



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia
Campus Ariquemes

**Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e
Tecnológica**

**Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia
Campus Ariquemes**

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES
SALVAS DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES
TRATAMENTOS**

Ariquemes - RO

2025

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia
Campus Ariquemes

Josiele Fernandes Siqueira

Orientador: Dr. Luciano dos Reis Venturoso

Coorientadora: Dr^a. Lenita Aparecida Conus
Venturoso

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes.

Ariquemes - RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Siqueira, Josiele Fernandes.

Qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas de soja submetidas a diferentes tratamentos / Josiele Fernandes Siqueira, Ariquemes-RO, 2025.
26 f.

Orientador (a): Prof. Dr. em Agronomia área de concentração em
Produção Vegetal Luciano Dos Reis Venturoso.

Coorientador (a): Profª. Dra. em Agronomia área de concentração em
Produção Vegetal Lenita Aparecida Conus Venturoso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Ariquemes-RO, 2025.

1. Tratamento de Sementes. 2. Glycine max. 3. Vigor de Plantas. I.
Venturoso, Luciano Dos Reis (orient.). II. Venturoso, Lenita Aparecida Conus
(coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Morais, CRB-11/906 (Campus Ariquemes)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA CAMPUS ARIQUEMES**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas de soja submetidas a diferentes
tratamentos**

Acadêmica: Josiele Fernandes Siqueira

Orientador: Dr. Luciano dos Reis Venturoso

Coorientadora: Dr^a. Lenita Aparecida Conus Venturoso

Conceito Atribuído: APROVADO

Dr. Luciano dos Reis Venturoso

Dr^a. Lenita Aparecida Conus Venturoso

Ma. Adriana Ema Nogueira

Eng. Agr. Vanessa Gretzler Monteiro

Data da Realização: 20/01/2025.

Ariquemes - RO

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, cuja orientação e força foram fundamentais durante esta jornada. Agradeço ao meu ex-marido, Bruno Lemgruber Moraes, por seu apoio e compreensão ao longo do percurso. Reconheço o papel que você desempenhou em minha vida e aprecio o esforço e a dedicação que contribuiu para que eu chegasse até aqui. Agradeço também a minha família e amigos pelo apoio constante e por acreditarem em mim.

Com gratidão, Josiele Fernandes Siqueira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de manifestar minha sincera gratidão a Deus, cuja presença e orientação foram fundamentais durante toda esta jornada. A Ele, sou grato pela força e inspiração que me concedeu.

Agradeço aos meus professores e orientadores, cujo empenho e dedicação foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos demais professores do Curso de Agronomia, agradeço pelo conhecimento compartilhado e pela dedicação ao ensino. Cada um de vocês desempenhou um papel importante na formação desta etapa da minha vida, e sou grata pelo apoio e pelos desafios que me fizeram evoluir.

Finalmente, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, seja com apoio moral, sugestões ou palavras de encorajamento.

OBSERVAÇÃO

O presente trabalho se trata de um artigo publicado em periódico científico, sendo assim, o mesmo se encontra indexado conforme as normas exigidas pela revista, Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana.

Qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas de soja submetidas a diferentes tratamentos

Sanitary and physiological quality of soybean seeds submitted to different treatments

Calidad sanitaria y fisiológica de semillas de soja sometidas a diferentes tratamientos

DOI: 10.55905/oelv22n12-218

Receipt of originals: 11/22/2024

Acceptance for publication: 12/13/2024

Josiele Fernandes Siqueira

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: josiele.fernandes.agro@gmail.com

Luciano dos Reis Venturoso

Doutor em Agronomia área de concentração em Produção Vegetal

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: luciano.venturoso@ifro.edu.br

Mariane Marchi Cardoso

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: marianecardoso.marchi@gmail.com

Gabrielly Souza Nunes

Graduada em Engenharia Agrônoma

Instituição: Máxima Consultorias Rondônia

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: gabriellynunes.agro@gmail.com

Jaisson dos Santos Branco

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus
Ariquemes

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: jaissonbranco20@gmail.com

Lenita Aparecida Conus Venturoso

Doutor em Agronomia área de concentração em Produção Vegetal

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus
Ariquemes

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: lenita.conus@ifro.edu.br

Felipe Souza da Silva

Graduado em Engenharia Agrônoma

Instituição: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR – FAPERON)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: felipesxsouza@gmail.com

RESUMO

A associação de fungos fitopatogênicos às sementes de soja podem interferir negativamente na qualidade das mesmas e afetar seu desenvolvimento e produção. O trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas de soja submetidas ao tratamento de sementes com fungicidas, extratos aquosos e produtos biológicos. O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Biologia, do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes. Foi utilizado sementes salvas de soja, cultivar BMX-BÔNUS IPRO - 8579, produzidas na safrinha 2021. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e dez repetições para os testes de sanidade, enquanto que para os testes de vigor e germinação foram realizadas quatro repetições. Para o tratamento das sementes foram utilizados os fungicidas: piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; carbendazim + tiram; tiofanato metílico + fluazinam e metalaxil-m + fludioxonil; os extratos aquosos de alho; cravoda-índia e lobeira; e os produtos biológicos a base de *Trichoderma harzianum* + *T. asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens* e *T. harzianum* e uma testemunha, exposta apenas à água destilada. Para o teste de sanidade foi realizado o “blotter test”, enquanto que para a qualidade fisiológica, os testes de germinação e vigor (envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência a campo). Os principais fungos identificados nas sementes salvas foram *Aspergillus* spp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. Os produtos carbendazin + tiram, *T. harzianum* e metalaxil-m + fludioxonil proporcionaram redução na incidência de todos os patógenos quando comparados à testemunha. Os danos do fungo *Colletotrichum* foi verificado apenas no teste de emergência, constatando-se elevada incidência nos cotilédones da soja. Os produtos metalaxil-m + fludioxonil, piraclostrobina +

tiofanato metílico + fipronil, carbendazim + tiram e *Trichoderma harzianum* proporcionaram incrementos na emergência de plantas em relação à testemunha.

Palavras-chave: Tratamento de Sementes. *Glycine max*. Vigor de Plantas.

ABSTRACT

The association of phytopathogenic fungi with soybean seeds can negatively interfere with their quality and affect their development and production. The aim of the work was to evaluate the sanitary and physiological quality of saved soybean seeds subjected to seed treatment with fungicides, aqueous extracts and biological products. The experiment was conducted in the experimental area and in the Biology Laboratory, at the Federal Institute of Rondônia, Campus Ariquemes. Saved soybean seeds were used, cultivar BMX-BÔNUS IPRO - 8579, produced in the 2021 off-season. The design used was completely randomized, with ten treatments and ten replications for health tests, while vigor and germination tests were carried out four repetitions. Fungicides were used to treat the seeds: pyraclostrobin + methyl thiophanate + fipronil; carbendazim + thiram; methyl thiophanate + fluazinam and metalaxyl-m + fludioxonil; aqueous extracts of garlic; clove and lobeira; and biological products based on *Trichoderma harzianum* + *T. asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens* and *T. harzianum* and a control, exposed only to distilled water. For the health test, the “blotter test” was carried out, while for physiological quality, germination and vigor tests (accelerated aging, electrical conductivity and field emergence) were carried out. The main fungi identified in the saved seeds were *Aspergillus* spp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. and *Fusarium* spp. The products carbendazim + thiram, *T. harzianum* and metalaxil-m + fludioxonil provided a reduction in the incidence of all pathogens when compared to the control. Damage from the *Colletotrichum* fungus was only verified in the emergency test, with a high incidence in soybean cotyledons. The products metalaxyl-m + fludioxonil, pyraclostrobin + methyl thiophanate + fipronil, carbendazim + thiram and *Trichoderma harzianum* provided increases in plant emergence in relation to the control.

Keywords: Seed Treatment. *Glycine max*. Plant Vigor.

RESUMEN

La asociación de hongos fitopatógenos con semillas de soja puede interferir negativamente con su calidad y afectar su desarrollo y producción. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad sanitaria y fisiológica de semillas de soja tratadas con fungicidas, extractos acuosos y productos biológicos. El experimento se realizó en el área experimental y en el Laboratorio de Biología del Instituto Federal de Rondônia, Campus de Ariquemes. Se utilizaron semillas de soja guardadas, cultivar BMX-BONUS IPRO - 8579, producidas en la temporada baja de 2021. El diseño experimental fue completamente al azar, con diez tratamientos y diez repeticiones para las pruebas de salud, mientras que para las pruebas de vigor y germinación se realizaron cuatro repeticiones. Para el tratamiento de semillas se utilizaron los siguientes fungicidas: piraclostrobina + tiofanato de metilo + fipronil; carbendazim + tira; tiofanato de metilo + fluazinam y metalaxil-m + fludioxonil; los extractos acuosos de ajo; clavo y lobeira; y productos

biológicos a base de *Trichoderma harzianum* + *T. asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens* y *T. harzianum* y un testigo, expuestos únicamente a agua destilada. Para la prueba de salud, se realizó la "prueba secante", mientras que para la calidad fisiológica, las pruebas de germinación y vigor (envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica y emergencia de campo). Los principales hongos identificados en las semillas guardadas fueron *Aspergillus* spp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. y *Fusarium* sp. Los productos carbendazina + tiram, *T. harzianum* y metalaxil-m + fludioxonil proporcionaron una reducción en la incidencia de todos los patógenos en comparación con el control. El daño del hongo *Colletotrichum* se verificó solo en la prueba de emergencia, con una alta incidencia en cotiledones de soja. Los productos metalaxyl-m + fludioxonil, piraclostrobina + tiofanato de metilo + fipronil, carbendazim + tiram y *Trichoderma harzianum* proporcionaron aumentos en la emergencia de las plantas en relación con el control.

Palabras clave: Tratamiento de Semillas. *Glycine max*. Vigor de la Planta.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem sido considerada como o principal produto agrícola da pauta das exportações brasileiras e a maior responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos. A cadeia produtiva da soja encontra-se entre as principais da agricultura de grande escala no Brasil, e sua expansão no país relaciona-se a fatores, como a expansão de fronteira em regiões onde ainda há terras disponíveis e terras baratas; ocupação de terras de pastagens naturais; e pela substituição de lavouras onde não há terras disponíveis para serem incorporadas (Espíndola e Cunha, 2015).

O estado de Rondônia tem apresentado considerável expansão da cultura, favorecido pela hidrovía Madeira-Amazonas, que permitiu o transporte de grãos de Porto Velho (RO) à Itacoatiara (AM) e Santarém (PA), o qual proporcionou uma nova configuração geográfica no estado, tornando a soja o principal produto agrícola (Silva, 2014). Na safra 22/23, Rondônia produziu cerca de 2,0 milhões de toneladas de soja, em uma área de 584,1 mil hectares e rendimento de 3.424 kg.ha⁻¹ (Conab, 2023). De modo geral, as condições favoráveis ao desenvolvimento das lavouras nos dois cultivos, tem garantido bons valores de rendimento médio. Alguns produtores da região têm introduzido tanto a soja na safrinha como na safra utilizando os grãos oriundos da safra anterior, conhecidas como sementes salvas.

A utilização de sementes salvas de safras anteriores tem sido uma prática muito comum entre os produtores, visando reduzir os custos de produção. Entretanto, o uso dessas sementes não deve ser estimulado devido à falta de fiscalizações habituais e necessárias para

garantir sua qualidade, visto que sementes comerciais apresentaram maior pureza que as sementes “salvas” (Bellé *et al.*, 2016). O estabelecimento de lavouras com alto potencial produtivo tem como fator primordial a qualidade das sementes (Pereira *et al.*, 2011). As tecnologias atribuídas ao melhoramento genético podem contribuir em mais de 50% no aumento da produtividade no cultivo de grãos, sendo um benefício que o produtor pode deixar de aproveitar quando utiliza sementes próprias, de má qualidade, produzidas fora dos padrões exigidos (Tozzo e Peske, 2008).

A semente de soja pode ser veículo de disseminação e introdução de patógenos em áreas livres de doenças (Juhász *et al.*, 2013). Entre os principais micro-organismos associados às sementes estão os fungos causadores de vários danos, tanto na fase de campo, como na fase de pós-colheita e durante o armazenamento (Medeiros *et al.*, 2016). Segundo Costa *et al.* (2003) a cultura da soja pode ser acometida por um número significativo de patógenos, destacando-se *Phomopsis* sp., *Fusarium semitectum*, *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* (*Phomopsis meridinalis*), *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., que conseqüentemente afetam seriamente a qualidade da semente.

Algumas técnicas, como o tratamento de sementes com fungicidas, tornou-se uma prática essencial para assegurar estande adequado, e reduzir a possibilidade de introdução de patógenos em áreas indenadas (Pereira *et al.*, 2011). Por outro lado, esse tratamento em sementes salvas de soja, pode não corresponder positivamente, devido aos níveis de deterioração apresentados nessas sementes. Todavia, para os produtores que utilizarem lotes de sementes salvas, torna-se imprescindível a realização do acompanhamento da qualidade fisiológica das sementes antes de serem semeadas em suas propriedades (Rampim *et al.*, 2016).

A busca por métodos alternativos, em substituição aos produtos químicos, tem sido evidenciada nos últimos tempos, como a utilização de extratos vegetais, capazes de produzirem substâncias biologicamente ativas, que influenciam o metabolismo de um determinado organismo (Gusmão *et al.*, 2018). Alguns podem atuar como fungicidas de contato, outros interrompem a integridade da membrana celular em diferentes estágios de desenvolvimento dos fungos, assim como inativam enzimas importantes e interferem nos processos metabólicos (San Aye e Matsumoto, 2011).

Dentre os fitopatógenos encontrados em sementes de soja, como *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *C. kikuchii*, *Colletotrichum* sp., *F. solani* e *Phomopsis* sp., Venturoso *et al.* (2011) verificaram que os extratos de alho, canela e cravo-da-índia apresentaram inibição sobre

todos os fitopatógenos, evidenciando que os compostos presentes nas plantas utilizadas no estudo, na forma de extratos aquosos, apresentam-se como potenciais no controle alternativo dos fungos fitopatogênicos. Avaliando o efeito de extratos vegetais de angico (*Anadenanthera colubrina*) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) sobre a sanidade e fisiologia de sementes de soja, Silva *et al.* (2020), verificaram variações quanto as concentrações utilizadas sobre os patógenos em estudo, todavia, esses extratos obtiveram destaques no controle sobre os fungos *Colletotrichum* sp. e *Macrophomina* sp. em determinadas concentrações, não diferindo estatisticamente do tratamento químico em estudo (dicarboximida).

Os produtos biológicos tem como base micro-organismos benéficos, e vem crescendo no mercado, principalmente no tratamento de sementes. Apresentam maior seletividade, possuem baixa quantidade de resíduos e alto desempenho, menos efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente (Mnif e Ghribi, 2015). A utilização de formulados à base de *Trichoderma* spp. vem sendo amplamente estudada, pois o fungo tem sido utilizado como agente de biocontrole e na promoção de crescimento vegetal, devido aos seus mecanismos de ação, como parasitismo, antibiose, competição e indução de resistência de plantas (Machado *et al.*, 2012). Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de estudos no intuito de avaliar a influência destes tratamentos, na qualidade sanitária e fisiológica das sementes salvas de soja produzidas na região.

Embora haja estudos que evidenciam a elevada incidência de agentes patogênicos que podem interferir na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, são escassos os estudos que quantificam esses agentes em sementes de soja produzidas no estado de Rondônia e o efeito dos tratamentos químicos sobre os mesmos, como também a busca por métodos alternativos para substituição de produtos químicos. Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas de soja submetidas ao tratamento de sementes com fungicidas, extratos aquosos e produtos biológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa. O clima segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo (Aw), tropical chuvoso, com média anual de temperatura do ar apresentando variações entre 24 a 26°C, e média anual de precipitação pluviométrica variando entre 1.400 a

2.600 mm (Sedam, 2012), e no Laboratório de Biologia, do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, no período de agosto a novembro de 2021.

Foi utilizado sementes salvas de soja, cultivar BMX-BÔNUS IPRO 8579, produzidas na safrinha 2021, obtidas de produtor do município de Alto Paraíso - RO. A amostra recebida foi mantida em condições naturais de ambiente em laboratório, e foram submetidas à análise inicial quanto ao teor de umidade e danos mecânicos (ruptura de tegumento). Para determinação do grau de umidade foram realizadas três sub amostras de 100 sementes, em estufa a 105°C por 24 horas (Brasil, 2009a), enquanto no teste de dano mecânico foram utilizadas três subamostras de 100 sementes, as quais foram imersas em solução de hipoclorito de sódio e água destilada (Krzyzanowski *et al.*, 2004), adaptando-se a metodologia por meio da utilização de hipoclorito de sódio (2,5%).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e dez repetições para os testes de sanidade, enquanto que para os testes de vigor e germinação foram realizadas quatro repetições. Utilizou-se os tratamentos de sementes: T1 - (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil); T2 - (carbendazim + tiram); T3 - (tiofanato metílico + fluazinam); T4 - (metalaxil-m + fludioxonil); T5 - extrato de bulbos de alho (*Allium sativum*); T6 - extrato de botões florais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*); T7 - extrato de folhas de lobeira (*Solanum lycocarpum*); T8 - (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens*); T9 - (*Trichoderma harzianum*); T10 - testemunha (expostas apenas à água destilada).

Os extratos aquosos foram preparados no próprio laboratório de biologia, a partir de folhas de lobeira, coletadas no município de Ariquemes - RO, no mês de julho do ano de 2021. Após a coleta, o material vegetal foi lavado com água destilada e colocado em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 55°C por 7 dias. Os extratos aquosos de alho foram obtidos a partir de bulbos de alho e o de cravo-da-índia através dos botões florais, a partir de plantas adquiridas no comércio local do município de Ariquemes. Os extratos foram obtidos pela adição de 20 g de cada espécie vegetal utilizada, as quais foram trituradas em liquidificador com 100 ml de água destilada, e autoclavados a 120°C, por 15 minutos, sendo utilizados todos na concentração de 20%. Para o extrato de alho, devido sua termosensibilidade, procedeu-se a filtragem em papel filtro Whatman n° 1.

Os tratamentos com produtos químicos e biológicos, ocorreram de acordo com a recomendação do fabricante, nas seguintes doses por 100 kg de sementes, (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil) e (carbendazim + tiram): 200 ml; (tiofanato metílico + fluazinam):

180 ml; (metalaxil-m + fludioxonil): 100 ml; (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma asperellum* + *Bacillus amyloliquifaciens*): 40 g e *Trichoderma harzianum*: 40 g. Para os extratos aquosos e a testemunha utilizou-se dose correspondente a 200 ml/100 kg de sementes. Para cada tratamento foi separado 2 kg de sementes, as quais foram colocadas em sacos plásticos e submetida aos tratamentos de sementes, por meio da mistura manual, a fim de facilitar a homogeneização. Os tratamentos foram distribuídos sobre as sementes, agitando-se as embalagens por um período de um minuto. Posteriormente as sementes foram acondicionadas sobre papel para secagem na sombra.

No laboratório foram analisados os testes de sanidade, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e germinação, enquanto que no campo avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), percentual de emergência, comprimento das plântulas e incidência de antracnose nas plântulas.

O teste de sanidade foi realizado conforme metodologia do “blotter test” (Neergaard, 1979) com algumas adaptações. Duzentas sementes de cada lote foram distribuídas em caixas do tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), 20 sementes por recipiente, totalizando dez repetições por tratamento. Em cada caixa foi colocado duas folhas de papel filtro, previamente esterilizadas, pré-umedecidas em solução do herbicida 2,4-D a 0,01%, e ágar diluído a 0,2%, para facilitar a fixação das sementes. O teste foi implantado em câmara asséptica e a incubação realizada em câmara BOD, à temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias. Após esse período, as sementes foram examinadas individualmente, e a identificação dos fungos ocorreu com o auxílio de microscópio estereoscópico, através da observação das estruturas morfológicas dos fungos, os quais foram identificados em nível de gênero com o auxílio de bibliografia especializada (Brasil, 2009b). Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência para cada gênero fúngico.

Para o teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 ml de água. As amostras de cada tratamento foram distribuídas de modo a constituir camada única, tomando toda a superfície da tela metálica suspensa no interior de cada caixa. As sementes foram envelhecidas em câmara BOD, a uma temperatura de 41°C por 48 horas (Marcos Filho, 1999). Após este período foi determinado o grau de umidade das sementes, e colocadas para germinar utilizando quatro repetições de 50 sementes, conforme os procedimentos descritos nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009a). A avaliação da germinação foi realizada no oitavo dia após a semeadura e, os resultados, expressos em porcentagem de plântulas normais.

No teste de condutividade elétrica utilizou-se quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, colocadas para embeber em água destilada, durante 24 horas, à uma temperatura de 25°C (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Posteriormente, foi realizada a leitura de condutividade utilizando o condutivímetro digital de bancada modelo DDS- 11C, sendo o valor expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Para o teste de germinação padrão foram utilizadas 200 sementes por tratamento, quatro repetições de 50 sementes, sendo dispostas em papel germitest, umedecido com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Os rolos foram acondicionados em câmara de germinação, a uma temperatura de 25°C. Foi quantificada a porcentagem de plântulas normais, anormais, e sementes não germinadas em cada repetição, no oitavo dia após a instalação do teste, conforme a RAS (Brasil, 2009a).

Para o teste de emergência foram utilizadas 400 sementes por tratamento, quatro repetições de 100 sementes, as quais foram semeadas em linhas de 1,5 m de comprimento, espaçamento de 0,25 m e profundidade de 3 cm. A plântula foi considerada emergida quando apresentou os cotilédones acima da superfície do solo. Durante a condução do teste, a área foi irrigada, mantendo-se turno de rega de dois dias. A contagem final da emergência foi realizada aos dez dias após a semeadura, expressando-se o resultado em porcentagem de emergência. Foi analisado nesse período, o índice de velocidade de emergência (IVE), efetuando-se contagens diárias, a partir da primeira semente emergida, até sua estabilização, sendo calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

Ao final do teste de emergência foi analisada todas as plântulas e quantificada a incidência de sintomas da doença antracnose. Foi mensurado ainda, o comprimento das plântulas, quantificando separadamente o comprimento de raiz, da parte aérea e a massa seca. Foi coletado cinco plântulas normais em cada repetição, mensurando-se, com auxílio de régua graduada, o comprimento da raiz primária e da parte aérea das plântulas, sendo os resultados expressos em cm/plântula. O material, de cada repetição, foi acondicionado em saco de papel kraft, e em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 55°C, até obtenção de massa constante. Posteriormente o material foi pesado, e os resultados médios obtidos expressos em g/plântula.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do programa estatístico SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise inicial das sementes demonstrou valores de umidade de 9,74% e massa de mil sementes de 204,35 g. Os níveis de umidade dos lotes de sementes salvas analisados por Bellé *et al.* (2016) apresentaram resultados superiores, entre 14 a 14,90%. A redução no teor de água pode ser relacionada com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas, uma vez que o tipo de embalagem utilizada permitiu a troca de vapor d'água com o ambiente, o que ocorreu em razão das sementes serem higroscópicas, sujeitas aos processos de sorção, ou seja, seu teor de água está sempre em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar (Smaniotto *et al.*, 2014). Em ambiente refrigerado, a redução pode ser ainda maior no teor de umidade da soja, devido a ocorrência de secagem da camada superficial das sementes durante o processo de resfriamento artificial, pois, a umidade relativa do ar de resfriamento não seria controlada pelo equipamento (Demito e Afonso, 2009).

Quanto aos danos mecânicos, os valores obtidos no teste de hipoclorito de sódio indicaram 14% para danos aparentes e 15% após as sementes serem submetidas a embebição. Bellé *et al.* (2016) ao avaliarem os percentuais do dano mecânico em diferentes lotes de sementes salvas obtiveram resultados de 53,75 à 80,50% de dano, atribuindo o fato à colheita das sementes com umidade inadequada, má regulagem da colhedora, problemas de excesso de temperatura na secagem e condições de armazenamento. De acordo com Krzyzanowski *et al.* (2004), sementes embebidas que apresentam danos acima de 10%, indicam sementes muito danificadas e com baixo potencial fisiológico.

Os principais fungos associados às sementes de soja foram *Aspergillus* spp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. (Tabela 1). Destaca-se os elevados percentuais de *Cladosporium* sp. e os fungos de armazenamento *Aspergillus* spp. e *Penicillium* que apresentaram 72, 61 e 85% de incidência na testemunha, respectivamente. Dentre os fungos fitopatogênicos identificados, a maior incidência foi observada para *Fusarium* sp. com 7,5% na testemunha, enquanto a menor incidência, para *Cercospora kikuchii* com 3,5% nos tratamentos testemunha e extrato de cravo-da-índia. Vale salientar que fungos do gênero *Rhizopus* sp. e *Nigrospora* sp. foram identificados em baixa incidência, e de acordo com Goulart (2018) esses fungos são comumente encontrados em sementes de soja como contaminantes, considerados sem importância econômica nas sementes.

Tabela 1. Incidência de fungos (%) associados às sementes salvas de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos	Incidência Fúngica (%)				
	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Cercospora</i> <i>kikuchii</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> spp.
Piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil	10,0 d	2,5 a	90,0 a	9,5 b	12,0 c
Carbendazim + tiram	7,0 d	0,0 b	0,0 g	0,5 d	2,0 e
Tiofanato metílico + fluazinam	8,0 d	0,0 b	0,0 g	15,0 a	0,0 f
Metalaxil-m + fludioxonil	22,5 c	0,0 b	36,5 d	3,0 c	10,5 c
Extrato de alho	62,5 a	0,5 b	32,0 d	3,5 c	82,0 a
Extrato de cravo-da-índia	56,5 a	3,5 a	13,5 e	3,5 c	70,5 b
Extrato de lobeira	62,0 a	0,5 b	44,5 c	8,5 b	62,5 b
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)					
(<i>Trichoderma harzianum</i>)	46,5 b	0,5 b	0,0 g	1,0 d	6,5 d
Testemunha	61,0 a	3,5 a	72,0 b	7,5 b	85,0 a
Média Geral (%)	40,25	1,40	29,30	5,45	39,50
CV (%)	10,41	37,33	12,19	29,16	9,81

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **Dados transformados ($\sqrt{x+1}$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os tratamentos avaliados apenas três produtos reduziram a incidência de todos os patógenos quando comparados à testemunha, carbendazim + tiram, *T. harzianum* e metalaxil-m + fludioxonil. A redução observada para os fungos *Aspergillus* sp., *C. kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. foi de 88,5, 100,0, 100,0, 93,3 e 97,6% com a utilização de carbendazim + tiram, respectivamente, de 23,8, 85,7, 100,0, 86,7 e 92,3% para *T. harzianum* e de 63,1, 100,0, 49,3, 60,0 e 87,6% com o uso de metalaxil-m + fludioxonil. O tratamento de sementes com tiofanato metílico + fluazinam proporcionou elevado controle dos patógenos, registrando-se 100,0% para *C. kikuchii*, *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. e de 86,9% para *Aspergillus* sp., todavia, não foi efetivo no controle de *Fusarium* sp.

Araújo *et al.* (2021), ao avaliarem o uso de carbendazim + tiram em sementes de pinhão-mansó obtiveram controle de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. e *Cladosporium* spp., destacando que o modo de ação desse fungicida parece

atuar no controle da transmissão de fungos para as plântulas. Rampim *et al.* (2016) ao utilizar metalaxil-m + fludioxonil no tratamento de sementes salvas de soja, constataram que o fungicida exerceu controle sobre *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., sem, no entanto, controlar o fungo *Cladosporium* sp. Ao avaliarem a eficiência de diferentes concentrações de *T. harzianum* em sementes de milho, Bezerra *et al.* (2022), constataram que todos os tratamentos foram eficazes quando comparados com a testemunha no controle de *Aspergillus* sp., *A. niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., sendo as concentrações de 2,5; 3; 3,5 e 4 g as que apresentaram maior eficiência.

As menores incidências de *Fusarium* sp. nas sementes de soja foram observadas com os tratamentos carbendazin + tiram e *T. harzianum*, 0,5 e 1%, respectivamente, não diferindo entre si estatisticamente. Pascuali *et al.* (2018) observaram que o tratamento de sementes de soja com carbendazim + tiram reduziu a zero as incidências de *Fusarium* spp. e *Phomopsis phaseoli* var. *sojae*, os quais apresentavam índices de 14,3 e 46,5%, respectivamente. Carvalho *et al.* (2011) utilizaram diferentes cepas de *T. harzianum* no controle de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* em sementes de feijão, e embora nenhuma delas tenham apresentado resultados similares ao fungicida químico, os isolados apresentaram redução na incidência do patógeno em valores que variaram de 35 a 51%, quando comparada à testemunha.

O uso do produto químico, piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, proporcionou redução significativa dos fungos de armazenamento, no entanto, para *C. kikuchii* e *Fusarium* spp. a incidência foi semelhante à testemunha, demonstrando baixa eficiência em relação a esses patógenos. Resultados semelhantes foram encontrados por Gaban *et al.* (2020), ao avaliarem a eficiência do produto em sementes de soja, na mesma dose de 200 ml / 100 kg de semente, e relataram resultados semelhantes à testemunha no controle de *Fusarium*. Já Bersch *et al.* (2021), ao realizarem o tratamento de sementes de milho doce, com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil na dose de 250 ml / 100 kg de sementes, resultou em redução na incidência de *Fusarium* sp.

Foi observado que os produtos químicos contendo o princípio tiofanato metílico, resultaram no menor controle de *Fusarium* spp. Segundo González-Oviedo *et al.* (2022) cepas de *F. oxysporum*, patogênicas e não patogênicas de baunilha (*Vanilla planifolia*), foram altamente resistentes ao tiofanato metílico. Como resultado do uso repetido de fungicidas do grupo benzimidazol para controlar o fungo do gênero *Fusarium*, numerosos casos de geração de resistência foram relatados em várias formas especiais de *F. oxysporum* (Arie, 2019).

A utilização dos extratos de alho e cravo-da-índia também resultaram na redução da incidência de *Fusarium* spp. nas sementes, não diferindo estatisticamente do controle químico com metalaxil-m + fludioxonil e do biológico com *T. harzianum* + *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens*. O extrato de alho também promoveu a redução na incidência de *C. kikuchii* e *Cladosporium* sp., enquanto o cravo-da-índia obteve resultados promissores no controle de *Penicillium* sp. e principalmente de *Cladosporium* sp. Venturoso *et al.* (2011), na mesma concentração de 20%, verificaram que os extratos de alho e cravo-da-índia, em teste *in vitro*, exerceram redução do crescimento micelial de *Fusarium solani* e *Cercospora kikuchii*, sendo o cravo mais efetivo, não permitindo o crescimento de ambos os patógenos, enquanto que o extrato de alho apresentou a mesma efetividade apenas para *C. kikuchii*.

O tratamento biológico utilizando micro-organismos associados (*T. harzianum* + *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens*) não exerceu o mesmo efeito quando comparado ao tratamento apenas com *T. harzianum*, evidenciando pouca ação sinérgica no tratamento de sementes de soja quando os agentes de biocontrole foram aplicados de forma conjunta. Os mecanismos de ação dos diferentes micro-organismos antagonistas podem não ser excludentes, mas atuarem sinérgicamente no controle de patógenos e na promoção do crescimento (Machado *et al.*, 2012). No entanto, mais estudos em relação a combinação de diferentes agentes de biocontrole na cultura da soja devem ser realizados. Os resultados diferem de Srivastava *et al.* (2010), que estudaram a utilização do consórcio de três bioagentes, *T. harzianum* e *Pseudomonas fluorescences* no tratamento de sementes de tomate e posterior inoculação com *Glomus intraradices* no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, e relataram a supressão na incidência da doença, contribuindo no sustento e na promoção de crescimento da cultura através de propriedades promotoras de crescimento e absorção de nutrientes.

A incidência do fungo *Colletotrichum* no teste de patologia de sementes foi baixa, todavia, no teste de emergência a campo foi verificada elevada incidência de antracnose nos cotilédones da soja, em média de 54,25% (Tabela 2). Esse fato pode estar associado à localização do fungo nas sementes, alojando-se de forma mais profunda nas mesmas, o que dificultaria seu controle pelos tratamentos adotados. Foi verificado que os tratamentos com *T. harzianum* + *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* e metalaxil-m + fludioxonil proporcionaram as menores incidências da doença.

Com o objetivo de avaliar o efeito de fungicidas aplicados em tratamentos de sementes de soja no controle de antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*), Mendes *et al.* (2014), verificaram que todos os fungicidas testados reduziram a incidência do fungo, em

relação à testemunha, contudo, o patógeno não foi totalmente erradicado das sementes da soja, relatando-se melhor eficiência em laboratório dos tratamentos com carboxin + thiram, carbendazim + thiram e tolylfluanid, com valores de 5,7, 5,5 e 2,0%, respectivamente. Enquanto que no campo foi observado nos mesmos tratamentos, maior porcentagem de plântulas com sintomas de antracnose, 30,5, 6,5 e 3,0%. Ao avaliar a eficiência de diferentes programas de fungicidas na redução da incidência e perdas na produtividade devido à ocorrência da antracnose na soja, Oliveira *et al.* (2021), observaram incidência de antracnose no estádio V6 de soja, tanto em sementes inoculadas quanto nas não inoculadas com o patógeno, e no estádio R6 foi relatado 100% de incidência da doença em todos os tratamentos utilizados.

Tabela 2. Incidência de antracnose (*Colletotrichum* spp.) em plântulas de soja proveniente de sementes salvas submetidas a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos	Incidência de antracnose (%)
Piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil	52,44 c
Carbendazim + tiram	48,54 c
Tiofanato metílico + fluazinam	48,91 c
Metalaxil-m + fludioxonil	44,53 d
Extrato de alho	64,51 a
Extrato de cravo-da-índia	56,08 b
Extrato de lobeira	63,77 a
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	44,07 d
<i>Trichoderma harzianum</i>	61,71 a
Testemunha	57,92 b
Média Geral (%)	54,25
CV (%)	6,61

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **Ddados transformados ($\sqrt{x+1}$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

No teste de germinação padrão foi observado que a utilização de todos os produtos químicos e alternativos proporcionaram melhorias no percentual de germinação das sementes de soja, quando comparadas às testemunha, todavia, para os produtos biológicos o desempenho não foi o mesmo, se mantendo semelhante à testemunha com o uso de *Trichoderma harzianum* e com valores inferiores quando as sementes foram tratadas associando-se os micro-organismos *T. harzianum* + *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens* (Tabela 3). A maior média de germinação

foi observada com o uso de carbendazim + tiram, 94,5%, seguido de tiofanato metílico + fluazinam e cravo-da-índia com 90,5%. Resultados semelhantes foram observados por Pereira *et al.* (2009), os quais verificaram que sementes tratadas com fungicidas obtiveram maiores porcentagens de germinação em relação às sementes não tratadas.

Tabela 3. Percentual de germinação e vigor de sementes salvas de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos	Germ. (%)	Germ. EA (%)	Emerg (%)	IVE	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
Piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil	87,0 c	73,5 b	84,5 a	16,7 a	127,8 c
Carbendazim + tiram	94,5 a	51,0 e	83,0 a	16,0 b	142,2 b
Tiofanato metílico + fluazinam	90,5 b	68,5 c	63,3 e	12,9 d	149,7 a
Metalaxil-m + fludioxonil	86,0 c	78,0 a	87,5 a	17,5 a	132,4 c
Extrato de alho	84,0 c	32,5 f	73,5 c	14,8 c	124,4 c
Extrato de cravo-da-índia	90,5 b	29,5 g	73,0 c	15,3 b	135,5 c
Extrato de lobeira	84,5 c	57,0 d	68,5 d	14,1 c	140,3 b
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	74,5 e	35,5 f	70,3 c	14,6 c	134,1 c
<i>Trichoderma harzianum</i>	79,0 d	26,0 g	78,8 b	16,1 b	129,0 c
Testemunha	79,0 d	59,0 d	74,3 c	16,0 b	127,8 c
CV (%)	2,97	5,46	3,94	4,73	4,18

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** Germ: germinação padrão; Germ. EA: germinação após o envelhecimento acelerado; Emerg: emergência a campo; IVE: índice de velocidade de emergência; CE: condutividade elétrica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No teste de envelhecimento acelerado não foi constatado percentual de germinação superior a 80% para nenhum dos tratamentos analisados. Deve-se destacar, entretanto, o desempenho nas sementes tratadas com metalaxil-m + fludioxonil, piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil e tiofanato metílico + fluazinam que resultaram em germinação superior a testemunha. Ao avaliarem cinco lotes de sementes salvas das cultivares BMX Energia e NS 4823 em comparativo a sementes comerciais, Bellé *et al.* (2016) verificaram que as sementes salvas demonstraram resultados inferiores no teste de envelhecimento acelerado, obtendo germinação entre 21 a 51,5% para ambas cultivares, enquanto a germinação das sementes comerciais resultou em uma média de 92,2%.

Silva *et al.* (2010), avaliando diferentes tempos de exposição no teste de envelhecimento acelerado em sementes de soja, observaram que a cultivar IAC-15 foi a que obteve a menor média de germinação quando comparada as outras cultivares no teste. Os autores associaram o resultado à ocorrência de fungos, como *Phomopsis* e/ou *Fusarium*, os quais podem ter reduzido de forma drástica seu desempenho, sendo esta a cultivar com a maior média de sementes infeccionadas. No presente estudo a maior incidência de *Fusarium* sp. foi observada no tratamento contendo tiofanato metílico + fluazinam, e com exceção ao envelhecimento acelerado, nos demais testes de vigor, o tratamento apresentou resultados inferiores a testemunha.

Foi observado que a utilização dos tratamentos metalaxil-m + fludioxonil, piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, carbendazim + tiram e *Trichoderma harzianum* proporcionaram incrementos na emergência de plantas em relação à testemunha, destacando-se os três primeiros que apresentaram emergência superior a 80%. Para o índice de velocidade de emergência (IVE) apenas os tratamentos à base de metalaxil-m + fludioxonil e piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil apresentaram resultados significativamente superior à testemunha. Para Wendt *et al.* (2017), o estabelecimento de um estande de plântulas a campo tende a ser diretamente proporcional a velocidade de emergência e de crescimento de suas partes.

Verificou-se redução no vigor das sementes com os tratamentos à base de tiofanato metílico + fluazinam e extrato de lobeira, os quais apresentaram os menores valores de emergência e IVE. A redução na emergência com o tiofanato metílico + fluazinam corrobora com os resultados encontrados por Pereira *et al.* (2009), onde constataram redução no IVE e emergência, diminuindo o desempenho das sementes de soja e o crescimento das plantas quando as sementes foram tratadas com tiofanato metílico, o que estaria associado a fitotoxidez desse fungicida sobre as sementes. A mesma situação pode ter ocorrido para o extrato de lobeira, devido ao seu efeito alelopático, conforme relatado por Oliveira *et al.* (2012), onde sementes de tomate e agrião, demonstraram sensibilidade na germinação devido os compostos presentes nos extratos e frações da folha de lobeira, sendo que a inibição na germinação do tomate alcançou 80%, mesmo na menor concentração (200 ppm).

Da mesma forma como observado para a análise sanitária das sementes, também para o vigor, o tratamento biológico com *T. harzianum* obteve melhor desempenho quando comparado ao tratamento associado de duas espécies de *Trichoderma* e o *Bacillus*, demonstrando redução da qualidade fisiológica com a utilização deste último. A eficácia de

microrganismos em relação a germinação de plântulas normais, depende diretamente da espécie a qual estaria sendo feita a associação, pois a incompatibilidade de atuação de ambos os microrganismos nesta fase inicial de desenvolvimento, pode influenciar no estabelecimento da cultura (Korber *et al.*, 2021).

Com relação a condutividade elétrica, observou-se o maior valor para tiofanato metílico + fluazinam, seguido dos tratamentos com carbendazim + tiram e extrato de lobeira, os quais foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos estudados. Enfatiza-se que o tratamento contendo tiofanato metílico + fluazinam proporcionou a maior condutividade elétrica e os menores valores de emergência e índice de velocidade de emergência. As sementes de soja de maior vigor, apresentam menor condutividade elétrica quando comparadas com sementes de nível de vigor inferior (Santin e Aguiar, 2023). Assim os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicando alto potencial fisiológico (maior vigor), revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células (Vieira *et al.*, 2002).

Com relação aos dados de comprimento e massa de plântulas foi constatado que apenas os tratamentos com tiofanato metílico + fluazinam e metalaxil-m + fludioxonil apresentaram resultados superiores à testemunha para o comprimento da parte aérea e raiz e massa fresca e seca de plântulas, sendo que para o CR os resultados proporcionados pelo tratamento com metalaxil-m + fludioxonil foram superiores a todos os demais tratamentos (Tabela 4). Costa *et al.* (2018) também verificaram que esse fungicida melhorou o crescimento das plântulas de soja. Embora o tiofanato metílico + fluazinam tenha apresentado bons resultados na pesquisa, Pereira *et al.* (2009) relataram que o tratamento com tiofanato metílico reduziu significativamente o comprimento das plantas e a matéria seca em comparação com sementes não tratadas.

Os extratos naturais apresentaram resultados competitivos, mostrando que o uso de produtos alternativos pode ser eficaz no incremento de massa vegetal e promoção do crescimento das plântulas, sendo verificado que os extratos de alho, cravo-da-índia e lobeira obtiveram massa seca de plântulas superior aos produtos químicos piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil e carbendazim + tiram. Esse desempenho não foi observado nos trabalhos de Silva *et al.* (2019), os quais relataram que os extratos de alho e cravo-da-índia não influenciaram na transferência de reservas das sementes para as plântulas de arroz, sendo os valores de massa seca da parte aérea e radicular semelhantes aos da testemunha.

Tabela 4. Comprimento da parte aérea (CPA), de raiz (CR), massa fresca (MFP) e seca de plântulas (MSP) de sementes salvas de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos	CPA (cm)	CR (cm)	MFP (g)	MSP (g)
Piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil	14,2 a	12,6 c	3,05 a	0,30 b
Carbendazim + tiram	13,9 a	12,4 c	2,99 b	0,28 b
Tiofanato metílico + fluazinam	14,2 a	14,0 b	3,23 a	0,31 a
Metalaxil-m + fludioxonil	13,9 a	15,6 a	3,26 a	0,32 a
Extrato de alho	13,3 b	14,2 b	3,18 a	0,33 a
Extrato de cravo-da-índia	13,5 a	13,1 c	3,17 a	0,33 a
Extrato de lobeira	13,2 b	14,4 b	3,16 a	0,31 a
<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	12,7 b	14,1 b	2,99 b	0,29 b
<i>Trichoderma harzianum</i>	13,6 a	14,0 b	2,80 b	0,29 b
Testemunha	12,7 b	13,4 c	2,77 b	0,28 b
CV (%)	3,69	5,97	5,51	6,99

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tratamento com *Trichoderma harzianum* superou a testemunha no comprimento da parte aérea e de raiz, enquanto *Trichoderma harzianum* + *T. asperellum* + *Bacillus amyloliquefaciens* apenas no comprimento radicular. De modo geral, os tratamentos biológicos apresentaram desempenho inferior quando comparados aos tratamentos químicos e alguns extratos naturais. Resultados semelhantes foram verificados por Sá *et al.* (2024), que, ao avaliarem três espécies de *Trichoderma*, não encontraram diferenças estatísticas na massa seca da raiz e na massa seca da parte aérea. Enquanto na pesquisa de Jacques *et al.* (2021), foram observados maiores valores para massa fresca e seca da parte aérea e comprimento da raiz em plantas inoculadas com *Trichoderma* e *Bradyrhizobium*. A combinação sinérgica desses microrganismos pode ter promovido maior crescimento das raízes e da parte aérea das plantas de soja, em contraste com o *B. japonicum* isolado, que apresentou resultados inferiores à testemunha.

4 CONCLUSÃO

A utilização dos tratamentos proporciona redução da incidência fúngica nas sementes

salvas de soja, com destaque para o fungicida carbendazin + tiram.

A maior incidência de *Colletotrichum* ocorre nos cotilédones das plântulas provenientes de sementes salvas de soja.

O tratamento de sementes com os fungicidas piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil e metalaxil-m + fludioxonil resulta em melhorias na qualidade fisiológica e no vigor das sementes salvas de soja.

As sementes salvas apresentam micoflora diversificada, *Aspergillus* spp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., constituindo-se em um material com elevado risco de introdução e disseminação de doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; PINTO, C. M. F. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de pinhão-manso submetidas a tratamentos alternativos e químico, e ao armazenamento. *Summa Phytopathologica*. Botucatu, v.47, n.3, p.173-179, 2021.
- ARIE T. *Fusarium* diseases of cultivated plants, control, diagnosis, and molecular and genetic studies. *Journal of Pesticide Sciences*, v.44, n.4, p.275-281, 2019.
- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; KUHN, P. R.; MIGLIORINI, P.; SANGIOGO, M.; KOCH, F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região norte do Rio Grande do Sul. *Revista Agrarian*, Dourados, v.9, n.31, p.1-10, 2016.
- BERSCH, I. R.; FIGUEIREDO, J. C.; ROSSETTI, C.; SILVA, J. B.; ALMEIDA, A. S.; RODRIGUES, D. B. Sementes de milho doce tratadas: substratos para o teste de germinação e sanidade. *Research, Society and Development*, v.10, n.13, p.1-11, 2021.
- BEZERRA, M. C. L.; GOMES, R. D. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; RODRIGUES, R. M.; SILVA, T. B. M.; MEDEIROS, J. G. F. Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*. *Nativa*, Sinop, v.10, n.1, p.69-73, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Manual de Análise Sanitária de Sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 200p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 399p.
- CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v.36, n.1, p.28-34, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/2023: Décimo segundo levantamento*, v.10, n.12, 2022. 111p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 07 mar. 2024.
- COSTA, E. M.; NUNES, B. M.; VENTURA, M. V. A.; ARANTES, B. H. T.; MENDES, G. R. Efeito fisiológico de inseticidas e fungicida sobre a germinação e vigor de sementes de soja (*Glycine max* L.). *Científic@ Multidisciplinary Journal*, v.5, n.2, p.77-84, 2018.
- COSTA, N. P. D.; MESQUITA, C. D. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*. Londrina, v.25, n.1, p.128-132, 2003.
- DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.17, n.1, 7-14, 2009.

- ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. *GeoTextos*, Bahia, v.11, n.1, p.217-238, 2015.
- GABAN, G.; RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, G. Z.; MACHADO, C. G.; CARNEIRO, L. C.; CRUZ, S. C. S. Treatment of soybean seeds to control pathogenic fungi and maintain physiological quality. *Científica*, Jaboticabal, v.48, n.3, p.243-249, 2020.
- GONZÁLEZ-OVIEDO, N. A.; IGLESIAS-ANDREU, L. G.; FLORES-DE LA ROSA, F. R.; RIVERA-FERNÁNDEZ, A.; LUNA-RODRÍGUEZ, M. Análisis genético de la resistencia a fungicidas en *Fusarium oxysporum* asociado a *Vanilla planifolia*. *Mexican Journal of Phytopathology*, Texcoco, v.40, n.3, p.330-348, 2022.
- GOULART, A. C. P. *Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle*. 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 71p.
- GUSMÃO, J. R.; RODRIGUES, A. A. C.; LIMA MELO, L. G.; SILVA, E. K. C.; OLIVEIRA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. C. S. A.; BRAUN, H. The use of plant extracts in anthracnose control in species of Heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Golden Torch and *Heliconia rostrata*). *African Journal of Agricultural Research*, v.13, n.48, p.2763-2770, 2018.
- JACQUES, A. P.; MARTINS, M. P.; SANTANA, A. B.; CHIQUETO, G. S. G.; FERRARI NETO, J.; ULHOA, C. J.; COSTA, F. A. Isolados nativos de *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento na fase inicial da cultura da soja. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.11, p.108150-108166, 2021.
- JUHÁSZ, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, v.34, n.276, p.66-75, 2013.
- KORBER, Â. H. C.; KORBER, L. P. P.; GRANGE, L.; KLAHOLD, C. A. Eficiência de produtos biológicos na coinoculação de sementes de soja. *South American Sciences*, v.2, n.2, p.1-17, 2021.
- KRZYZANOWSKI, C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. *Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4p. (Circular Técnica, 37).
- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, Portugal, v.35, n.1, p.274-288, 2012.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p.1-21.
- MEDEIROS, J. G. F.; ARAUJO NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C. D.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos

vegetais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.26, n.1, p.47-58, 2016.

MENDES, S.; MARIANO, D. C.; MOREIRA, A. J. F.; OLIVEIRA NETO, C. F.; OKUMURA, R. S. Tratamento de sementes de soja no controle da antracnose. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v.10, n.18, p.2877-2886, 2014.

MNIF, I.; GHRIBI, D. Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. *Crop Protection*, v.77, n.11, p.52-64, 2015.

NEERGAARD, P. *Seed pathology*. London: MacMillan, 1979. v.1, 839p.

OLIVEIRA, L. F.; BONALDO, S. M.; PEREIRA, C. S.; FIORINI, I. V. A.; BELUFI, L. M. R.; PITTELKOW, F. K. Programas de fungicidas no controle de antracnose na cultura da soja. *TECNO-LÓGICA*, Santa Cruz do Sul, v.25, n.2, p.209-220, 2021.

OLIVEIRA, S. C. C.; GUALTIERI, S. C. J.; DOMÍNGUEZ, F. A. M.; MOLINILLO, J. M. G.; MONTOYA, R. V. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (*Solanaceae*) e sua aplicação na alelopatia. *Acta Botânica Brasílica*, v.26, n.3, p.607-618, 2012.

PASCUALI, L. C.; CARVALHO, J. W. P.; SOUZA, A. A.; GONÇALES, L. R. B.; SILVA FILHO, A. Atividade de bioextratos no desenvolvimento de *Phomopsis phaseoli* var. *sojae*, *Fusarium* sp. e no tratamento de sementes de soja. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v.11, n.2, p.457-478, 2018.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.1, p.158-164, 2011.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; ROSA, M. C. M.; OLIVEIRA, G. E.; COSTA NETO, J. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.9, p.2390-2395, 2009.

RAMPIM, L.; LIMA, P. R.; HERZOG, N. F. M.; ABUCARMA, V. M.; MEINERS, C. C.; LANA, M. C.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja comercial e salva. *Scientia Agraria Paranaensis*, Marechal Cândido Rondon, v.15, n.4, p.476-486, 2016.

SÁ, R. A.; COSTA, A. C. T.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; ALBRECHT, L. P. *Trichoderma* na promoção de crescimento da cultura da soja na região oeste do Paraná. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v.17, n.1, p.1194-1208, 2024.

SAN AYE, S.; MATSUMOTO, M. Effect of some plant extracts on *Rhizoctonia* spp. and *Sclerotium hydrophilum*. *Journal of Medicinal Plants Research*, v.5, n.16, p.3751-3757, 2011.

SANTIN, G.; AGUIAR, G. A. Avaliação de vigor de sementes de soja através do teste de condutividade elétrica. *Revista Científica Rural*, Bagé, v.25, n.1, p.179-192, 2023.

SEDAM. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental. *Boletim climatológico de Rondônia - 2010*. v. 12. Porto Velho: COGEO: SEDAM, 2012. 34p.

SILVA, I. N.; CHRIST, A. J.; SILVA, S. S.; CARVALHO, J. W. P.; PASCUALI, L. C. Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com óleos essenciais e extratos vegetais. *Revista Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v.11, n.3, p.259-271, 2019.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.26, n.5, p.755-762, 2010.

SILVA, M. G. N.; MEDEIROS, J. J. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; RODRIGUES, R. M.; SILVA, J. V. B.; PRESTON, H. A. F.; FEITOSA, S. S. Extratos vegetais de angico e pau-ferro no controle de fitopatógenos e na fisiologia de sementes desoja. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, n.8, p.63012-63024, 2020.

SILVA, R. G. C. A regionalização do agronegócio da soja em Rondônia. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, v.18, n.2, p.298-312, 2014.

SMANIOTTO, T. A. D. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A.; OLIVEIRA, D. E.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, p. 446-453, 2014.

SRIVASTAVA, R.; KHALID, A.; SINGH, U. S.; SHARMA, A. K. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biological Control*, v.53, n.1, p.24-31, 2010.

TOZZO, A. G.; PESKE, T. Qualidade fisiológica de sementes de soja comerciais e de sementes salvas. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.30, n.2, p.12-18, 2008.

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.37, n.1, p.18-23, 2011.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. *Teste de condutividade elétrica*. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p.1-26.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.

WENDT, L.; MALAVASI, M. M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JUNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.12, n.2, p.166-171, 2017.