UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO STYCHNICKI DA CUNHA

EFICIÊNCIA DO FUNGICIDA MICROBIOLÓGICO *TRICHODERMA AFROHARZIANUM* E SOLUBILIZADOR DE NUTRIENTES *PANTOEA AGGLOMERANS* NA CULTURA DA SOJA (*GLYCINE MAX*)

PONTA GROSSA-PR

2025

FERNANDO STYCHNICKI DA CUNHA

EFICIÊNCIA DO FUNGICIDA MICROBIOLÓGICO *TRICHODERMA AFROHARZIANUM* E SOLUBILIZADOR DE NUTRIENTES *PANTOEA AGGLOMERANS* NA CULTURA DA SOJA (*GLYCINE MAX*)

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Prof(a). Dr. Paulo Fernando Adami

PONTA GROSSA-PR

2025

Eficiência do fungicida microbiológico *Trichoderma afroharzianum* e solubilizador de nutrientes *Pantoea agglomerans* na cultura da soja (G*lycine max*)

Fernando Stychnicki da Cunha

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*) é de grande importância no Brasil, devido a importância no PIB do país, sendo difundida pela boa produção e valor atrativo do produto e alto valor agregado. Entretanto, diversos fatores afetam negativamente a cultura, como a doenças radiculares, que causam lesões nas raiz, folhas e morte de planta, reduzindo a produtividade. Com isso, objetivou-se avaliar o uso de *Trichoderma afroharzianum* e *Pantoea agglomerans* de forma associada ou isolada, na redução da doença e incremento de produtividade, na cultura da soja. O experimento foi dividido em três tratamento e com repetições, sendo, tratamento I: plantas tratadas com os inoculantes *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*; Tratamento II: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense*, *Pantoea agglomerans;* Tratamento III: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense*, *Pantoea agglomerans*, *Trichoderma afroharzianum*. O experimento foi conduzido em lavoura comercial utilizando o delineado experimental foi blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 12 parcelas (3 tratamentos x 4 repetições), em parcela subdividida, a área foi de 10 ha para cada tratamento. Foram avaliados estande de plantas, comprimento de raiz, número de vagens, peso de mil e produtividade. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelos teste Tukey a 5% de significância. Foi possível afirmar que o fungo Trichoderma afroharzianum auxilia no manejo de doenças radiculares e propiciou incrementos produtivos a cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. *Fusarium*. *Trichoderma afroharzianum*. *Pantoea agglomerans*. Doença radicular.

Efficiency of the microbiological fungicide T*richoderma afroharzianum* and nutrient solubilizer *Pantoea agglomerans* in soybean (Glycine max) cultivation

Fernando Stychnicki da Cunha

ABSTRACT

The soybean (Glycine max) crop is of great importance in Brazil due to its contribution to the country's GDP, being spread by good production, attractive product value, and high added value. However, several factors negatively affect the crop, such as root diseases that cause lesions on the roots, leaves, and plant death, reducing productivity. Therefore, the aim was to evaluate the use of Trichoderma afroharzianum and Pantoea agglomerans either associated or isolated, in reducing the disease and increasing productivity in soybean cultivation. The experiment was divided into three treatments with repetitions, as follows: Treatment I: plants treated with the inoculants Bradyrhizobium japonicum and Azospirillum brasilense; Treatment II: Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum brasilense, Pantoea agglomerans; Treatment III: Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum brasilense, Pantoea agglomerans, Trichoderma afroharzianum. The experiment was conducted in a commercial field using a randomized block design with 4 repetitions, totaling 12 plots (3 treatments x 4 repetitions), in a subdivided plot area of 10 hectares per treatment. Plant stand, root length, number of pods, thousand seed weight, and productivity were evaluated. The obtained data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means were compared using Tukey's test at 5% significance. It was possible to affirm that the fungus Trichoderma afroharzianum aids in the management of root diseases and promotes productivity increases in soybean cultivation.

Keywords: Glycine max, Fusarium, Trichoderma afroharzianum, Pantoea agglomerans, Root disease*.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 5
2 REVISÃO DE LITERATURA 6
2.1 A CULTURA DA SOJA E SEUS DESAFIOS 6
2.2 DOENCAS FUNGICAS CAUSADAS POR PATÓGENO DE SOLO 7
2.3 CONTROLE BIOLÓGICO COM USO DE *TRICHODERMA* 9
2.4 USO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE NUTRIENTES 10
3 METODOLOGIA 11
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 11
3.2 IMPLANTAÇÃO 12
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÂO 12
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 13
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 16
REFERÊNCIAS 18

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) é uma das principais culturas implantadas no Brasil, sendo que esta tomou grande importância econômica a partir da década de 60 com grande expansão desta cultura no estado do Paraná a partir de 2002. A soja tem representado grande importância no PIB do país, sendo difundida pela boa produção e valor atrativo do produto e alto valor agregado.

Conforme dados do levantamento efetuado pela Conab divulgados em fevereiro de 2025, estima-se que na safra 2024/25 da cultura de soja, houve uma área de plantio de aproximadamente 47,5 mil ha, perfazendo uma produção total de 166 milhões de toneladas, apresentando um crescimento em torno de 13% em relação à safra passada (CONAB, 2025). A maior representatividade ficou por conta da região centro-oeste com quase 55,8% da produção total, seguido pela região sul. Esses valores são reflexo do grande avanço tecnológico, que diz respeito tanto à maquinários e ao melhoramento genético na cultura da soja. (CONAB, 2025). Além disso, podemos citar o uso de novas biotecnologias na cultura, como o uso de microorganismos, tanto os inoculantes promovendo a solubilização de nutrientes e promoção de crescimento como controle de pragas e doenças.

As condicionantes climáticas são de extrema importância para o bom desenvolvimento da cultura, assim como boas práticas de correção de solo, manejo de pragas e doenças, pois a falta dessas práticas pode acarretar grandes prejuízos às lavouras.

As plantas de soja se encontram expostas ao ataque de doenças de origem fúngica, bacteriana ou viral, as quais causam importantes perdas no rendimento de grãos. Dentre estas podemos citar as doenças fúngicas causadas por patógenos de solo, como *Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani e Macrophomina faseolina (*HENNING, et al., 2014*).*

Dentre estas medidas de controle, destaca-se o controle biológico que utiliza agentes biológicos como controladores de doenças em plantas. A exemplo, o gênero *Trichoderma* possui espécies que são economicamente importantes, principalmente pela sua capacidade de produzir enzimas, antibióticos e atuar no controle biológico. O controle biológico de *Trichoderma* se atribui ao fato de que estes fungos secretam metabolitos secundários formados por proteínas envolvidas na supressão do crescimento de microrganismos patogênicos (MARQUEZ, et al., 2021).

A cepa *Trichoderma afroharzianum* CEN 287 foi isolada no Brasil a partir de amostras de solo de campos de algodão (CARVALHO, 2011). Registros prévios evidenciaram a eficiência da cepa no controle de *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* e de *Sclerotinia sclerotiorum*, ambos patógenos de sementes de soja. Com base no potencial da cepa *T. afroharzianum CEN 287* para o controle biológico de doenças fúngicas, está se apresenta como uma alternativa para o controle da murcha de fusarium na cultura da soja.

Adicionalmente, a nutrição está intimamente ligada a capacidade da planta se defender do ataque de patógenos. Os microorganismos podem atuar na melhoria da eficiência da adubação, bem como promover o crescimento de planta. Esses microorganismos podem estimular o crescimento vegetal nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, por meio de mecanismos diretos como a fixação biológica de N e a solubilização de P orgânico e inorgânico. Isso favorece ao melhor desenvolvimento radicular e ao maior crescimento vegetativo. Além disso, esses microorganismos podem contribuir na redução de fungos patogênicos por meio de produção de compostos antibióticos e sideróforos (SOUZA et al., 2013). Os inoculantes solubilizadores de P vem se destacando em diversas culturas, principalmente os produtos a base dos microorganismos do gênero *Bacillus*, *Pantoea* e *Pseudomonas.* A *Pantoea agglomerans* se destaca pela solubilização e mineralização do P de forma orgânica e inorgânica, e pela alta produção de sideróforos (FERRREIRA et al., 2008).

Para que o problema de pesquisa seja respondido, estabelece-se como objetivo avaliar o controle de *Fusarium oxysporum* e a promoção de crescimento da soja através do uso de *T afroharzianum* e *P. agglomerans* de forma isolada e em conjunto, bem como avaliar a incidência do patógeno e a produção da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA E SEUS DESAFIOS

A soja *Glycine max* pertencente à família Fabaceae, é uma planta de ciclo anual, originária da China, uma das culturas mais importantes do mundo, sendo essencial para a produção de alimentos, ração animal e biocombustíveis. Originária da China (CARVALHO, 1999). O cultivo da soja começou a ser expressivo quando o

teor de proteína do grão despertou o interesse das indústrias mundiais e a cultura se expandiu globalmente, com destaque para o Brasil, EUA e Argentina, como os maiores produtores, devido adaptação da soja nestes países. A crescente demanda desta cultura tem impulsionado grandes avanços em melhoramento genético e sustentabilidade na produção (EMBRAPA, 2014).

Apesar de ser uma cultura do extremo Oriente, no Brasil vem batendo recordes sucessivos de área plantada e de produtividade, caracterizando o país na posição como maior produtor mundial desta oleaginosa, sendo responsável por mais de 57% das exportações globais (GRIS, 2009).

Para que a cultura expresse seu potencial produtivo e continue no cenário de destaque, os manejos fitossanitários são essenciais para proteger o cultivo de interferência de patógenos durantes seu ciclo. Dentre esses patógenos, os que ocorrem na raiz, ou radiculares, são geralmente de difícil controle e podem causar danos importantes na cultura. Dentre estes microorganismos, Rhizoctonia solani, Pythium spp., Phytophthora sojae, *Fusarium oxysporum* e *Macrophomina phaseolina* são responsáveis por grandes danos nesta cultura, devido a diminuição do potencial produtivo *(*HENNING, et al., 2014*).*

O controle químico com fungicidas, por meio do tratamento de semente é o principal método de controle destes patógenos, entretanto para alguns deles só é efetivo para cultivares com elevado nível de resistência parcial. Assim, o controle integrado, por meio do químico e biológico torna-se uma alternativa eficaz e reduzindo as fontes de inoculo inicial destes patógenos na cultura.

Além disso, os ganhos de produtividade poderão ser aumentados com a utilização de práticas de manejo e emprego de rizobactérias promotoras de crescimento e solubilizadores de nutrientes (FERRREIRA et al., 2008)..

2.2 DOENCAS FUNGICAS CAUSADAS POR PATÓGENO DE SOLO

As doenças radiculares estão entre os principais problemas da cultura da soja, devido ao tombamento e morte precoce de plantas, culminando a redução da produtividade. Doenças estas consideradas de difícil controle, uma vez que apresentam uma gama de hospedeiros, tem a capacidade de sobreviver por longos períodos por meio de estruturas especializadas (exemplos escleródios e picnídios), as cultivares utilizadas apresentam baixos níveis de resistência genética e o manejo

principal visando o uso de fungicidas é por meio do tratamento de semente (Henning et al, 2014).

Dentre as principais doenças que atacam as raízes de soja destaca-se a podridão cinzenta, podridão vermelha e rizoctoniose. A podridão cinzenta ou podridão carvão tem como agente causal o fungo *Macrophomina phaseolina,* que apresenta sinal da doença pela presença de microesclerodios como estrutura especializada de sobrevivência produzida pelo fungo, formando pontos pretos na raiz, esses são considerados fontes de inoculo inicial. O sintoma específico da doença se deve pela presença de coloração acinzentada na raiz, epiderme da raiz destaca com facilidade ao ser pressionada, plantas geralmente tem morte precoce e com folhas ficam aderidas a haste. Períodos de veranicos com estresses hídricos são condições favoráveis a doença, podendo afetar a cultura em qualquer fase (MARQUEZ, et al., 2021).

O fungo *fusarium solani* causador da podridão vermelha tem grande relevância entre as doenças radiculares. Os sintomas estão associados à infecção nas raízes por meio de redução do volume e nodulação, coloração avermelhada no lenho que estende acima do solo e manchas avermelhadas na raiz principal. Além disso, podemos notar sintomas foliares como folhas carijós, manchas cloróticas e necróticas internervais, entretando as nervuras permanecem de coloração verde. Geralmente os sintomas foliares apresentam no início do florescimento, levando a perda foliar com a progressão da doença (LEANDRO et al., 2018).

O tombamento observado na cultura da soja é causado pelo fungo *Rhizoctonia solani.* As plantas infectadas na fase inicial têm como sintomas o estrangulamento das plântulas na fase inicial ao nível do solo, apresentam lesões escuras no colo da planta próximo ao solo e o sistema radicular comprometido apresenta coloração castanho escuro, o que resulta no tombamento e morte das plântulas, consequentemente, ocorre redução do estande e perdas de produtividade (Henning et al,.2014). Geralmente, a doença ocorre em reboleiras e o surgimento e desenvolvimento estão ligados a condições de alta umidade relativa do ar e dias quentes com noites frias (REIS et al., 2004).

Esses patógenos podem afetar várias espécies de plantas, como sorgo, girassol, feijão e milho, o que dificulta o manejo de rotação de cultura. Assim, além do controle químico utilizado no tratamento de semente, o uso do controle biológico

torna uma ferramenta com eficácia para controle de fungos necrotróficos de solo, principalmente, visando à redução das estruturas de resistência (REIS et al., 2004).

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO COM USO DE *TRICHODERMA*

O fungo do gênero *Trichoderma* é encontrado em quase todos os tipos de solo, vivendo saprofiticamente ou parasitando outros fungos. Pertencem em seu estado teleomórfico a classe Ascomycota e ordem Hypocreales. Na fase assexual, é um fungo mitospórico que produz conídios, a partir de células conidiogênicas, produzidos em conidióforos, formados em acérvulos (POLETTO, 2010).

O gênero *Trichoderma* possui espécies que são economicamente importantes, principalmente pela sua capacidade de produzir enzimas, antibióticos e atuar no controle biológico. O controle biológico de *Trichoderma* se atribui ao fato de que estes fungos secretam metabolitos secundários formados por proteínas envolvidas na supressão do crescimento de microrganismos patogênicos (CARVALHO et al., 2011).

Trichoderma harzianum Rifai (Ascomycota: Hypocreales), possui distribuição cosmopolita, é associada a uma ampla variedade de substratos, sendo a espécie de Trichoderma mais utilizada na agricultura para o controle de doenças fúngicas. A taxonomia da espécie é complexa, englobando um amplo número de espécies crípticas que só são plausíveis de separação por técnicas moleculares (Khan, Khan, Mohiddin, 2004; MACHADO, 2012)

Trichoderma afroharzianum Chaverri, Rocha, Degenkolb & Druzhin (Ascomycota: Hypocreales), é uma espécie recentemente descrita. Chaverri et al. (2015) determinaram que a cepa *T. harzianum* T22 a qual é o princípio ativo de um amplo número de produtos biológicos aplicados como fungicidas e promotores de crescimento vegetal, corresponde na verdade a *T. afroharzianum.*

A cepa *T. afroharzianum* CEN 287 foi isolada no Brasil a partir de amostras de solo de campos de algodão (CARVALHO, 2013). Registros prévios evidenciaram a eficiência da cepa no controle de *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* e de *Sclerotinia sclerotiorum* ambos patógenos de sementes de soja (CARVALHO et al. 2014). Com base no potencial da cepa *T. afroharzianum CEN 287* para o controle

biológico de doenças fúngicas, está se apresenta como uma alternativa para o controle da murcha de fusarium na cultura da soja.

2.4 USO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE NUTRIENTES

A relação da associação da comunidade microbiana às plantas existe desde o início da evolução das espécies vegetais no ambiente terrestre, e foram muito úteis na superação de desafios como no acesso a água, nutrientes e adaptação à condições de estresse bióticos e abióticos limitantes (DUBEY et al., 2017). Uma planta que se desenvolve em um ambiente não é um indivíduo, mas sim uma associação comunitária complexa, cuja interação com seus parceiros, sobretudo os microrganismos são constantes e formam uma comunidade bem estruturada denominada holobionte (HASSANI et al., 2018).

Conceitualmente, os microrganismos promotores de crescimento vegetal, são definidos como organismos microscópicos que habitam a rizosfera de plantas realizando funções que promovem o crescimento vegetal e que são beneficiados pelos exsudatos radiculares (DUBEY et al., 2017). A associação exerce efeitos benéficos sobre as plantas por diferentes mecanismos de ação, podendo eles ocorrer de forma direta como é o caso da biodisponibilização de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, solubilização do fosfato, produção de fitormônios, produção de sideróforos e de biofilme. Indiretamente, essas associações destacam-se por promover o biocontrole contra pragas e fitopatógenos e por induzir a resistência nas plantas aos estresses bióticos e abióticos como metais pesados, deficiência hídrica e salinidade (DUBEY et al., 2017).

Vários gêneros de bactérias (*Pantoeae, Acetobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Klebsiella, Pseudomonas, Enterobacter, Flavobacterium, Pseudomonas, Rhizobium, Frankia, Klebsiella, Clostridium, Trichoderma, Beauveria, Serratia e Streptomyces* foram relatados como capazes de promover o crescimento das plantas, contribuindo para incrementos na produtividade de grãos, aumento na emergência de sementes, biomassa vegetal e rendimento da colheita; além de modular a resistência a ação de patógenos (KUMAR et al., 2018). Entre os principais benefícios da promoção do crescimento radicular, destaca-se o estabelecimento rápido das raízes laterais e adventícias, o que do ponto de vista adaptativo é uma característica vantajosa para as plantas, por

aumentar a habilidade destas de se fixar ao solo e obter água e nutrientes do ambiente (KUMAR et al., 2018).

No cenário atual, inoculantes comerciais a base de *Azospirillum*, passaram a ser produzidos por pequenas e médias empresas ao redor do mundo, devido a eficácia comprovada do aumento do rendimento de várias culturas de cereais (FUKAMI,CEREZINI, HUNGRIA, 2018.). Além disso, o desenvolvimento de produtos comerciais com bactérias do gênero *Pseudomonas*, *Pantoea* e *Bacillus* trouxeram para o mercado produtos capazes de aumentar a biodisponiblização de nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas e promover maior crescimento (QUECINE et al.; 2012).

Entre as evoluções recentes na busca por microrganismos multifuncionais destaca-se a descoberta da bactéria *Pantoea agglomerans* cepa ESALQ 33.1, que possui a capacidade de colonizar rapidamente o ambiente rizosférico e a superfície das raízes, sendo reconhecida por sua multifuncionalidade. Dentre os principais modos de ação de *P. agglomerans* podemos citar a produção de análogos de fitormônios, a solubilização de nutrientes e a conferência de tolerância a estresses abióticos às plantas. Adicionalmente, *P. agglomerans* apresenta a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, de produzir sideróforos, e de colonizar internamente os tecidos vegetais, agindo de forma endofítica. *P. agglomerans* cepa ESALQ 33.1 apresenta-se então como uma ferramenta promissora no manejo de diversas problemáticas as quais impõem a necessidade de um melhor estabelecimento das culturas, melhor arranque inicial, melhor aproveitamento dos nutrientes e melhor tolerância a estresses abióticos como altas temperaturas, déficit hídrico e salinidade do solo (QUECINE et al.,2012).

3 METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no município da Lapa no estado do Paraná, na Fazenda Santa Thereza, colônia São Carlos, altitude 908 metros, com coordenadas geográficas do experimento -25.665613S, -49.735268W.

3.2 IMPLANTAÇÃO

A semeadura foi realizada no mês de dezembro, no dia 02 do ano de 2023. A cultivar utilizada Brasmax Zeus IPRO, do grupo de maturação 5.5, resistente ao acamamento e peso médio de mil grãos de 209 g e população de plantio de 355 mil plantas por hectare.

O experimento foi realizado em área comercial, dividido em três tratamentos, sendo que cada tratamento representava uma área de 10 hectares, conforme tabela abaixo.

TABELA 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Produto	Dose (ha)	Modo de Aplicação
Trat I	*Bradyrhizobium japonicum*	300 mL	sulco
	Azospirillum brasilense	100 mL	
Trat II	*Bradyrhizobium japonicum*	300 mL	sulco
	Azospirillum braasilense	100 mL	
	Pantoea agglomerans	50 g	
Trat III	Bradyrhizobium	300 mL	sulco
	Azospirillum	100 mL	
	Pantoea agglomerans	50 g	
	Trichoderma afroharziano	20 g	

FONTE: Cunha (2025)

Para aplicação dos tratamentos foi utilizado inoculador de sulco na semeadura com 50 litros por hectare de volume de calda. Neste inoculador foi usado o padrão do produtor, o qual usava apenas inoculantes de soja, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* com utilização de 5 doses por hectare e bactérias do gênero *Azospirillum* com 1 dose por hectare, sendo estes comuns em todos os tratamentos.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÂO

O experimento foi conduzido em lavoura comercial utilizando o delineado experimental foi blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 12 parcelas (3 tratamentos x 4 repetições), em parcela subdividida, a área foi de 10 ha para cada tratamento.

Para avaliação de estande foram contadas as plantas em um metro linear com auxilio de uma fita trena. Para a avaliação de comprimento de raiz foram retiras 4 plantas por parcela, totalizando 16 plantas por tratamento, nas quais foram avaliadas o comprimento da raiz em cm. Quanto ao número de vagens e peso de mil sementes foram coletadas três plantas de cada tratamento em 4 amostras dentro da parcela, totalizando 12 plantas por tratamento. Para determinação da produtividade, forma colhidas 2 linhas de 5 metros, trilhadas em batedor estacionário e posteriormente pesadas. Os valores foram corrigidos para 13% de umidade e extrapolados para kg ha. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelos teste Tukey a 5% de significância.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No comprimento de raiz houve diferença significativa entre todos os tratamentos (Tabela 1), sendo que o tratamento com a presença de *P agglomerans e T. afroharzianum* apresentou o maior desenvolvimento radicular, seguida pelo tratamento com a de forma isolada *P. agglomerans,* entretando foi diferente do tratamento I, o qual tinha apenas a presença dos inoculantes.

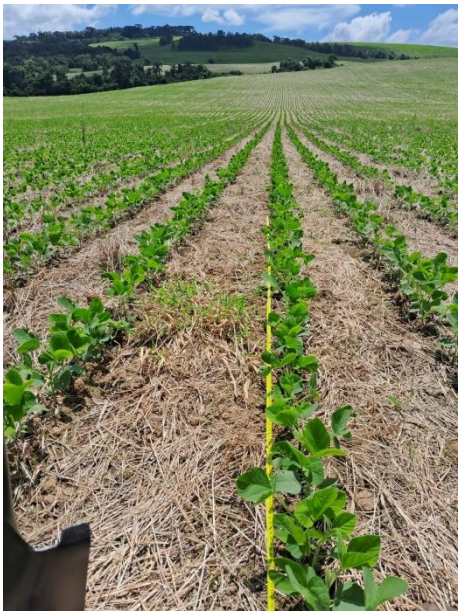
Em relação ao estande de planta (Tabela 1), houve diferenças significativas para o tratamento II e III em relação ao tratamento I. Observa-se menor falha nos tratamentos que tinha a presença do microorganismo, *Pantoea agglomerans isolado e em conjunto com Trichoderma afroharzianum.*

Tabela 1 – Avaliação do comprimento de raiz (cm) e estande plantas de soja (1 metro linear) (*Glycine max*) após 40 dias de plantio. Fazenda Santa Thereza, Lapa-PR, 2023

Tratamentos	Comprimento de raiz	Estande de Planta
TRAT I	15,25 c	11 b
TRAT II	20 b	12,75 a
TRAT III	24,62 a	14 a
Média	19,96	12,58
C.V. (%)	5,43	5,77

FONTE: Cunha (2025)

FIGURA 2 – Foto demonstrativa da avaliação de estande plantas de soja (*Glycine max*) após 40 dias de plantio. Fazenda Santa Thereza, Lapa -PR, 2023.



FONTE: Cunha (2025)

Os resultados obtidos mostram que *P. agglomerans*, estimula o crescimento radicular e provavelmente, isso ocorreu devido a *P. agglomerans* apresentar a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, produzir sideróforos, e de colonizar internamente os tecidos vegetais, agindo de forma endofítica (FERREIRA et al., 2008).

O efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de plantas tem sido relacionado a diversos fatores, tais como proteção de plantas contra patógenos primários e secundários da rizosfera, produção de hormônios de crescimento de plantas, aumento da absorção e da translocação de nutrientes minerais, e aumento da solubilidade e da disponibilidade de vários micronutrientes BETIOL, 1996). Segundo Baugh e Escobar (2007), a ação de *Trichoderma* como estimulador do crescimento é complexa e realizada por interações com fatores bioquímicos e produção de diversas enzimas e compostos benéficos para as plantas.

Desta forma, os resultados mostraram que a associação dos dois microorganismos contribuíram para uma melhorar absorção de nutrientes e consequentemente redução dos danos ocasionados pelos patógenos de solo.

Tabela 2 – Plantas por metro (plantas m^{-1}), vagens por planta (vagens $planta^{-1}$) e Peso de mil grãos (gramas) e produtividade (kg ha^{-1}) em função dos tratamentos em plantas de soja (*Glycines max*). Fazenda Santa Thereza, Lapa -PR, 2023

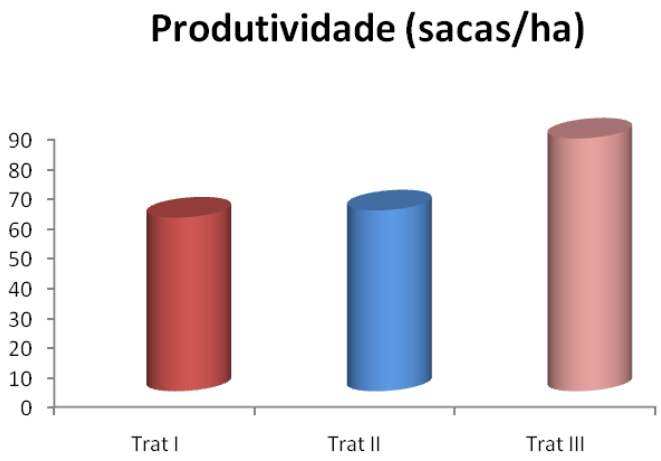
Tratamentos	Vagem $planta^{-1}$	PMS	Produtividade
Trat I	61,75 b	204,5 a	3510 b
Trat II	125,75 a	212 a	3654 a
Trat III	119,5 a	213,25 a	5106 a
Médias	102,33	209,92	
C.V. (%)	13,53	2,37	

FONTE: Cunha (2025)

Observou-se que para o número de vagem $planta^{-1}$, o tratamento II e III apresentaram diferenças significativas comparadas com o tratamento I, entretanto o tratamento II apresentou a melhor média de 125,75 (Tabela 2). Quando ao peso de mil sementes não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, o padrão com *P. agglomerans* + *T. afroharzianum* foi 4,3% superior ao controle, o que pode ser explicado pela maior proteção e desenvolvimento radicular (Tabela 2). Do ponto de vista de importância dos componentes de rendimento, 10 gramas de diferença no peso de mil grãos, em um estande final de 30 plantas metro quadrado, com média de 60 vagem por planta e 2,5 grãos por vagem, a diferença chega a 450 kg ha, similar ao observado na produtividade.

Quanto à produtividade, o tratamento com *P. agglomerans* isolado e o tratamento com *P.agglomerans e T. afroharzianum* apresentaram valores significativos de produtividade, em relação ao tratamento I. Podemos observar que o Tratamento III apresentou a melhor produtividade, 5106 kilos por hectare (Tabela 2 e Figura 4). O Tratamento III apresentou 1452 kilos a mais que o tratamento II e o Tratamento II resultou em144 kilos a mais que o tratamento I (Figura 2).

FIGURA 2 – Produtividade média de cada tratamento da cultura da soja (*Glycine max*), realizada no dia 2024. Fazenda Santa Thereza, Lapa -PR, 2024



FONTE: Cunha (2025).

Diante dos resultados, observou-se que a maior produtividade foi com tratamento de sementes com *T. afroharzianum* e *P. agglomerans*, o que corrobora Amin; Teshele e Tesfay (2014), que utilizaram *Pseudomonas fluorescens, T. harzianum e T. viride* em tratamento de sementes de feijão para controle da antracnose e observaram que os mesmos evitaram danos na produção. Assim é possível destacar a importância desse fungo *T.* afroharzianum neste sistema, visando o manejo de doenças que atacam o sistema radicular e redução de inóculo na área, uma vez que a agricultura moderna demanda por tecnologias que promovam incremento na produção de grãos, sem comprometer os pilares da sustentabilidade agrícola.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a importância do uso de *P.agglomerans* no crescimento radicular e manejo agrícola, entretanto em áreas com incidência de doenças radiculares o uso dos microorganismos correto torna o manejo produtivo e sustentável.

A espécie de *T.* afroharzianum mostrou ser eficiente e auxiliar no manejo de doenças ocasionadas por patógeno de solo, o que consequentemente, evitou danos de produtividade, além de aumentar o tamanho das raízes.

Neste sentido, a utilização de agentes biológicos para o manejo de plantas cultivadas está crescendo e demonstrando sua influência na melhoria de germinação de sementes, emergência de plântulas, no desenvolvimento e crescimento vegetal, controle fitossanitário e, por conseqüência, aumentos de produtividade.

REFERÊNCIAS

AHMAD, J. S.; BAKER, R. **Competitive saprophytic ability and cellulolytic activit of rhizosphere-component mutants of *Trichoderma harzianum***. Phytopathology, v. 77, p. 358-362, 1987.

AMIN, M.; TESHELE, J.; TESFAY, A. Evaluation of bioagents seed treatment against *Colletotrichum lindemuthianum,* in haricot bean anthracnose under field condition. ***Research in Plant Sciences***, Newark, v. 2, n. 1, p. 22-26. 2014.

BAUGH, C. L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation**. Rice Farm Magazine**, Anytown, NY, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2007.

BETTIOL, W. **Biological control of plant pathogens in Brazil: application and current research.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v.12, p. 505-510, 1996.

CARVALHO, D. D.C.; MELLO, S. C. M. LOBO JUNIOR, M; GERALDINE, A. M. B**iocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*** .Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.8, p.822-828, 2011

CARVALHo, D.D.C., **Antagonismo de *Trichoderma harzianum* a *Sclerotium rolfsii* nas culturas do feijoeiro e soja**, Revista Agroambiente On-line, v. 7, n. 3, p. 359-365, 2013

CARVALHO, D.D.C., JUNIOR M. L, MARTINS.I., INGLIS, P.W., MELLO, S.C.M. ***Biological control of Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli by* Trichoderma harzianum and its use for common bean seed treatment**, Tropical Plant Pathology v. 39, P.384-391, 2014

CHAVERRI, P.;BRANCO-ROCHA, F.; JAKLITSCH, W.; GAZIS, R.; DEGENKOLB, T.; SAMUELS, G.J. **Systematics of the Trichoderma harzianum species complex and the re-identification of commercial biocontrol strains.** Mycologia . v.107, p. 558-590, 2015

CONAB. **Acompanhamento da Safra brasileira de grãos.** v.12 – safra 2024/25, n°5 – Quinto levantamento, 2025.

DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V; EDRISI, S. A.; BAKSHI, M.; DUBEY, P. K.; SINGH, A.; VERMA, J. P.; SINGH, A.; SARMA, B. K. RAKSHIT, A.; SINGH, D.P.; SINGH, H. B.; ABHILASH; P. C. **Role of plant growth-promoting microrganisms in sustainable agriculture and environmental remediation**. In: Advances in PGPR research / edited by Harikesh Bahadur Singh, Banaras Hindu: CABI, 2017.

FERREIRA, A.; QUECINE, M. C.; LACAVA, P. T.; ODA, S.; AZEVEDO, J. L.; ARAUJO, W. L. **Diversity of endophytic bactéria from Eucalyptus species seeds and colonization of seedlings by *Pantoea agglomerans*.** FEMS Microbiol Lett, v. 287, p. 8–14, 2008.

FUKAMI, J., CEREZINI, P.; HUNGRIA, M. **Azospirillum: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation**. AMB Expr 8 : 73, 2018.

HENNING, A.A; ALMEIDA,A.M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. EMBRAPA. 5.ed. Londrina, 2014.

EMBRAPA. A origem do grão, histórico no Brasil. 2014. Disponível em: . Acesso em: 02 mai. 2016.

GRIS, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina**. 2009. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

HASSANI, M.; AMINE, P. D.; HACQUARD, S. **Microbial interactions within the plant holobiont**. Microbiome, v.6, p.1-17, 2018.

LEANDRO, L.F.S.; EGGENBERGER S.; CHEN C.; WILLIAMS J.; BEATTIE G.A.; LIEBMAN M. **Cropping system diversification reduces severity and incidence of soybean sudden death syndrome caused by *Fusarium virguliforme***. Plant Disease, v.102, p.1748–58, 2018.

KHAN, M. R.; KHAN, S. M.; MOHIDDIN, F. A. **Biological control of Fusarium wilt of chickpea through seed treatment with the commercial formulation of *Trichoderma harzianum* and/or *Pseudomonas fluorescens***. Phytopathologia Mediterranea v.43, p. 20-25, 2004

KUMAR, P.; THAKUR, S.; DHINGRA, G. K.; SINGH, A.; PAL, M. K. HARSHVARDHAN, K.; MAHESHWARI, D. K. **Inoculation of siderophore producing rhizobacteria and their consortium for growth enhancement of wheat plant**. Biocatalysis and agricultural biotechnology, v. 15, p. 264-269. 2018

MARQUEZ, N.; GIACHERO, M.L.; DECLERCK, S.; DUCASSE, D. A. ***Macrophomina phaseolina*: General Characteristics of Pathogenicity and Methods of Control.** Frontiers in Plant Science, 2021

MACHADO, D. F. M; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F. DA; ANTONIOLLI, Z. I. ***Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

POLETTO, I. **Caracterização e manejo do patossistema erva-mate/podridão-de-raízes**. 2010. 97p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

REIS, E.M.; BEZERRA, R.; SCHEER, O.; MORAES, N.L.M.; CARDOSO, C.A. Manejo das podridões radiculares. In: REIS, E.M Doenças na cultura da Soja. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

SOUZA, R.; BENEDUZI, A.; AMBROSINI, A.; COSTA, P.B.; MEYER, J.; VARGAS, L.K.; SCHOENFELD, R.; PASSAGLIA, L.M.P. **The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) cropped in southern Brazilian fields**. Plant and Soil , v. 366, p. 585-603, 2013.

QUECINE, M. C.; ARAÚJO, W. L.; ROSSETTO, P. B.; FERREIRA, A.; TSUI, S.; LACAVA, P. T.; MONDIN, M.; AZEVEDO, J. L.; PIZZIRANI-KLEINER A. A. **Sugarcane growth promotion by the endophytic bacterium Pantoea agglomerans 33.1**. Applied and Environmental Microbiology 78.21, 7511-7518, 2012.