidade da proteína, o teor de amido e outras propriedades que influenciam diretamente na qualidade do produto final. Mesmo que o clima e o solo sejam ideais, se a genética do trigo não for adequada, o produto final não terá boa qualidade (BNDES,2022). Com o avanço tecnológico, é possível desenvolver sementes com maior resistência e com maior produtividade e qualidade.



A qualidade genética de um lote de sementes é um dos fatores determinantes para o sucesso da produção agrícola e engloba uma série de características importantes, dentre as quais se destaca a pureza varietal, que se refere à ausência de misturas com outras variedades e a homogeneidade, que indica que as sementes são uniformes em relação ao tamanho e forma (MUGNOL, *et al.*, 2008). A pureza varietal é uma medida da porcentagem de sementes de uma variedade específica em um lote de sementes e, quanto maior a pureza varietal, menor a presença de outras variedades ou impurezas no lote de sementes. A presença de outras variedades ou impurezas pode afetar negativamente a produtividade da lavoura, pois as plantas resultantes serão menos uniformes e homogêneas, o que pode levar a uma diminuição da eficiência da colheita e a uma produtividade geralmente menor. Portanto, é importante garantir a pureza genética de um lote de sementes para maximizar a produtividade da lavoura (BORBA; ANDRADE, 1977).

É fundamental realizar avaliações precisas da qualidade das sementes, levando em consideração a germinação, o vigor e outras características, a fim de garantir a escolha de sementes de qualidade genética e física adequadas para o sucesso da produção agrícola. É importante ressaltar que a escolha de sementes de qualidade genética adequada deve ser acompanhada de tratamento de sementes (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

### **2.2.2 Qualidade física**

A qualidade física das sementes é um fator crucial que pode afetar significativamente sua germinação e desempenho na lavoura. A pureza e a condição física da semente, incluindo teor de umidade, tamanho, cor, densidade e possíveis danos mecânicos e causados por insetos, devem ser avaliadas cuidadosamente antes da semeadura (BORBA; ANDRADE, 1977).

O teor de umidade é uma medida crítica da qualidade das sementes, pois sementes com um teor de umidade muito alto ou muito baixo podem ter uma germinação reduzida ou uma vida útil mais curta. A pureza é uma medida da porcentagem de sementes puras em um lote, ou seja, a proporção de sementes da variedade desejada em relação a outras sementes ou impurezas. É determinada em laboratório, onde as sementes são separadas e identificadas em diferentes frações, incluindo sementes puras, material inerte (como pedras e areia) e outras sementes (de outras espécies, silvestres ou nocivas) (MUGNOL, *et al.*, 2008).

O uso de um lote de sementes com baixa pureza física pode resultar na presença de plantas indesejáveis na lavoura, o que pode afetar negativamente a produtividade da cultura.

Isso ocorre porque essas plantas competem por recursos como nutrientes, água e luz, podendo levar a uma redução no rendimento da cultura (BORBA; ANDRADE, 1977).

### 2.2.3 Qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica da semente se refere a capacidade das mesmas de desempenhar funções vitais, germinar e produzir plântulas saudáveis e vigorosas. Uma semente de qualidade é aquela capaz de gerar um estande uniforme de plantas vigorosas, resultando da soma de diversos atributos. O parâmetro fisiológico assume grande importância, sendo responsável pelo potencial da semente em gerar uma plântula normal e vigorosa, o que é crucial para o sucesso do cultivo de plantas (POPINIGIS, 1985).

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, são realizados testes específicos que podem incluir:

- Teste de germinação: determina a porcentagem de sementes que germinam em condições ideais de temperatura, umidade e luz. O principal teste realizado em laboratório, sendo que na avaliação de um lote de sementes, a germinação é o primeiro parâmetro da qualidade fisiológica a ser considerado. O teste de germinação é utilizado para determinar a capacidade do lote em produzir plântulas de desenvolvimento normal sob condições adequadas. A germinação é o resultado da retomada de processos metabólicos que levam ao desenvolvimento do embrião e formação de uma plântula (COPELAND; McDONALD, 1995; MARCOS FILHO, 2015).

- Teste de vigor: são fundamentais para complementar os resultados obtidos nos testes de germinação, pois possibilitam avaliar a capacidade das sementes de germinar e produzir plântulas vigorosas em condições adversas. Esses testes são realizados submetendo as sementes a diferentes tipos de estresses, como envelhecimento acelerado, teste de frio e deterioração controlada, e avaliando o crescimento das plântulas e a fitomassa seca. Dessa forma, é possível avaliar a qualidade fisiológica do lote de sementes, que está relacionada com a capacidade das sementes de germinar e produzir plântulas com desenvolvimento normal e vigoroso (MARCOS FILHO, 2015).

Esses testes e alguns outros são importantes para garantir que as sementes tenham alta qualidade fisiológica e possam germinar e produzir plantas saudáveis e vigorosas. O Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), regulamentado pela lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003, tem como objetivo garantir a produção e comercialização de sementes e mudas de

qualidade, visando ao estabelecimento de lavouras de alto desempenho e produtividade. (MUGNOLD, *et al.*, 2008).

Para evitar o descarte de sementes de baixa qualidade, é possível realizar melhorias por meio de técnicas de beneficiamento, como a limpeza, classificação e tratamento de sementes. Essas práticas podem melhorar a qualidade física das sementes, controlar doenças e pragas e aumentar a capacidade de germinação do lote. Uma semente de baixa qualidade fisiológica pode ter um efeito significativo no rendimento da lavoura, levando a uma redução na velocidade de emergência, uniformidade, emergência total, tamanho inicial e estabelecimento de estandes adequados (MARCOS FILHO, 2015). Outros efeitos da baixa qualidade fisiológica das sementes incluem o menor tamanho inicial das plântulas, a produção de matéria seca e a área foliar reduzidas, podendo resultar em plantas mais fracas e menos vigorosas, com menor capacidade de suportar estresses ambientais e menor produtividade (KOLCHINSKI *et al.*, 2005).

#### **2.2.4 Qualidade sanitária**

A qualidade sanitária das sementes é uma importante característica a ser avaliada e se refere à presença e ao grau de ocorrência de microrganismos e insetos que podem causar danos às sementes. Esses microrganismos podem incluir fungos, bactérias, vírus e nematoides que podem afetar negativamente a qualidade e a viabilidade das sementes na sua capacidade de germinação e vigor.

As sementes atacadas por insetos ou infectadas por microrganismos pode ser devido causas como infecção na planta-mãe, contaminação do solo ou armazenamento inadequado das sementes. A presença de microrganismos nas sementes pode comprometer o estabelecimento da lavoura, causando perda de vigor, redução na germinação e na produção de plântulas saudáveis. A qualidade sanitária pode ser avaliada por meio de testes específicos, como o teste de sanidade, que permite identificar a presença e o tipo de patógenos nas sementes (CARVALHO; NAKAGAWA 2012).

Segundo Marcos Filho (2015), a prevenção é a melhor abordagem para o controle de doenças em sementes. Medidas preventivas incluem a produção de sementes saudáveis, a utilização de sementes tratadas com fungicidas, a adoção de práticas culturais adequadas e a desinfecção de equipamentos e armazenamento das sementes em condições adequadas. Diante disso, torna-se importante garantir a qualidade sanitária das sementes por meio de práticas adequadas de

manejo e controle, além da realização de testes de sanidade para identificar a presença de patógenos e evitar a disseminação de doenças nas lavouras. Por isso, uma prática de manejo para garantir sementes de qualidade é o tratamento de sementes, o qual auxilia na preservação do vigor evitando ou reduzindo a ação negativa dos microrganismos e dos insetos, entre outros fatores que prejudicam o vigor (CARVALHO; NAKAGAWA 2012).

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES

Para assegurar que as plântulas possam atingir o seu máximo potencial genético, resultando em plantas com grãos de qualidade e em maior quantidade, é necessário aplicar métodos de proteção nas sementes, conhecidos como tratamento de sementes (ZAMBOM, 2013). Essa prática pode influenciar significativamente a qualidade fisiológica das plantas, já que a germinação e o vigor das sementes são afetados por diversos fatores, como a presença de patógenos e a ocorrência de estresses ambientais.

O tratamento de sementes vem sendo amplamente utilizado como uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade das sementes e garantir uma boa taxa de germinação mesmo em condições adversas, além de proteger as plantas de patógenos transmitidos pela própria semente ou presentes no solo, sendo uma das formas mais eficazes de proteger as plantas desde o início do ciclo de cultivo (MOTERLE *et al.*, 2011). É importante ressaltar que o tratamento de sementes deve ser realizado com produtos de qualidade e seguindo as recomendações dos fabricantes, para evitar danos às sementes e redução da sua qualidade fisiológica.

Por essa razão, se torna fundamental realizar o tratamento adequado das sementes para minimizar o risco de propagação de patógenos e garantir a qualidade fisiológica da semente. Cabe ainda destacar a importância da adoção de boas práticas agrícolas, como a rotação de culturas e o uso de variedades resistentes, para reduzir a incidência de doenças e pragas nas culturas (COUTO *et al.*, 2021) e a busca por alternativas ao uso de produtos químicos no tratamento de sementes, como o uso de agentes biológicos.

#### 2.3.1 Produtos químicos

O tratamento de sementes com produtos químicos é uma prática amplamente utilizada na agricultura, que visa melhorar a qualidade fisiológica das sementes e garantir uma

emergência uniforme das plântulas, protegendo as sementes e as plântulas de diversas doenças e pragas (SILVA *et al.*, 2018). O desempenho das sementes no estabelecimento inicial em campo ou durante seu ciclo vegetativo, pode ser aprimorado pelo uso de tratamentos químicos como os fungicidas (BAUDET; PESKE, 2006). Essa prática também é utilizada como uma forma de proteção às sementes, tanto no campo quanto no armazenamento (JULIATTI, 2010).

Os produtos químicos utilizados no tratamento de sementes podem ter uma influência positiva na qualidade fisiológica das sementes, em especial das que possuem alto valor tecnológico (PESKE; BAUDET, 2006), podendo contribuir para um melhor estabelecimento da lavoura, com maior uniformidade na emergência das plântulas e consequente aumento na produtividade (HENNING, 2005). Dentre os produtos químicos utilizados no tratamento de sementes, os fungicidas são eficazes para o controle de patógenos que afetam a qualidade das sementes (COSTA *et al.*, 2019). Além disso, a utilização de inseticidas se torna benéfica para a proteção das sementes contra insetos-praga que podem reduzir o vigor das sementes e prejudicar a emergência das plântulas (OLIVEIRA *et al.*, 2020 )

Na área comercial do agronegócio de produtos químicos, há uma ampla variedade de produtos disponíveis para o tratamento de sementes, cada um com diferentes ingredientes ativos dentre os quais se destaca a Carboxina + Tiram (Vitavax<sup>®</sup>-Thiram). A utilização desses ativos no tratamento de sementes proporcionou controle eficiente de patógenos e reduziu significativamente a porcentagem de sementes mortas e/ou da ocorrência de “damping-off” de pré-emergência em sementes de amendoim (BITTENCOURT *et al.*, 2007) e melhorou a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz (LOBO, 2008).

O uso inadequado de produtos químicos no tratamento de sementes pode levar à contaminação do solo e da água, além de causar danos à biodiversidade. É importante ressaltar que a utilização de produtos químicos no tratamento de sementes deve ser feita com cautela, seguindo as recomendações dos fabricantes e das autoridades reguladoras. De acordo com os estudos de Oliveira *et al.* (2020), o uso indiscriminado de fungicidas pode levar à seleção de patógenos resistentes, causando prejuízos à produtividade e à sustentabilidade ambiental. No tratamento de sementes, o fungicida à base de carbendazim + tiram reduziu significativamente a nodulação e o rendimento de grãos em soja (ZILLI *et al.*, 2009).

### 2.3.2 Produtos biológicos

Os produtos biológicos podem incluir bactérias, fungos e outras formas de vida microbiana, que atuam como agentes bioestimulantes para as plantas. Esses agentes podem produzir hormônios de crescimento, nutrientes e enzimas que ajudam a melhorar a germinação, o desenvolvimento das raízes e o crescimento das plântulas (SOUZA *et al.*, 2017).

O controle biológico é uma opção viável e sustentável no manejo agrícola, e o tratamento biológico de sementes é uma ferramenta disponibilizada no mercado que complementa outras formas de controle, ampliando as opções e contribuindo para reduzir os impactos ambientais e aumentar a produtividade das culturas. Estudos têm demonstrado que o tratamento de sementes com produtos biológicos pode melhorar a qualidade fisiológica das sementes, com aumento na germinação, vigor e crescimento das plântulas em diversas culturas (PARRA, 2019).

No que diz respeito aos produtos biológicos, há vários mecanismos empregados pelos microrganismos para controlar organismos patogênicos, uma vez que o controle biológico é definido como a regulação de um organismo por outro microrganismo. Esses microrganismos utilizam diversos mecanismos de ação para promover esse controle, incluindo antibiose, competição, parasitismo e indução de defesa do hospedeiro (BETTIOL, 1991).

É importante considerar o uso de produtos biológicos na produção agrícola, uma vez que os mesmos têm o potencial de melhorar a qualidade fisiológica das culturas. Dentre os produtos biológicos, destacam-se os que contêm as bactérias do gênero *Bacillus* que tem sido amplamente estudado na agricultura, devido aos seus benefícios na melhoria da qualidade fisiológica das sementes. Já os provenientes de fungos, o gênero *Trichoderma*, está entre os microrganismos com maior potencial, podendo, além de ser utilizado no tratamento de sementes, adicionar o fungo ao substrato para promover o crescimento das plântulas ou controlar os patógenos que afetam os tecidos jovens (LUCON, 2008).

Estudos têm mostrado que o uso desses microrganismos pode melhorar a qualidade fisiológica das sementes e o desempenho das plantas em diversos aspectos, tais como a germinação, o crescimento, o desenvolvimento de raízes e a resistência a doenças e estresses ambientais (MELO *et al.*, 2016; TUNALI *et al.*, 2017). Em soja, espécies de *Bacillus* quando aplicadas via tratamento de sementes proporcionaram um bom estabelecimento de plântulas e aumentaram alguns parâmetros fisiológicos como comprimento da raiz, da parte aérea e de massa seca da raiz e da parte aérea (LES *et al.*, 2020). Da mesma forma, o uso de *Trichoderma*

*harzianum* aumentou a produtividade de soja (GÖRGEN *et al.*, 2009) e em trigo, espécies de *Trichoderma* aplicadas via tratamento de sementes, proporcionaram maior crescimento de plântulas (COUTO *et al.*, 2021).

## 2.4 TRATAMENTOS DE SEMENTES DE TRIGO

A qualidade da semente é um fator fundamental para garantir o sucesso da produção agrícola. No Brasil, um dos principais desafios enfrentados pelos produtores de trigo é a ocorrência de chuvas no período de pré-colheita, o que pode comprometer esse atributo, prejudicando a formação das lavouras no próximo ano devido à baixa disponibilidade de sementes que atendam ao padrão. Para garantir a qualidade das sementes de trigo, é necessário adotar medidas que protejam as sementes contra doenças, ataques de insetos e condições climáticas adversas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O tratamento de sementes de trigo é uma prática que visa proteger as sementes e garantir uma lavoura saudável e produtiva. Além dos produtos utilizados, o processo de tratamento de sementes também pode incluir outras etapas, como a seleção e o armazenamento das sementes. É importante realizar o tratamento de sementes de trigo de forma adequada, seguindo as recomendações dos fabricantes e utilizando as doses corretas dos produtos, verificando a qualidade da aplicação (PICININI; FERNANDES, 2000). O tratamento excessivo pode danificar as sementes e afetar a sua capacidade de germinação e desenvolvimento (PEREIRA, *et al.*, 2022).

A prática do tratamento de sementes de trigo é indispensável para prevenir o aparecimento de doenças nas plantas de trigo, pois muitas vezes as sementes podem estar infectadas por patógenos mesmo sem apresentarem sinais externos de doenças. Esse inóculo pode se manifestar em estágios posteriores do desenvolvimento da cultura, trazendo prejuízos à produção. Como afirmado por Dhingra (2005), o tratamento de sementes é uma medida importante para reduzir a presença desses patógenos.

Sementes de trigo necessitam da utilização de produtos que forneçam maior proteção contra doenças, ataque de insetos e condições climáticas adversas, no momento da semeadura. Além disso, as plantas apresentam melhor desenvolvimento inicial e estande mais uniforme, contribuindo significativamente para a produção e qualidade dos grãos durante o ciclo de crescimento da cultura (ANDOGNINI, 2023).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios de Fitopatologia, de Sementes e na casa de vegetação pertencente à 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.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado em fatorial 3x6. Como fator A foram utilizados três lotes de sementes de trigo com diferentes percentuais de germinação da cultivar TBIO Trunfo sendo: 76%; 82% e 98%. Como fator B utilizou-se seis tratamentos de sementes sendo: *Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* (LaborzymeFull®); *Trichoderma harzianun* + *Trichoderma asperellum* (TDM®); Carboxina + Tiram (Vitavax®-Thiram), *Trichoderma harzianum* (StimuControl®), *Bacillus amyloliquefaciens* (No-Nema®) e uma testemunha onde foi utilizada apenas água.

A cultivar utilizada possui um ciclo precoce, com perfilhamento médio e com uma estatura da planta de média/alta. As sementes utilizadas foram disponibilizadas pela empresa Imacol Sementes, onde a mesma forneceu o percentual de germinação.

Sementes de cada um dos lotes foram colocadas em sacos plásticos e pesadas. Os tratamentos foram adicionados na proporção recomendada pelo fabricante (Tabela 1). Após, os sacos foram agitados e permaneceram abertos para secagem e aderência do produto às sementes.

#### 3.2 ENSAIO EM LABORATÓRIO

Para verificar a qualidade fisiológica foram realizados teste de germinação, envelhecimento acelerado, e do índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas (parte aérea e sistema radicular).

**Teste de germinação (TG)** - Primeiramente pesou-se folhas de papel Germitest que foram umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco.



Posteriormente, sobre duas dessas folhas foram depositadas 50 sementes de cada tratamento, utilizando-se 4 repetições por tratamento. Essas foram cobertas com outra folha de papel e confeccionados os rolos que foram colocados em sacos plásticos e incubados em B-O-D a 20°C sem fotoperíodo, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A determinação da variável foi realizada através da metodologia proposta por Popinigis (1977), utilizando-se a fórmula:  $G = (N/A) \times 100$ , em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste; A= número de sementes da amostra; unidade %.

Tabela 1 – Tratamentos, doses do produto técnico e comercial utilizadas no experimento.

UFFS, Cerro Largo, 2023.

	TRATAMENTOS	Doses ( $\mu$ L/120g)	Produto comercial	Doses
T1	Bacillus amyloliquefaciens + Bacillus subtilis	0,24	LaborzymeFull	2 mL/120g
T2	Trichoderma harzianum + Trichoderma asperellum	0,24	TDM	2 mL/120g
T3	Fungicida	0,3	Vitavax	300 mL/120g
T4	Trichoderma harzianum	0,36	StimuControl	300 mL/120g
T5	Bacillus amyloliquefaciens	0,3	No-Nema	2,5 mL/120g
T6	Testemunha	0,6		

Fonte: elaborada pela autora,2023.

**Índice de velocidade de germinação:** realizada em conjunto com o teste de germinação (TG) mediante a contagem diária de plântulas normais germinadas, considerando essas como as que emitiram radícula com pelo menos 2 mm. A determinação dessa variável foi realizada a partir da fórmula:

$IVG = \sum (ni / ti)$ , em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste.

**Comprimento de plântulas parte aérea e radicular e determinação da massa seca da parte aérea e radicular:** ao final do teste de germinação, foram escolhidas 10 plântulas de forma aleatória de cada uma das repetições. Primeiramente realizou-se a separação do sistema radicular, mediante um corte no local de inserção da primeira raiz. Cada uma das partes foi

medida separadamente com a utilização de um paquímetro digital. Posteriormente, as mesmas foram colocadas, separadamente, em sacos de papel kraft e levadas a estufa com temperatura de  $60^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , até peso constante. Decorrido isso, cada uma das partes foi pesada e os dados expressos em gramas.

**Teste de envelhecimento acelerado:** As sementes, após submetidas aos tratamentos, foram acondicionadas em caixas *gerbox* sobre uma tela metálica, em camada única. No fundo das caixas, sem contato com as sementes, foi colocado 40 mL de água destilada. As caixas contendo as sementes foram mantidas em estufa para Germinação tipo Mangelsdorf por 48 horas em temperatura de  $43^{\circ}\text{C}$  (OHLSON *et al.*, 2011). Posterior a isso, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e a determinação foi igual a descrita anteriormente.

### 3.3 ENSAIO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Primeiramente foram preparados os vasos para semeadura. Para tanto, preparou-se o substrato contendo uma mistura de solo não esterilizado, areia e substrato comercial na proporção 3:1:1 o qual foi colocado em vasos com capacidade de 750 mL. As sementes tratadas foram semeadas a +- 2cm de profundidade, depositando-se seis sementes por vaso.

A partir do primeiro dia após a semeadura, foi realizada a avaliação da emergência. Para tanto, diariamente contabilizou-se o número de plântulas que haviam rompido a camada superficial do solo. Esta avaliação ocorreu até o estabelecimento da mesma, ou seja, quando, por dois dias seguidos, mais nenhuma plântula emergiu. Os valores foram utilizados para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) a partir da fórmula:  $IVE = \sum (n_i / t_i)$ , em que:  $n_i$  = número de plântulas que emergiram no tempo 'i';  $t_i$  = tempo após instalação do teste.

Após o estabelecimento da emergência foi realizado o desbaste, permanecendo somente as três plantas mais vigorosas e melhor posicionadas em cada vaso. Aos 30 dias após a emergência, as plantas foram retiradas dos vasos e tiveram suas raízes lavadas. As mesmas foram levadas ao laboratório onde realizou-se a separação da parte aérea da radicular, mediante um corte na região do colo das plantas. Cada uma das partes foi medida separadamente com a utilização de um paquímetro digital. Posteriormente, as mesmas foram colocadas, separadamente, em sacos de papel kraft e levadas a estufa com temperatura de  $60^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , até peso constante. Decorrido isso, cada uma das partes foi pesada e os dados expressos em gramas.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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 SISVAR.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ENSAIO EM LABORATÓRIO

Houve interação significativa entre os fatores lotes e tratamentos no que se refere a germinação (Tabela 2). Quando se avaliou o efeito dos tratamentos em cada lote, é possível observar que naquele de pior qualidade (76%), os valores de germinação observados sempre foram inferiores aos mesmos tratamentos nos lotes de melhor qualidade (82 e 98%).

Tabela 2 – Porcentagem de plântulas germinadas (%) em lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro largo, 2023.

TRATAMENTO	Níveis de germinação inicial		
	76%	82%	98%
LaborzymeFull <sup>®</sup>	70,0 A b*	99,5 A a	100,0 A a
TDM <sup>®</sup>	67,0 AB b	100,0 A a	100,0 A a
Vitavax <sup>®</sup> -Thiram	60,0 BC b	100,0 A a	100,0 A a
StimuControl <sup>®</sup>	61,5 BC b	99,5 A a	100,0 A a
No- Nema <sup>®</sup>	58,0 C b	99,5 A a	100,0 A a
Testemunha	73,5 A b	100,0 A a	100,0 A a
C.V.**	3,93		

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05).

\*\*C.V.=coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora,2023.

Nos lotes de melhor qualidade (82 e 98%), nenhum dos tratamentos diferiu entre si, no entanto, no lote que apresentava 76% de germinação inicial, nenhum dos tratamentos foi superior a testemunha, destacando-se, de forma negativa, os tratamentos Vitavax<sup>®</sup>-Thiram, StimuControl<sup>®</sup> e No-Nema<sup>®</sup> que reduziram significativamente a germinação em relação à testemunha (Tabela 2). Em trabalhos anteriores, utilizando *T. harzianum* (que é a base do produto StimuControl<sup>®</sup>), constatou-se que o fungo pode atuar como apodrecedor de sementes se o ambiente apresentar umidade (ETHUR *et al.*, 2008), condição encontrada no teste de germinação.

Houve interação significativa entre os fatores lotes e tratamentos no que se refere ao índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 3). Observa-se que, conforme observado nos resultados de germinação (Tabela 3), no lote de pior qualidade (76%), os valores de

IVG sempre foram inferiores aos mesmos tratamentos nos lotes de melhor qualidade (82 e 98%).

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) em lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	Níveis de germinação inicial		
	76%	82%	98%
LaborzymeFull <sup>®</sup>	65,50 A b*	104,00 A a	108,00 A a
TDM <sup>®</sup>	65,50 A b	102,00 A a	107,50 A a
Vitavax <sup>®</sup> - Thiram	55,25 BC b	97,75 A a	94,75 C a
StimuControl <sup>®</sup>	59,50 ABC c	98,00 A b	106,25 AB a
No- Nema <sup>®</sup>	52,00 C b	96,50 A a	104,50 ABC a
Testemunha	63,50 AB b	95,50 A a	96,25 BC a
C.V.**	5,5		

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

\*\*C.V. coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora,2023.

No lote de menor qualidade (76%), o pior tratamento foi a utilização do produto No-Nema, o qual diferiu significativamente dos tratamentos LaborzymeFull<sup>®</sup> e TDM<sup>®</sup> (Tabela 3). Esse resultado corrobora com os estudos feitos por Pereira et al. (2019), onde constataram que houve decréscimo na germinação quando as sementes foram submetidas ao tratamento com *B. amyloliquefaciens*, que é a base do referido produto. No entanto, há que se destacar que o produto LaborzymeFull<sup>®</sup> também tem em sua composição essa mesma espécie de *Bacillus*, no entanto, são isolados diferentes e isso pode ter proporcionado resultados tão discrepantes.

No lote com 82% de germinação inicial não foram observados efeitos significativos dos tratamentos em relação à testemunha, sendo que todos os tratamentos se comportaram igual a essa (Tabela 3). Quando se avaliou o efeito sobre o lote de qualidade superior (98%), o pior IVG foi obtido quando as sementes foram tratadas com o fungicida químico, o qual não diferiu significativamente da testemunha, resultados semelhantes aos encontrados por Duarte (2022) utilizando esse mesmo produto em sementes de trigo. No tratamento de sementes de soja, esse mesmo fungicida reduziu significativamente a nodulação e o rendimento de grãos (ZILLI *et al.*, 2009), demonstrando um potencial efeito tóxico sobre bactérias fixadoras de nitrogênio. No caso do presente trabalho, mesmo tendo usado a dose recomendada na bula (MAPA, 2023) pode ter acontecido um efeito fitotóxico da dose utilizada especificamente sobre esse lote.

Ainda sobre os resultados do IVG sobre o lote com 98% de germinação, os tratamentos utilizando os LaborzymeFull® e TDM® se destacaram como os melhores tratamentos, sem diferir significativamente do StimuControl® e No-Nema® (Tabela 3). Ambos são produtos biológicos e seu uso pode significar a proteção das plantas desde o início do ciclo de cultivo (MOTERLE *et al.*, 2011).

Em um estudo realizado por Martelleto (2005), foi constatado que o tratamento com *Trichoderma* spp. proporcionou um impacto altamente significativo na promoção da germinação das sementes. *Trichoderma* spp. são um gênero de fungos benéficos que têm se destacado na agricultura devido às suas propriedades de promoção de crescimento e proteção das plantas. Os resultados desse estudo sugerem que o uso desse antagonista também pode entrar como parte de um tratamento de sementes, se caracterizando como uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade de lotes de sementes.

Para o comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CPR) não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4), sendo que, numericamente, a maior média observada foi no tratamento testemunha, para ambas as variáveis. Já no que se refere ao pior incremento em relação ao comprimento, nota-se que ao utilizar o tratamento à base de Vitavax - Thiram apresentaram as menores médias. Em estudos realizados por Brand (2009) mostraram efeitos positivos no potencial fisiológico e sanitário das sementes de soja, em que se utilizou metade da dose, resultando num efeito contrário ao apresentado no trabalho.

Tabela 4 – Comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CPR) de plântulas de trigo submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

Tratamentos	CPA (mm)	CPR (mm)
LaborzymeFull®	107,64 <sup>n.s</sup>	113,39 <sup>n.s</sup>
TDM®	114,84	124,40
Vitavax®-Thiram	106,84	110,18
StimuControl®	114,32	136,12
No-Nema®	113,47	124,32
Testemunha	123,01	130,34
C.V.	16,76	18,55

n.s= não significativo;

C.V.= coeficiente de variação

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Entre as médias das cultivares observadas (Tabela 5), as que apresentaram maior incremento de comprimento de parte aérea foram a de 82% e 98%, diferindo do lote de 76%.

Em relação ao comprimento do sistema radicular, o lote que apresentou maior comprimento foi o lote de 82% em que teve um comportamento superior ao lote de 98% diferindo estatisticamente do lote de 76%.

Tabela 5 – Comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CPR) de plântulas de trigo com diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023.

Lotes	CPA(mm)	CPR(mm)
76%	83,39 b	83,93 b
82%	128,13 a	145,55 a
98%	128,54 a	139,90 a
C.V.	16,76	18,55

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey (p <0,05)

C.V.= coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora,2023.

Houve interação significativa entre os fatores lotes e tratamentos no que se refere a massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 6). Quando se observou o efeito dos tratamentos em cada lote, é possível observar que naquele de pior qualidade (76%), os valores de massa seca da parte aérea observados sempre foram inferiores aos mesmos tratamentos nos lotes de melhor qualidade (82 e 98%).

Tabela 6 – Massa seca da parte aérea de plântulas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	Níveis de germinação inicial		
	76%	82%	98%
LaborzymeFull®	0,31 AB b*	0,39 B a	0,40 BC a
TDM®	0,30 AB b	0,42 AB a	0,39 C a
Vitavax®-Thiram	0,26 B b	0,42 AB a	0,40 BC a
StimuControl®	0,30 AB b	0,45 AB a	0,49 A a
No-Nema®	0,29 AB b	0,41 AB a	0,46 AB a
Testemunha	0,35 A b	0,46 A a	0,46 AB a
C.V.**	7,65		

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey (p <0,05)

\*\*C.V. coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora,2023.

De modo geral, os melhores resultados numéricos foram observados no tratamento testemunha, com exceção do lote com 98% de germinação inicial (Tabela 6). Nenhum tratamento contribuiu positivamente para os parâmetros, onde diferiram da testemunha, no entanto, apresentando efeito negativo. Para as sementes com 76% de germinação inicial, houve diferença significativa entre os tratamentos testemunha e o Vitavax<sup>®</sup>-Thiram, os demais tratamentos não diferiram desses. No lote com 82% de germinação inicial, houve diferença significativa entre os tratamentos testemunha e o LaborzymeFull<sup>®</sup>, os demais tratamentos não diferiram desses. Em relação ao lote com 98% de germinação inicial, o tratamento que mais contribuiu foi o StimuControl<sup>®</sup>, no entanto, este não diferiu significativamente da testemunha.

Houve interação significativa entre os fatores lotes e tratamentos no que se refere a massa seca do sistema radicular (MSPR) (Tabela 7). Quando se observou o efeito dos tratamentos em cada lote, é possível observar que naquele de pior qualidade (76%), os valores de massa seca do sistema radicular observados sempre foram inferiores aos mesmos tratamentos nos lotes de melhor qualidade (82 e 98%). Sementes com níveis de vigor/germinação mais elevado apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, gerando uma protusão mais rápida da raiz primária no processo de germinação, produzindo plântulas com maior tamanho e massa seca, tanto da parte aérea quanto radicular maior tamanho inicial o que se reflete em maior crescimento e maior rendimento de grãos (MIELEZRSKI et al., 2008).

Tabela 7 – Massa seca do sistema radicular de plântulas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	Níveis de germinação inicial		
	76%	82%	98%
LaborzymeFull <sup>®</sup>	0,23 A b*	0,35 AB a	0,32 B a
TDM <sup>®</sup>	0,19 A b	0,31 B a	0,32 AB a
Vitavax <sup>®</sup> -Thiram	0,18 A b	0,35 AB a	0,36 AB a
StimuControl <sup>®</sup>	0,23 A b	0,39 A a	0,38 A a
No-Nema <sup>®</sup>	0,22 A b	0,36 AB a	0,33 AB a
Testemunha	0,22 A b	0,33 B a	0,35 AB a
C.V.**	9,23		

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey (p <0,05)

\*\*C.V. coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora, 2023.



No lote com 76% de germinação inicial não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 7). No lote com 82% de germinação inicial, o tratamento com StimuControl® (a base de *T. harzianum*) foi o único que diferiu estatisticamente da testemunha. Em relação ao lote de alta qualidade inicial, ou seja, com 98% de germinação, nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha. Os efeitos positivos do tratamento utilizando os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* se dão pelo fato de, além serem reconhecidamente biofungicidas, também são considerados bioestimulantes (MEYER *et al.*, 2012), maximizando o crescimento de plantas direta ou indiretamente.

Quando as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado (tabela 8) não apresentaram interação significativa, a maioria dos tratamentos comportou-se de forma igual à testemunha, com exceção do tratamento com No-Nema® (a base de *B. amyloliquefaciens*) que foi estatisticamente inferior. Sementes de trigo das cultivares TBIO Toruk e BRS Guamirim também não responderam positivamente ao uso de *B. amyloliquefaciens* no tratamento de sementes (PEREIRA *et al.*, 2019).

Tabela 8 – Porcentagem de plântulas de trigo germinadas (%), após o envelhecimento acelerado, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	Germinação
LaborzymeFull®	80,66 A*
TDM®	83,00 A
Vitavax®-Thiram	80,33 A
StimuControl®	82,66 A
No-Nema®	70,16 B
Testemunha	84,66 A
C.V.**	8,44

\*Média seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ )

C.V.= coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

Em relação aos valores observados entre os lotes (Tabela 9), não foram observadas diferenças significativas entre o lote de 82 e 98% em que mantiveram seu desempenho mesmo sendo submetidas ao estresse, ao contrário do resultado apresentado do lote de 76% que diferiu estatisticamente dos demais, apresentando a menor porcentagem de plântulas germinadas.

A realização desse teste tem como objetivo observar aspectos de deterioração da semente quando essas são expostas a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração

(OHLSON *et al.*, 2010), no entanto, nem sempre o teste de germinação mostra-se sensível o suficiente em detectar diferenças após o estresse (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006).

Mesmo não apresentando uma constância de resultados, torna-se interessante que se utilize o tratamento de sementes com produtos biológicos à base de isolados de *Trichoderma* e/ou *Bacillus*, condicionando as sementes/plântulas a alcançar mais rapidamente o estágio adulto, favorecendo o escape contra patógenos presentes no solo e no ambiente externo. Além disso, esses antagonistas promovem maior resistência na planta a condições abióticas adversas por apresentar-se nutricionalmente balanceada (LANNA FILHO *et al.*, 2010), resultando em plantas mais vigorosas, com maior desenvolvimento de parte aérea e de raízes a campo.

Tabela 9 – Porcentagem de plântulas de trigo germinadas (%), após o envelhecimento acelerado, cujas sementes apresentavam diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023.

Lotes	Germinação
76%	54,08 b
82%	93,25 a
98%	93,41 a
C.V.	8,44

Média seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ )

C.V.= coeficiente de variação

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

## 4.2 ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

No que concerne ao efeito dos tratamentos sobre o índice de velocidade de emergência, a emergência em porcentagem, ao comprimento do sistema radicular e o peso da parte aérea, não se observou diferenças estatísticas entre os tratamentos, indicando que todos os tratamentos foram iguais entre si e com a testemunha (Tabela 10). O que se observa, numericamente, é uma tendência aos tratamentos biológicos se mostrarem mais eficientes que o produto químico utilizado. Esses microrganismos são capazes de produzir hormônios vegetais, como auxinas e citocininas, que estimulam o crescimento das plantas (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019; GOMES *et al.*, 2016)

Em um estudo realizado por Couto *et al.* (2021), o tratamento de sementes com *Trichoderma* mostrou-se eficiente para a cultura do trigo, proporcionando aumento significativo na massa e no comprimento das raízes, o que por sua vez levou a um maior crescimento das plantas. Por outro lado, ainda em relação a *Trichoderma*, que se mostra como um potencial promotor de crescimento de plantas em muitas situações, seu impacto pode não ser significativo em circunstâncias específicas, pois sua eficácia depende de uma série de fatores, como a cultivar utilizada. Santos (2008), em sua pesquisa utilizando um isolado de *T. harzianum*, verificou aumento na massa seca das raízes de soja cultivadas em casa de vegetação utilizando o tratamento de sementes. Em um estudo conduzido por Vinayarani *et al.* (2016), o tratamento de sementes de tomateiro com *Trichoderma* spp. resultou em um maior crescimento vegetativo e produção de frutos.

Tabela 10 - Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em porcentagem (E), comprimento da parte aérea em milímetros (CPA), comprimento do sistema radicular em milímetros (CPR) e peso da parte aérea em gramas (PA) de plantas de trigo, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	IVE (%)	E(%)	CPA(mm)	CPR(mm)	PA(g)
LaborzymeFull®	2,92 <sup>n.s</sup>	84,67 <sup>n.s</sup>	209,56 BC*	331,43 <sup>n.s</sup>	0,52 <sup>n.s</sup>
TDM®	3,08	93,08	205,85 C	301,67	0,46
Vitavax®-Thiram	2,42	80,58	214,23 ABC	307,80	0,45
StimuControl®	2,75	79,17	215,99 ABC	284,30	0,51
No-Nema®	2,67	81,92	221,91 AB	307,96	0,46
Testemunha	3,08	91,58	226,81 A	283,81	0,48
CV	23,77	22	6,01	18,47	18,54

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

C.V: coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora,2023.

No que se refere aos resultados obtidos para os diferentes lotes para as variáveis analisadas (tabela 11), se observa que o lote de 76% em relação ao seu IVE e E% diferiram estatisticamente dos demais lotes de 82 e 98%, na qual apresentou o pior resultado entre os lotes analisados, evidenciando um desempenho inferior em relação à emergência das plântulas. Essa discrepância estatística demonstra que os tratamentos não demonstraram apresentar influência significativa na melhora da emergência das plântulas entre os diferentes lotes. Independentemente do tratamento empregado, não houve um efeito positivo na taxa de emergência em relação a testemunha, indicando que outros fatores além dos tratamentos podem

ter exercido maior influência nesse aspecto, como características intrínsecas das sementes ou condições ambientais durante o processo de emergência. Como resultado, a menor velocidade de germinação/emergência torna as sementes e plântulas mais suscetíveis a condições ambientais adversas, ataques de patógenos e limita a absorção de nutrientes do solo (MAGALHÃES; DURÃES, 2005).

Os resultados referentes ao comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CPR) e peso da parte aérea (PA) entre os diferentes lotes não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Esta similaridade nos resultados indica que, independentemente dos tratamentos aplicados, os lotes tiveram desempenhos equiparáveis nessas variáveis.

Tabela 11 – Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em porcentagem (E), comprimento da parte aérea em milímetros (CPA), comprimento do sistema radicular em milímetros (CPR) e peso da parte aérea em gramas (PA) de plantas de trigo, cujas sementes apresentavam diferentes níveis de germinação inicial. Cerro Largo, 2023.

LOTE	IVE (%)	E (%)	CPA (mm)	CPR (mm)	PA (g)
76%	2,17 b	68,13 b	216,30 a <sup>n.s</sup>	303,67 a <sup>n.s</sup>	0,48 a <sup>n.s</sup>
82%	3,04 a	90,92 a	216,94 a	314,28 a	0,48 a
98%	3,25 a	96,46 a	213,94 a	290,71 a	0,48 a
CV	23,77	22	6,01	18,47	18,54

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

C.V. coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

É importante destacar que o lote com 76% (tabela 11) não apresentou diferença estatística em relação aos demais lotes nestas variáveis. Esse resultado equiparado estatisticamente aos demais é um indicativo positivo para o desempenho dessa porcentagem de tratamento. Apesar de possuir uma porcentagem de germinação inferior aos demais lotes, esse lote obteve resultados similares, o que sugere que, nesse aspecto específico, não houve prejuízos em relação aos demais tratamentos.

Esses resultados são relevantes, pois apontam para a consistência no desempenho das plantas entre os diferentes tratamentos, indicando que, para as variáveis CPA, CPR e PA, os tratamentos não exerceram influência significativa no desenvolvimento das plântulas. Isso ressalta a importância de investigações mais detalhadas sobre outros fatores, além dos tratamentos aplicados, que podem influenciar de maneira mais proeminente o crescimento e desenvolvimento das plantas, como condições de cultivo, genética das sementes e características do solo.

Tabela 12 – Peso do sistema radicular (g) de plantas de trigo originadas de lotes de sementes de trigo com diferentes níveis de germinação inicial submetidos a diferentes tratamentos.

Cerro Largo, 2023.

TRATAMENTO	Níveis de germinação inicial		
	76%	82%	98%
LaborzymeFull <sup>®</sup>	1,83 A a	0,59 A b	0,51 A b
TDM <sup>®</sup>	0,53 B a	0,59 A a	0,78 A a
Vitavax <sup>®</sup> -Thiram	0,50 B a	0,43 A a	0,64 A a
StimuControl <sup>®</sup>	0,65 B a	0,64 A a	0,66 A a
No-Nema <sup>®</sup>	0,49 B a	0,72 A a	0,53 A a
Testemunha	0,54 B a	0,41 A a	0,58 A a
CV	42,9		

\*Média seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey (p < 0,05).

C.V. coeficiente de variação

Fonte: elaborada pela autora, 2023.

De acordo com as pesquisas conduzidas por Menezes *et al.* (2007), foi destacado que os testes realizados em laboratório nem sempre conseguem com precisão refletir a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que eles podem não detectar diferenças sutis entre lotes de alta qualidade. Por outro lado, a avaliação da emergência em campo, que ocorre sob a influência de condições ambientais variadas, submete as sementes a situações de estresse, o que permite a identificação de variações menos evidentes do desempenho entre os lotes, oferecendo uma estimativa mais precisa da resposta das sementes em ambientes diversos.

No que se refere ao peso do sistema radicular, houve interação significativa entre os fatores lotes e tratamentos (Tabela 12). Analisando-se o comportamento entre os lotes para um mesmo tratamento, nota-se que o lote com 76% de germinação inicial apresentou-se com o melhor resultado quando tratado com o LaborzymeFull<sup>®</sup> (*B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*) sendo que nos demais tratamentos os lotes apresentaram rendimentos semelhantes, não apresentando diferença significativa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do estudo, foi observado que, de maneira geral, o uso do tratamento de sementes não apresentou impactos positivos em relação à testemunha. Os resultados não corroboram com a tendência observada em estudos anteriores, onde a associação de *Trichoderma* e *Bacillus* demonstra efeitos positivos na promoção do crescimento. No entanto, ressalta-se que, apesar dos benefícios potenciais, a aplicação de tratamentos biológicos em sementes ainda enfrenta limitações relacionadas a sobrevivência dos antagonistas nesse nicho. Para o tratamento químico, mesmo sendo um produto recomendado para uso na cultura, neste experimento não foram observados resultados satisfatórios. É crucial, portanto, dar continuidade aos estudos sobre o uso de produtos biológicos e químicos, buscando aprimorar e ampliar as práticas agrícolas sustentáveis. A eficácia dessa prática depende da sua integração ao manejo correto da lavoura e ao uso de sementes fiscalizadas, podendo resultar em ganhos significativos na produção de trigo.

Destaca-se, portanto, a importância de incentivar a adoção dessas práticas no âmbito agrícola, visando a otimização dos processos e a promoção de uma agricultura mais sustentável e produtiva. Esses resultados evidenciam a importância de considerar abordagens específicas, como a utilização de agentes biológicos benéficos, no desenvolvimento de práticas mais eficientes e sustentáveis no tratamento de sementes. E como sugestão de estudos complementares de que forma a sanidade das sementes pode ter influenciado nos resultados, e como esses tratamentos influenciariam e também em relação a compatibilidade dos tratamentos.

## REFERÊNCIAS

- ABATI, Julia et al. Growth and yield of wheat in response to seed vigor and sowing densities. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 891-899, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/sB85Df5KzHDRW9RzRxdjyPQ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 out. 2023.
- AMARAL, Ademir dos S.; PESKE, Silmar. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 6, n. 1, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/298> >. Acesso em: 10 out. 2023.
- ANDOGNINI, Jadiel. Melhores práticas para fazer o tratamento de sementes de trigo na fazenda. 2023. **Blog Aegro,2023**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/tratamento-de-sementes-de-trigo/>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- ANTUNES, Joseani. **Principais doenças do trigo no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54235636/principais-doencas-do-trigo-no-brasil>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- BAUDET, L.; PESKE, S.T. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**, n.1, p.22-25, 2006.
- BETTIOL, W. (Ed.). Controle Biológico de Doenças de Plantas. **Jaguariúna: embrapa-cnpda**, 1991.388p.(embrapa-cnpda. Documentos,15). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/10080>. Acesso em: 04 mai. 2023.
- BETTIOL, Wagner; MORANDI, Marcelo AB. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2009.
- BITTENCOURT, Sonia Regina Mudrovitsch de et al. Eficiência do fungicida carboxin+ thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 214-222, 2007.
- BORBA, Cleverson Silveira; ANDRADE, Ramiro Vilela de. **Qualidade das sementes**. 1977. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57372/1/Circ-19-Qualidade-sementes.pdf>. Acesso em: 24 abril. 2023.
- BRASIL. Manual para análise sanitária de sementes . **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária**. – Brasília, Mapa/ACS, 2009.
- BRAND, Simone Cristiane et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas a tratamento com bioprotetor e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 87-94, 2009.
- CAIERÃO, Eduardo et al. Uso do germoplasma da Embrapa nos programas de melhoramento de trigo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 44, p. 57-63, 2014.
- CANTARELLI, Leandro Damero et al. Variability of soybean plants originated from seeds with different levels of physiological quality. **Acta Agronômica**, v. 64, n. 3, p. 234-238, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.45511>. Acesso em: 12 abril. 2023.

CARVALHO NM & NAKAGAWA J. 2012. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Campinas: FUNEP, 2000.588 p.

CEEMA. Análise semanal do mercado da soja, milho e do trigo, período entre 14/04/2023 a 20/04/2023. Disponível em: <http://projetos.unijui.edu.br/ceema/0459>. Acesso em: 23 de abril 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Safra 22/23. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/20226-trigo-analise-mensal-fevereiro-2023>. Acesso em: 12 abril. 2023.

COPELAND, Lawrence O.; MCDONALD, Miller F. Principles of seed science and technology. **Springer Science & Business Media**, 2012.

COUTO, Ana Paula Silva et al. Seed treatment with Trichoderma and chemicals to improve physiological and sanitary quality of wheat cultivars. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 813-823, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/9927>. Acesso em: 26 abril. 2023.

DHINGRA, O. D. Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, p. 75-112, 2005.

DUARTE, Lucas Couto et al. **Nanopartículas e terapia fotodinâmica no tratamento de sementes de trigo**. 2022.

DUPONT. **Bula do Vitavax-Thiram® 200 SC**. Rio Claro – SP: Chemtura Indústria Química do Brasil Ltda. Disponível em: [http://www2.dupont.com/DuPont\\_Crop\\_Protection/pt\\_BR/assets/downloads/bula/Vitavax\\_bula2.pdf](http://www2.dupont.com/DuPont_Crop_Protection/pt_BR/assets/downloads/bula/Vitavax_bula2.pdf). Acesso em: 28 mai. 2023.

ETHUR, Luciana Zago et al. Trichoderma harzianum no desenvolvimento e na proteção de mudas contra a fusariose do tomateiro. **Ciência e Natura**, p. 57-69, 2008.

FRANÇA NETO, J. B; HENNING, A. A. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. 1984.

FRANÇA-NETO, J. de B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98570/1/Evolucao-do-conceito-de-qualidade-de-sementes.pdf> . Acesso em: 24 abril. 2023.

GOMES, E. A. et al. **Microrganismos promotores do crescimento de plantas**. 2016.

GÖRGEN, CA et al. Controle do mofo-branco com palhada e Trichoderma harzianum 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 12, pág. 1583-1590, 2009.

HENNING, A. A.; Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. Londrina,PR. **EMBRAPA – CNPSo**. p. 52, 2005

HENNING, F. A., Mertz, L. M., Jacob, E. A., Jr., Dorneles, R. M., Fiss, G., & Dejalma, P. Z. (2010). Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, 69(3), 727-733. Disponível em: doi: 10.1590/S0006-87 052010000300026. Acesso em: 28 abril. 2023.



JESUS JUNIOR, Celso de; RODRIGUES, Luiza Sidônio; MORAES, Victor Emanuel Gomes de. **Panorama das importações de trigo no Brasil**. BNDES Setorial, n. 34, set. 2011, p. 389-419, 2011.

JULIATTI, F.C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, p.54-55, 2010.

KOLCHINSKI, Eliane Maria; SCHUCH, Luis Osmar Braga; PESKE, Silmar Teichert. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1248-1256, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600004>. Acesso em: 24 abril. 2023.

LAU, Douglas et al. Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo. Passo Fundo, RS, **Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online**, v. 375, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/DouglasLau/publication/350833391\\_Principais\\_doencas\\_do\\_trigo\\_no\\_sul\\_do\\_Brasil\\_diagnostico\\_e\\_manejo\\_ComTec-375-Online-2021/links/6074f9904585151ce17ed24d/Principais-doencas-do-trigo-no-sul-do-Brasil-diagnostico-e-manejo-ComTec-375-Online-2021.pdf](https://www.researchgate.net/profile/DouglasLau/publication/350833391_Principais_doencas_do_trigo_no_sul_do_Brasil_diagnostico_e_manejo_ComTec-375-Online-2021/links/6074f9904585151ce17ed24d/Principais-doencas-do-trigo-no-sul-do-Brasil-diagnostico-e-manejo-ComTec-375-Online-2021.pdf). Acesso em: 28 mai. 2023.

LES, Nathaly et al. Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99919-99935, 2020.

LIMA, Tricia Costa; MEDINA, Priscila Frantin; FANAN, Sheila. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de sementes**, v. 28, p. 106-113, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000100015>. Acesso em: 28 mai. 2023.

LOBO, Valacia L. Efeito do tratamento químico de sementes de arroz no controle da brusone nas folhas e na qualidade sanitária e fisiológica das sementes. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 162-166, 2008.

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

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, JAS. Cultivo do milho: Ecofisiologia. Sete Lagoas: **EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, 2011.. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/ecofisiologia.pdf> Acesso em: 06 nov. 2023.

MAGUIRE, J. D. Velocidade de germinação na seleção e avaliação de emergência e vigor de plântulas. **Crop science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. Disponível em: doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x. Acesso em: 29 abril. 2023.

MARCOS FILHO, J. Conceituação do vigor de sementes em seus múltiplos aspectos. In: **XX Congresso brasileiro de semente**. Resumo Londrina: **ABRATES**. 2017. p. 28.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. **2ª edição. Londrina: abrates**, 2015. 659p

MELO, I. S. de et al. Efeito de diferentes doses de *Bacillus subtilis* na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 38, n. 4, p. 556-562, 2016.

- MEYER, M. C. et al. Trichoderma: uso na agricultura. Brasília, DF: **Embrapa**, 2019. 538 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117296/trichoderma-uso-na-agricultura>. Acesso em: 26 out. 2023.
- MIELEZRSKI, F. et al. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 139-144, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300018>. Acesso em: 29 de mai. 2023.
- MONTE, Enrique; BETTIOL, Wagner; HERMOSA, Rosa. Trichoderma e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. Trichoderma: uso na agricultura. Brasília: **Embrapa**, p. 181-199, 2019.
- MOTERLE, Lia Mara et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres, Viçosa-pr**, v. 58, n. 5, p.651-660, out. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>. Acesso em: 24 de abril. 2023.
- NETO, A. A. O.; SANTOS, C. M. R. A cultura do trigo. Brasília: Conab, 2017, 218 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/outras-publicacoes/item/2903->. Acesso em: 24 mai. 2023.
- MUGNOL, D. et al Eichelberger, L. Qualidade de sementes. Sessão de Fitossanidade, Fitotecnia e Solos. **Embrapa Trigo**. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do94\\_39.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do94_39.htm). Acesso em: 25 de abril. 2023.
- OLIVEIRA, A. C. et al. Qualidade de sementes de soja em função da adubação foliar com aminoácidos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 41, n. 2, p. 197-205, 2019.
- OLIVEIRA, R. B. et al. Ação de fungicidas no controle de doenças fúngicas em plantas de milho. **Revista Científica da FAP**, v. 15, p. 29-39, 2020.
- PALUDO, Rejane. Condições climáticas favorecem o plantio e desenvolvimento do trigo no RS. **Revista cultivar**, 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/condicoes-climaticas-favorecem-o-plantio-e-desenvolvimento-do-trigo-no-rs>. Acesso em: 04 mai 2023.
- PARRA, José RP. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, p. 2675-1305, 2019.
- PEREIRA, Alana. *et al.* Tratamento de sementes – cuidados para evitar danos. **Revista campo e negócios**. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/tratamento-de-sementes-cuidados-para-evitar-danos/>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- PEREIRA, PRV da S.; SALVADORI, José Roberto. **Pragas da lavoura de trigo**. 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/932375/1/2011LVtrigonobrasilcap11.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2023.
- PESKE, S. T.; BAUDET, L. M. Beneficiamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENAL, M. D.; ROTA, G. R. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: **UFPel**, 2006. 472 p.
- PICININI, Edson Clodoveu; FERNANDES, José Maurício Cunha. Efeito do tratamento de sementes com fungicida sobre o controle de doenças na parte aérea do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 515-520, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000500008>. Acesso em: 29 mai. 2023.

- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília-DF: **AGIPLAN**, 1977. 289 p.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2. ed. Brasília, DF: **AGIPLAN**, 1985. 289p.
- RAMPIM, Leandro et al. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Sementes**, Paraná, v. 34, n. 4, p.678-685, jun. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000400020>. Acesso em: 24 abril. 2023.
- ROSA, Caio César. Qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a tratamento químico e bioestimulantes. **Universidade de Brasília**, 2020. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40365/1/2020\\_CaioC%c3%a9sarRosa.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40365/1/2020_CaioC%c3%a9sarRosa.pdf). Acesso em: 04 mai 2023.
- Rufino, C.A.; Tavares, L.C.; Brunes, A.P.; Lemes, E.S.; Villela F.A. Treatment of wheat seed with zinc, fungicide, and polymer: seed quality and yield. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 106-112, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000100015>. Acesso em: 12 abril. 2023.
- Santos, F. R. et al. Bioestimulantes e microrganismos promotores de crescimento no desenvolvimento de mudas de Coffea arabica L. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 24(1), 39-45, 2020.
- SANTOS, Hugo Almeida dos. Trichoderma spp. como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a Fusarium oxysporum. 2008.
- SILVA, L. F. et al. Efeito do tratamento de sementes na qualidade fisiológica de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 3, p. 224-229, 2019.
- SILVA, Raphael Rossi et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1439-1447, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001100004>. Acesso em: 10 out. 2023.
- SILVA, Raphael Rossi et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1439-1447, 2011. Disponível em: doi: 10.1590/S0100-204X2011001100004. Acesso em: 29 mai. 2023.
- SOUZA, R. M., et al. Tratamento de sementes com bioestimulantes na qualidade fisiológica de sementes e mudas de hortaliças. **Revista Agrogeoambiental**, 9(3), 45-54, 2017.
- TUNALI, B. et al. Effect of Trichoderma harzianum on growth and nutrient uptake of maize under greenhouse conditions. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 77, n. 4, p. 389-396, 2017.
- VIGANÓ, Joselaine et al. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. **Revista brasileira de sementes**, v. 32, p. 86-96, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000300010>. Acesso em: 29 abril. 2023.
- VINAYARANI, G.; PRAKASH, H. S. Fungal endophytes of turmeric (Curcuma longa L.) and their biocontrol potential against pathogens Pythium aphanidermatum and Rhizoctonia solani. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 34, p. 1-17, 2018.
- YAN, W. E HOLANDA, JB (2010). Um biplot GGE ajustado por herdabilidade para avaliação do ambiente de teste. **Eufítica**, 171(3), 355-369. doi: 10.1007/s10681-009-0030-5

ZAMBON, S. Aspectos importantes do Tratamento de Sementes. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.23, n.2, p.26, 2013

ZILLI, Jerri Édson et al. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 917-923, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400016>. Acesso em: 13 nov. 2023.