



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

MATHEUS VIEIRA COSTA

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
INSUMOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS**

LAGOA DA CONFUSÃO / TO

2025

MATHEUS VIEIRA COSTA

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
INSUMOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Agrônoma do
Campus Lagoa da Confusão do IFTO como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônoma.

Orientador: Dr. Edmar Vinícius de Carvalho
Coorientador: Dr^a. Patrícia Resplandes Rocha

LAGOA DA CONFUSÃO / TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C838d Costa, Matheus Vieira
DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA
TRATADAS COM INSUMOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS / Matheus
Vieira Costa. – Lagoa da Confusão, TO, 2025.
24 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2025.

Orientador: Dr. Edmar Vinícius de Carvalho
Coorientador: Dr. Patricia Resplandes Rocha Dos Santos

1. tratamento de sementes. 2. germinação. 3. substratos. I. de Carvalho,
Edmar Vinícius. II. Resplandes Rocha Dos Santos, Patricia. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Reitoria
Campus Lagoa da Confusão
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSUMOS QUÍMICO E BIOLÓGICOS"

AUTOR (A): Matheus Vieira Costa
ORIENTADOR (A): Edmar Vinicius de Carvalho
CO-ORIENTADOR (A): Patrícia Resplandes Rocha dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Lagoa da Confusão, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Edmar Vinicius de Carvalho
Orientador

Patrícia Resplandes Rocha dos Santos
Co-orientadora - Avaliadora 1

Ana Licia Leão Ferreira
Avaliador 2

Joao Paulo de Oliveira Santos
Avaliador 3

Aprovado em 27 de junho de 2025.

Dedico este trabalho: À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, com todo o meu carinho e gratidão, à minha mãe, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por ser minha base em todos os momentos.

À minha família, pelo incentivo, compreensão e por sempre estarem ao meu lado durante essa caminhada.

Em especial, agradeço ao professor Edmar, pela orientação, dedicação e por acreditar no meu potencial, sendo peça fundamental nesta trajetória.

À equipe do Projeto GDSM, pelo acolhimento, aprendizado e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

E não menos importante, ao IFTO – Campus Lagoa da Confusão, que foi mais do que uma instituição de ensino: foi minha casa, meu refúgio e palco de tantas experiências marcantes ao longo desses anos.

RESUMO

O tratamento de sementes é uma prática essencial para garantir o estabelecimento inicial e o sucesso produtivo da cultura da soja. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes da cultivar 80I82 RSF IPRO submetidas a sete tratamentos, incluindo controle, produtos químicos e biológicos. As avaliações foram conduzidas conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS), tendo como base os substratos de areia e solo, analisando germinação, índice de velocidade de emergência (IVE) e vigor. O tratamento T5, à base de *Fludioxonil* + *Metalaxil-M*, apresentou desempenho superior em praticamente todas as variáveis, destacando-se pela alta taxa de germinação (90%), vigor elevado (82%) e menor incidência de plântulas anormais (6%). O tratamento biológico com *Bacillus amyloliquefaciens* (T3) também obteve bons resultados na germinação (87%), vigor (83%) e baixa porcentagem em plântulas anormais (5%), evidenciando seu potencial como alternativa sustentável ao tratamento químico. Já o tratamento com *Trichoderma harzianum* (T7) foi o menos eficiente, apresentando baixos índices de plântulas normais (79%) e maior mortalidade de sementes (8%). Os resultados demonstram que a escolha criteriosa do tratamento de sementes, é decisiva para o sucesso do estabelecimento das plântulas à campo.

Palavras-Chave: germinação, tratamento de sementes, substratos, 80I82 RSF IPRO

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

Seed treatment is an essential practice to ensure the initial establishment and productive success of soybean crops. This study aimed to evaluate the physiological performance of seeds from the 80I82 RSF IPRO cultivar subjected to seven treatments, including a control, chemical, and biological products. Assessments were carried out according to the Rules for Seed Testing (RAS), using sand and soil substrates, and included evaluations of germination, emergence speed index (ESI), and vigor. Treatment T5, based on Fludioxonil + Metalaxyl-M, showed superior performance in almost all variables, standing out for its high germination rate (90%), strong vigor (82%), and lower incidence of abnormal seedlings (6%). The biological treatment with *Bacillus amyloliquefaciens* (T3) also achieved good results, with germination at 87%, vigor at 83%, and a low percentage of abnormal seedlings (5%), highlighting its potential as a sustainable alternative to chemical treatment. In contrast, the treatment with *Trichoderma harzianum* (T7) was the least efficient, showing the lowest rate of normal seedlings (79%) and the highest seed mortality (8%). The results demonstrate that the careful selection of seed treatment is crucial for the successful establishment of seedlings in the field.

Keywords: Germination, seed treatment, substrates, 80I82 RSF IPRO

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição da qualidade inicial do lote	15
Tabela 2 – Descrição dos tratamentos avaliados.....	15
Tabela 3 – (IVE) Índice velocidade emergência areia; (PN) Areia plântulas normais; (PFO) Plântulas fortes areia; (PFR) Plântulas fracas areia; (PAN) Plântulas anormais areia; (SM) Sementes morta areia	17
Tabela 4 – (IVe) Índice velocidade emergência solo; (PN) Solo plântulas normais; (PFO) Plântulas fortes solo; (PFR) Plântulas fracas solo; (PAN) Plântulas anormais solo; (SM) Sementes morta solo	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA	15
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
5	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A produção de soja no Brasil tem apresentado crescimento exponencial nos últimos anos. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a área plantada na safra 2024/2025 foi de 81,6 milhões de hectares, com destaque para o estado do Tocantins, que cultivou aproximadamente 1,14 milhão de hectares. Esse aumento na área cultivada reflete a importância da soja para a economia brasileira e, consequentemente, eleva a demanda por sementes de alta qualidade.

O município de Lagoa da Confusão - TO destaca-se na produção de sementes de soja, com uma média superior a 1.224,55 hectares de área plantadas no período de maio a agosto, conforme dados do Painel de Sementes do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2025).

A produção de sementes exige elevados padrões de qualidade, os quais são assegurados por meio de testes que avaliam tanto a germinação quanto o vigor. De acordo com Marcos Filho (1987), esses testes são fundamentais para estimar o desempenho fisiológico das sementes sob diferentes condições de armazenamento e cultivo.

O teste de germinação avalia o potencial máximo das sementes em condições ideais de temperatura, umidade e luz, fornecendo uma estimativa do número de sementes capazes de originar plântulas normais (Brasil 2025). Já os testes de vigor permitem detectar diferenças fisiológicas entre lotes com germinação semelhante, indicando a capacidade das sementes de emergir e se desenvolver em condições adversas (Marcos Filho 2015). Esses testes podem incluir avaliações como a primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência em campo ou em substrato de solo. Assim, a associação entre testes de germinação e vigor fornece uma visão mais completa da qualidade fisiológica das sementes.

Esses procedimentos garantem que os lotes comercializados atendam aos requisitos legais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e abastecimento (MAPA), especialmente aqueles descritos na Instrução Normativa nº 45/2013, que define os padrões mínimos de germinação, pureza e tolerância para sementes comerciais. Por exemplo, a germinação mínima exigida para sementes básicas é de 75%; C1 e C2 (Certificadas de primeira e segunda geração): 80% e para as da classe S1 e S2 (sementes de origem conhecida ou não certificadas): 80%. Ainda, a norma estabelece que os resultados dos testes de germinação têm validade de seis meses e a reanálise deve ser feita em três meses, quando houver.

Essa prática é essencial, pois sementes com alto desempenho fisiológico são fundamentais para uma boa implantação da lavoura e, conseqüentemente, para o sucesso da produção agrícola, como ressaltado por Krzyzanowski, *et al.*, (2021). Por isso, produtores buscam constantemente excelência em germinação e vigor, o que reforça a importância do controle de qualidade nos processos de produção e comercialização (Marcos-Filho., 2015; Krzyzanowski *et al.*, 1999).

Entretanto, mesmo sementes de alta qualidade fisiológica pode ter seu desempenho comprometido quando submetidas às adversidades do ambiente agrícola. Desde a colheita até a semeadura, estão sujeitas a diversos estresses bióticos e abióticos que afetam sua capacidade de germinar e estabelecer plântulas vigorosas (Marcos-Filho., 2015; Basu *et al.*, 2016). Nesse contexto, o uso de tratamentos de sementes torna-se uma estratégia essencial para protegê-las durante a fase inicial do desenvolvimento, considerada a mais sensível. Como destaca Silva, (1998), o tratamento proporciona maior segurança à germinação e ao estabelecimento da cultura, garantindo melhor aproveitamento e uniformidade na lavoura

Na cultura da soja, os principais produtos utilizados no tratamento industrial de sementes são fungicidas, inseticidas, nematicidas e inoculantes biológicos. Entre os fungicidas mais comuns estão o metalaxil, captan e tiuram, que atuam no controle de doenças causadas por fungos do solo, como a podridão radicular e manchas foliares (Perecin *et al.*, 2020). Estudos demonstram que o uso correto desses produtos pode melhorar a uniformidade da emergência das plântulas, reduzindo perdas iniciais que impactam diretamente na produtividade final (Silva *et al.*, 2019). Por exemplo, Neves, (2021) relatou que sementes de soja tratadas com fungicidas apresentaram emergência 15% mais rápida e vigor superior em 12% quando comparadas às sementes não tratadas.

Fungicidas à base de Fludioxonil e Metalaxil-M combina ação de contato e sistêmica, sendo eficaz contra oomicetos causadores de podridões e damping-off em sementes e plântulas (Vieira *et al.*, 2012; EMBRAPA, 2021).

Alguns tratamentos de sementes apresentam formulações inovadoras e demonstram elevado potencial para promover o desenvolvimento inicial das plântulas. Tais tecnologias visam maximizar a expressão do vigor das sementes e melhorar o estabelecimento das culturas em campo. Nesse contexto, é fundamental que o produtor tenha à disposição uma ampla variedade de tratamentos no mercado, a fim de selecionar aquele mais adequado às condições específicas de sua lavoura (Marcos Filho., 2015).

Na busca por uma agricultura mais sustentável, a incorporação de produtos biológicos no TSI tem se consolidado como um dos principais avanços na agricultura atual, ganhando cada vez mais espaço na cultura da soja (Medeiros *et al.*, 2022). Além de evitar o surgimento de pragas resistentes e não oferecer riscos à saúde humana, os insumos biológicos surgem como uma alternativa segura e eficaz (Menten *et al.*, 2010).

Alguns fungos benéficos como *Trichoderma spp.* têm sido aplicados no tratamento de sementes para atuar como agentes de biocontrole, reduzindo a incidência de doenças radiculares e estimulando o crescimento radicular por meio da produção de fitormônios (Lima *et al.*, 2017). Os inoculantes biológicos promovem um aumento médio de 15 a 20% na emergência e vigor das plântulas, além de apresentarem menor impacto ambiental e não causarem resistência dos patógenos, ao contrário dos produtos químicos (Menten *et al.*, 2010).

O *Bacillus aryabhattai* é uma bactéria promotora de crescimento vegetal (PGPR), com capacidade de produzir fitormônios, solubilizar fosfatos, aumentar a disponibilidade de nutrientes e conferir tolerância à seca e salinidade, favorecendo o desenvolvimento inicial das plântulas (NOOA., 2025). Já o *Bacillus amyloliquefaciens* atua no controle de nematoides e fitopatógenos por meio da produção de compostos antimicrobianos, induz resistência sistêmica e estimula o crescimento radicular. O *Bacillus paralicheniformis* combate fitonemátodes por enzimas hidrolíticas e compostos voláteis, além de promover o crescimento vegetal e o fortalecimento do sistema radicular (Chr Hansen., 2022).

Bacillus velezensis age contra patógenos como *Fusarium spp.* e *Rhizoctonia solani* por meio da produção de lipopeptídeos, enzimas e indutores de resistência, além de estimular o crescimento radicular e a absorção de nutrientes (NITRO, s.d.). E os microrganismos com ação fúngica e bioestimulante atuam por micoparasitismo, antibiose e competição, favorecendo o desenvolvimento das plantas por solubilização de fósforo, estímulo ao crescimento radicular e maior tolerância a estresses (Medeiros *et al.*, 2022).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes da cultivar 80I82 RSF IPRO, submetidas a sete tratamentos, incluindo controle, produtos químicos e biológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Unigel Sementes, localizado na UBS Lagoa da Confusão, e no Laboratório de Análise de Sementes do Campus Lagoa da Confusão do Instituto Federal do Tocantins (LAS-GDSM).

Foram utilizadas sementes da cultivar 80I82 RSF IPRO (Olimpo IPRO), categoria S2, peneira 2, produzidas sob sistema de sequeiro durante a safra 2024/2025 (Tabela 1). As sementes foram submetidas a sete tratamentos, incluindo testemunha, produtos químicos, biológicos e bioestimulantes (Tabela 2). As metodologias utilizadas seguiram as recomendações descritas nas Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil., 2009), obrigatórias em laboratórios de análises de sementes credenciados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária.

Tabela 1. Descrição da qualidade inicial do lote

ULC 0079 - 25	(%)
Germinação	90%
Vigor	87%

Tabela 2. Descrição dos tratamentos avaliados

Tratamento	Tipo de Produto	Ingrediente Ativo	Dosagem p/100g
T1	Testemunha	Testemunha	—
T2	Inoculante	<i>Bacillus aryabhattai</i>	0,2 mL
T3	Nematicida	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	0,4 mL
T4	Nematicida	<i>Bacillus paralicheniformis</i>	0,2 mL
T5	Fungicida	Fludioxonil + Metalaxil-M	0,5 mL
T6	Fungicida	<i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	0,6 mL
T7	Fungicida+ Bioestimulante	<i>Trichoderma harzianum</i>	1 g

Produtos utilizados para o tratamento das sementes.

Os testes realizados foram conduzidos em canteiro de areia e canteiro de solo de várzea. Em todas as condições, utilizou-se 7 tratamentos representados pelo produto utilizado no tratamento de sementes (Tabela 2) com 8 repetições de 50 sementes, totalizando 56 unidades experimentais.

Para a montagem do teste de germinação em canteiro de areia, o substrato foi previamente peneirado com o objetivo de eliminar materiais inertes e impurezas indesejáveis. No de canteiro solo, o substrato foi coletado em área de várzea, da ordem dos gleissolos, não passando por peneira ou outro processamento com o objetivo de não alterar suas propriedades. Os dois canteiros foram descompactados e nivelados para a implantação dos testes. Ainda, durante a condução, os canteiros foram irrigados todos os dias, sendo o de solo uma vez ao dia e o de areia três vezes ao dia.

As avaliações dos testes em canteiros, solo e areia, foram realizadas da seguinte forma:

1. A contagem diária de germinação foi realizada a partir do primeiro dia após a semeadura até o sétimo dia, para a obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE), conforme metodologia proposta pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil., 2009).
2. A contagem final ocorreu no sétimo dia, com a classificação das plântulas em normais, anormais e mortas seguindo a Regras para Análise de Sementes (Brasil., 2009).
3. Classificação na última contagem em plântulas fortes e fracas, segundo a metodologia de Marcos Filho (2015).

Na realização da avaliação do vigor das plântulas, considerou-se a morfologia e a integridade dos órgãos essenciais, conforme os critérios estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009) e por Marcos Filho (2015). As plântulas foram classificadas como fortes quando apresentavam sistema radicular bem desenvolvido, hipocótilo ou epicótilo íntegros, cotilédones formados adequadamente e coloração típica da espécie. Já as plântulas fracas foram identificadas por apresentarem desenvolvimento deficiente, deformações estruturais ou coloração atípica, embora mantivessem todos os órgãos essenciais. Segundo Bewley et al. (2013).

A análise estatística foi conduzida pelo software R, considerando delineamento inteiramente ao acaso e oito repetições, com realização de análise de variância ($p < 0,05$) e aplicação do teste de médias Scott-Knott ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de velocidade de emergência na areia (IVE) apresentou desempenho superior nos tratamentos T1, T2, T3, T5 e T6 (Tabela 3), indicando que esses tratamentos favoreceram não apenas a germinação, mas também uma emergência mais rápida e vigorosa das plântulas. A areia, por sua baixa retenção hídrica e elevada aeração, proporciona ambiente propício para a emergência sem imposição significativa de estresse hídrico ou biótico, simulando parcialmente o campo (Peske *et al.*, 2019).

O T4 (*Bacillus paralicheniformis*), teve baixa taxa de velocidade de emergência, juntamente com o T7 (*Trichoderma harzianum*), tal desempenho pode estar relacionado ao fato de o T4 ser um produto com ação nematicida, cuja formulação não é especificamente voltada para a promoção do vigor inicial. Já o T7, por se tratar de um agente biológico recomendado para aplicação no sulco de plantio, e não diretamente envolvendo a semente, pode ter tido sua eficácia reduzida no contexto do tratamento de sementes.

Tabela 3. Estudo de plântulas de soja submetidas a sete tratamentos. Índice velocidade emergência (IVE); Plântulas normais; (PN); Plântulas fortes (PFO); Plântulas fracas (PFR); Plântulas anormais (PAN); Sementes morta (SM).

Trat	IVE	PFO	PFR	PN	PAN	SN
T1	21 a	75 b	6 b	82 b	8 b	10 b
T2	21 a	71 b	5 b	79 b	8 b	14 a
T3	23 a	85 a	2 c	87 a	4 c	9 b
T4	19 b	70 b	2 c	78 b	14 a	13 a
T5	21 a	75 b	85	85 a	10 b	7 b
T6	22 a	75 b	78 b	78 b	9 b	15 a
T7	17 c	67 b	78 b	78 b	9 b	14 a

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias Scott-Knott ($p < 0,05$). Testemunha (T1); *Bacillus aryabhattai* (T2); *Bacillus amyloliquefaciens* (T3); *Bacillus paralicheniformis* (T4); Fludioxonil + Metalaxil-M (T5); *Bacillus velezensis* + *Bacillus amyloliquefaciens* (T6); *Trichoderma harzianum* (T7).

Nos testes de germinação em areia para plântulas normais (APN), os tratamentos T3 (*Bacillus amyloliquefacien*) e T5 (*Fludioxonil* + *Metalaxil-M*) destacaram-se, com percentuais superiores a 85% (Tabela 4). Segundo Peske, *et al.* (2019), a interação entre substrato e qualidade fisiológica da semente influencia diretamente na expressão do potencial fisiológico.

Em relação às plântulas fortes na areia (PFO), o tratamento T3 (*Bacillus amyloliquefaciens*), apresentou o melhor desempenho, com 85% de plântulas classificadas como fortes (Tabela 3). Esse resultado indica que, em substrato com menor retenção de umidade e menor pressão de patógeno, o uso desses microrganismos pode expressar maior eficácia no estímulo ao desenvolvimento inicial das plântulas. O *Bacillus amyloliquefaciens* é conhecido por sua capacidade de induzir resistência sistêmica, promover o crescimento radicular e melhorar a absorção de nutrientes (Backer *et al.*, 2018), o que contribui diretamente para a formação de plântulas vigorosas.

A distinção entre plântulas fortes e fracas baseia-se na morfologia e na integridade dos órgãos essenciais. Segundo o MAPA (Brasil, 2009) e Marcos Filho (2015), plântulas fortes (Figura 1) apresentam sistema radicular desenvolvido, hipocótilo ou epicótilo íntegros, cotilédones bem formados e coloração normal, indicando alto potencial de estabelecimento. Já as plântulas fracas (Figura 2), embora completas, apresentam deformações, coloração atípica ou desenvolvimento deficiente, o que compromete seu vigor. Para Bewley *et al.* (2013), a integridade funcional desses órgãos é essencial para uma emergência bem-sucedida e está relacionada à qualidade da semente e ao substrato.

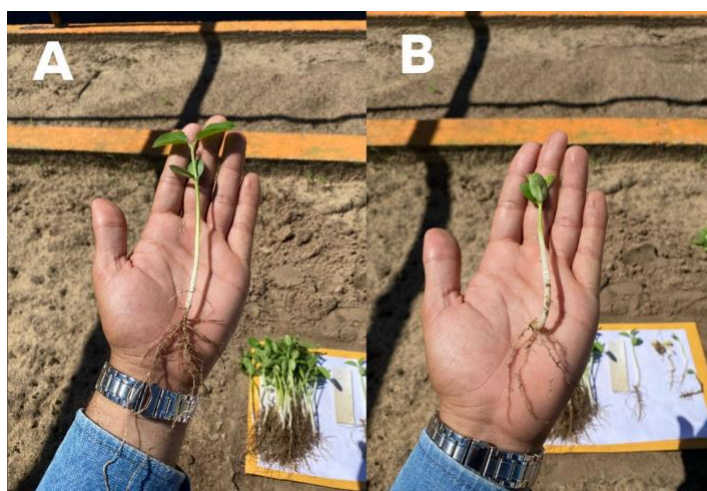


Figura 1- (A) Plântula forte; (B) Plântula fraca

O tratamento T7 (*Trichoderma harzianum*) apresentou resultados baixos na variável plantas fracas na areia (PFR), indicando baixo desempenho fisiológico. Embora *Trichoderma spp.* seja amplamente reconhecido por sua ação como agente de biocontrole e promotor de crescimento radicular (Lima *et al.*, 2017), seu desempenho inferior neste trabalho, sugere que sua eficácia pode ser limitada em substratos com menor pressão de patógenos, como a areia.

Nas plântulas anormais em areia (PAN), o tratamento T3 (*Bacillus amyloliquefaciens*) foi o que apresentou menor percentual (4%) , reforçando a eficiência do protocolo aplicado. Contrariamente, o tratamento T4 (*Bacillus paralicheniformis*) apresentou os maiores valores (14%). Esse resultado pode estar relacionado a alguma interferência do produto durante a fase inicial da germinação, como excesso de atividade microbiana ao redor da semente ou alterações na dinâmica de absorção de água, o que pode causar distúrbios fisiológicos e afetar a formação das estruturas da plântula. De acordo com Delouche (1979) e Carvalho e Nakagawa (2012), o estresse induzido por fatores ambientais ou tratamentos inadequados pode levar à formação de plântulas anormais, além de comprometer a viabilidade e o vigor das sementes.

Em sementes mortas na areia (SM), os maiores índices foram registrados nos tratamentos T2, T4, T6 e T7, indicando que esses tratamentos foram menos eficazes na preservação da viabilidade. Como alertam Delouche (1979) e Carvalho e Nakagawa (2012), a alta mortalidade pode estar relacionada à indução de estresse mecânico, fisiológico ou hídrico durante o pré-tratamento ou ao longo da germinação.

Krzyzanowski, Vieira e França Neto (2021), diz que a morte de sementes pode ocorrer quando há desequilíbrio no ambiente de germinação, seja por excesso de umidade, fitotoxicidade de produtos ou falhas na embebição, que impedem o reativamento dos processos metabólicos essenciais. Além disso, Taiz *et al.* (2017) destacam que a integridade das membranas celulares e o controle osmótico são cruciais nessa fase, e qualquer dano pode comprometer a viabilidade de forma irreversível.

O índice de velocidade de emergência no solo (IVE) apresentou valores expressivos nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6, os quais superaram os observados nos tratamentos T5 e T7 (Tabela 4). A menor velocidade de emergência registrada nos tratamentos T5 e T7 pode estar associada às características específicas dos produtos utilizados. No caso do T5, trata-se de um tratamento químico à base de *Fludioxonil* + *Metalaxil-M*, cuja ação fungicida pode ter interferido temporariamente na emergência das plântulas. Já o T7 utilizou *Trichoderma harzianum*, um agente biológico com recomendação de aplicação preferencial no sulco de plantio, e não diretamente nas sementes, o que pode ter comprometido sua eficácia no estímulo à emergência.

Nos testes de plântulas normais (PN) e de plantas fortes no solo (PFO), todos os tratamentos apresentaram desempenho superior ao T7 (*Trichoderma harzianum*), que foi consistentemente o menos eficiente (79%), (73%), ficando estatisticamente abaixo dos

demais (Tabela 4). Na variável de plântulas fracas, o T7 também ficou com baixo desempenho, com 9%. Esse resultado reforça sua baixa eficácia nas variáveis associadas ao vigor.

Tabela 4. Estudo de plântulas de soja submetidas a sete tratamentos. Índice velocidade emergência (IVE); Plântulas normais; (PN); Plântulas fortes (PFO); Plântulas fracas (PFR); Plântulas anormais (PAN); Sementes morta (SM).

Trat	IVE	PN	PFO	PFR	PAN	SN
T1	36 a	88 a	83 a	2 b	6 a	9 a
T2	36 a	85 a	82 a	2 b	8 a	8 a
T3	37 a	87 a	83 a	2 b	5 b	9 a
T4	35 a	87 a	84 a	2 b	6 b	8 a
T5	32 b	90 a	82 a	8 a	6 b	4 a
T6	35 a	88 a	82 a	6 a	4 b	8 a
T7	23 c	79 b	73 b	9 a	9 a	8 a

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias Scott-Knott ($p < 0,05$). Testemunha (T1); *Bacillus aryabhattai* (T2); *Bacillus amyloliquefaciens* (T3); *Bacillus paralicheniformis* (T4); *Fludioxonil* + *Metalaxil-M* (T5); *Bacillus velezensis* + *Bacillus amyloliquefaciens* (T6); *Trichoderma harzianum* (T7).

Quanto às plantas fracas no solo (PFR), os maiores índices foram registrados nos tratamentos T5 e T7. Apesar de o T5 (*Fludioxonil* + *Metalaxil-M*) ter se destacado em variáveis anteriores, esse resultado sugere que, embora eficiente na germinação, o tratamento pode ter limitado o desenvolvimento no ambiente de solo. A queda de desempenho no solo sugere que, embora o tratamento ofereça proteção inicial contra patógenos, ele pode não ser suficiente para sustentar o desenvolvimento contínuo das plântulas em um ambiente mais complexo, como o solo

A variável plantas anormais no solo (PAN) foi mais expressiva nos tratamentos T2 e T7, o que confirma a tendência observada nas avaliações em areia, reforçando a menor eficiência desses tratamentos na produção de plântulas de qualidade

Por fim, em sementes mortas no solo (SM), não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), com médias variando de 4% (T5) a 9% (T1).

Os tratamentos T1, T5, T6 e T7 apresentaram os maiores valores de massa seca, todos superiores a 7 gramas (Tabela 5). É importante destacar que alguns desses tratamentos,

como T6 (*Bacillus velezensis*) e T7 (*Trichoderma harzianum*), envolvem microrganismos com ação conhecida na promoção do crescimento vegetal. Isso sugere que, mesmo em casos onde o desempenho em vigor ou velocidade de emergência tenha sido limitado, houve estímulo metabólico suficiente para aumentar a alocação de biomassa, especialmente na parte aérea

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo demonstraram diferença no desempenho fisiológico das sementes tratadas com produtos químicos e biológicos com destaque ao T3 (*Bacillus amyloliquefacien*), com altos valores de germinação e velocidade emergência, tanto no canteiro de areia quanto no canteiro de solo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASU, S.; RAMEGOWDA, V.; KUMAR, A.; PEREIRA, A. **Plant adaptation to drought stress**. F1000Research, v. 5, p. 1554, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.12688/f1000research.7678.1>. Acesso em: 09 jun. 2025.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392 p.
- BACKER, R. *et al.* Plant growth-promoting rhizobacteria: mechanisms and applications. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1473, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- CAMARGO, R. V. B. *et al.* Viabilidade e vigor de sementes de soja tratadas com inseticidas/fungicidas e armazenadas por 240 dias. **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão - CEPE/UFG**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/12272>. Acesso em: 8 maio 2025.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- COMPANHIA NITRO QUÍMICA BRASILEIRA. **Bula técnica do fungicida microbiológico Égide® (Bacillus amyloliquefaciens CCT8135 & Bacillus velezensis CCT8136)**. Sertãozinho, SP: Nitro Química, 2025. Registro MAPA nº 21424. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/pesticida/egide-proteva>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- DELOUCHE, J. C. **Environmental effects on seed development and seed quality**. **HortScience**, v. 14, n. 6, p. 576-580, 1979.
- EMBRAPA. **Tecnologias de tratamento de sementes: fungicidas sistêmicos e de contato**. 2021.
- ESALQ/USP, Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-19102017-103850/pt-br.php>. Acesso em: 25 maio 2025.
- GONÇALVES, N. R. *et al.* **Testes para avaliação do vigor de sementes de Guazuma ulmifolia Lam. Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 29, n. 2, p. 251-258, abr./jun. 2008. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2812>. Acesso em: 8 maio 2025.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2021.

LIMA, L. C. *et al.* Uso de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças radiculares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 123-130, 2017.

LOPES, A. A.; LIMA, M. I. S. Tolerância de plântulas ao estresse abiótico avaliada por massa seca. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 27, n. 2, p. 180-188, 2015.

MACHADO, R. *et al.* Efeito de diferentes tratamentos de sementes na germinação e emergência de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 43, n. 1, p. 1-10, 2021. DOI: 10.1590/1678-0445-2020-0701.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: **ABRATES**, 2015. 660 p.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente. Informativo **ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 1-5, 1987.

MARCOS FILHO, J. Efeitos de tratamentos de sementes na germinação e vigor das plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 1-9, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbsci/a/6X7L5w9K7kz5v7z5X3F8G/?lang=pt>. Acesso em: 8 maio 2025.

MARTINS, A.N. Tratamento industrial de sementes de milho: avaliação da qualidade fisiológica e sanitária. 2017. 105 f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)**
MEDEIROS, F. H. V. et al. Aplicação de *Trichoderma* no manejo integrado de doenças. **Revista de Fitopatologia Brasileira**, v. 47, p. 1-12, 2022.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 52-71, 2010. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/images/stories/informativos/v20n3/minicurso03.pdf>. Acesso em: 29 maio 2025.

NEVES, P. M. Avaliação do efeito de fungicidas e inseticidas na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 43, n. 1, p. 125-132, 2021.

NEVES, P.M. Tratamento de sementes de soja com diferentes produtos e seus efeitos fisiológicos. **Anais da Jornada Acadêmica da Universidade Estadual de Goiás**, 2021. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/jaueg/article/view/7297>. Acesso em: 25 maio 2025.

NOOA CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGRÍCOLA. **Bula técnica do inoculante Auras® (*Bacillus aryabhattai* CMAA 1363)**. Patos de Minas, MG: Nooa, 2025. Disponível em: <https://www.nooabrasil.com.br/auras>. Acesso em: 11 jun. 2025.

NOOA CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGRÍCOLA. **Bula técnica do nematicida AUBA® (*Bacillus amyloliquefaciens* CN-307)**. Patos de Minas, MG: Nooa, 2025. Disponível em: <https://www.nooabrasil.com.br/auba>. Acesso em: 11 jun. 2025.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 4. ed. Pelotas: **Editora Universitária UFPEL**, 2019. 573 p.

PERECIN, D.; SCAPIM, C. A.; ALVES, C. Z.; OLIVEIRA, M. L. F. **Tecnologia de sementes**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2020.

PINTO, L. F. G. *et al.* Massa verde como indicador de crescimento em plântulas sob diferentes condições hídricas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 4, p. 765-772, 2020.

SILVA, G. Z.; VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e crescimento inicial de plântulas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, p. 1-6, 2018.

SILVA, M. T. B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. **Seed News**, v. 5, 1998. p. 26-27.

SOUZA, L. A. *et al.* Influência de tratamentos de sementes na germinação e vigor de plântulas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 42, n. 3, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1590/1678-0445-2019-0733.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIEIRA, R. D. *et al.* Tratamento químico de sementes de soja: efeitos sobre germinação, vigor e sanidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 18–25, 2012.

WEBER, C. A. *et al.* Impacto do tratamento químico na germinação e vigor de sementes de culturas diversas. **Journal of Seed Science**, v. 43, n. 2, p. 134-140, 2021.

WEBER, D. A. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com regulador vegetal produzido a partir de levedura. **Atena Editora**, 2021. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/qualidade-fisiologica-de-sementes-de-soja-tratadas-com-regulador-vegetal-produzido-a-partir-de-levedura>. Acesso em: 25 maio 2025.