

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

Dissertação



**Substratos alternativos para teste de germinação em sementes de soja tratadas
quimicamente**

Aline Flores Vilke

Pelotas, 2024

Aline Flores Vilke

Substratos alternativos para teste de germinação em sementes de soja 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
Co-orientadora: Andréa Bicca Noguez Martins
Co-orientadora: Ireni Leitzke Carvalho

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

V695s Vilke, Aline Flôres

Substratos alternativos para teste de germinação em sementes de soja tratadas quimicamente [recurso eletrônico] / Aline Flôres Vilke ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora; Andréa Bicca Noguez Martins, Ireni Leitzke Carvalho, coorientadoras. — Pelotas, 2024. 68 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. *Glycine max (L.) Merril*. 2. Boletim de Análise de Sementes. 3. Agroquímicos. 4. Substratos alternativos. 5. Germinação. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Martins, Andréa Bicca Noguez, coorient. III. Carvalho, Ireni Leitzke, coorient. IV. Título.

CDD 633.3421

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Aline Flores Vilke

Substratos alternativos para teste de germinação em sementes de soja tratadas
quimicamente

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

Data da Defesa: 29/08/2024

Banca examinadora:

.....
Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de tunes (Orientadora)
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

.....
Prof. Dra. Andréa Bicca Noguez Martins (Co-orientadora)(IFSul Campus Bagé)
Doutora em Ciência pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Dra. Ireni Leitzke Carvalho (Co-orientadora)
Doutora em Ciência pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Dra. Angelita Celente Martins
Doutora em Fisiologia vegetal pela Universidade Federal de Pelotas.

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

.....
Dr. Geri Eduardo Meneghello
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.

Lista de Figuras

- Figura 1 Teste de germinação de sementes tratadas com inseticida com substratos: papel germitest (A), papel entre areia (B), papel entre carvão (C), papel entre vermiculita (D), papel entre S10-B (E) e papel entre solo (F).....27
- Figura 2 Correlação entre germinação (%) e comprimento parte aérea (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.....35
- Figura 3 Correlação entre germinação (%) e comprimento parte raiz (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.....36
- Figura 4 Correlação entre germinação (%) e comprimento total (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.....36.
- Figura 5 Teste de germinação de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico com substratos: papel germitest (A), areia entre papel (B), carvão entre papel (C), vermiculita entre papel (D), S10-B entre papel (E) e solo entre papel (F).....42
- Figura 6 Correlação entre germinação (%) e comprimento parte aérea (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico.....50
- Figura 7 Correlação entre germinação (%) e comprimento parte raiz (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja

tratada com químico, nutriente e biológico.....51

Figura 8

Correlação entre germinação (%) e comprimento total (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico.....51

Lista de Tabelas

Tabela1- Inseticidas no tratamento de sementes de soja, Pelotas, UFPel, 2024.....	24
Tabela 2 - Teste de emergência de plântulas de soja (%) aos 14 dias após a semeadura, em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	30
Tabela 3 - Primeira contagem de plântulas (%) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	31
Tabela 4 – Germinação (%) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	31
Tabela 5 - Comprimento parte aérea, em plântulas de soja (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	32
Tabela 6 - Comprimento parte raiz, em plântulas de soja (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	32
Tabela 7- Comprimento total, em plântulas de soja (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	33

Tabela 8 - Matriz de correlação linear simples entre germinação e comprimento parte aérea (cm), comprimento parte raiz(cm) e comprimento total (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	35
Tabela 9 - Inseticidas, nutriente, inoculante e nematicida biológico utilizado no tratamento de sementes de soja, Pelotas, UFPel, 2024.....	39
Tabela 10 – Teste de emergência de plântulas de soja (%) aos 14 dias após a semeadura, em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	45
Tabela 11 - Primeira contagem de plântulas (%), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	46
Tabela 12 - Germinação (%), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	46
Tabela 13 - Comprimento parte aérea (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	47
Tabela 14 - Comprimento parte raiz, em plântulas de soja (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	48
Tabela 15 - Comprimento total, em plântulas de soja (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....	48

Tabela 16 - Matriz de correlação linear simples entre germinação e comprimento parte aérea (cm), comprimento parte raiz(cm) e comprimento total (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.....50

Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Aos meus pais, Vera e Gilberto, pelo amor, incentivo e por serem meus pilares sempre me estimulando e dando força para continuar no caminho certo.

A minha irmã, Karine, que sempre acreditou no meu potencial, sempre me dando força e apoio nos momentos necessários.

Agradeço a Andréa Martins e Ireni Carvalho que, que sempre me auxiliaram e tirando dúvidas nas análises em laboratório.

A minha orientada professora Dra. Lilian Vanussa Madruga de tunes por ser uma grande educadora, sempre disponível para repassar seus conhecimentos e disposta a esclarecer dúvidas que surgiram durante o mestrado.

Aos colegas e estagiários de laboratório, pela amizade, auxílio e empenho na realização de minhas atividades.

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

Meus sinceros agradecimentos a todos!

Sumário

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Importância econômica da cultura da soja.....	16
2.2.	Tratamento de sementes de soja.....	17
2.3	Inoculação em semente de soja.....	18
2.4	Tratamento de sementes com micronutrientes.....	19
2.5	Nematicida biológico.....	21
2.6	Influência do tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica.....	22
3	CAPÍTULO I - Efeito dos substratos para teste de germinação em sementes de soja tratada com inseticidas.....	23
3.1	INTRODUÇÃO.....	23
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.2.1	Teste de germinação.....	24
3.2.2	Teste de emergência.....	28
3.2.3	Teste de comprimento de plântula.....	28
3.2.4	Delineamento experimental.....	28
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.4	CONCLUSÃO.....	37
4	CAPÍTULO II - Efeito dos substratos para teste de germinação em sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico	38
4.1	INTRODUÇÃO.....	38
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.2.1	Teste de germinação.....	40
4.2.2	Teste de emergência.....	43
4.2.3	Teste de comprimento de plântula.....	43
4.2.4	Delineamento experimental.....	44
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.4	CONCLUSÃO.....	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS	54

Resumo

VILKE, Aline Flores. **Substratos alternativos para teste de germinação em sementes de soja tratadas quimicamente.** Lilian Vanussa Madruga de tunes. 2024. 68f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A cultura da soja (*Glycine max* (L.)) é uma das culturas mais significativas no setor do agronegócio e, portanto, e extremamente importante a utilização de sementes de alta qualidade fisiológico. Para comercialização de sementes é exigido o boletim de análise de sementes, um dos testes utilizados é de germinação, no entanto não existe uma metodológica específica para semente tratada. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas, nutriente, inoculante e nematocida biológico no teste de germinação, utilizando os substratos descritos pelas Regras para análise de sementes e substratos alternativos. No experimento 1, analisou-se semente tratada com inseticidas clorantraniliprole+ fipronil no teste de germinação com 7 substratos (papel germitest®, areia entre papel, solo entre papel, carvão entre papel, vermiculita entre papel e S10-B entre papel) para obter resultados confiáveis. Em esquema bifatorial 7x6 (sete lotes e seis substratos), avaliou-se testes de emergências, primeira contagem do teste de germinação, germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da parte radicular e comprimento total. Conclui-se que para as variáveis analisada, o substrato solo entre papel e S10-B entre papel apresentaram melhores resultado e vermiculita e papel obteve-se resultados inferiores. No experimento 2, analisou-se o desempenho de 8 lotes de soja tratada com clorantraniliprole+ fipronil+ molibdato de monoetanolamina e oxido de cobalto+ *bradyrhizobium japonicum*+*bacillus amyloliquefaciens* no teste de germinação comparando os substratos descritos pelo RAS (papel germitest® e vermiculita entre papel) com substratos alternativos (solo entre papel, areia entre papel, carvão entre papel e S10-B entre papel). Em esquema bifatorial 8x6 (oito lotes e seis substratos), avaliou-se testes de emergências, primeira contagem do teste de germinação, germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da parte radicular e comprimento total. Conclui-se que para esse tratamento, os substratos solo entre papel e S10-B entre papel apresentaram melhores resultados, em comparação com papel que apresentou inferioridade para as variáveis estudadas.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merril; Boletim de Análise de Sementes; Agroquímicos; Substratos alternativos, Germinação.

Abstract

VILKE, Aline Flores. **Alternative substrates for germination testing in chemically treated soybean seeds.** Lilian Vanussa Madruga de tunes. 2024. 68f. Dissertation (Master in Seed Science and Technology) – Eliseu Maciel Faculty of Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

The soybean crop (*Glycine max* (L.)) is one of the most significant crops in the agribusiness sector and, therefore, it is extremely important to use seeds of high physiological quality. For seed commercialization, the seed analysis bulletin is required, one of the tests used is germination, however there is no specific methodological method for treated seed. Thus, the present work aimed to analyze the performance of soybean seeds treated with insecticides, nutrients, inoculants and biological nematicide in the germination test, using the substrates described by the Rules for Analysis of Seeds and Alternative Substrates. In experiment 1, seed treated with insecticides chlorantraniliprole+ fipronil was analyzed in the germination test with 7 substrates (germitest® paper, sand between paper, soil between paper, charcoal between paper, vermiculite between paper and S10-B between paper) to obtain reliable results. In a 7x6 two-factor scheme (seven lots and six substrates), emergence tests, first count of the germination test, germination, shoot length, root part length and total length were evaluated. It is concluded that for the variables analyzed, the soil substrate between paper and S10-B between paper presented better results and vermiculite and paper obtained lower results. In experiment 2, the performance of 8 lots of soybean treated with chlorantraniliprole+ fipronil+ monoethanolamine molybdate and cobalt oxide+ *bradyrhizobium japonicum*+*bacillus amyloliquefaciens* was analyzed in the germination test by comparing the substrates described by the RAS (germitest® paper) with alternative substrates (soil between paper, sand between paper, coal between paper, S10-B between paper and vermiculite between paper). In a two-factor 8x6 scheme (eight lots and six substrates), emergence tests, first count of the germination test, germination, shoot length, root part length and total length were evaluated. It is concluded that for this treatment, the substrates soil between paper and S10-B between paper presented better results, compared to paper that presented inferiority for the variables studied.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill; Seed Analysis Bulletin; Agrochemicals; Seed report; Alternative substrates; Germination.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max L.*), é o principal grão oleaginoso cultivado no mundo (DALL'AGNOL et al., 2007). Sendo extensamente utilizada para formulação de rações animais, produções de óleo e outros subprodutos, além do consumo in natura que se vem desenvolvendo nas últimas décadas (ARAÚJO, 2009).

Desde a virada do milênio, a soja tornou-se a commodity agrícola mais negociada no mercado internacional (PASIN, 2007). É uma das culturas de maior importância econômica no Brasil devido à sua grande área de cultivo (LEITE et al. 2015). O Brasil lidera o ranking de maior produtor de soja do mundo, na safra 2023/2024 apresentou uma produção de 169 milhões de tonelada, que corresponde 40% de toda soja produzida mundialmente (USDA, 2024).

O elevado desempenho da soja nos últimos anos está relacionado, quase exclusivamente, a utilização de sementes de alta qualidade física, fisiológica, sanitária e genética, bem como à adoção de técnicas de tratamento de sementes com inseticidas, nematicidas, fungicidas, nutrientes e inoculantes (MENTEN; MORAES, 2010). Conforme aumenta o valor da semente e a sua importância de auxiliar no melhor desempenho no campo, cresce o número de produtos disponíveis para tratamento no mercado, com distintas finalidades (TAVARES et al., 2014). Esses tratamentos apresentam função de proteção (fungicida ou inseticida) ou nutrição (micronutrientes), tendo como principal objetivo, melhorar o desenvolvimento da semente e das plântulas, procedente tanto no aspecto fisiológico como econômico (AVELAR et al., 2011).

Para a comercialização de sementes de soja, a instrução normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013, determina uma porcentagem mínima de germinação de 80% (BRASIL, 2013). Tanto para sementes sem tratamento ou tratadas, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento exige a mesma avaliação da qualidade fisiológica com o teste de germinação, porém esse teste é realizado em condições ideais de umidade, temperatura, substrato, luz e oxigênio, que não se confere com a realidade de campo (ALVERENGA et al., 2020).

O teste de germinação estabelecido nas Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009), recomenda o uso de papel germitest para sua realização, porém, pode-se observar que o percentual de germinação de sementes tratadas com agroquímicos seja inferior ao encontrado no campo (TUNES et al., 2020; ALVERENGA et al., 2020). Esse fato ocorre em decorrência que, o uso de papel germitest, aumenta a concentração do produto em média 3.500 vezes maior que a emergência em canteiro, resultando em efeito fito tóxico nas sementes (TUNES et al., 2020).

Segundo as Regras para Análise de Sementes para sementes de soja indica-se o rolo de papel, em temperatura 20-30°C; 25 °C; 30 °C e as contagem realizando-se a primeira em 5 dias e a última em 8 dias para execução do teste de germinação (BRASIL, 2009), este, muitas vezes não é bem aceito para avaliar sementes tratadas com agroquímicos. Desse modo, o substrato influencia imediatamente na germinação, que tem a função de capacidade de retenção de água, estrutura e areação, que afeta a disponibilidade de água e de oxigênio para a semente e promove a sustentabilidade para o desenvolvimento da plântula (FIGLIOLIA et al., 2005).

Para a escolha do material para substrato necessita considerar, o tamanho da semente, sua exigência com relação à água, sensibilidade ou não à luz e a possibilidade deste de oferecer para o desenvolvimento, avaliação das plântulas e área de contato para a semente tratada (TUNES et al., 2020).

Com base no que foi apresentado é possível constatar, a importância de obtenção de informação no que se refere ao teste de germinação em sementes tratadas, visto que os desempenhos no campo, muitas vezes, não são representativos aos testes de laboratórios realizados nos padrões da RAS. Assim, necessitando de uniformização de metodologia em relação aos substratos alternativos, para alcançar resultados semelhantes a campo. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de sementes de soja tratadas com diferentes produtos no teste de germinação, utilizando os substratos descritos pelas Regras para análise de sementes e substratos alternativos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica da cultura da soja

A soja (*Glycine max L.*) é uma planta herbácea, pertencente à família Fabaceae. Cultivada há mais de cinco mil anos na Ásia; no final do século XIX, algumas cultivares foram introduzidas no Brasil via Estados Unidos, como principal objetivo de realização de pesquisas como plantas forrageiras (SIQUEIRA, 2004).

A partir da década de 1950, o cultivo de soja no Brasil se expandiu nos programas de triticultura, a oleaginosa era a alternativa de verão mais interessante para suceder ao trigo semeada no inverno (PASIN, 2007). Os primeiros cultivos iniciaram no século XX, nos estados de São Paulo e no Rio Grande do Sul (SIQUEIRA, 2004).

Na safra 2024 o maior produtor mundial de grão de soja foi o Brasil com 169 milhões de toneladas, já em segundo lugar está EUA com uma produção de 121,109 milhões de toneladas (USDA, 2024). Na safra 2023/24 no Brasil conforme estimativa, o estado que está em primeiro lugar de produção é Mato Grosso com 38,410 milhões de toneladas já em segundo lugar está Rio Grande do Sul com 21,431 milhões de toneladas, e posterior Paraná com 18,420 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

O complexo agroindustrial da soja tem grande importância socioeconômica para o Brasil, pois mobiliza um extenso número de agentes e organizações ligados aos mais diferentes setores socioeconômicos, como empresas de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos, indústrias de máquinas e equipamento, produtores rurais, cooperativas agropecuárias, cooperativas agroindustriais, processadoras, produtores de óleo, fabricantes de ração e usinas de biodiesel etc. (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Conforme os mesmos autores mencionam, que a soja é um gerador de riquezas, empregos e divisas, sendo um dos principais vetores de desenvolvimento regional do país.

2.2. Tratamento de sementes de soja

Com a crescente expansão territorial e de produção agrícola, a cultura da soja, assim como outras, contém um potencial de rendimento e qualidade influenciado por fatores externos e internos durante o cultivo (ALVES et al., 2017). Durante todo o ciclo, a cultura da soja está submetida ao ataque de diferentes espécies de insetos- praga (ALVES et al., 2017).

A partir da implantação da cultura, a ação de pragas e patógenos presentes no solo tem potencial de causar falhas na lavoura, assim se alimentarem das sementes após a semeadura, raízes após a germinação e parte aérea das plântulas após a emergência, sendo demonstrado na fase em que a planta em formação está mais suscetível a danos e morte (BAUDET; PESKE, 2007).

O tratamento químico das sementes é um método preventivo que tem como finalidade o retardamento da disseminação de pragas e fungos fitopatogênicos transmitidos pelas sementes, com objetivo de proporcionar segurança no estabelecimento do estande, de modo, controlar doenças e pragas na fase inicial de implantação da cultura (GRISI; SANTOS, 2010). Essa prática vem sendo utilizados pelos agricultores em todos país, pois verifica à planta condições de defesa, possibilitando maior capacidade para o desenvolvimento inicial da cultura e auxiliando para obtenção do estande inicial desejado (BAUDET; PESKE, 2007). A proteção inicial também auxilia na diminuição da necessidade de aplicação de produtos fitossanitários para o combate de doenças introduzidas nas áreas de cultivo (BAIL, 2017).

Apesar que o uso de defensivos químicos no tratamento de sementes seja considerado um dos métodos mais eficientes para a aplicação de produtos fitossanitários, resultados de pesquisas têm mostrado que alguns produtos, como fungicidas e inseticidas, aplicados em sementes podem causar reduções na germinação e sobrevivência de plântulas, devido a efeitos fitotóxicos, em determinadas situações (CARVALHO et al., 2020).

Os indícios mais comuns encontrados no efeito de fitotóxicidade detectado no desempenho das plântulas, são atrofia do sistema radicular, engrossamento do hipocótilo e a redução no comprimento da parte aérea o que pode prejudicar a formação do estande inicial (OLIVEIRA, 2019).

O inseticida clorantraniliprole (3-bromo-4'-chloro-1-(3-chloro-2-pyridyl) -2'-methyl-6'-(methylcarbamoyl) pyrazole-5-carboxanilide) é um antranilamida ou diamida antranílica, de fórmula molecular $C_{18}H_{14}BrCl_2N_5O_2$ e com massa molecular de $483,15 \text{ g mol}^{-1}$. Esta molécula tem alta atividade contra a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura da soja.

É o inseticida fipronil (5-amino-1-(2,6-dichloro- α,α,α -trifluoro-p-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile) é um pirazol, de fórmula molecular $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$ e com massa molecular de $437,15 \text{ g mol}^{-1}$. Esta molécula tem alta atividade contra a Vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), lagarta- elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), piolho-de-cobra (*Porcellio laevis*), coró (*Phyllophaga cuyabana*) e torrãozinho (*Aracantus mourei*) na cultura da soja.

2.3 Inoculação em semente de soja

O nitrogênio é o nutriente requerido em elevada quantidade pela cultura da soja, pois o grão é muito rico em proteínas, evidenciando um teor médio de 6,5 % N (HUNGRIA et al., 2001).

A soja é hospedeira de N_2 , que é uma bactéria fixadora do grupo *Rhizobium*, podendo obter até 50% ou mais de suas necessidades de N através da Fixação biológica do nitrogênio (COLLINO et al., 2015; HUNGRIA; MENDES, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2017; MORETTI et al., 2020; KASCHUK et al., 2016). As espécies-chave utilizadas como inoculantes de soja são *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* (TAIN et al., 2012). A inoculação da soja é geralmente realizada pelo revestimento das sementes com células bacterianas antes da semeadura (CARCIOCHI et al., 2019).

Sabe-se que as cepas de *Bradyrhizobium* permanecem em áreas com cultivo prévio de soja e que os benefícios da inoculação podem ser influenciados pelo tamanho da população estabelecida de bactérias do solo capazes de nodular a soja, incluindo linhagens nativas e naturalizadas (THIES et al. 1991; HUNGRIA et al., 2017; AMBROSINI et al., 2019). No entanto, a sobrevivência dos rizóbios varia com o tipo de solo e a linhagem utilizada (ALBAREDA et al. 2009). Portanto, a inoculação de sementes a cada safra é uma prática recomendada que pode resultar em aumentos na produtividade de grãos de soja superiores a 10%, mesmo em solos com altas populações de *Bradyrhizobium* de soja (HUNGRIA et al. 2006a, b; MORETTI et al., 2018).

A FBN produzida pelo gênero *Bradyrhizobium* diminui os custos de produção e promove rendimentos de soja mais sustentáveis (KSIEŻAK; BOJARSZCZUK, 2022). Isso é possível devido ao fato de que a FBN contribui suficientemente para uma alta produção de soja, além de substituir a adubação nitrogenada (HUNGRIA; MENDES, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2017; ZILLI et al., 2021).

2.4 Tratamento de sementes com micronutrientes

O tratamento de sementes de soja compreende-se na aplicação de insumos diretamente sobre as sementes, distribuídos de forma uniforme para garantir e promover a proteção das sementes ou auxiliar nos desenvolvimentos das plântulas exposta a condições climáticas adversas (CARMO FILHO, 2022). Atualmente, existe no mercado diferentes produtos para tratamento de soja, como fungicida, inseticidas, nematicidas, produtos biológicos e elementos minerais (AVELAR et al., 2011).

O fornecimento apropriado de elementos minerais é necessário para o desenvolvimento das plantas e a obtenção de produtividades elevadas. As culturas agrícolas necessitam de elementos essenciais para o crescimento e

desenvolvimento, podendo ser classificado em dois grupos: os macronutrientes e os micronutrientes (ALVES, 2022).

Apesar de alguns elementos minerais, como os micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), molibdênio (Mo), Cobre (Cu) e níquel (Ni), e o elemento cobalto (Co) sejam absorvidos em menor quantidade pelas plantas de soja em comparação aos macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), sua presença não é menos importante, a deficiência ocasiona a desaceleração significativa nas taxas de crescimento das plantas, com efeitos negativos sobre a produtividade (FEDORUK et al., 2021).

Plantas que apresentam deficiências de elementos minerais podem se tornar mais sensíveis a doenças e estresses abióticos (ASHRAF et al., 2012). A baixa disponibilidade no solo, de um determinado elemento mineral que contribui para o desempenho das plantas pode diminuir o crescimento, ainda que os demais elementos estejam disponíveis em quantidade adequada (CARMO FILHO, 2022). A carência de micronutrientes e elementos benéficos é generalizada em muitas áreas em decorrência da natureza do solo, baixo teor de matéria orgânica, pH, estresse salino, deficiência hídrica, alto teor de bicarbonato na água de irrigação e aplicação desequilibrada de fertilizantes (JATAV et al., 2020).

O tratamento das sementes com elementos minerais além de ser uma possibilidade econômica, tem auxiliado para o bom estabelecimento das lavouras, mesmo sob condições adversas, superando a deficiência nutricional das plantas, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento (CARMO FILHO, 2022). Além disso, a aplicação de elementos minerais às sementes consiste em um tratamento promissor para melhorar o seu desempenho (CONCEIÇÃO et al., 2020).

A disponibilidade de produtos comerciais contendo micronutrientes no tratamento de semente, como cobalto e molibdênio tem sido cada vez mais utilizado para aumentar a produtividade da soja. O Cobalto e o Molibdênio são micronutrientes considerados essenciais e benéficos para a soja, respectivamente

pela participação em importantes processos e reações bioquímicas que auxiliam a fixação biológica de nitrogênio (LAUSCHNER et al., 2023). Conforme o mesmo autor menciona, a baixa disponibilidade destes micronutrientes no solo, ainda que tornem se requerido em pequenas quantidades pela planta, conseguem ocasionar deficiência de nitrogênio, nutriente que é o mais exportado pela cultura. Sucede-se devido ao fato que estes nutrientes estão diretamente ligados com a eficiência da nodulação e da fixação do nitrogênio da atmosfera (DALL'AGNOL; NOGUEIRA, 2021).

2.5 Nematicida biológico

No decorrer do desenvolvimento da soja, vários fatores podem afetar o ciclo da cultura, como climáticos, edáficos, manejo do solo, rotação de culturas, insetos e doenças. A expansão das áreas de cultivos com práticas culturais inadequadas, tem proporcionado o aumento das incidências de um desses fatores, os nematoides (MÁSCIA 2017).

Os nematoides são invisíveis ao olho nu, pois nem sempre é possível visualizá-los ou identificá-los em campo, na sua maioria vivem no solo se alimentando dos nutrientes nas raízes das plantas, o que leva ao crescimento deficiente da planta e até o descarte ou perda da produção (DOLCI, 2023). As perdas de produção em diferentes culturas, ocasionada por nematoides, estão em torno de 12%, em média, podendo chegar até 30% de produção na cultura da soja (WEISCHER; BROWN, 2001).

No mundo existe mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros que previamente foram associadas a cultivos de soja (DIAS et al., 2010). Os autores mencionam, que os nematóides mais prejudiciais à cultura têm sucedido os formadores de galhas (*Meloidogyne spp.*), o de cisto (*Heterodera glycines*), o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

Medidas alternativas de manejo têm sido utilizadas a fim de reduzir as populações de nematóides, tais como: uso de nematicidas químicos e biológicos, compostos orgânicos, plantas resistentes ou com baixo fator de reprodução (FR) e rotação com culturas não hospedeiras (SILVA et al., 2018).

Atualmente, diversos produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* estão disponíveis no mercado (GARDIANO-LINK et al., 2022). Seu modo de ação envolve a produção de metabólitos tóxicos que afetam negativamente os ovos de nematoides e juvenis de segundo estágio (J2), alteração da comunidade microbiana da rizosfera, competição por locais de penetração, colonização do rizoplane e indução de defesa da planta contra nematoides (ZHENG et al., 2016).

2.6 Influência do tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica

Uma vez semeadas no campo, as sementes encontram-se expostas a diversos fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos que tem potencial de afetar o desempenho genético e fisiológico, assim consequentemente diminuindo a germinação e alterando a uniformidade de emergência das plântulas (ALMEIDA et al., 2014). Diferentes técnicas de manejo são utilizadas para que estes fatores possam ocasionar o mínimo possível de danos à cultura da soja, destacando-se o tratamento químico de sementes (BRZEZINSKI et al., 2015). Aproximadamente 98 % das sementes de soja no Brasil são tratadas com inseticida e fungicida (NUNES 2016).

O tratamento de sementes de soja é uma técnica economicamente aconselhada, contanto que utilize se produtos ou mistura adequados, na dosagem recomendado e distribuído uniformidade em todo o lote de sementes (AVELAR et al., 2011). Porém, alguns produtos podem causar fitotoxicidade às sementes e às plântulas (BRZEZINSKI et al., 2015). Dependendo do tratamento utilizado, tem potencial de reduzir a qualidade fisiológica da semente, pois influencia diretamente na manutenção da viabilidade e vigor (ROCHA et al., 2020).

3 CAPÍTULO I - Efeito dos substratos para teste de germinação em sementes de soja tratada com inseticidas

3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max L.*) é considerado uma cultura importante em questão de fontes de proteína e óleo vegetal, em função da qualidade e do baixo custo de produção (ALVES et al., 2017).

O investimento em qualidade de sementes é relevante para o incremento na produtividade da cultura, considerando a importância secundária quando comparado a outras práticas de manejo e uso de insumos (DORNELES et al., 2019). Desse modo é rotineira realizar tratamento de sementes com inseticidas, que têm a finalidade de reduzir o inóculo de pragas já existentes nas mesmas, assim como evitar a posterior infecção e também propiciar o controle de insetos-pragas iniciais na cultura (DORNELES et al., 2019). A utilização dessa prática garante o melhor desenvolvimento inicial da cultura para obtenção inicial almejado (MARTINS et al., 2009).

Independentemente do tratamento de sementes se constituir em operação rotineira, pouco se conhece sobre intervenção dos inseticidas na germinação e no vigor das sementes de soja (DAN et al., 2012). Outro fato a ser conhecido é a fitotoxicidade, que em algumas vezes é demonstrada em testes de sementes de soja tratadas em laboratório, o que pode não representar o real potencial fisiológico das sementes no campo (ROCHA et al., 2020).

Em laboratório o teste padronizado de qualidade exigido pelo Ministério da Agricultura Pecuária (MAPA), para sementes sem tratamentos ou tratados para comercialização é a pureza e o teste de germinação; no entanto, esse teste é realizado sob condições ideais de umidade, temperatura, substrato, luz e oxigênio, fato esse, que não condiz com a realidade de campo (XAVIER et al., 2020).

Com a utilização de substrato alternativo, irá diminuir a concentração do produto em torno da semente que ocasiona fitotoxicidade, assim apresentando resultados semelhantes ao campo.

Desse modo, teve-se como objetivo: analisar semente tratada com inseticida no teste de germinação com 7 substratos para obter resultados confiáveis.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas - FAEM/UFPel.

Para o experimento procedeu-se com sementes tratadas industrialmente com produtos químicos, com princípios ativo de clorantraniliprole ou Dermacor®, fipronil ou Fipronil Alta 250 FS e polímero (Tabela 1), utilizou-se 7 lotes de sementes de soja com distintas cultivares.

Tabela 1 – Inseticidas no tratamento de sementes de soja, Pelotas, UFPel, 2024.

Produto comercial	Classe	Princípio ativo	Dose (ml 100 kg⁻¹)	Modo de ação
Dermacor®	Inseticida	Clorantraniliprole	50	sistêmico de ingestão
Fipronil Alta 250 FS	Inseticida	Fipronil	100	contato e ingestão

3.2.1 Teste de germinação

Para cada tratamento com substrato, sucedeu-se os métodos padrão da RAS (BRASII, 2009) que são rolo de papel germitest® e vermiculita entre papel, e os métodos alternativos, sucedeu-se com solo entre papel, carvão entre papel, areia entre papel e S10-B entre papel.

3.2.1.1 Métodos padrões do RAS

Utilizou-se para cada tratamento, 4 repetições de 200 sementes. Para papel germitest® umedeceu-se com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009).

Para o método vermiculita entre papel, utilizou-se granulometria média (55 a 95% das partículas > 2,4 mm), realizou-se a medição de pH=8,00. Nessa metodologia, umedeceu-se com água igual a 3x o peso do papel seco. Sobre o papel já molhado (2 folhas), adicionou-se camada fina e uniforme de vermiculita umedecida (proporção de 1 g de vermiculita:1 mL de água) adicionou e distribuiu uma quantidade de 100 mL por rolo. Posterior, as 50 sementes de cada rolo foram distribuídas com o ajuda de um contador de sementes, cobriu-se o conjunto com outra folha de papel umedecido e por fim fecha-se os rolos (BRASIL, 2024).

Os rolos com os respectivos tratamentos, foram colocados em germinadores em uma temperatura a 25°C. A avaliação da germinação realizou se na primeira contagem, a 5 dias e a contagem final a 8 dias após a montagem do experimento, em que foram determinadas a porcentagem de plântulas normais, obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de sementes (Figura 1).

3.2.1.2 Métodos alternativos

Utilizou-se para cada tratamento, 4 repetições de 200 sementes, semeadas em rolos de papel tipo germitest® e os seus respectivos substratos umedecidos, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009).

Para solo entre papel, utilizou amostra de Planossolo Háplico Eutrófico solódico. Os resultados da análise de solo foram: pH H₂O (relação solo e solução 1:1) = 6,1 matéria orgânica= 1,93 %; P (Mehlich 1)=49 mg dm⁻³; K=0,28 cmol_c dm⁻³; ca=5,4 cmol_c dm⁻³; Mg=2,3 0,28 cmol_c dm e H+Al=1,6 cmol_c dm⁻³. Foi submetido a duas passagens em peneiras com abertura de malha de 2 mm para quebra de torrões e retiradas de detritos impróprios. Sobre o papel já molhado (2 folhas),

adicionou-se camada fina e uniforme de solo umedecida (até a capacidade de campo) adicionou e distribui uma quantidade de 17g por rolo.

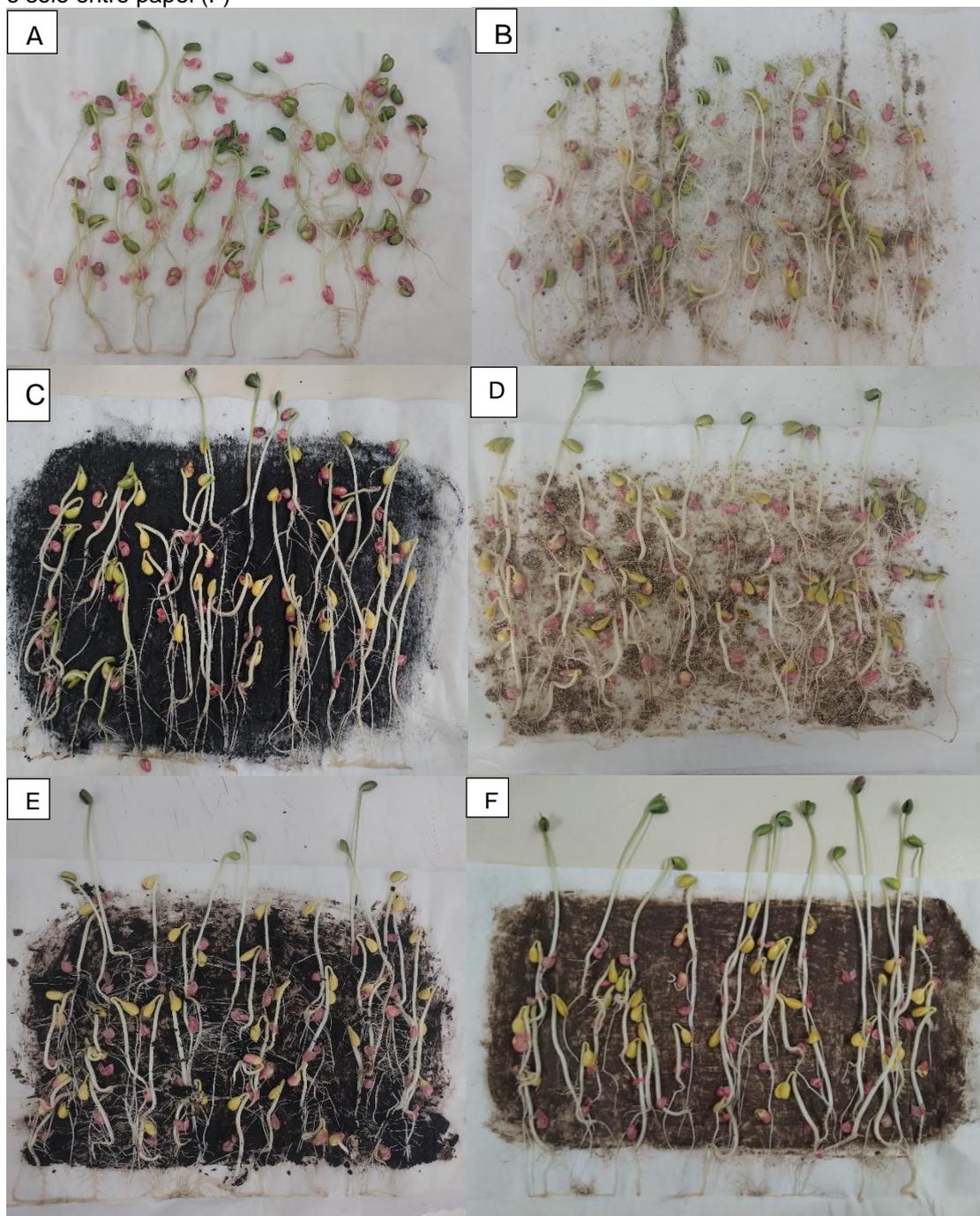
Para areia entre papel, as amostras foram peneiradas uma vez pela peneira com malha 2 mm, para retirar os detritos maiores e posterior colocada em bandejas e umedecidas até a capacidade em campo, adicionou e distribui uma quantidade de 50 mL por rolo.

Para carvão entre papel, utilizou-se amostra obtida a partir da queima da madeira de árvores de eucalipto *Eucalyptus benthamii.*, a aquisição foi realizada em rede de Supermercado. Para conseguir granulometria mais adequada para esse teste, passou-se pelo processo de moagem em triturador industrial de sementes com uma abertura de malha de 210 micrometros, adicionou e distribui uma quantidade de 3 g por rolo.

Para S10-B com papel, utilizou-se da marca Beifort com composição de resíduo orgânico agroindústria Classe A (semente, bagaço e engaço de uva), turfa e carvão vegetal (casca de arroz carbonizada). Com o substrato umedecido (proporção de 1 g de S10-B:1 mL de água) adicionou e distribui uma quantidade de 50 mL por rolo.

Os rolos com os respectivos tratamentos, foram colocados em germinadores em uma temperatura a 25°C. A avaliação de germinação foi realizada aos cinco dias (primeira contagem de germinação) e oito dias (germinação final), após a montagem do experimento, em que foram determinadas a porcentagem de plântulas normais, obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009) (Figura 1).

Figura 1-Teste de germinação de sementes tratadas com inseticida com substratos: papel germitest (A), areia entre papel (B), carvão entre papel (C), vermiculita entre papel (D), S10-B entre papel (E) e solo entre papel (F)



Fonte: Autor, 2024.

3.2.2 Teste de emergência

Este teste foi implantado em canteiros de areia, para cada tratamento semeou-se 200 sementes por repetição, a uma profundidade de semeadura próxima a 3,0 cm, a irrigação foi realizada a cada 2 dias. Contabilizado aos 14 dias, onde ocorreu a estabilidade de emergência, expressando os resultados em porcentagem de plântulas emergidas (SILVA, 2020).

3.2.3 Teste de comprimento de plântulas (parte aérea, parte raiz e total)

Para teste de comprimento de parte aérea (CPA) e da raiz (CR), foi adotada metodologia semelhante à utilizada para o teste de germinação, com a mesma quantidade volume de substratos, porém com a utilização de quatro sub-amostras de vinte sementes por rolo. As sementes foram distribuídas em duas linhas longitudinais desencontradas. Os rolos foram acondicionados verticalmente no germinador em germinador, em ausência de luz, a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 dias. Ao final deste período, foi efetuada a medição com régua das plântulas normais, para a raiz foi realizado a medição do colo da plântula até o ápice radicular e para o comprimento da parte aérea entre o colo da plântula e a extremidade da parte aérea, sendo expressar os resultados em centímetros da parte aérea e centímetros de raiz das plântulas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

3.2.4 Delineamento experimental

O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial (7x6) com quatro repetições. O fator A corresponde aos lotes e o fator B condiz aos substratos (papel, solo entre papel, carvão entre papel, vermiculita entre papel, S10-B entre papel e areia entre papel).

Os dados obtidos foram analisados quanto à sua homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Quando estes se mostraram significativos, procedeu-se a comparação das médias para os fatores lotes e substratos, sendo efetuado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software R.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar o comportamento dos tratamentos de semente de soja com inseticida, conduziu-se ao teste de emergência em canteiro de areia, considerado o teste de vigor mais utilizado para caracterizar a qualidade do lote, pois não há metodologia padrão para essa categoria no Brasil. Para a variável emergência (Tabela 2), o lote 1, 3, 4, 5 e 7 obtiveram a melhor média de emergência de plântulas normais e em seguida o lote 2 e 6 com menor índice.

O vigor das sementes de soja tratada ficou acima de 85%, considerou-se os lotes de alto vigor, e abaixo dessa porcentagem determina-se de baixo vigor mesmo utilizando o mesmo tratamento. Assim, sementes de alto vigor, apresenta bom desenvolvimento em diversas condições climáticas, assim maior velocidade de emergência e assim conseqüentemente no fechamento das entrelinhas rapidamente, o que resulta também no controle eficiente das ervas daninhas; já sementes de vigor médio ou baixo resultam em plantas fracas com pouco ou nenhuma possibilidade de se estabelecerem no campo (FRANÇA-NETO et al., 2010).

Tabela 2 – Teste de emergência de plântulas de soja (%) aos 14 dias após a semeadura, em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Emergência
1	93 A
2	76 B
3	95 A
4	93 A
5	100 A
6	67 B
7	95 A
C.V. (%)	6,75

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

No entanto para o teste de germinação de soja, as regras de análises de sementes de soja não são adequadas para sementes tratada, por isso, a necessidade de aperfeiçoamento de metodologias adequadas para garantir um resultado confiável do laboratório de análise de sementes, pela importância do teste para comercialização.

Para a variável primeira contagem de plântulas de soja, foi observado diferenças significativas entre os fatores estudados (7 lotes x 6 substratos) (Tabela 3). Analisando o comportamento geral dos dados, em distintos lotes o substrato papel e vermiculita entre papel apresentou menor porcentual de plântulas normais, isso pode ter acontecido devido ao efeito de fitotóxico do tratamento em relação ao substrato e obteve-se melhores resultados com os substratos S10-B entre papel e solo entre papel.

Tabela 3 - Primeira contagem de plântulas (%) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	89 ABa	85 ABa	88 ABa	92 ABa	93 ABa	92 Aa
2	80 BCbc	76 BCc	82 BCabc	88 ABCab	88 BCab	90 Aa
3	75 Cbc	70 Cc	79 CDab	83 ABCab	82 CDab	85 Aa
4	86 ABa	89 Aa	89 ABa	91 BCa	93 ABa	93 Aa
5	94 Aa	92 Aa	95 Aa	95 Aa	98 Aa	92 Aa
6	76 Cb	61 Cb	72 BCab	80 Cab	79 Dab	85 Aa
7	87 ABa	79 Aa	90 Aa	89 ABCa	86 BCDA	87 Aa
C.V. (%)	5					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Em germinação (Tabela 4), nota-se diferenças significativas entre os fatores analisado. O substrato S10-B entre papel e solo entre papel, apresentaram maior média de porcentagem de plântulas normais e menores resultados em papel e vermiculita entre papel.

Tabela 4 – Germinação (%) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	89 Aab	86 ABb	90 ABCab	92 ABab	95 ABa	93 ABa
2	80 BCb	83 Bab	91 CDab	89 ABCa	90 ABCDA	91 ABa
3	75 Cb	86 ABa	90 Dab	84 BCa	87 CDa	85 Ba
4	86 ABb	92 Aab	90 ABCab	91 ABab	93 ABCab	96 Aa
5	94 Aa	93 Aa	95 Aa	95 Aa	98 Aa	92 ABa
6	77 Cc	86 ABa	93 BCDA	81 Cab	84 Dab	86 Ba
7	87 ABa	91 ABa	94 ABa	89 ABCa	87 BCDA	88 ABa
C.V. (%)	4,43					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Para a variável resposta comprimento parte aérea (Tabela 4), foi observado diferenças significativas entre os fatores estudados (7 lotes x 6 substratos).

Analisando os dados, apresentou a maior média de comprimento parte aérea em substratos solo entre papel e S10-B entre papel.

Tabela 5- Comprimento parte aérea, em plântulas de soja (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	5,84 ABc	6,33 Bbc	6,77 Abc	9,32 BCDA	7,52 Ab	10,09 Ba
2	5,81 ABb	6,26 Bb	6,60 Ab	9,52 BCDA	7,30 Ab	9,65 BCa
3	6,57 ABb	5,91 Bb	6,15 Ab	8,42 CDA	8,19 Aa	9,43 BCa
4	7,00 ABcd	6,46 ABd	6,78 Acd	10,04 Bb	8,34 Ac	12,67 Aa
5	7,35 Ac	8,01 Abc	7,43 Abc	12,77 Aa	8,90 Ab	12,00 Aa
6	6,02 ABb	6,18 Bb	5,90 Ab	8,05 Da	7,41 Aab	8,37 Ca
7	5,66 Bb	5,75 Bb	6,70 Ab	9,89 BCa	8,50 Aa	9,63 BCa
C.V. (%)	9,6					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Em comprimento parte raiz (Tabela 6), nota-se diferenças significativas entre os fatores analisado. Independente do lote, obteve-se maior média de comprimento de sistema radicular nos substratos solo entre papel e S10-B entre papel e inferiores em papel.

Tabela 6 - Comprimento parte raiz, em plântulas de soja (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10 entre papel	Solo entre papel
1	11,25 ABb	9,69 BCb	11,80 ABab	13,87 Aa	14,24 ABa	13,96 ABa
2	9,93 Bbc	8,80 BCc	11,14 Babc	12,24 Aab	13,54 Ba	12,51 Ba
3	9,91 Bc	7,18 Cd	10,74 Bc	11,90 Abc	15,36 ABa	14,19 ABab
4	12,41 ABb	9,69 BCc	12,48 ABb	12,89 Aab	15,34 ABa	15,31 Aa
5	12,66 Ac	14,18 Abc	14,05 Abc	12,35 Ac	16,80 Aa	15,33 Aab
6	10,89 ABab	8,4 BCb	11,24 Ba	11,40 Aa	10,54 Cab	11,83 Ba
7	11,81 ABbc	10,07 Bc	12,35 ABabc	12,22 Aabc	14,75 ABa	13,25 ABab
C.V. (%)	10,22					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Em comprimento total de plântulas (Tabela 7), apresentou-se diferença significativa entre os fatores estudado. Analisando os dados, nota-se que maioria dos lotes apresentaram maior média em substratos S10-B entre papel e solo entre papel e menores estatura de plântula em vermiculita entre papel e papel.

Tabela 7- Comprimento total, em plântulas de soja (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida submetidas ao teste de germinação nos padrões das Regras para Análise de Sementes (RAS) e em substratos alternativos ao teste. FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculit a entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10 entre papel	Solo entre papel
1	17,48 ABCc	16,02 Bc	18,82 ABbc	23,20 ABa	21,76 Bab	24,06 Ba
2	15,74 Cb	15,07 Bb	17,74 Bb	21,75 BCa	20,84 BCa	22,16 BCa
3	16,48 BCc	13,09 Bd	16,89 Bc	20,33 BCb	23,55 ABa	21,37 BCab
4	19,40 ABc	16,15 Bd	19,26 ABbc	22,93 ABb	23,68 ABb	27,99 Aa
5	20,01 Ac	22,20 Abc	21,48 Ac	25,12 Aab	25,71 Aa	27,33 Aa
6	16,92 BCbc	14,58 Bc	17,15 Bbc	19,45 Cab	17,95 Cab	20,19 Ca
7	17,48 ABCbc	15,83 Bc	19,05 ABb	22,11 ABCa	23,25 ABa	22,88 BCa
C.V. (%)	7,19					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Pode-se analisar, que as sementes tratadas com inseticida utilizando o substrato papel ocasionou redução de plântulas normais na primeira contagem (Tabela 3) e germinação (Tabela 4) assim consequente a diminuição do comprimento parte aérea (Tabela 5), parte de raiz (Tabela 6) e total (Tabela 7). Essa redução, pode ter sucedido devido ao efeito de fitotoxicidade do tratamento nas sementes com o substrato, ou seja, maior contato da área de contato da semente com o papel, ocasionando o maior número de plântulas anormais e diminuição da estatura das plântulas. Sendo que o substrato interfere diretamente, devido a sua composição química, textura e estrutura influenciam na disponibilidade de água, oxigênio, luz e nutrientes (LIMA et al., 2010; WEITBRECHT et al., 2011; SILVA et al., 2014). Estabelecendo o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (MARTINS et al. 2012). Portanto, o tipo de substrato utilizado deve

ser adequado às exigências fisiológicas de germinação, tamanho e forma da semente (BRASIL, 2009).

Os resultados encontrados correlacionam com o trabalho do Rocha et al. (2020), que menciona em sua pesquisa que produtos contendo inseticidas causaram menores porcentagens de plântulas normais e exibiram danos por fitotoxicidade (espessamento radicular e plântulas com inseticidas proporcionaram contagens de germinação inferiores às do controle, provavelmente devido à complexa relação entre estresse hídrico e/ou fitotoxicidade do contato com o produto químico em substratos de papel.

O substrato vermiculita entre papel, apresentou baixos resultados para as variáveis analisada, podendo estar relacionado com pH 8,0 (alcalino) encontrado. Wang et al. (2022), menciona no seu trabalho, que o estresse salino afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Em relação a germinação, esse substrato alcançou maior porcentagem que os padrões mínimos de 80% para a comercialização que é exigido pela instrução normativa MAPA 45/2013, além desse substrato ser autorizado pelo Mapa para utilização.

Pode constatar que o pH do solo estava adequado para a cultura da soja, auxiliando para obter um ótimo desempenho das plântulas. Zandoná et al. 2015 menciona que o pH interfere sobre diversos processos fisiológicos da planta, além da disponibilização de nutrientes, da absorção de água pelo aumento da massa radicular e do melhor desenvolvimento da cultura, podendo impactar na produtividade. Outro substrato que apresentou excelentes resultados foi o S10-B entre solo, podendo ser explicado devido a boa capacidade de retenção de água e baixa densidade (SILVA, 2017).

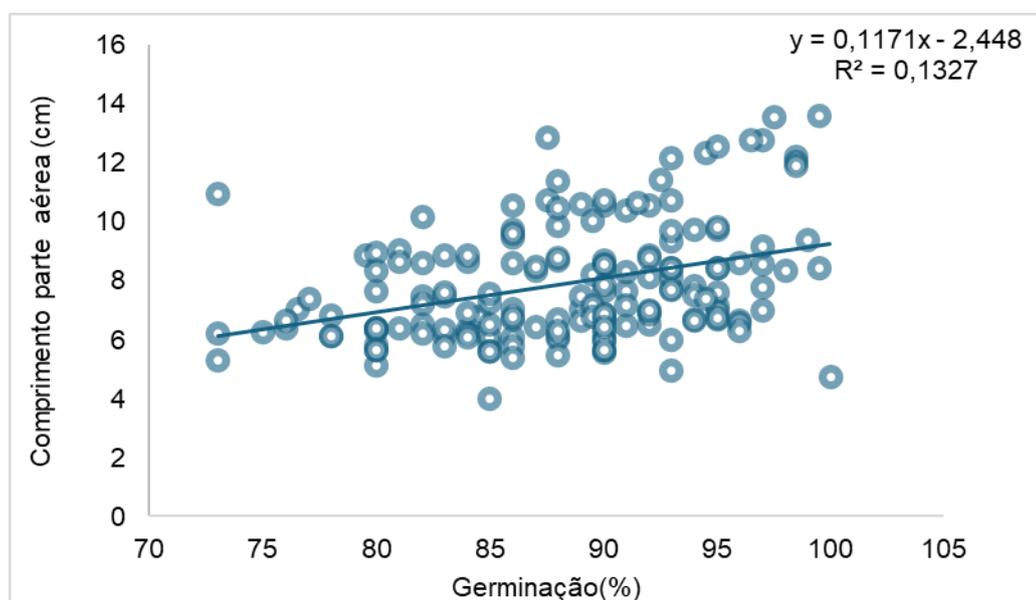
O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento parte aérea (cm) (Tabela 8), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude fraca, $R^2 = 0,1327$ (Figura 2). À medida, que aumentou se a porcentagem de germinação apresentou se maior comprimento parte aérea.

Tabela 8- Matriz de correlação linear simples entre germinação e comprimento parte aérea (cm), comprimento parte raiz(cm) e comprimento total (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas quimicamente com inseticida. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2024.

	Coeficiente de correlação			
	Germinação (%)	Comprimento parte aérea (cm)	Comprimento parte raiz (cm)	Comprimento total (cm)
Germinação (%)	.	0.36*	0.44*	0.48*

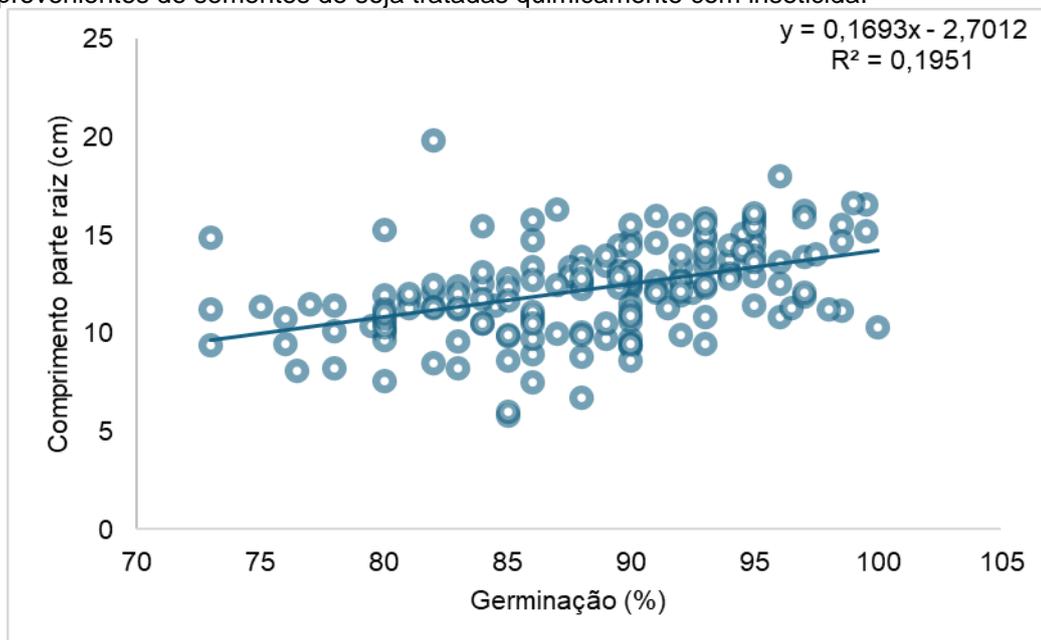
* Significativo a 5%

Figura 2-Correlação entre germinação (%) e comprimento parte aérea (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.



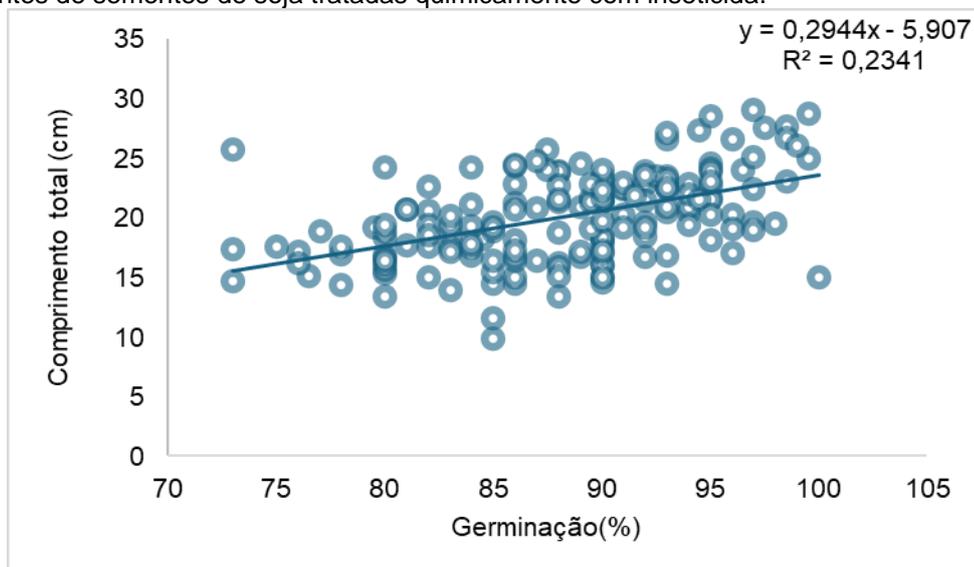
O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento parte raiz (cm) (Tabela 8), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude moderada, $R^2 = 0,1951$ (Figura 3). Conforme obteve-se maior porcentagem de germinação assim consequentemente melhores resultados em comprimento parte de raiz.

Figura 3-Correlação entre germinação (%) e comprimento parte raiz (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.



O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento total (cm) (Tabela 8), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude moderada, $R^2 = 0,2341$ (Figura 4). Maior porcentagem de germinação obteve-se maior comprimento de plântulas de soja tratada com inseticida.

Figura 4-Correlação entre germinação (%) e comprimento total (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratadas quimicamente com inseticida.



Pode-se analisar que as correlações entre: germinação x comprimento parte aérea, germinação x comprimento parte raiz e germinação x comprimento total de plântula de soja tratada com inseticida, apresentaram melhores resultados conforme obteve-se maior porcentagem de germinação para as variáveis analisada. Esse bom desempenho pode estar relacionado com as condições favoráveis como umidade, temperatura e substrato adequado para a germinação consequentemente obteve-se maior estatura de plântula, como comprimento parte aérea, parte raiz e total com semente tratada com inseticida. Maciel et al. (2024) menciona no seu trabalho, que comprimento de plântulas é especialmente útil para sementes que apresentam germinação alta.

3.4 CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de soja com inseticidas afetou a avaliação das plântulas em questão de fitotoxicidade. Independente do lote, os substratos S10-B entre papel e solo entre papel, apresentaram os melhores resultados para as variáveis analisada.

4 CAPTÍTULO II - Efeito dos substratos para teste de germinação em sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico

4.1 INTRODUÇÃO

Assim como a produção de muitas outras culturas, a produção de soja também pode ser afetada por diferentes estresses (ROCHA et al., 2020). Dentre os estresses abióticos, há seca, excesso de chuvas, temperaturas muito altas ou baixas e baixa luminosidade e, dentre os estresses bióticos, a ocorrência de doenças, pragas e nematoides que podem afetar negativamente a germinação, a emergência e o estabelecimento de plântulas e, conseqüentemente, prejudicar o estande e a produtividade das culturas (NEUMAIER et al., 2020; SILVA et al., 2019).

Diversas técnicas de manejo têm sido adotadas para que esses fatores causem o menor dano possível às lavouras de soja, incluindo o tratamento químico de sementes (BRZEZINSKI et al. 2015). Esse processo consiste na aplicação de compostos capazes de proteger as sementes contra os efeitos prejudiciais de patógenos e protegê-las no período inicial de estabelecimento da cultura, promovendo emergência e desenvolvimento (BALARDIN et al., 2011).

Entretanto, deve-se considerar os pacotes de tratamento de sementes, que é utilizados diversos produtos na mesma semente, como a combinação de fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, bioestimulantes, polímeros, corantes ou pigmentos, pó-secantes e por fim inoculantes (*Bradyrhizobium*) (FRANÇA-NETO et al., 2015). O uso desses produtos pode ocasionar fitotoxicidade às sementes e às plântulas, além do impacto ambiental, devido ao excesso de produtos utilizados (FRANÇA-NETO et al., 2015).

Percebe-se, que a maioria das sementes de soja comercializadas nacionalmente baseia-se na emissão do Boletim de Análise de Sementes utilizando o teste de germinação com sementes tratadas com diversos produtos, muitas

vezes misturado, e que estes em laboratórios não condizem com a realidade no campo.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de 8 lotes de soja tratada com inseticidas, nutriente, inoculante e nematicida microbiológico no teste de germinação comparando os substratos descritos pelo RAS com substratos alternativos.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas – FAEM/UFPeL.

Para o experimento procedeu-se com sementes tratadas industrialmente com mistura de produtos: com princípios ativo de clorantraniliprole ou Dermacor®, fipronil ou Fipronil Alta 250 FS, Rizomicro CoMO HC ou Molibdato de monoetanolamina e oxido de cobalto, Rizoliq LLI ou *bradyrhizobium japonicum*, Lumialza™ ou *Bacillus amyloliquefaciens* e Premax® (Tabela 9), utilizou-se 8 lotes de sementes de soja com distintas cultivares.

Tabela 9 – Inseticidas, nutriente, inoculante e nematicida biológico utilizado no tratamento de sementes de soja, Pelotas, UFPeL, 2024.

Produto comercial	Classe	Princípio ativo	Dose (ml 100 kg ⁻¹)	Modo de ação
Dermacor®	Inseticida	Clorantraniliprole	50	sistêmico de ingestão
Fipronil Alta 250 FS	Inseticida	Fipronil	100	contato e ingestão
Rizomicro CoMO HC	Nutriente	Molibdato de monoetanolamina e oxido de cobalto	50	
Rizoliq LLI	Inoculante	Bradyrhizobium japonicum	250	
Lumialza™	Nematicida microbiológico	Bacillus amyloliquefaciens	20	
Premax®	Protetor bacteriano		50	

4.2.1 Teste de germinação

Para cada tratamento com substrato, sucedeu-se os métodos padrão da RAS (Brasil, 2009) que são rolo de papel germitest® e vermiculita entre papel, e as metodologias alternativos, sucedeu-se com areia entre papel, solo entre papel, carvão entre papel e S10-B entre papel.

4.2.1.1 Métodos padrões do RAS

Utilizou-se para cada tratamento, 4 repetições de 200 sementes. Para papel germitest® umedeceu-se com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009).

Para o método vermiculita entre papel, utilizou-se granulometria média (55 a 95% das partículas > 2,4 mm), realizou-se a medição de pH=8,00. Nessa metodologia, umedeceu-se com água igual a 3x o peso do papel seco. Sobre o papel já molhado (2 folhas), adicionou-se camada fina e uniforme de vermiculita umedecida (proporção de 1 g de vermiculita:1 mL de água) adicionou e distribui uma quantidade de 100 mL por rolo. Posterior, as 50 sementes de cada rolo foram distribuídas com o ajuda de um contador de sementes, cobreou-se o conjunto com outra folha de papel umedecido e por fim fecha-se os rolos (BRASIL, 2024).

Os rolos com os respectivos tratamentos, foram colocados em germinadores em uma temperatura a 25°C. A avaliação da germinação realizou se na primeira contagem, a 5 dias e a contagem final a 8 dias após a montagem do experimento, em que foram determinadas a porcentagem de plântulas normais, obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de sementes.

4.2.1.2 Métodos alternativos

Utilizou-se para cada tratamento, 4 repetições de 200 sementes, semeadas em rolos de papel tipo germitest® e os seus respectivos substratos umedecidos, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009).

Para solo entre papel, utilizou amostra de Planossolo Háplico Eutrófico solódico. Os resultados da análise de solo foram: pH H₂O (relação solo e solução 1:1) = 6,1 matéria orgânica= 1,93 %; P (Mehlich 1) =49 mg dm⁻³; K=0,28 cmol_c dm⁻³; ca=5,4 cmol_c dm⁻³; Mg=2,3 0,28 cmol_c dm e H+Al=1,6 cmol_c dm⁻³. No qual foi submetido a duas passagens em peneiras com abertura de malha de 2 mm para quebra de torrões e retiradas de detritos impróprios. Sobre o papel já molhado (2 folhas), adicionou-se camada fina e uniforme de solo umedecida (até a capacidade de campo) adicionou e distribui uma quantidade de 17g por rolo.

Para areia entre papel, as amostras foram peneiradas uma vez pela peneira com malha 2 mm, para retirar os detritos maiores e posterior colocada em bandejas e umedecidas até a capacidade em campo, adicionou e distribui uma quantidade de 50 mL por rolo.

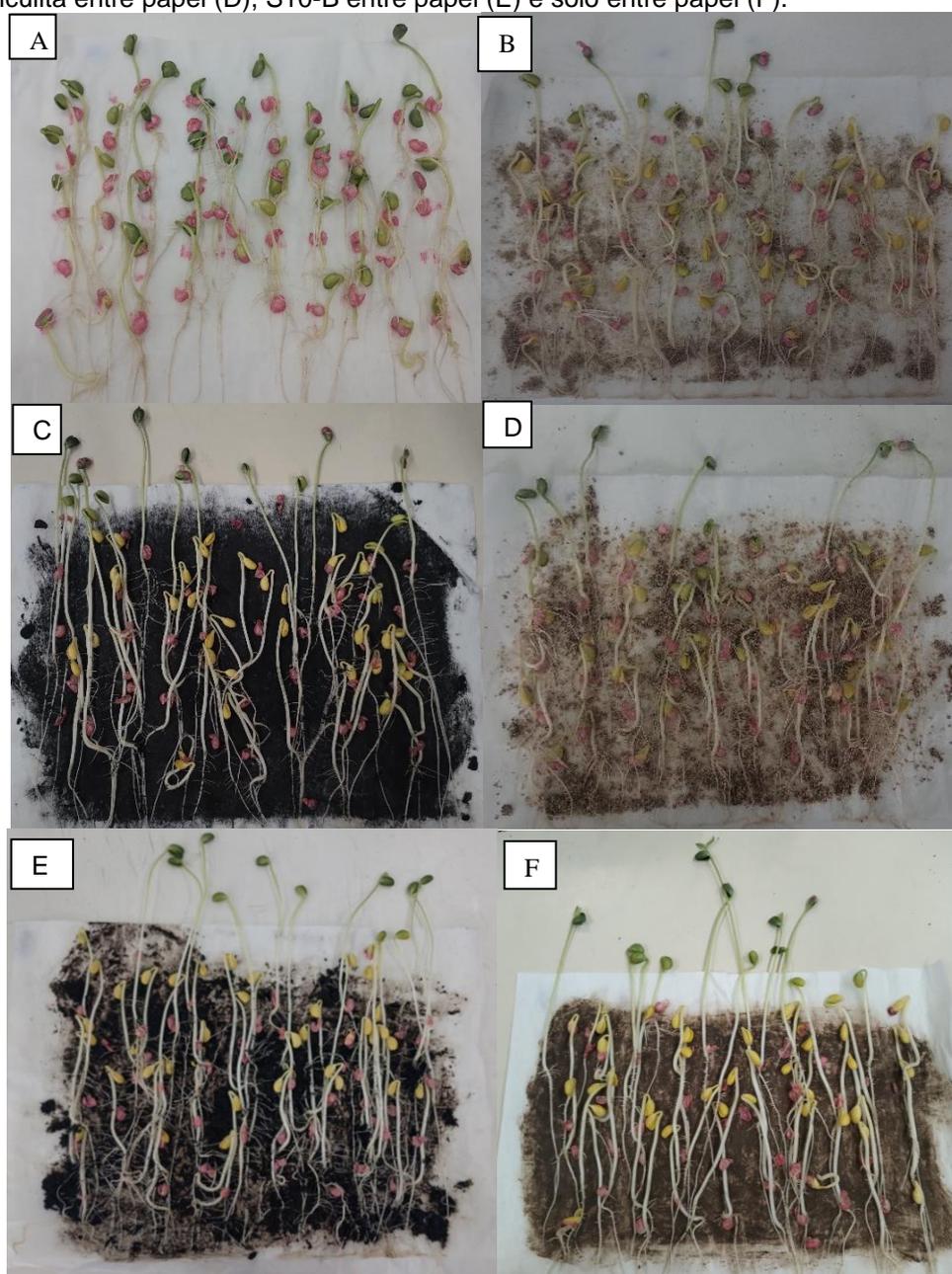
Para carvão entre papel, utilizou-se amostra obtida a partir da queima da madeira de árvores de eucalipto *Eucalyptus benthamii.*, a aquisição foi realizada em rede de Supermercado. Para conseguir granulometria mais adequada para esse teste, passou-se pelo processo de moagem em triturador industrial de sementes com uma abertura de malha de 210 micrometros, adicionou e distribui uma quantidade de 3 g por rolo.

Para S10-B com papel, utilizou-se da marca Beifort com composição de resíduo orgânico agroindústria Classe A (semente, bagaço e engaço de uva), turfa e carvão vegetal (casca de arroz carbonizada). Com o substrato umedecido (proporção de 1 g de S10-B:1 mL de água) adicionou e distribui uma quantidade de 50 mL por rolo.

Os rolos com os respectivos tratamentos, foram colocados em germinadores em uma temperatura a 25°C. A avaliação da germinação realizou se na primeira

contagem, a 5 dias e a contagem final a 8 dias após a montagem do experimento, em que foram determinadas a porcentagem de plântulas normais, obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009) (Figura 5).

Figura 5- Teste de germinação de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico com substratos: papel germitest (A), areia entre papel (B), carvão entre papel (C), vermiculita entre papel (D), S10-B entre papel (E) e solo entre papel (F).



Fonte: Autora, 2024.

4.2.2 Teste de emergência

Este teste foi implantado em canteiros de areia, para cada tratamento semeou-se 200 sementes por repetição, a uma profundidade de semeadura próxima a 3,0 cm, a irrigação foi realizada a cada 2 dias. Contabilizado aos 14 dias, onde ocorreu a estabilidade de emergência, expressando os resultados em percentagem de plântulas emergidas (SILVA, 2020).

4.2.3 Teste de comprimento de plântula (parte aérea, parte raiz e total)

Para teste de comprimento de parte aérea (CPA) e da raiz (CR), foi adotada metodologia semelhante à utilizada para o teste de germinação, com a mesma quantidade volume de substratos, porém com a utilização de quatro sub-amostras de vinte sementes por rolo. As sementes foram distribuídas em duas linhas longitudinais desencontradas. Os rolos foram acondicionados verticalmente no germinador em germinador, em ausência de luz, a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 dias. Ao final deste período, foi efetuada a medição com régua das plântulas normais, para a raiz foi realizado a medição do colo da plântula até o ápice radicular e para o comprimento da parte aérea entre o colo da plântula e a extremidade da parte aérea, sendo expressar os resultados em centímetros da parte aérea e centímetros de raiz das plântulas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

4.2.4 Delineamento experimental

O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial (8x6) com quatro repetições. O fator A corresponde aos lotes e o fator B condiz aos substratos (papel, solo, carvão, vermiculita, S10 e areia).

Os dados obtidos foram analisados quanto à sua homoscedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Quando estes se mostraram significativos, procedeu-se a comparação das médias para os fatores lotes e substratos, sendo efetuado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software R.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conduziu-se o teste de emergência em campo para avaliar o tratamento das sementes de soja, observando-se como o método mais adequado para determinar a qualidade, uma vez que não existe um protocolo padrão para este tipo de avaliação no país. Para soja tratada com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida microbiológico para a variável emergência (Tabela 10), independente do lote não se obteve diferenças significativa. Pode-se assegurar que o tratamento de semente, garante uma boa emergência no campo, evita-se a introdução de patógenos em áreas onde não ocorram e a não disseminação de doenças transmitidas por semente (PAS CAMPO, 2005). Golo et al. (2009), menciona em seu trabalho, que a interação de tratamento com inoculante (*bradyrhizobium japonicum*) e CoMo, tem resultado em emergência de alto vigor.

Com esses tratamentos de sementes, os lotes ficaram acima de 85%, assim, considera-se o lote de alto vigor. Segundo pesquisa de Dan et al. (2010) e Dan et al. (2012), plântulas com maior emergência em campo resultam em maior desempenho, e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir a estresses que possam interferir no desenvolvimento inicial da futura planta.

Tabela 10 – Teste de emergência de plântulas de soja (%) aos 14 dias após a semeadura, em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Emergência
1	94 A
2	89 A
3	88 A
4	91 A
5	99 A
6	87 A
7	100 A
8	95 A
C.V. (%)	7,16

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

Para sementes tratadas tem se utilizado, teste de germinação para determinar o lote, mas, no entanto, não se encontra resultando semelhante ao campo. Para tentar resolver essa diferença de resultado, tem a necessidade de obter metodologia adequada em laboratório de semente.

Para variável primeira contagem da tese de germinação, foi observado efeito simples nos fatores analisados (8 lotes x 6 substratos) (Tabela 11). Independente do lote, encontrou-se maiores médias de porcentagem de plântulas normais com substratos S10-B entre papel e solo entre papel resultado superior a 85% de germinação, conforme as regras BAS pode ser comercializada.

Tabela 11 - Primeira contagem de plântulas (%), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato						Média
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel	
1	93	91	94	94	95	96	94 A
2	84	89	89	89	90	91	89 CD
3	85	85	85	87	91	92	88 D
4	84	86	90	87	91	89	88 CD
5	87	90	91	89	93	90	90 CD
6	85	85	91	87	93	91	89 CD
7	91	91	95	94	95	94	93 AB
8	86	90	93	88	93	92	90 BC
Média	87 c	88 c	91 ab	89 bc	93 a	92 a	
C.V. (%)	3,56						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Em germinação (Tabela 12), nota-se efeito simples nos fatores analisados. O substrato S10-B entre papel e solo entre papel, alcançaram a maior média de plântulas normais com 94% e 92% respectivamente. O substrato papel, obteve-se menor índice de plântulas normais. Tunes et al. (2021) encontrou resultado semelhantes, que no substrato papel apresentou menor porcentagem de plântulas normais no teste de germinação.

Tabela 12 - Germinação (%), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato						Média
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel	
1	93	92	94	95	96	96	94 A
2	85	89	91	90	92	93	90 C
3	86	86	87	88	92	93	87 C
4	85	87	90	88	92	90	89 C
5	88	91	92	90	94	91	91 BC
6	87	88	93	87	94	92	90 C
7	91	91	95	94	95	95	94 AB
8	87	91	94	88	94	92	91 BC
Média	88 d	89 cd	92 ab	90 bc	94 a	92 a	
C.V. (%)	3,29						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Para a variável comprimento parte aérea, foi observado diferenças significativas entre os fatores estudados (Tabela 13). O substrato S10-B entre papel e solo entre papel alcançaram a melhor média para os lotes e papel e vermiculita entre papel obtiveram menor desenvolvimento parte aérea de plântulas.

Tabela 13 - Comprimento parte aérea (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	6,63 Ac	6,79 Ac	7,86 Abc	10,75 ABa	9,46 Bab	11,93 Aa
2	5,96 Ab	6,27 Ab	6,13 Ab	7,66 Cab	8,00 Bab	9,13 BCa
3	6,42 Abc	6,42 Abc	6,32 Ac	8,80 ABCabc	8,93 Bab	10,37 ABCa
4	5,37 Ac	6,65 Abc	6,73 Abc	8,27 BCb	7,13 Bbc	11,55 ABa
5	7,22 Ab	8,24 Ab	8,02 Ab	9,47 ABCab	9,15 Bab	11,19 ABCa
6	5,60 Ab	6,00 Ab	7,31 Ab	11,13 Aa	13,43 Aa	11,46 ABCa
7	6,33 Ac	7,64 Abc	7,61 Abc	10,68 ABa	9,26 Bab	11,80 ABa
8	6,10 Ac	6,88 Abc	6,31 Abc	9,70 ABCa	7,01 Bbc	8,74 Cab

C.V. (%) 15,17

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Em comprimento parte raiz (Tabela 14), nota-se diferenças significativas entre os fatores analisado. O substrato S10-B entre papel e solo entre papel apresentaram o maior desenvolvimento radicular independente do lote e menor desempenho com papel e vermiculita entre papel.

Tabela 14 - Comprimento parte raiz, em plântulas de soja (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	12,10 BCDcd	11,22 ABd	14,17 Abc	14,03 ABbc	16,84 Aa	15,69 Aab
2	12,13 BCcd	10,62 ABd	12,80 ABc	15,18 Aab	16,17 ABa	13,77 ABbc
3	12,80 ABCab	10,11 ABc	11,77 Bbc	13,80 ABab	14,17 BCa	12,41 Bab
4	10,49 Db	9,90 ABb	11,64 Bb	11,78 Bb	15,27 ABa	14,31 ABa
5	13,43 ABb	11,12 ABc	13,74 ABb	13,44 ABb	16,40 ABa	14,83 Aab
6	10,74 CDbc	9,42 Bc	13,16 ABa	11,93 Bab	12,28 Cab	13,69 ABa
7	12,24 BCDb	11,83 Ab	12,85 ABb	15,22 Aa	16,54 Aa	15,24 Aa
8	14,64 Aab	11,94 Ac	13,06 ABbc	13,69 ABabc	15,25 ABa	14,71 Aab

C.V. (%) 15,17

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Para a variável comprimento total, foi observado diferenças significativas entre os fatores estudados (8 lotes x 6 substratos) (Tabela 15). Em substrato S10-B entre papel e solo entre papel obteve melhor comprimento total e menor estatura de plântula em papel e vermiculita entre papel

Tabela 15 - Comprimento total, em plântulas de soja (cm), em função diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

Lote	Substrato					
	Papel	Vermiculita entre papel	Areia entre papel	Carvão entre papel	S10-B entre papel	Solo entre papel
1	18,72 ABCc	18,01ABc	22,03 Ab	24,78 ABab	26,30 Aa	27,62 Aa
2	18,09 ABCb	16,89 ABb	18,94 ABb	22,84 ABCa	24,17 ABCDa	22,90 BCa
3	19,23 ABb	16,53 ABb	18,09 Bb	22,60 BCa	23,11 BCDA	22,78 Ca
4	15,86 Cd	16,89 ABd	18,37 Bcd	20,05 Cbc	22,40 CDb	25,86 ABCa
5	20,66 Acd	19,36 Ad	21,76 Acd	22,91 ABCbc	25,56 ABCab	26,02 ABa
6	16,35 BCc	15,42 Bc	20,47 ABb	23,06 ABCab	22,96 BCDab	25,06 ABCa
7	18,58 ABCb	19,47 Ab	20,46 ABb	25,91 Aa	25,81 ABa	27,05 Aa
8	20,74 Aabc	18,77 Ac	19,37 ABbc	23,39 ABa	22,26 Dab	22,45 BCa

C.V.(%) 15,17

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 5\%$).

Analisando de forma geral as variáveis primeiras contagem (Tabela 11), germinação (Tabela 12), comprimento parte aérea (Tabela 13), raiz (Tabela 14) e total (Tabela 15), independente do lote apresentaram melhores resultados com os substratos S10-B entre papel e solo entre papel, e inferiores em papel e vermiculita entre papel.

Gomes et al. (2008) menciona que os 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. Pode-se analisar que os resultados em comprimento parte aéreas, raiz e total das plântulas, diferenciaram muita pela composição de cada substratos.

Obteve-se menores resultado com vermiculita entre papel, esse resultado pode estar relacionado com o pH do substrato que se encontrava 8,1 (alcalino). O estresse salino-alcalino é um fator de estresse abiótico comum que afeta o crescimento das plantas (YU et al., 2020). Esse substrato é autorizado pelo MAPA para utilizar em semente tratada, apesar de não ser o melhor resultado comparado com outros substratos, pode-se contar que em germinação (Tabela 11), alcançou 89% de plântulas normais, sendo maior que 80% que a normativa exige.

No substrato papel, ocorreu essa diminuição, devido à relação ao estresse hídrico e/ou fitotoxicidade do contato com o produto químico em substratos de papel, podendo causar a redução do desenvolvimento radicular de plântulas (ROCHA et al., 2020; SILVEIRA et al., 2001). Em maioria das variáveis obteve-se melhores resultado com o substrato S10-B entre papel. Pode estar relacionado com o fato deste substrato apresentar uma boa relação entre a capacidade de retenção de água e a umidade (BICCA et al., 2020). E com solo alcançou bons resultados devido ao pH de 6,1 que é o ideal para o desenvolvimento de plantas de soja.

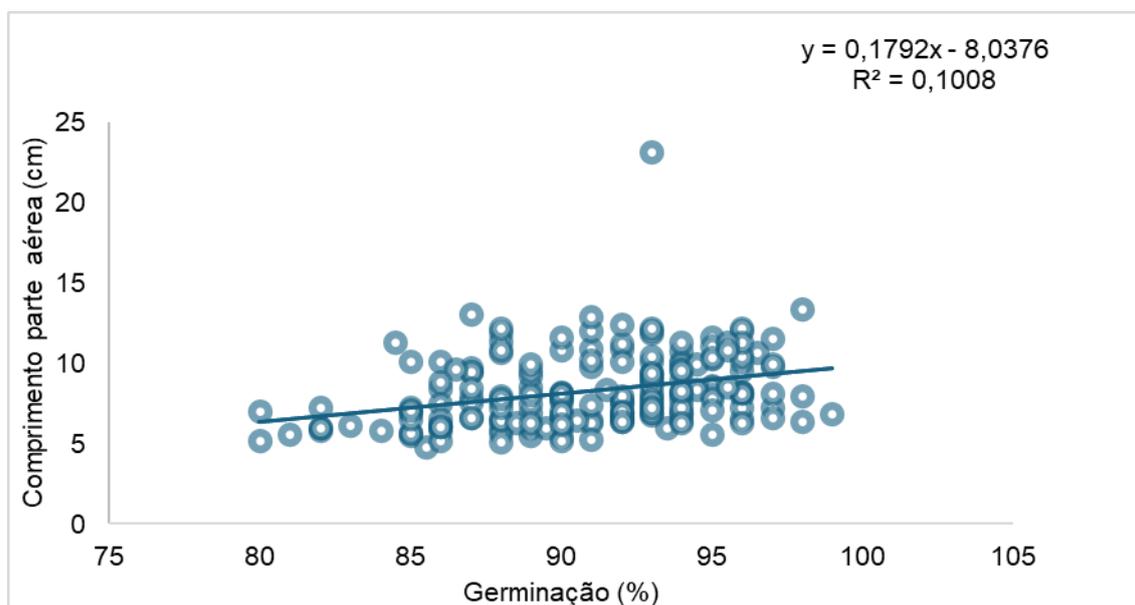
O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento parte aérea (cm) (Tabela 16), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude fraca, $R^2 = 0,1008$ (Figura 6). Conforme aumentou-se a porcentagem, obteve-se se maior comprimento parte aérea de plântulas.

Tabela 16- Matriz de correlação linear simples entre germinação e comprimento parte aérea (cm), comprimento parte raiz (cm) e comprimento total (cm), em função de diferentes lotes provenientes de sementes tratadas com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2024.

	Coeficiente de correlação			
	Germinação	Comprimento parte aérea	Comprimento parte raiz	Comprimento total
Germinação (%)	.	0.32*	0.39*	0.43*

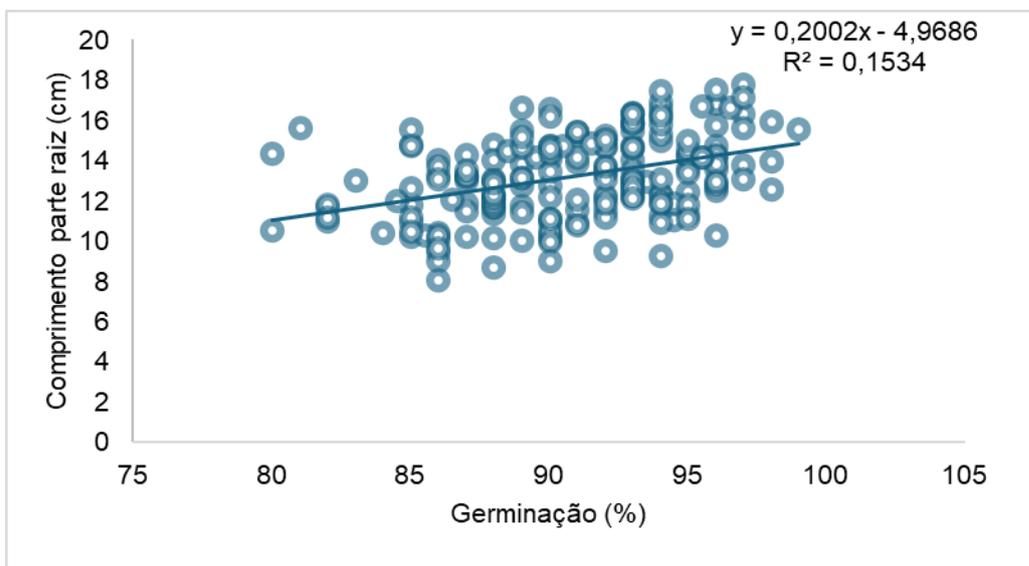
* Significativo a 5%

Figura 6- Correlação entre germinação (%) e comprimento parte aérea (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico.



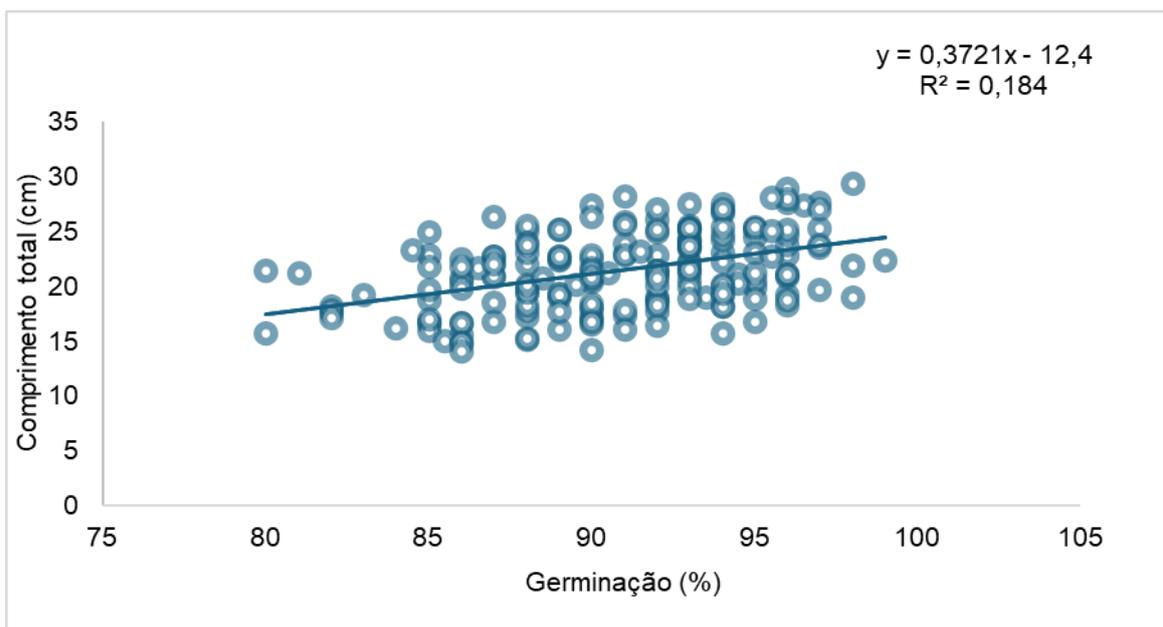
O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento parte raiz (cm) (Tabela 16), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude fraca, $R^2 = 0,1534$ (Figura 7). À medida, que se alcançou maior porcentagem de germinação assim consequentemente melhores resultados em comprimento parte de raiz de plântulas de soja tratada.

Figura 7-Correlação entre germinação (%) e comprimento parte raiz (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico.



O teste de correlação de Pearson entre germinação e comprimento total (cm) (Tabela 16), apresentou significância, $p < 0,05$. Sendo positiva e de magnitude moderada, $R^2 = 0,184$ (Figura 8). Conforme aumentou-se a germinação, obteve-se maior comprimento de plântulas de soja tratada com químico, nutriente e biológico.

Figura 8-Correlação entre germinação (%) e comprimento total (cm) em função de diferentes lotes provenientes de sementes de soja tratada com químico, nutriente e biológico.



Pode-se observar que as correlações entre: germinação x comprimento parte aérea, germinação x comprimento parte raiz e germinação x comprimento total de plântula de soja tratada com produto químico, nutriente e biológico, alcançaram melhores resultados quando consecutivamente aumentava se a germinação em relação as outras variáveis. Uma das possíveis explicações, pode estar relacionada com os substratos, à medida que obteve se o melhor meio para desenvolvimento de plântulas, conseqüentemente alcançava a melhor porcentagem de plântulas normais e maior estatura tanto para as variáveis comprimento parte aérea, parte raiz e total.

4.4 CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de soja com mistura de produto como inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico interferiu nos testes de primeira contagem e avaliação de plântulas devido ao efeito fito toxicidade. Para primeira contagem, germinação e comprimento de plântulas obteve-se melhores resultados em substratos S10-B entre papel e solo entre papel.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O substrato papel não é recomendável para o teste de germinação com sementes de soja tratada.

No entanto, o uso de substrato solo entre papel e S10-B entre papel podem ser utilizados no teste de germinação, assim consecutivamente com mistura de produtos com inseticida, nutriente, inoculante e nematicida biológico. O solo entre papel apresentou melhores resultados devido ao pH estar no recomendado da cultura da soja e o S10-B entre papel devido a boa capacidade de retenção de água e baixa densidade, assim conseqüentemente favorecendo um bom desenvolvimento das plântulas.

REFERÊNCIAS

ALBAREDA, M.; RODRÍGUEZ-NAVARRO, D. N.; TEMPRANO, F. J. Soybean inoculation: Dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. **Field crops research**, v. 113, n. 3, p. 352-356, 2009.

ALBUQUERQUE, T.M.; ORTEZ, O.; CARMONA, G.I.; CIAMPITTI, I.A. Soybean: Evaluation of inoculation. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v. 3, n. 6, p. 20, 2017.

ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS, C. I. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Brazilian Journal of Agriculture-Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 172-182, 2014.

ALVERENGA, G.; ROSSETTI, C.; ALMEIDA, A. DA S.; RODRIGUES, D. B.; MARTINS, A. B. N.; AGUIAR, R. N. DE; EVANGELISTA, E. DE A.; TUNES, L. V. M. DE. Sementes de milho tratada: substratos e metodologia alternativa para o teste de germinação. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41190-41210, 2020.

ALVES, E.; AGUIAR, E.; PEREIRA, C.; MOREIRA, I.; LOPES FILHO, L. C.; SANTINI, J. M. K. Efeito do tratamento químico com inseticida/fungicida e polímero na qualidade fisiológica da semente de soja-Effect of chemical treatment with insecticide/fungicide and polymer on the physiological quality of soybean seed. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 12-18, 2017.

ALVES, E.; AGUIAR, E.; PEREIRA, C.; MOREIRA, I.; LOPES FILHO, L. C.; SANTINI, J. M. K. Efeito do tratamento químico com inseticida/fungicida e polímero na qualidade fisiológica da semente de soja-Effect of chemical treatment with

insecticide/fungicide and polymer on the physiological quality of soybean seed. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 12-18, 2017.

ALVES, R. M. **Tratamento de sementes de soja com micronutrientes apresentando diferentes níveis de vigor: absorção durante a germinação e efeitos sobre o potencial fisiológico das sementes e desempenho inicial das plantas**. 2022. 79 f. Dissertação (mestrado em ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

AMBROSINI, V. G.; FONTOURA, S. M.; DE MORAES, R. P.; TAMAGNO, S., CIAMPITTI, I. A.; BAYER, C. Soybean yield response to Bradyrhizobium strains in fields with inoculation history in Southern Brazil. **Journal of plant nutrition**, v. 42, n. 16, p. 1941-1951, 2019.

ARAÚJO, M. M. **Caracterização e seleção de linhagens de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem asiática**. 2009.78f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ASHRAF, M. Y.; MAHMOOD, K.; ASHRAF, M.; AKHTER, J.; HUSSAIN, F. ptimal supply of micronutrients improves drought tolerance in legumes. IN: ASHRAF, M.; ÖZTÜRK, M. AHMAD, M.; AKSOY, A. (eds). **Crop production for agricultural improvement**. Springer, Dordrecht, 2012.

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. D. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1719-1725, 2011.

BAIL, J. L. **Relações entre o tratamento de sementes de soja, os parâmetros fisiológico e sanitário e a conservação das sementes**. 2013. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

BALARDIN, R. S.; SILVA, F. D. L. D.; DEBONA, D.; DALLA CORTE, G.; DALLA FAVERA, D.; TORMEN, N. R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1120-1126, 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, v. 9, n. 5, p. 22-24, 2007.

BICCA, M. L.; DA SILVA, J. P.; DIAS, C. S.; SCHIAVON, A. V.; DA SILVA, F. L. Substratos e temperaturas no desenvolvimento inicial de physalis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e15991210769-e15991210769, 2020.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 183, 20 set. 2013. Seção 1, p. 6-27.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Informação nº 88 de 2024. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2024.

BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the

establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, p. 147-153, 2015.

CARCIOCHI, W.D.; ROSSO, L.H.M.; SECCHI, M.A.; TORRES, A.R.; NAEVE, S.; CASTEEL, S.N.; KOVÁCS, P.; DAVIDSON, D.; PURCELL, L.C.; ARCHONTOULIS, S.; CIAMPITTI, I. A. Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 19908, 2019.

CARMO FILHO, A. S. **Tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio e níquel: efeitos no potencial fisiológico das sementes, nodulação e desempenho das plantas**. 2022. 77 f. Dissertação (mestrado em ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CHOWDHURY, S.P.; HARTMANN, A.; GAO, X.W.; BORRIS, R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42: a review. **Front. Microbiol.**, n. 28, jul. 2015.

COLLINO, D.J.; SALVAGIOTTI, F.; PERTICARI, A.; PICCINETTI, C.; OVANDO, G.; URQUIAGA, S.; RACCA, R.W. Biological nitrogen fixation in soybean in Argentina: relationships with crop, soil, and meteorological factors. **Plant and Soil**, v. 392, p. 239-252, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos Safra 2023/24- 8º Levantamento**, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 6 junho de 2024.

CONCEIÇÃO, G. M.; CUNHA, V. S.; FIPKE, G. M.; BRUNING, L. A.; ROSSATO, A. C.; MARTIN, T. N. Suplementação mineral de sementes de soja com diferentes níveis iniciais de nutrientes. **Acta Scientiarum**, v. 42, e-42484, 2020.

DALL'AGNOL, A.; NOGUEIRA, M. A. Cobalto e molibdênio, parceiros na fixação biológica de nitrogênio. **Canal Rural**, 2021. Disponível em: [https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/01/cobalto-e-molibdenio-parceiros-na-fixacao-biologica-do-nitrogenio/#:~:text=O%20cobalto%20\(Co\)%20e%20o,N2%20\(FBN\)%20do%20ar](https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/01/cobalto-e-molibdenio-parceiros-na-fixacao-biologica-do-nitrogenio/#:~:text=O%20cobalto%20(Co)%20e%20o,N2%20(FBN)%20do%20ar). Acesso em: 10 maio 2024.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 43).

DAN, L. G. D. M.; DAN, H. D. A.; PICCININ, G. G., RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. W. S. Nematóides em soja: identificação e controle. **Circular Técnica**. n. 76. Londrina: EMBRAPA, 2010.

DOLCI, E. M. **Explorando a literatura sobre nematoide-foliar-do-morangueiro: revisão sistemática e caminhos para pesquisas futuras.**2023. 47f. TCC (Especialista em Fitossanidade) - universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

DORNELES, G. D. O.; SILVEIRA, R. G.; GUESSER, V. P.; RADMANN, E. B.; MISSIO, E. Desempenho de sementes de soja submetidas a tratamento com fungicida/inseticida e períodos de armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 2303-2310, 2019.

FEDORUK, I.; BAKHMAT, O.; KHMELIANCHYSHYN, Y.; GORODYSKA, O. Agroecological Influence of Micronutrient Fertilizers and Seed Inoculation on a Soybean Crop. **EUREKA: Life Sciences**, v.2. p.16-24,2021.

FELDMANN, N. A.; LAUSCHNER, C. F.; MÜHL, F. R., GABRIEL; V. J., SOMAVILLA, L. L.; PAVAN, D. Uso de cobalto e molibdênio no tratamento de sementes de soja e seus benefícios para o desenvolvimento inicial da cultura. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 277-298, 2023.

FIGLIOLIA, M.B.; MARTINS, L.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M. Aferição de testes de germinação de sementes florestais nativas. **Informativo ABRATES**, v.15, n.1,2,3, p.327, 2005.

FRANÇA NETO, J. B. et al. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 25, n.1, 2015.

FRANÇA NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; DE PÁDUA, G. P. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 26-32, out. 2010.

FRANCA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. S. A importancia do Uso de Semente de Soja de Alta Qualidade. Londrina: **Embrapa**, 2010.

GARDIANO-LINK, C. G.; SANTANA-GOMES, S. D. M.; KLUGE, E. R.; FEKSA, H. R.; KLUGE, F. T. D. R.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Management systems for nematode control in soybean fields in south-central Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, p. e02526, 2022.

GOLO, A. L.; KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. D.; YAMASHITA, O. M. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 40-49, 2009.

GOMES, D. P.; BARROZO, L. M.; SOUZA, A. L.; SADER, R.; SILVA, G. C. Efeito do vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 59-65, 2009.

GRISI, P.U.; SANTOS, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas durante o armazenamento. **Horizonte científico**, v.2, n.1, p.1-20, 2010.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HUNGRIA, M. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) in South America. **Nitrogen nutrition in plant productivity**, p. 43-93, 2006. (a)

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S.; SILVA JÚNIOR, E. B.; ZILLI, J. É. Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1106-1112, 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPOS, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja. 2001. 48 p. (Circular técnico/ Embrapa Soja).

HUNGRIA, M.; MENDES, I.C. Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis?. **Biological nitrogen fixation**, p. 1009-1024, 2015.

HUNGRIA, M; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; CRISPINO, C.C.; MORAES, J.Z.; SIBALDELLI, R.N.R.; MENDES, I.C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, n. 4, p. 927-939, 2006. (b)

JATAV, H. S.; SHARMA, L.D.; SADHUKHAN, R.; SINGH, S. K.; SINGH, S.; RAJPUT, V. D.; PARIHAR, M.; JATAV, S. S.; JINGER, F.; KUMAR, S.; SUKIRTEE. An overview of micronutrients: prospects and implication in crop production. **Plant micronutrients: deficiency and toxicity management**, p. 1-30, 2020.

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M.A.; LUCA, M.J.; HUNGRIA, M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium*. **Field Crops Research**, v. 195, p. 21-27, 2016.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**: Embrapa Soja, v 1. n 2. 1991.

KSIĘŻAK, J.; BOJARSZCZUK, J. The effect of mineral N fertilization and *Bradyrhizobium japonicum* seed inoculation on productivity of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 110, 2022.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v.03, n.04, p.241-245, out./dez. 2015.

LIMA, J. F.; SILVA, M. P. L.; TELES, S., SILVA, F.; MARTINS, G. N. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá [*Sicana odorifera (Vell.) Naudim*]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 163-167, 2010.

MACIEL, G. K.; DE MELJO, S. G. F.; DE NORONHA, B. G.; ARAÚJO, J. O.; NERY, F. C.; PIRES, R. M. O.; PIMENTEL, G. V.; TRANCOSO, A. C. R.; NERY, M. C. Utilização do comprimento de plântulas para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de canola. In: IX Semana da Integração da UFVJM: Ensino, Pesquisa e Extensão, Diamantina, 2024. **Anais**. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sintegra/738132-UTILIZACAO-DO-COMPRIMENTO-DE-PLANTULAS-PARA-AVALIACAO-DA-QUALIDADE-FISIOLOGICA-EM-SEMENTES-DE-CANOLA>. Acesso em: 10/08/2024.

MACHADO, V.; BERLITZ, D.L.; MATSUMURA, A.T.S.; SANTINS, R. de C.M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M.E. da; FIUZA, L.M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides. **Oecologia Australis**. v. 16, n. 2 , jun. 2012, p. 165-182.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; DE SANTANA, D. G.; ZUCARELI, C. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de ipê-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 533-540, 2012.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 170- 174, 2009.

MÁSCIA, R. ***Bacillus amyloliquefaciens e Trichoderma harzianum no manejo de Pratylenchus brachyurus e Helicotylenchus sp. na cultura da soja.*** 2017. 31 f. Dissertação (mestre)- Instituto Federal Goiano Câmpus, Urutaí, 2017.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: Histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.3. 2010.

MORETTI, L. G.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J. W.; PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield?. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 2, p. 715-721, 2018.

MORETTI, L.G.; CRUSCIOL, C.A.; KURAMAE, E.E.; BOSSOLANI, J.W.; MOREIRA, A.; COSTA, N.R.; ALVES, C.J.; PASCOALOTO, I.M.; RONDINA, A.B.L.; HUNGRIA, M. Effects of growth-promoting bacteria on soybean root activity, plant development, and yield. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 1, p. 418-428, 2020.

NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; MERTZ-HENNING, L.M.; FOLONI, J.S.S.; MORAES, L.A.C.; GONCALVES, S.L. **Ecofisiologia Da Soja**; Embrapa: Londrina, PR, 2020.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Seed News**, v. 20, n. 1, p. 26-32, 2016.

OLIVEIRA, G. R. F. de. **Tratamento de sementes de soja com injúrias mecânicas: efeitos sobre o seu potencial fisiológico.** 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2019.

PAS, C. Manual de segurança e qualidade para cultura da soja. **Brasília: Embrapa**, 2005.

PASIN, J. A. B. A logística de exportação da soja em grãos de Mato Grosso. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 27, p. 195-212, 2007.

ROCHA, D. K.; CARVALHO, E. R.; PIRES, R. M. D. O.; SANTOS, H. O. D.; PENIDO, A. C.; ANDRADE, D. B. D. Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products?. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, 2020.

SILVA, J. B. **Cultivo em vaso de oliveira (*Olea europaea L.*) ornamental**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

SILVA, M. **Compatibilidade e eficiência de produtos biológicos no controle de fitopatógenos de solo e desempenho de sementes de soja**. 2020. 182 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.

SILVA, M. F. D.; ARAÚJO, E. F.; SILVA, L. J. D.; AMARO, H. T. R., DIAS, L. A. D. S.; DIAS, D. C. F. D. S. Tolerance of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) to salinity and water stress during seed germination and initial seedling growth. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2019.

SILVA, R. A.; NUNES, N. A.; SANTOS, T. F. S.; IWANO, F. K. Efeito da rotação e sucessão de culturas no manejo de nematoides da soja em área arenosa. **Nematropica**, v. 48, n. 2, p. 198-206, 2018.

SILVA, R. B. G. DA; SILVA, M. R. DA; SIMÕES, D. Substrates and controlled-release fertilizations on the quality of eucalyptus cuttings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1124-1129, 2014.

SILVEIRA, R. E.; MACCARI, M.; MARQUEZI, C. F. Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo. In: **Reunião Sul-Brasileira sobre Pragas de Solo**. v. 8, Londrina, 2001.

SIQUEIRA, T. V. O ciclo da soja: desempenho da cultura da soja entre 1961 e 2003. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 20, p. 127-222, 2004.

TAIN, C.F.; ZHOU, Y.J.; ZHANG, Y.M.; LI, Q.Q.; ZHANG, Y.Z.; LI, D.F.; CHEN, W.X. Comparative genomics of rhizobia nodulating soybean suggests extensive recruitment of lineage-specific genes in adaptations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 22, p. 8629-8634, 2012.

TAVARES, L.; MENDONÇA, A.; ZANATTA, Z.; BRUNES, A.; VILLELA, F. Efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Enciclopédia biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.

THIES, J. E.; SINGLETON, P. W.; B., B. Ben. Modeling symbiotic performance of introduced rhizobia in the field by use of indices of indigenous population size and nitrogen status of the soil. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, n. 1, p. 29-37, 1991.

TUNES, C. D.; MENEGHELLO, G. E.; GONÇALVES, V. P.; MENEGUZZO, M. R. R.; DA SILVA, J. B.; TEIXEIRA, S. B. Alternative substrates for the germination test with treated soybean seeds Substratos alternativos para o teste de germinação

com sementes de soja tratadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 93210-93224, 2021.

TUNES, L. V. M.; ALMEIDA, A. S.; CAMARGO, T. O.; SUÑE, A. S.; RODRIGUES, D. B.; MARTINS, A. B.N.; CALAZANS, A. F. S.; SILVA, A. F. Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.6, p. 41223-41240, 2020.

USDA. United States Department of Agriculture. Soybean 2024 World Production: 422,262 (1000 MT). **USDA**, 2024. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000>. Acesso em: 3 maio de 2024.

WANG, N.; FAN, X.; LIN, Y.; LI, Z.; WANG, Y.; ZHOU, Y.; MENG, W.; PENG, Z.; ZHANG, C.; MA, J. A. Alkaline stress induces different physiological, hormonal and gene expression responses in diploid and autotetraploid rice. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 10, p. 5561, 2022.

WEISCHER, B.; BROWN, D.J.F. Conhecendo os nematoides: nematologia geral. **Sofia: Pensoft Publishers**, 2001.

WEITBRECHT, K.; MÜLLER, K.; LEUBNER-METZGER, G. First off the mark: early seed germination. **Journal of experimental botany**, v. 62, n. 10, p. 3289-3309, 2011.

XAVIER, F. M.; MARTINS, A. B. N.; GONÇALVES, V. P.; SILVA, J. B.; MENEGHELLO, G. E. Utilização de substratos alternativos na avaliação de desempenho de plântulas de arroz oriundas de sementes tratadas. In Anais do XXII Encontro de pós-graduação, Pelotas, 2020. **Anais [...]**. Pelotas: UFPel, 2020.

YU, Z.; DUAN, X.; LUO, L.; DAI, S.; DING, Z.; XIA, G. How plant hormones mediate salt stress responses. **Trends in plant science**, v. 25, n. 11, p. 1117-1130, 2020.

ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R. Gypsum and lime increase soybean and maize yield and decrease drought stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, 2015.

ZHENG, Z.; ZHENG, J.; ZHANG, Z.; PENG, D.; SUN, M. Nematicidal spore-forming Bacilli share similar virulence factors and mechanisms. **Scientific Reports**, v.6, 31341, 2016.

ZILLI, J.E.; PACHECO, R.S.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O.J.; URQUIAGA, S.; HUNGRIA, M. Biological N₂ fixation and yield performance of soybean inoculated with *Bradyrhizobium*. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 119, n. 3, p. 323-336, 2021.

