

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos
de Milho Tratadas Quimicamente**

Cristina Rossetti
Engenheira Agrônoma

Pelotas, 2021

Cristina Rossetti
Engenheira Agrônoma

**Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos
de Milho Tratadas Quimicamente**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Lilian Vanussa Madruga de Tunes (Faem / UFPEL)
Coorientadora: Andréia da Silva Almeida (Faem / UFPEL)

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação
na Publicação

R829 Rossetti, Cristina

Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos de Milho Tratadas Quimicamente / Cristina Rossetti ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora ; Andréia da Silva Almeida, coorientadora. — Pelotas, 2021.

45 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. *Zea mays*. 2. Tratamento de sementes. 3. Temperaturas. 4. Diferentes substratos. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Almeida, Andréia da Silva, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Cristina Rossetti
Engenheira Agrônoma

Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos de
Milho Tratadas Quimicamente

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para a obtenção do grau em Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

03 de março de 2021

Banca examinadora:

.....
Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes.....
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.....

.....
Dra. Andreia da Silva Almeida.....
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Tiago Pedó.....
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Cassyo de Araujo Rufino.....
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.....

.....
Dra. Andréa Bicca Noguez Martins.....
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

À Deus;

Aos meus pais, Antônio e Audete;

A minha irmã, Monica;

A todos meus amigos e familiares que fizeram parte da minha caminhada;

A todos os agricultores (as) e profissionais da agricultura;

OFEREÇO E DEDICO

*“Knowledge either lives or dies.
You have to incubate it and grow it.
It has to be constantly renewed”.*

(Henry Wallace)

Agradecimentos

À Deus, pela vida, pelas oportunidades e pelas pessoas maravilhosas postas em meu caminho e por guiar minhas decisões.

Aos meus pais Antônio e Audete, pela minha existência, pelo carinho, apoio e incentivo incondicionais.

A minha irmã Monica pela ajuda constante, companheirismo, amizade, por torcer pelo meu sucesso e pelas diversas coisas que me ensinaste.

A Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes pela orientação, aconselhamentos e conhecimento repassados.

À pós-doutoranda e minha coorientadora Andréia da Silva Almeida, pelos aconselhamentos, ensinamento e apoio na realização de minhas atividades.

Aos meus colegas de laboratório, especialmente os estagiários e bolsistas de graduação Adhelei Pires, Nicolas da Conceição de Ávila e Natália Pedra Madruga pela amizade e auxílio na realização de minhas atividades.

Aos colegas de Pós-Graduação pela amizade e troca de conhecimentos. Aos professores da Universidade Federal de Pelotas, especialmente os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por todos os ensinamentos e conhecimento repassados.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o período de realização do estudo no curso de mestrado.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

Resumo

ROSSETTI, Cristina. **Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos de Milho Tratadas Quimicamente**. 2021. 45 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O milho (*Zea mays* L.) é a segunda maior cultura de importância na produção agrícola no Brasil. Sabe-se que a semente é um dos principais insumos da agricultura e sua qualidade é um dos fatores primordiais para o estabelecimento da espécie. Com o intuito de manter a qualidade fisiológica, o tratamento de sementes tem sido utilizado como ferramenta de proteção tanto no campo como no armazenamento. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, identificar quais as condições mais adequadas para avaliação do teste de germinação em sementes de milho através da utilização de diferentes substratos. Foram realizados dois ensaios para o desenvolvimento do trabalho. No ensaio 1 foi utilizado o híbrido Morgan 30A37 PWV num esquema fatorial de cinco substratos com oito tratamentos químicos. As sementes foram tratadas industrialmente com os seguintes inseticidas: Inside FS, Inside FS + Maestro FS, Maestro FS, Poncho, Inside FS + BioCoat Corn, Inside FS + Maestro FS + BioCoat Corn e Maestro FS + BioCoat Corn. Já para o ensaio 2, o híbrido utilizado foi o FS533 PWV em um esquema fatorial de cinco substratos e cinco tratamentos, neste as sementes receberam o tratamento industrial com os inseticidas: Inside FS, Inside FS + Maestro FS, Maestro FS e Poncho. Ambos os ensaios foram submetidos a duas temperaturas (20°C e 25°C) e cinco substratos (papel germitest®; papel germitest® + areia; papel germitest® + solo; papel germitest® + carvão e papel pardo). Os substratos mais indicados para instalação do teste de germinação em sementes de milho tratadas quimicamente foram papel pardo e germitest® + carvão. E a temperatura de 20°C é a que possibilita o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais no teste de germinação em sementes de híbrido de milho tratadas.

Palavras-chave: *Zea Mays*; tratamento de sementes; temperaturas; diferentes substratos.

Abstract

ROSSETTI, Cristina. **Alternative Methodology for the Seed Germination Test of Chemically Treated Corn Hybrids**. 2021. 45 f. Dissertation (Master of Science) - Graduate Program in Seed Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Corn (*Zea mays* L.) is the second largest crop of importance in agricultural production in Brazil. It is known that the seed is one of the main inputs of agriculture and its quality is one of the primary factors for the establishment of the species. To maintain physiological quality, seed treatment has been used as a protection tool both in the field and in storage. Thus, this work aimed to identify the most suitable conditions for the evaluation of the germination test in corn seeds through the use of different substrates. Two tests were carried out for the development of the work. In test 1, the hybrid Morgan 30A37 PWV was used in a factorial scheme of five substrates with eight chemical treatments. The seeds were treated industrially with the following insecticides: Inside FS, Inside FS + Maestro FS, Maestro FS, Poncho, Inside FS + BioCoat Corn, Inside FS + Maestro FS + BioCoat Corn and Maestro FS + BioCoat Corn. For test 2, the hybrid used was the FS533 PWV in a factorial scheme of five substrates and five treatments, in which the seeds received the industrial treatment with the insecticides: Inside FS, Inside FS + Maestro FS, Maestro FS and Poncho. Both tests were submitted to two temperatures (20 °C and 25 °C) and five substrates (germitest® paper; germitest® paper + sand; germitest® paper + soil; germitest® paper + coal and brown paper). The most suitable substrates for installing the germination test in chemically treated corn seeds were brown pepper and germitest® + charcoal. And the temperature of 20 °C allows the more uniform and faster development of normal seedlings in the germination test in treated hybrid corn seeds.

Keywords: *Zea Mays*; seed treatment; temperatures; different substrates.

Lista de Figuras

Figura 1	Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho dos Híbridos Morgan 30A37 PW (A e B) e FS533PWV (C e D) nas temperaturas de 20°C (A e C) e 25°C (B e D) utilizando os substratos germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo.....	29
Figura 2	Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho dos Híbridos Morgan 30A37 PW (A e B) e FS533PWV (C e D) nas temperaturas de 20°C (A e B) e 25°C (C e D) utilizando o substrato papel pardo.....	30
Figura 3	Presença de Anormalidades para o híbrido FS 533PWV, no tratamento 10 (Inside FS) aplicado ao substrato germitest® + areia sob a temperatura de 25°C constante.....	35
Figura 4	Substrato Germitest® + Carvão em avaliação aos 4 dias após a montagem do teste de germinação nas temperaturas de 20°C (A) e 25°C (B).....	36
Figura 5	Plântulas de milho avaliadas aos 4 dias após a montagem do teste em substrato papel pardo nas temperaturas de 20°C (A) e 25°C (B).....	37

Lista de Tabelas

Tabela 1	Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido Morgan 30A37. FAEM/UFPeI. Capão do Leão, RS, 2020.....	25
Tabela 2	Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido FS533 PWV. FAEM/UFPeI. Capão do Leão, RS, 2020.....	26
Tabela 3	Resultado do teste de germinação do Híbrido Morgan 30A37PW na temperatura de 25°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha), tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho®), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPeI. Capão do Leão, RS, 2020.....	30
Tabela 4	Resultado do teste de germinação do Híbrido Morgan 30A37PW na temperatura de 20°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha), tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho®), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + 0Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPeI. Capão do Leão, RS, 2020.....	32

Tabela 5	Resultado do teste de germinação do Híbrido FS 533PWV na temperatura de 25°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020..	33
Tabela 6	Resultado do teste de germinação do Híbrido FS 533PWV na temperatura de 20°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020..	34
Tabela 7	Resultado do teste de emergência do Híbrido Morgan 30A37PWV em diferentes substratos: solo e areia, sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha), tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + 0Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.....	38
Tabela 8	Resultado do teste de emergência do Híbrido FS 533PWV em diferentes substratos: solo e areia, sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.....	39

Lista de Abreviaturas e Siglas

TSI	Tratamento de Sementes Industrial
FS®	Suspensão Concentrada para tratamento de Sementes
30A35PW	Identificação do Híbrido de Milho Morgan
FS	Sigla da marca FORSEED para híbridos de Milho
533PVW	Identificação do Híbrido de Milho FORSEED
Faem	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
PR	Rolo de Papel
EA	Entre areia

Lista de Símbolos

- ® Marca Registrada de uma Empresa
- °C Grau Celsius

Sumário

1. Introdução.....	16
2. Revisão da Literatura.....	18
2.1 Importância econômica da cultura do milho.....	18
2.2 Tratamento de sementes.....	19
2.3 Caracterização dos Ingredientes Ativos dos Inseticidas.....	20
2.4 Influência do tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica.....	21
2.5 Substratos utilizados em testes de Germinação.....	22
2.6 Influências da Temperatura em Milho.....	22
3 Material e Métodos	24
3.1 Local do Experimento.....	24
3.2 Delineamento experimental.....	24
3.3 Testes e tratamentos realizados.....	24
3.3.1. Tratamentos Químicos (TSI).....	25
3.3.2. Teste de Germinação.....	26
3.3.3. Teste de Emergência.....	27
4 Resultados e Discussão.....	28
5. Conclusões	40
6. Referências bibliográficas	41
Vita.....	45

1. Introdução

No decorrer das últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, abandonando antigos concorrentes, como o arroz e o trigo. Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros etc. (MIRANDA, 2018).

A semente por ser um dos principais insumos da agricultura e sua qualidade é um dos fatores primordiais para o estabelecimento de qualquer cultura (NUNES; MENEZES; CARGNELUTTI FILHO, 2019), sendo influenciada por diferentes fatores bióticos e abióticos, a exemplo do tratamento químico e das condições de armazenamento. Com o intuito de manter a qualidade fisiológica, o tratamento de sementes tem sido utilizado como ferramenta de proteção tanto no campo como no armazenamento, sendo uma medida valiosa para controlar e/ou prevenir o ataque de pragas e patógenos. A falta dessa proteção inicial pode ter impacto direto na produtividade.

Culturas com baixa densidade populacional (nº de plantas por área) como o milho, podem sofrer danos severos por ocasião do ataque de pragas nas fases de germinação e de plântula e resultar na redução do potencial produtivo das lavouras. Assim, a utilização do tratamento de sementes com inseticidas tornou-se uma importante estratégia de proteção nestas fases, garantindo o estabelecimento uniforme das populações de plantas na lavoura (GALLO et al., 2018).

Tanto para sementes sem tratamento ou tratadas, o teste padronizado de qualidade exigido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o comércio de sementes é o de germinação. No entanto, o teste de germinação

é realizado sob condições ideais de umidade, temperatura, substrato, luz e oxigênio, fato esse, que não condiz com a realidade de campo. É um teste padronizado, pois possui ampla possibilidade de repetições de resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras de Análise de Sementes nacionais (BRASIL, 2009) como as internacionais, como a ISTA e a AOSA.

No teste padrão de germinação para o milho é recomendável o uso de substratos como o papel de germinação ou areia (BRASIL, 1992). Esses substratos têm grande influência, pois de acordo com o tipo de material utilizado, fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, podem variar de um para o outro. Assim, podem ocorrer diferenças entre os resultados, se não houver uma uniformização da metodologia com relação ao substrato, levando - se em conta o nível de vigor da semente e a presença de algum tratamento químico.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar quais as condições adequadas para avaliação da germinação em sementes de milho tratadas quimicamente através da utilização de diferentes substratos.

2. Revisão da Literatura

2.1 Importância econômica da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura que integra a cadeia produtiva de grande relevância para o agronegócio, pois apresenta um expressivo volume na produção, sendo um dos principais cereais cultivados (ARTUZO et. al. 2018). Além de cerca de 70% da produção a ser destinada à alimentação animal, há ainda o aspecto social, uma vez que boa parte dos produtores não possuem grandes extensões de terras ou não são tecnificados, mas dependem da produção do cereal (SILVA; SILVA, 2017).

A despeito da importância do milho como maior cultura agrícola mundial e de sua comercialização como commodity (produto padronizado), o comércio internacional desse cereal possui um percentual baixo em relação à produção, apenas 14% em 2017/18. Em termos comparativos, o comércio da soja representou 45,2% da produção mundial no mesmo período. Adicionalmente, as exportações de milho estão concentradas em quatro países: Estados Unidos, Brasil, Argentina e Ucrânia. De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018a), esses países representaram juntos 86,2% das exportações mundiais do cereal em 2017/18.

O mercado brasileiro do milho apresentou expressiva reestruturação em termos de composição da oferta e demanda ao longo das primeiras duas décadas do século XXI (CONAB, 2018a). Do lado da oferta, os ganhos advindos da maior produção por unidade de área e a transferência da época de semeadura para depois da colheita da soja, doravante denominada safrinha, impactaram expressivamente os períodos de maior disponibilidade do produto (CONAB, 2018b). Do lado da demanda, além do crescimento interno pelos segmentos de proteína animal, o grande excedente doméstico favorece a busca por novos mercados consumidores, neste caso, a exportação.

2.2 Tratamento de sementes

Durante as fases de maturação, colheita e armazenamento, pode ocorrer a deterioração de sementes pela presença pragas e doenças, devido à alta umidade relativa associada a temperaturas elevadas. Segundo Machado (1988) todos os organismos fitopatogênicos podem ser transportados pelas sementes, sendo que o grupo dos fungos é o mais numeroso seguido pelo das bactérias, dos vírus e alguns nematoides.

As principais pragas que atacam sementes e raízes do milho são: larva alfinete (*Diabrotica spp.*), larva-aramé (*Conoderus spp.*, *Melanotus spp.*), bicho-bolo, coró ou pão de galinha (*Diloboderus abderus*, *Eutheola humilis*, *Dyscinetus dubius*, *Stenocrates sp.*, *Liogenys, sp.*), percevejo castanho (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*) e larva angorá (*Astylus variegatus*). As principais pragas que atacam plântulas são: lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), tripes (*Frankliniella williamsi*), percevejos - barriga-verde (*Dichelops furcatus*, *D. melacanthus*), verde (*Nezara viridula*), cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*), lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*), broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) (EMBRAPA, 2017).

A proteção inicial conferida pelo tratamento de sementes pode evitar a introdução precoce e aleatória de focos de infecção em áreas de semeadura resultando em diminuição da necessidade de aplicação de produtos fitossanitários para o combate de doenças introduzidas nas áreas de cultivo (BAIL, 2017).

Deve ser ressaltado, também, que as sementes de milho são tratadas com fungicidas e inseticidas após o beneficiamento. O tratamento com inseticidas nesta etapa visa principalmente o controle de insetos praga durante o armazenamento. Além do controle de insetos praga durante o armazenamento, empresas têm interesse em tratar sementes com inseticidas visando o controle de pragas, principalmente as iniciais no campo (MACHADO et al., 2016).

Em sementes de milho, devido ao longo período de armazenamento e às suas condições, ou seja, ocorrência de pragas e fungos de armazenamento, o tratamento com fungicidas e/ou inseticidas é necessário (AGUILERA et al., 2000). No Brasil, aproximadamente 100% das sementes híbridas de milho são tratadas na indústria com fungicidas e com inseticidas para o controle de pragas no armazenamento, 35% com inseticidas e o restante recebe a aplicação de inseticida na propriedade agrícola (NUNES, 2010).

Para que o tratamento químico seja eficaz e sua recomendação segura é necessário conhecer o perfil sanitário e fisiológico e a condição física do lote a ser tratado, pois qualquer tipo de dano nas sementes as torna mais vulneráveis à ação fitotóxica dos produtos utilizados. Possíveis problemas referentes à fitotoxicidade podem ocorrer devidos ao tratamento de sementes. (FRANÇA NETO, 2015).

Os sintomas mais típicos do problema de fitotoxicidade de plântulas são os seguintes: germinação e emergência lentas das plântulas; baixo percentual de emergência de plântulas; engrossamento, encurtamento e rigidez do hipocótilo; hipocótilos com fissuras longitudinais, principalmente em sementes profundas (> 4 cm); atrofia do sistema radicular, com pouco desenvolvimento de raízes secundárias, porém, outros fatores, podem também produzir sintomas semelhantes; podendo ter outras causas, que nada têm a ver com o problema do tratamento de semente em questão, entretanto, a fitotoxicidade causada pelo tratamento de sementes pode ser comprovada através de testes de laboratório (FRANÇA NETO, 2015).

2.3 Caracterização dos Ingredientes Ativos dos Inseticidas

A Clotianidina ((*E*)-1-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine) é um Neonicotinóide de fórmula molecular $C_8H_8ClN_5O_2S$ com massa molecular de 250, 1 g mol⁻¹. A Clotianidina foi criada a partir de uma melhoria no desenvolvimento do Nitenpyram, um inseticida que estava sendo previamente desenvolvido para a utilização em culturas de arroz (UNEME, 2011).

Esta molécula tem alta atividade contra os insetos da ordem *Diptera*, *Coleoptera*, *Lepidopteros*, *Hemiptera* e *Thysanoptera* com um efeito a longo prazo, ação sistêmica e ampla variedade de métodos de tratamento das culturas. Atualmente, a Clotianidina está registrada em mais de 40 países pelo mundo sendo comercializada por diferentes nomes dependendo dos métodos de aplicação (UNEME, 2011).

O fipronil (5-amino-[2,6dicloro-4-(trifluorometil) fenil]-4-trifluorometil-sulfinil-1H-pirazol-3carbonitrila) é um inseticida descoberto e desenvolvido pela Rhône-Poulenc entre 1984-1987 e colocado no mercado em 1993. O fipronil pode ser empregado desde doses muito baixas até muito altas para controle efetivo de insetos resistentes ou tolerantes a outras famílias de inseticidas como os organofosforados, piretróides e carbamatos (BASF, 2021).

2.4 Influência do tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica

Os altos patamares de produtividade alcançados nas últimas safras, estão diretamente ligados à utilização de sementes de alta qualidade e está atrelada aos atributos: físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos. Em especial para a cultura do milho a qualidade das sementes bem como sua proteção através do tratamento com inseticidas e fungicidas é de suma importância.

Devido à baixa densidade de plantas por área (em torno de 60-80 mil plantas por hectare) falhas na linha de plantio, devido ao ataque de pragas e doenças, por exemplo, não serão compensadas pelas demais plantas. Assim, a manutenção dos atributos supracitados acarreta garantia de estandes necessários para obtenção de tetos produtivos esperados.

Existem gargalos relacionados a todo processo de tratamento de sementes, os quais podem afetar a qualidade inicial delas. Muito se tem estudado e investido em maquinários e equipamentos, mas fato é que danos físicos diretos, tais como rachaduras e danos latentes podem ser ocasionados pelo tempo de exposição das sementes ao processo de tratamento e tipo de equipamento utilizado.

O volume de calda a ser utilizado é outro ponto muito discutido. O tipo de reserva de uma

semente pode influenciar na quantidade máxima de volume de calda suportado por uma espécie. Por exemplo, o milho (amilácea) pode suportar um volume maior de calda quando comparadas a soja (proteica).

2.5 Substratos utilizados em testes de Germinação

A germinação de sementes é a emergência da plântula e suas estruturas essenciais do embrião (sistema radicular, o coleóptilo e a parte aérea). Em laboratório é a emergência da plântula e estruturas, de forma que se possa ter um bom desenvolvimento da planta no campo em condições favoráveis (CULTIVAR, 2016).

O substrato utilizado para a germinação deve, durante todo o período do teste, manter umidade suficiente para garantir que o processo de germinação ocorra de forma plena, pois a deficiência de água impossibilita a sequência dos processos bioquímicos, físicos e fisiológicos, que determina a retomada do crescimento do embrião. Entretanto, a umidade não pode ser excessiva, pois pode limitar a aeração e prejudicar a germinação (POLLOCK, 2004; ISTA, 2004).

Durante a realização do teste de germinação, restrições de oxigênio podem provocar atraso ou paralisação no desenvolvimento das plântulas ou, ainda, a ocorrência de anormalidades, como a ausência de raízes e a formação de plântulas hialinas (PHANEENDRANATH, 2000). Estas alterações relacionadas à metodologia adotada no teste provocam variações de resultados indesejáveis.

2.6 Influências da Temperatura em Milho

A temperatura é considerada um dos fatores mais importantes na germinação de sementes (NERSON, 2017), devido a sua influência na absorção de água e outros substratos necessários para o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Segundo Marcos Filho (2005) os efeitos da temperatura no processo germinativo de sementes

podem ser avaliados a partir de mudanças na porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação.

Apesar de ser uma planta de clima tropical e exigir calor e umidade para produzir satisfatoriamente e proporcionar rendimentos compensadores, temperaturas elevadas do solo proporcionam baixa porcentagem de emergência em sementes de milho. O estresse ocasionado por altas temperaturas ocorre quando, por um período suficiente, as temperaturas causam danos irreversíveis no desenvolvimento das plântulas (HALL, 2016).

As baixas temperaturas também são consideradas um dos fatores limitantes na produtividade das plantas e, frequentemente causam danos na germinação e no desenvolvimento de plântulas de milho (PARERA; CANTLIFFE, 2014). Guan et al. (2019) relatam que baixas temperaturas induzem danos na membrana celular e afetam as funções fisiológicas das plantas; além de atrasar ou impedir o processo de germinação, deixando as sementes mais suscetíveis a fatores adversos.

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação do seu vigor, dependendo, dentre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local quando semeada (SIMONI et al., 2015). A influência do vigor da semente é marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a velocidade, a uniformidade, o total de germinação, o tamanho e a massa das plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Nascimento (2018) relata que sementes com alto vigor toleram mais as condições de estresse como altas e baixas temperaturas. Neste sentido, a escolha de sementes com alta qualidade fisiológica e adaptada às condições locais pode ser a razão do sucesso ou insucesso da lavoura (SANS; SANTANA, 2018).

3 Material e Métodos

3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flavio Rocha” da Universidade Federal de Pelotas, localizada na cidade de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul.

3.2 Delineamento experimental

Conduzido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Para o ensaio 1 foi utilizado o esquema fatorial de 5x8 (cinco substratos e oito tratamentos) no qual foi trabalhado com o híbrido Morgan 30A37 PWV. Para o ensaio 2, o esquema fatorial foi de 5x5 (cinco substratos e cinco tratamentos) e o híbrido utilizado foi o FS533 PWV. A somatória dos dois ensaios totalizou 13 tratamento químicos. As médias obtidas foram submetidas à análise de variância (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2005) e a análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico WinStat, o teste de médias se deu pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

3.3 Testes e tratamentos realizados

As avaliações realizadas no laboratório foram as mesmas para ambos os ensaios e são descritas a seguir:

3.3.1 Tratamentos Químicos (TSI)

As sementes de milho foram tratadas industrialmente com inseticidas conforme descrito nas tabelas 1 e 2. Os inseticidas INSIDE FS e Poncho® são inseticidas sistêmicos do grupo químico dos neonicotinóides específico para tratamento de sementes, enquanto o MAESTRO FS é um inseticida à base de Fipronil.

Os tratamentos foram submetidos a duas temperaturas (20°C e 25°C) e cinco substratos (papel germitest®; papel germitest® + areia; papel germitest® + solo; papel germitest® + carvão e papel pardo). A quantidade total de sementes por tratamento foi de 200 distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes.

Aos tratamentos que incluem areia e solo se adicionou 17g destes materiais de forma homogênea, sobre o papel substrato de cada rolo para cada um dos tratamentos.

O tratamento realizado com papel germitest® + carvão se adicionou 10g do material, de forma homogênea sobre o papel substrato de cada rolo para cada um dos tratamentos. Em ambos os tratamentos citados anteriormente, somente o papel tipo germitest® foi umedecido, com água destilada na proporção de 3 vezes o peso do papel.

Tabela 1. Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido Morgan 30A37 utilizados para o ensaio 1. FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

<i>Tratamentos</i>	<i>Nome Comercial¹</i>	<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>Tipo de Produto</i>	<i>Dose do Produto Comercial</i>	<i>Dose (mL/100 kg de sementes)</i>
1	Testemunha	-	-	-	-
2	Inside FS	CLOTIANIDINA	Inseticida	600 g.i.a/L	70 ml
3	Inside FS + Maestro FS	CLOTIANIDINA + FIPRONIL	Inseticida	600 g.i.a/L+ 250 g.i.a/L	70 ml + 50 ml
4	Maestro FS	FIPRONIL	Inseticida	250 g.i.a/L	50 ml
5	Poncho	CLOTIANIDINA	Inseticida	600 g.i.a/L	70 ml
6	Inside FS + BioCoat Corn	CLOTIANIDINA + POLÍMERO*	Inseticida	600 g.i.a/L	70 ml

7	Inside FS + Maestro FS + BioCoat Corn	CLOTIANIDINA + FIPRONIL + POLÍMERO*	Inseticida	600 g.i.a/L+ 250 g.i.a/L	70 ml + 50 ml
8	Maestro FS + BioCoat Corn	FIPRONIL+ POLÍMERO*	Inseticida	250 g.i.a/L	50 ml

¹ Nome comercial: *mL.60.000⁻¹ sementes * 400ml/100Kg sementes

Tabela 2. Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido FS533 PWV, utilizados para o ensaio 2. FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

<i>Tratamentos</i>	<i>Nome Comercial¹</i>	<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>Tipo de Produto</i>	<i>Dose do Produto Comercial</i>	<i>Dose (mL/100 kg de sementes)</i>
9	Testemunha	-	-	-	-
10	Inside FS	CLOTIANIDINA	Inseticida	600 g.i.a/L	70 ml
11	Inside FS + Maestro FS	CLOTIANIDINA + FIPRONIL	Inseticida	600 g.i.a/L+ 250 g.i.a/L	70 ml + 50 ml
12	Maestro FS	FIPRONIL	Inseticida	250 g.i.a/L	50 ml
13	Poncho	CLOTIANIDINA	Inseticida	600 g.i.a/L	70 ml

¹ Nome comercial: *mL.60.000⁻¹ sementes

3.3.2 Teste de Germinação

Realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em rolos de papel tipo germitest® umedecidas, com água destilada na proporção de 3 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinadores nas temperaturas de 20°C e 25°C. A avaliação da germinação foi realizada aos 4 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais, anormais e sementes não germinadas (duras, dormentes ou mortas), obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

O solo utilizado no teste é um Planossolo Háptico Eutrófico solódico, para sua utilização no teste de germinação foi submetido a duas passagens em peneiras com abertura de malha de 2 mm para quebra de torrões e retiradas de detritos impróprios.

Enquanto a areia ocupada passou uma vez pela peneira com malha 2 mm para retirada dos detritos maiores. Tanto o solo quanto a areia são provenientes do Centro Agropecuário da Palma localiza-se às margens da BR 116 nas proximidades de Pelotas-RS.

O carvão foi obtido a partir da queima da madeira de árvores de eucalipto *Eucalyptus benthamii*, a aquisição foi feita em rede de Supermercado. Para a utilização no teste este passou pelo processo de moagem em triturador industrial de sementes com uma abertura de malha de 210 micrometros. Este processo foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes no departamento de Fitotecnia da UFPel.

Para o papel tipo pardo foram utilizadas 50 sementes por rolo, umedecidas com água destilada na proporção de 3,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinadores nas temperaturas de 20 e 25°C. A avaliação da germinação foi realizada aos 4 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais, anormais e sementes não germinadas (duras, dormentes ou mortas), obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

Para todos os substratos, após a montagem dos rolinhos, estes foram acondicionados em saco plástico para que a umidade das amostras fosse mantida e então encaminhadas aos germinadores nas devidas temperaturas.

3.3.3 Teste de Emergência

Realizado semeando-se 50 sementes por repetição, totalizando assim 200 sementes por tratamento sendo estes manejados em bandejas contendo substrato solo e substrato areia. A avaliação foi realizada em uma contagem aos 14 dias após a semeadura, determinando o número de plântulas normais e expressando os resultados em porcentagem.

O solo utilizado no teste é um Planossolo Háplico Eutrófico solódico proveniente do Centro Agropecuário da Palma localiza-se às margens da BR 116 nas proximidades de Pelotas-RS. Para a utilização este foi peneirado em peneiras com abertura de 2 mm.

A areia empregada no teste também é proveniente do Centro Agropecuário da Palma, visto que esta possuía granulometria de aproximadamente 2.4mm, foi realizada somente a retirada de impurezas como folhas e torrões de forma manual.

4. Resultados e Discussão

O teste de germinação para sementes de milho (*Zea mays*, L.) padronizado nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) indica a utilização de substrato rolo de papel (RP) ou entre areia (EA), submetidas as temperaturas constantes de 20°C, 25°C ou 30°C e/ou temperatura alternada de 20-30°C.

Foi observado para os dois híbridos de milho testados no trabalho de forma geral, um desempenho variável, quanto à germinação (tabelas 3,4,5 e 6), em diferentes temperaturas, substratos e tratamento químicos realizados (figuras 1 e 2).

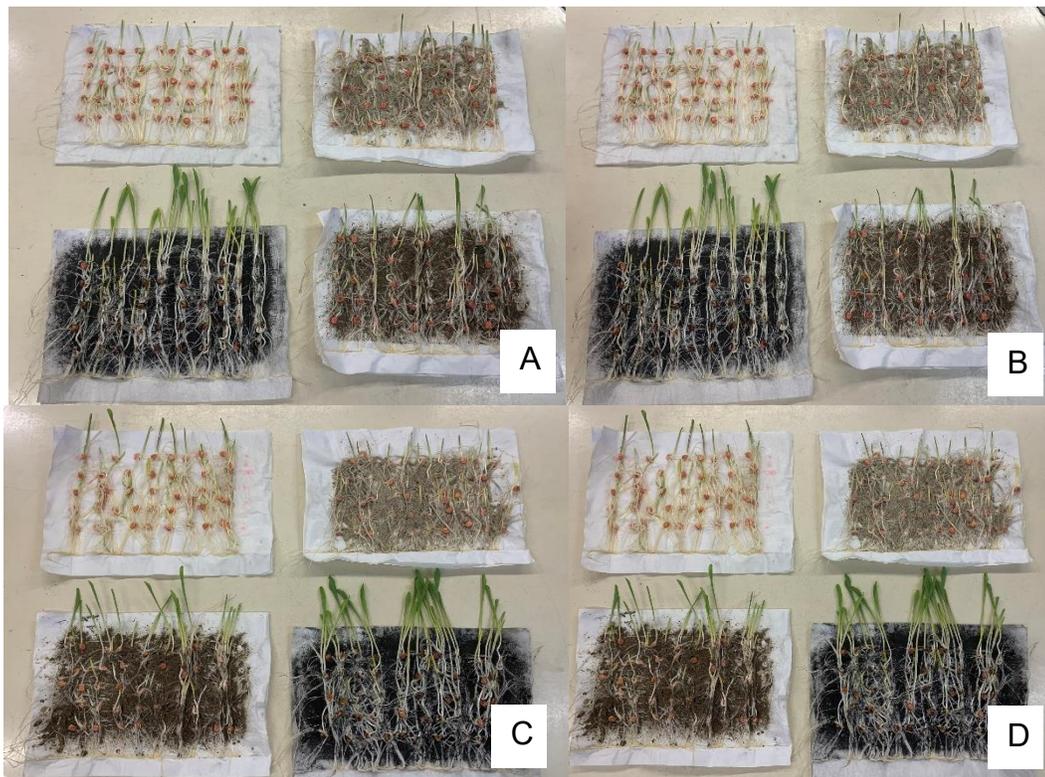


Figura 1: Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho dos Híbridos Morgan 30A37 PW (A e B) e FS533PWV (C e D) nas temperaturas de 20°C (A e C) e 25°C (B e D) utilizando os substratos germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo.

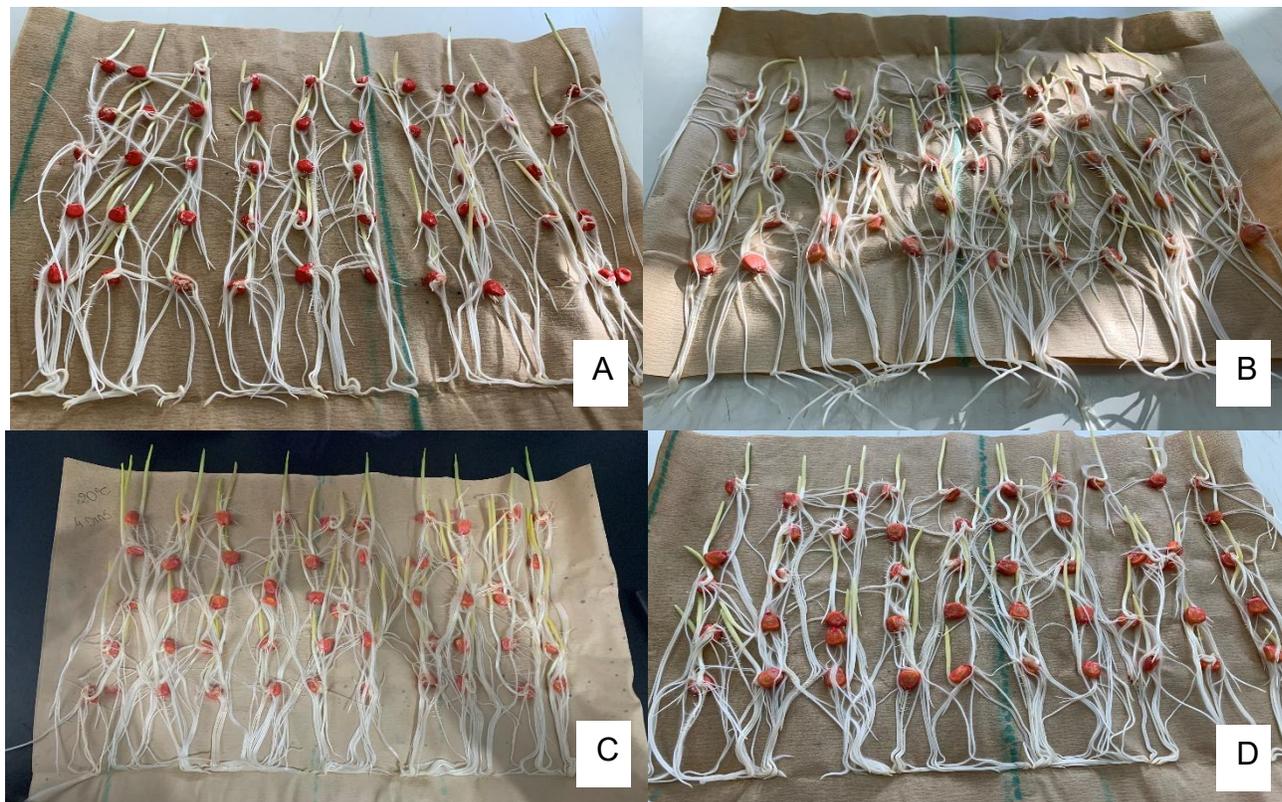


Figura 2: Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho dos Híbridos Morgan 30A37PW (A e B) e FS533PWV (C e D) nas temperaturas de 20°C (C e D) e 25°C (A e B) utilizando o substrato papel pardo.

Se observa para o Híbrido Morgan 30A37PW quando na temperatura de 25°C (tabela 3), que o tratamento 2, onde foi realizado o TSI com o inseticida Inside FS, a partir do substrato germitest® (testemunha) apresenta menor potencial germinativo quando comparado ao tratamento 4, ao qual foi realizado o TSI com o inseticida Maestro FS. O efeito negativo do Inside FS no papel germitest® pode estar associado a um efeito fitotóxico, uma maior concentração de produto ao redor das sementes no teste de germinação em comparação aos outros substratos com uma superfície de contato maior, devido à adição de areia, carvão, solo ou até mesmo as características químicas distintas presentes no papel pardo.

Tabela 3: Resultado do teste de germinação do Híbrido Morgan 30A37PW na temperatura de 25°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha),

tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS				
	<i>Germitest® (Testemunha)</i>	<i>Areia</i>	<i>Carvão</i>	<i>Solo</i>	<i>Papel Pardo</i>
1	85b	95 a	91ab	91a	93a
2	79b	93a	96a	94a	96a
3	82b	86b	96a	92a	93a
4	85b	97a	93a	93a	95a
5	81b	95a	97a	95a	92a
6	90a	96a	95a	96a	94a
7	91a	98a	96a	95a	93a
8	93a	98a	97a	99a	95a

CV (%) 3,4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

Ao tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Maestro FS + Inside FS + BioCoat Corn) e tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn), não obtiveram diferenças significativas perante os substratos testados e a testemunha (tabela 3). Isso se deve, pelo fato de que ambos os tratamentos obtiveram a utilização de polímero (BioCoat Corn) assegurando uma distribuição homogênea, qualidade e aderência das soluções utilizadas no tratamento de sementes. Dentre os benefícios da peliculização, observa-se uma melhor retenção dos produtos fitossanitários às sementes (MAUDE, 2008; SAMPAIO & SAMPAIO, 2008; SILVEIRA, 2010; SMITH, 2011), garantindo que inseticidas, fungicidas, dentre outros, atuem onde realmente são necessários.

Para o tratamento 5 (Poncho®), quando comparando as temperaturas testadas (20°C e 25°C), não se observou diferenças significativas (tabelas 3 e 4). A utilização dos substratos alternativos aplicados juntamente ao papel germitest® ou a utilização do papel pardo permitiram que as sementes do híbrido Morgan 30A37 PW expresse inteiramente seu potencial fisiológico, reduzindo o percentual de plântulas anormais quando defrontado a testemunha.

O Inseticida Poncho® no qual possui o ingrediente ativo clotianidina pertencem ao grupo químico dos neonicotinóides e são substâncias de ação sistêmica, este vem sendo empregado com frequência no TSI no milho. O inseticida quando aplicado na semente pode também proporcionar ação fisiológica nas plantas, promovendo crescimento mais vigoroso das mesmas e melhorando o seu potencial produtivo (CASTRO et al., 2018).

Os agroquímicos normalmente são avaliados com relação a sua eficiência no controle de pragas e doenças, entretanto alguns produtos podem promover efeitos, ainda pouco conhecidos, capazes de modificar a fisiologia, o metabolismo e a morfologia vegetal, que irão influenciar no crescimento e rendimento das plantas. Como é o caso do Poncho® que possui controle hormonal nas plantas funcionando como bioativador (CASTRO, 2006).

Estes por sua vez, são substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento capazes de atuar indiretamente na síntese de precursores de hormônios vegetais que levam à síntese hormonal e a aumentos na produção (CASTRO, 2006).

Tabela 4: Resultado do teste de germinação do Híbrido Morgan 30A37PW na temperatura de 20°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha), tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + 0Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS				
	<i>Germitest® (Testemunha)</i>	<i>Areia</i>	<i>Carvão</i>	<i>Solo</i>	<i>Papel Pardo</i>
1	96a	97a	91b	96a	95ab
2	84b	97a	96a	96a	95 ^a
3	83b	96a	96a	97a	97 ^a
4	92b	99a	98ab	97ab	96ab
5	82b	96a	95a	94a	96 ^a
6	89b	97a	98ab	97a	98 ^a
7	94a	97a	97a	97a	93 ^a
8	97a	99a	98a	99a	97 ^a
CV (%) 2,4					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

Se tratando do híbrido FS533 PWV, os dados de germinação são maiores na temperatura constante de 20°C (Tabela 6) em comparação a de 25°C (Tabela 5), em todas as avaliações. A interação entre o teor de água inicial das sementes e a temperatura de embebição é fator determinante para a ocorrência de alterações permanentes ou transitórias na estrutura das membranas celulares, assim sendo, mecanismos naturais ou artificiais podem ser desenvolvidos com a finalidade de impedir ou minimizar o dano por embebição, ocasionado pela rápida reidratação dos tecidos quando as sementes são colocadas para germinar (COSTA et al. 2008).

Tabela 5: Resultado do teste de germinação do Híbrido FS 533PWV na temperatura de 25°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS				
	<i>Germitest® (Testemunha)</i>	<i>Areia</i>	<i>Carvão</i>	<i>Solo</i>	<i>Papel Pardo</i>
9	71c	78bc	85b	76bc	97a
10	69b	68b	83a	84a	94a
11	88a	97a	95a	96a	95a
12	93a	93a	94a	93a	94a
13	88a	94a	93a	96a	98a
CV (%) 3,4					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

Para o híbrido FS 533PWV na temperatura de 25°C (tabela 5), o tratamento 11(Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS) e tratamento 13 (Poncho), obtiveram desempenho superior quando se tratando do teste de germinação, comparado a testemunha (tratamento 9). Confirmando assim, a importância do TSI para a cultura do milho, visto que, este permite menor incidência do ataque das chamadas pragas do solo, que atacam a lavoura no início da germinação e afetam de forma significativa a produtividade.

Menten e Morais, 2015, afirmam que além da proteção inicial e o impacto direto na produtividade, o TSI apresenta benefícios imediatos, visto que o custo do processo é menor que o ganho em rendimento, e a médio/longo prazo, proporciona um sistema de produção equilibrado, constituindo-se em um seguro barato.

Se tratando da temperatura de 20°C (tabela 6), somente o tratamento 13 (Poncho), obteve diferenças significativas quando comparado à testemunha. O fato de ter apresentado diferença significativa para este tratamento, evidencia a eficiência agrônômica do produto Poncho, na aplicação via tratamento de sementes.

Tabela 6: Resultado do teste de germinação do Híbrido FS 533PWV na temperatura de 20°C, comparando diferentes substratos: germitest®; germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS				
	<i>Germitest® (Testemunha)</i>	<i>Areia</i>	<i>Carvão</i>	<i>Solo</i>	<i>Papel Pardo</i>
9	86b	94a	95a	94a	99a
10	91c	94bc	97ab	94bc	99a
11	81b	90b	97a	95ab	98a
12	88b	89b	98a	97a	97a
13	91b	98a	99a	99a	99a
CV (%) 2,6					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

A utilização de diferentes substratos como o germitest® + areia; germitest® + carvão; germitest® + solo e papel pardo, têm grande influência, pois de acordo com o tipo de material utilizado, fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, podem variar de um para o outro. Assim, podem ocorrer diferenças entre os resultados, se não houver uma uniformização da metodologia com relação ao substrato, levando-se em conta presença de algum tratamento químico.

Quando observada a interação dos substratos com os tratamentos químicos e as temperaturas para o híbrido Morgan 30A37PW (tabelas 3 e 4), todos os substratos utilizados obtiveram efeito positivo para a germinação das sementes, superando 85% de

germinação, ao qual estão enquadrados na porcentagem de germinação mínima oficializada pelas Comissões Estaduais de Sementes e Mudas Brasileira.

Quanto a relação entre os substratos para o híbrido FS 533PWV (tabelas 5 e 6), o tratamento 10 (Inside FS) aplicado ao substrato germitest® + areia sob a temperatura de 25°C obteve potencial germinativo abaixo da mínima exigida para comercialização de sementes. Também foi observado, uma maior presença de plântulas anormais, como pode ser visto na figura 3.

Este fato pode ter ocorrido através da alta dosagem do tratamento químico juntamente a temperatura constante para germinação elevada e ao menor tamanho da semente do híbrido, gerando assim, um efeito fitotóxico do tratamento mesmo em com a adição da areia sobre as sementes.



Figura 3: Presença de Anormalidades para o híbrido FS 533PWV, no tratamento 10 (Inside FS) aplicado ao substrato germitest® + areia sob a temperatura de 25°C constante.

Dentre todos os substratos testados, o carvão foi o que apresentou melhor desempenho quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas para ambos os híbridos testados (figura 4), tratamentos e temperaturas, podendo ser realizada contagem única

aos 4 dias após a montagem do teste de germinação. Tal fato ocorre, porque o carvão mineral é um subproduto rico em potássio. O potássio, ao contrário do nitrogênio e fósforo, não entra na formação de nenhum composto orgânico na planta. Sua função principal está ligada ao metabolismo da planta e devido a isso permite com que as plantas tenham um desenvolvimento mais rápido.

O potássio não faz parte de compostos orgânicos nem desempenha função estrutural na planta, mas atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sínteses, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases, aldolases e a rubisco, enzima chave no processo fotossintético. Ele também está envolvido na síntese de proteínas, de forma que, em plantas com baixos teores de potássio, há redução nessa síntese, com acúmulo de compostos de baixa massa molecular, como aminoácidos, amidas, aminas e nitratos (MARSCHNER, 2005; MALAVOLTA et al., 2006).

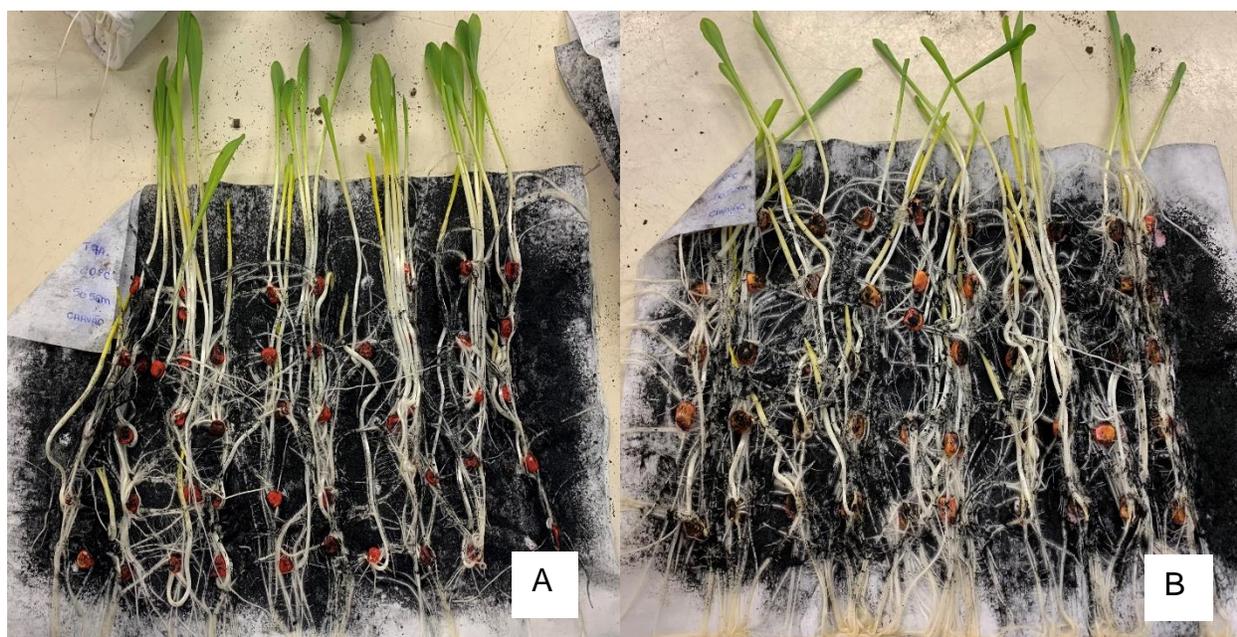


Figura 4: Substrato Germitest® + Carvão em avaliação aos 4 dias após a montagem do teste de germinação nas temperaturas de 20°C (A) e 25°C (B).

Não obstante, não existem referências a estes substratos nas RAS, somente ao papel toalha e areia, que podem ser utilizados nos testes (BRASIL, 2009). Assim, a utilização do substrato carvão no teste de germinação deve ser estudada, pois a umidade do substrato varia dependendo das condições do ambiente e a presença de nutrientes

provenientes da madeira afetam positivamente o crescimento das plântulas (TOBE et al., 2018).

O substrato papel pardo também apresentou alto desempenho na germinação para os dois híbridos testados, reduzindo os efeitos de fitotoxicidade quando a semente tratada entra em contato direto com o papel (figura 5). Este substrato auxiliou no desenvolvimento adequado de raízes primárias e secundárias na espécie além de verificar contagem única do teste aos 4 dias após a instalação. Porém, este é um material de difícil aquisição e com elevado custo para compra, por ser um material importado e de fabricação peculiar para testes de germinação.

Segunda Marcos Filho (2007), os resultados do teste de germinação são utilizados para comparar a qualidade fisiológica de lotes, determinar a taxa de semeadura e servir como parâmetro de comercialização de sementes. Para fins comerciais, a adoção de um procedimento eficaz na instalação, condução e avaliação dos testes permite a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios de empresas fornecedoras e compradoras de sementes.



Figura 5: Plântulas de milho avaliadas aos 4 dias após a montagem do teste em substrato papel pardo nas temperaturas de 20°C (A) e 25°C (B).

Com relação ao efeito dos tratamentos sobre a emergência de plântulas, para os híbridos Morgan 30A37 PW e FS 533PWV como observado nas tabelas 7 e 8, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos químicos. Ocorreu que em sementes tratadas o teste de vigor foi melhor que o de germinação, com condições ideais para o desenvolvimento da espécie em estudo. Isso pode ter ocorrido devido ao tratamento de sementes tornar-se fitotóxico às sementes, pela área de contato menor do papel germitest® comparado à emergência em campo.

Isso foi verificado por Kobori (2011), no teste de germinação em sementes de mamona tratadas, sendo que alguns tratamentos com fungicidas provocaram redução no potencial fisiológico no papel germitest®, no entanto, esse efeito de fitotoxicidade não foi observado no teste de emergência de plântulas em campo.

Se tratando da utilização dos substratos para a emergência, o híbrido Morgan 30A37PW (tabela 7) apresentou menor desempenho no substrato areia para todos os tratamentos. Sendo indicado para este híbrido a utilização do substrato solo em bandeja, permitindo assim, que as plântulas quando emergidas tenham presença de raiz primária e secundária bem desenvolvida e com ausência de fitoxidez quando realizado TSI.

Tabela 7: Resultado do teste de emergência do Híbrido Morgan 30A37PWV em diferentes substratos: solo e areia, sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 1 (testemunha), tratamento 2 (Inside FS), tratamento 3 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 4 (Maestro FS), tratamento 5 (Poncho), tratamento 6 (Inside FS + BioCoat Corn), tratamento 7 (Inside FS + 0Maestro FS + BioCoat Corn), tratamento 8 (Maestro FS + BioCoat Corn). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS	
	Solo	Areia
1	97a	78ab
2	93a	79ab
3	96a	73b
4	97a	75b
5	94a	72b
6	97a	83ab
7	93a	83ab
8	90a	89a

CV (%) 6,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

Tabela 8: Resultado do teste de emergência do Híbrido FS 533PWV nos diferentes substratos: solo e areia, sob diferentes tratamentos químicos: tratamento 9 (testemunha), tratamento 10 (Inside FS), tratamento 11 (Inside FS + Maestro FS), tratamento 12 (Maestro FS), tratamento 13 (Poncho). FAEM/UFPel. Capão do Leão, RS, 2020.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS	
	<i>Solo</i>	<i>Areia</i>
9	95a	98a
10	96a	98a
11	87a	99a
12	93a	100a
13	87a	100a

CV (%) 1,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para os substratos utilizados a 5% de probabilidade.

Para o híbrido FS 533PWV os substratos solos e areia testados isoladamente (tabela 8) para a emergência em bandeja apresentaram alto desempenho das plântulas emergidas, não sendo observado fitotoxidez nem a presença de anormalidades de plântulas.

Conforme dito por Figliolia (2013), a realização das análises em sementes é de suma importância por fornecer informações que expressam a sua qualidade física e fisiológica, sendo que estas informações podem ser utilizadas para fins de semeadura e armazenamento.

5. Conclusões

Os substratos mais indicados para instalação do teste de germinação em milho tratadas quimicamente foram papel pardo e germitest® + carvão.

O papel pardo, foi o substrato que melhor apresentou potencial germinativo independente da temperatura e tratamento químico realizado. Porém é o substrato que apresenta maior custo financeiro para sua aquisição.

Já substrato germitest® + carvão, foi o que apresentou melhor desempenho quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas para os dois híbridos testados, podendo ser realizada contagem única aos 4 dias após a montagem do teste de germinação

A temperatura de 20°C possibilita o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais no teste de germinação em sementes de híbrido de milho tratadas.

Quanto as sementes revestidas com polímero, se pode observar que este tem potencial de interferir na fitotoxidez dos inseticidas.

6. Referências bibliográficas

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L.; SILVA, L. X. **Gestão de custos na produção de milho e soja**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v. 20, n. 2, p. 273-294. 2018. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbgn/v20n2/1983-0807-rbgn-20-02-273.pdf>>.

BAIL, J.L. **Relações entre o tratamento de sementes, os parâmetros fisiológico e sanitário e a conservação das sementes**. 41 f. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2017.

BASF. **Bula do Inseticida Poncho®**. Disponível em: <<http://www.agro.basf.com.br/produtos>>. Acesso em: 6 mar. 2021.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTRO, P.R.C.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M.; ROSSI, G. **Agroquímicos de controle hormonal, fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: Série Produtor Rural, ESALQ-DIBD, 2006. 83p.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. **Tratamento de sementes de soja e milho com inseticidas e um bioestimulante**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, out. 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2020a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos**. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2020b.

CULTIVAR. **Grande Culturas – Manejo Efetivo**. Pelotas. Edição 277, 2016. 45 p.

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A.; BERTONCELLO, M.R.; TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. **Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.30, n.1, p.198-207, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **Artigo Técnico 2017**. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em: 12 set 2020.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes**. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). Sementes. Brasília: ABRATES, 2013. p. 137-174.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Manual de entomologia agrícola**. 5. ed. São Paulo: CERES, 2018. 449 p.

GUAN, Y.; HU, J.; WANG, X.; SHAO, C. **Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress**. Seed Science Center, Crosschecked, v. 15, n. 10, p. 427-433, apr. 2019.

HALL, A. E. **Heat Stress and its impact**. New York: Crop Response to Environment, CRC Press, 2016.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Germination**. In: ISTA. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf: ISTA, 2004. p.5.1- 5.5; 5A.1- 5A.50.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. WinStat - **Sistema de Análise Estatística para Windows**. Versão Beta. Universidade Federal de Pelotas, 2005.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. MEC, Brasília. ESALQ/FAEPE, Lavras, p.107. 1988.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 2007. 230 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic, 2005. 889p.

MAUDE, R. **Progressos no tratamento de sementes**. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 25., Gramado, RS. 2008. p. 99-106.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. **Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios**. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2015. <http://www.abrates.org.br/portal/images/stories/informativos/v20n3/minicurso03.pdf>

MIRANDA, R. A. de. **Uma história de sucesso da civilização**. A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

NASCIMENTO, W. M. **Temperatura X germinação**. Seed News, Pelotas, v. 4, n. 6, p. 44-45, jul.ago. 2018.

NERSON, H. **Seed production and germinability of cucurbit crops**. Seed Science Biotechnology, Israel, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2017.

NUNES, J. R. G.; MENEZES, N. L.; CARGNELUTTI FILHO, A. **Qualidade fisiológica de sementes de sorgo silageiro submetidas a diferentes sequências de beneficiamento**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 21-28, 2019.

PHANEENDRANATH, B.R. Influence of amount of water in the paper towel on standard germination tests. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.5, n.2, p.82-87, 2000.

PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. **Presowing seed priming**. **Horticultural Reviews**, Florida, v. 20, n. 6, p. 109-141. 2014.

POLLOCK, B.M. **Effect of environment after sowing on viability**. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 2004. p.150-171.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. **Sementes: com as cores da eficiência**. Revista A Granja, Porto Alegre, n. 12, p. 16-18, 2008.

SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do milho: clima e solo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2018. (Informações técnicas,10).

SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA, C. A.; GEROLINETO, E. **Sementes de *Sorghum bicolor* L. – Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000)**. Revista de Biologia e Ciência da Terra, Paraíba, v. 11, n. 1, p. 188-192, 2015.

SILVA, B. E. C.; SILVA, M. R. J. **Viabilidade econômico-financeira da implantação da cultura do milho no município de Santa Teresa-ES**. Revista Univap, v. 23, n. 43, p. 17-25, 2017. Disponível em:<
<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1773>>.

SILVEIRA, S. **Recobertura como medida para proteção da semente**. Seed News, Pelotas, n. 5, p. 34-35, 2010.

SMITH, S. **Colorants and polymers: there is a difference**. Seed World, Chicago, v. 200, n. 13, p. 26-27, 2011.

TOBE, K.; ZHANG, L.; OMASA, K. **Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China**. Annals of Botany, v. 200 n. 14, p. 649–659, 2018.

UNEME, Hideki. Chemistry of Clothianidin and Related Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2932-2937, 2011. Disponível em www.periodicos.capes.gov.br Acesso em: 06 março de 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. **Grain: world markets and trade**. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2020.

Vita

Cristina Rossetti, filha de Antônio Rossetti Neto e Audete Molinari Rossetti. Nasceu em 05 de janeiro de 1994, no Município de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. Formou-se como técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) *campus* Bento Gonçalves-RS em 2013. Em 2014 ingressou no curso de agronomia da Universidade Federal de Pelotas, onde se graduou Engenheira Agrônoma em 2019, escrevendo a monografia sobre “Controle de Qualidade de Sementes de Soja - Sementeira Cambaí em São Luiz Gonzaga”. Durante o ano de 2013 desenvolveu o estágio de Conclusão do curso Técnico em Agropecuária, na área da Viticultura de Precisão e Sistema de cultivo Biodinâmico realizado na empresa Universo Vino em Conegliano/Itália. Neste mesmo ano, participou das atividades de campo referentes a elaboração dos vinhos Oficiais da Copa do Mundo FIFA 2014 junto a Vinícola Lídio Carraro em Bento Gonçalves/RS. No decorrer do ano de 2014 foi aluna de Iniciação Científica do Instituto de Biologia da UFPEL, desenvolvendo atividades voltadas a Anatomia Vegetal e Biotecnologia de plantas medicinais. De 2015 a 2017 foi estagiária do Laboratório Oficial de Análise de Sementes da EMBRAPA Clima Temperado em Pelotas/RS sob orientação da Pesquisadora Caroline Jácome Costa. Desenvolveu pesquisas sobre o controle de qualidade e técnicas de armazenamento de sementes de espécies Nativas do Brasil. No ano de 2018, foi aluna de Iniciação Científica do PPG Sementes da UFPEL onde desenvolveu atividades de pesquisa nas áreas de ciência e tecnologia de sementes. Em 2019, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, em Capão do Leão, Rio Grande do Sul

