

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Elias Soares Rodrigues

**EFEITO DE *Trichoderma harzianum* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE
BETERRABA E NA INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE**

São João Evangelista-MG

2026

ELIAS SOARES RODRIGUES

**EFEITO DE *Trichoderma harzianum* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE
BETERRABA E NA INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São
João Evangelista, como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profª. Dra. Natália Risso Fonseca.

São João Evangelista-MG

2026

R696e Rodrigues, Elias Soares.
 Efeito de *Trichoderma harzianum* no crescimento de plantas de
beterraba e na incidência de cercosporiose / Elias Soares Rodrigues –
2026.
 27f.: il.

 Orientadora: Dra. Natália Risso Fonseca.
 Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2026.

 1. *Beta vulgaris* L. 2. *Cercospora beticola*. 3. Controle biológico.
4. Desenvolvimento vegetal. I. Rodrigues, Elias Soares. II. Instituto
Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 632.96

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Elias Soares Rodrigues

**EFEITO DE *Trichoderma harzianum* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE
BETERRABA E NA INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São
João Evangelista, como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 29/04/2026 pela banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
NATALIA RISSO FONSECA
Data: 30/04/2026 10:09:21-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Orientadora Profa. Dra. Natália Risso Fonseca (Orientadora)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João
Evangelista



Documento assinado digitalmente
RAFAEL CARLOS DOS SANTOS
Data: 29/04/2026 21:34:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr. Rafael Carlos dos Santos

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João
Evangelista



Documento assinado digitalmente
PEDRO BOUCAZ PAES
Data: 29/04/2026 20:16:47-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr. Pedro Bouçaz Paes

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João
Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda a minha família por acreditarem em mim e pelo incentivo constante na realização deste trabalho.

Agradeço à minha orientadora e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, pelo apoio institucional, infraestrutura e recursos disponibilizados para a realização deste trabalho.

RESUMO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma cultura amplamente cultivada no Brasil. Entre as alternativas de manejo sustentável das culturas agrícolas, o uso de agentes biológicos como *Trichoderma* spp. tem se destacado por atuar no controle de fitopatógenos e na promoção do crescimento vegetal. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de um produto comercial à base de *Trichoderma harzianum* (Trichodermil®) no desenvolvimento de plantas de beterraba e na incidência da cercosporiose, em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos. Não houve redução da incidência da doença, com 100% das plantas infectadas. Para o tubérculo, o tratamento com aplicações do produto no momento da semeadura, aos 30 e aos 60 dias, promoveu aumento significativo de matéria fresca de tubérculo, com incremento de 72% em relação à testemunha. As demais características do tubérculo (matéria seca, diâmetro e °Brix) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Nas variáveis de parte aérea, também não foram observadas diferenças significativas. Os resultados indicam que o uso de *T. harzianum*, na forma do produto Trichodermil®, apresenta potencial como bioinsumo na cultura da beterraba, especialmente quando aplicado de forma contínua, podendo contribuir para o desempenho produtivo.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L. *Cercospora beticola*. Controle biológico. Desenvolvimento vegetal.

ABSTRACT

Beetroot (*Beta vulgaris* L.) is a widely cultivated crop in Brazil. Among sustainable management strategies in agricultural systems, the use of biological agents such as *Trichoderma* spp. has gained prominence due to its role in phytopathogen control and plant growth promotion. In this context, this study aimed to evaluate the effect of a commercial product based on *Trichoderma harzianum* (Trichodermil®) on beetroot plant development and *Cercospora* leaf spot incidence under protected conditions. The experiment was conducted in a randomized complete block design (RCBD) with four treatments. No reduction in disease incidence was observed, with 100% of plants infected. Regarding the tuber, treatment 4, which included applications at sowing and at 30 and 60 days after sowing, promoted a significant increase in fresh tuber mass, with a 72% increment compared to the control. The other tuber characteristics (dry mass, diameter, and °Brix) showed no significant differences among treatments. Likewise, no significant differences were observed for shoot variables. The results indicate that the use of *T. harzianum*, in the form of the commercial product Trichodermil®, has potential as a bioinput in beetroot cultivation, especially when applied continuously, contributing to improved crop performance.

Keywords: *Beta vulgaris* L. *Cercospora beticola*. Biological Control. Plant development.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2.1 A cultura da beterraba.....	10
2.2 Cercopora beticola.....	10
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 Caracterização do local do experimento.....	15
3.2 Preparo da área e semeadura.....	15
3.3 Delineamento experimental, composição e aplicação dos tratamentos e avaliações.....	16
3.4 Análise de dados.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça da família *Chenopodiaceae*, que teve origem a partir de sua forma primitiva, *Beta vulgaris perennis*, originária das regiões sul e leste da Europa e norte da África (TIVELLI *et al.*, 2011). Essa hortaliça é consumida preferencialmente “in natura”, cozida ou na forma de sucos, contudo, observa-se um crescente aumento da sua utilização em indústrias de conservas e alimentos infantis (NUNES; LEITE, 2008).

As doenças se destacam entre os principais fatores que afetam negativamente a produtividade da cultura, como a cercosporiose, considerada a principal doença da cultura, causada pelo fungo *Cercospora beticola* Sacc., atingindo todas as regiões produtoras (HELING, 2019). Plantas infectadas apresentam redução na área fotossintética, devido a lesões que podem acarretar a morte das folhas que, conseqüentemente, demandam maior gasto energético para reposição utilizando as reservas da raiz e acarretando a diminuição da produtividade (MAY DE MIO *et al.*, 2008).

Diversas práticas podem ser empregadas no manejo da cercosporiose, como rotação de culturas, uso de sementes sadias, uso de cultivares tolerantes e controle químico com fungicidas (TIVELLI *et al.*, 2011). No entanto, medidas de controle de doenças com menor impacto ambiental ganharam destaque nos últimos anos, como é o caso do controle biológico e da indução de resistência de plantas a patógenos (CAMELO-GARCÍA *et al.*, 2016).

O controle biológico se destaca como uma alternativa sustentável e pode ser definido como a utilização de um microrganismo capaz de promover a redução da densidade do inóculo e das atividades determinantes da doença, podendo ocasionar a destruição total ou parcial do agente causal da doença, por meio do parasitismo, antibiose, predação, competição e indução de resistência da planta (SILVA, 2023).

Um dos agentes de controle biológico de grande potencial para o controle de doenças e também para a promoção de crescimento das plantas são fungos do gênero *Trichoderma* que, segundo Meyer (2019), estão sendo utilizados para a fabricação de um grande número de produtos formulados no Brasil. Esses produtos podem ser usados como biofertilizantes, biopesticidas e inoculantes do solo (HARMAN *et al.*, 2004), sendo recomendados para uso em uma grande variedade de culturas, como é o caso das hortaliças em sistema orgânico e convencional, sobretudo para o manejo de patógenos do solo.

Esse gênero apresenta espécies importantes economicamente, as quais possuem diversos mecanismos que permitem reduzir a população de fitopatógenos, como a competição por espaço e nutrientes, parasitismo e a produção de metabólitos secundários. Além do potencial

biocontrolador, esses microrganismos são capazes de induzir a produção metabólica de substâncias com ação análoga aos hormônios vegetais, acarretando promoção de crescimento vegetal e aumento da resistência a patógenos (HERMOSA *et al.*, 2012; LÓPEZ-BUCIO *et al.*, 2015).

Pesquisas comprovam que diferentes isolados de *Trichoderma* spp. provocaram aumentos significativos no crescimento, produtividade e precocidade de germinação, em culturas agrícolas inoculadas com esse agente de controle biológico. Estudos de Bononi *et al.* (2020), demonstraram que *Trichoderma* isolados do solo da floresta amazônica tinham potencial para solubilizar fósforo e aumentar o crescimento de plantas de soja. Em feijão caupi, o uso de *Trichoderma harzianum* foi efetivo para aumentar a germinação (PIMENTEL *et al.*, 2021). Além disso, em tomate o uso de *Trichoderma viride* apresentou resultados promissores na redução da severidade de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lysopersici* e na melhoria do crescimento e da produtividade das plantas por meio da produção de enzimas capazes de degradar patógenos e da melhora da atividade fisiológica (JAMIL, 2021).

Existem vários estudos com diferentes objetivos utilizando *Trichoderma* na cultura da beterraba, como aumento da biomassa fresca (TOPOLOVEC-PINTARIĆ *et al.* 2013), redução de incidência de *Rhizoconia* (STEINLMANN, 2019) e mitigação dos efeitos negativos de salinidade, melhorando a fotossíntese, condutância estomática e produtividade (BARBOSA *et al.*, 2024). Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito de um produto biológico formulado comercialmente à base de *T. harzianum* no desenvolvimento de plantas de beterraba e na incidência da cercosporiose.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da beterraba

A beterraba é uma das principais hortaliças tuberosas cultivadas e consumidas no Brasil, sendo que as cultivares de mesa são as mais plantadas para fins comerciais (HELING, 2019).

A beterraba de mesa é caracterizada pela raiz em formato globular, sabor adocicado, que se desenvolve quase à superfície do solo, resultado do intumescimento do hipocótilo, que forma uma típica parte tuberosa de coloração purpúrea em decorrência do acúmulo de pigmentos denominados betalainas, os quais também estão presentes nas folhas, nervuras e pecíolos (KANNER *et al.*, 2001; FILGUEIRA, 2003).

A planta é bianual, com folhas cordiformes de 5-20 cm de comprimento, com flores verdes ou vermelhas, medindo entre 3 e 5 mm, e inflorescência do tipo espiga (TIVELLI *et al.*, 2011). De acordo com os mesmos autores, a beterraba contém na parte aérea e nas raízes elementos que lhe proporcionam excelente valor nutritivo, com parte aérea rica em ferro, sódio, potássio, vitamina A e vitaminas do complexo B, em níveis significativamente maiores que os das raízes, o que revela a importância de seu aproveitamento na alimentação humana.

Segundo Santos *et al.* (2020), a produtividade média da cultura no Brasil varia entre 15 e 20 t ha⁻¹ para variedades e entre 28 e 33 t ha⁻¹ para híbridos, em uma área cultivada estimada em 18 mil hectares.

A cultura pode apresentar alta susceptibilidade a problemas fitossanitários durante seu ciclo de cultivo, que causam prejuízos ao produtor dependendo da intensidade com que estas ocorrem (MAZARO *et al.*, 2009). Entre as doenças, a cercosporiose ou mancha de cercospora, causada por *Cercospora beticola*, é especialmente danosa à cultura, uma vez que a maioria das cultivares disponíveis são suscetíveis à doença, a qual pode causar grandes perdas de produção, caso medidas de controle não sejam adotadas (FELIPINI, 2011), bem como nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), que têm sido identificados como um importante problema fitossanitário em plantações brasileiras (CORREIA, 2017). Também há registros de manchas bacterianas foliares causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *betae* em regiões de produção (CORRÊA *et al.*, 2009).

2.2 *Cercospora beticola*

A cercosporiose ou mancha de cercospora é a principal doença fúngica da beterraba no Brasil. A ocorrência generalizada desta doença no campo pode representar uma redução de 15% a 45% na produtividade (TIVELLI *et al.*, 2011). A espécie foi primeiramente descrita por Saccardo, em 1876, causando manchas foliares em beterraba açucareira (CARUEL, 1876).

Os fungos do gênero *Cercospora* apresentam conidióforos escuros, simples, provenientes de agregados que irrompem o tecido da folha, sobre os quais crescem os conídios hialinos, filiformes e multicelulados (FELIPINI, 2011). Esses fungos parasitam preferencialmente plantas superiores, causando doenças foliares como o crestamento foliar de cercospora em soja (*C. kikuchii*), mancha olho-de-rã em fumo (*C. nicotianae*) e cercosporiose em milho (*C. zea-maydis*) (BARNETT e HUNTER, 1972; WEILAND e KOCH, 2004).

A disseminação da doença ocorre por meio dos conídios do patógeno, dispersos por meio do vento e de gotículas de água que, ao depositarem sobre a planta e em condições ambientais favoráveis, germinam, emitindo o tubo germinativo que penetra no tecido foliar através dos estômatos (CAMELO-GARCÍA *et al.*, 2016). Esse patógeno é considerado um parasita necrotrófico, pois causa, primeiramente, a destruição da membrana celular e do protoplasto para a obtenção dos nutrientes da célula (FELIPINI, 2011).

Em beterraba, o fungo infecta preferencialmente folhas mais velhas e pecíolos, causando manchas delimitadas por um bordo avermelhado e centro necrosado de coloração acinzentada. À medida que ocorre a expansão do número e da área das lesões, associada ao acúmulo de fitotoxinas, há rápida senescência foliar, comprometendo o desempenho da planta (WEILAND e KOCH, 2004).

O controle da doença é realizado principalmente pela aplicação de fungicidas protetores e curativos, com destaque para os sistêmicos de ação curativa do grupo dos triazóis e estrobilurinas (FILGUEIRA, 2003; MAPA, 2011). No entanto, existe grande diversidade genética na população do patógeno, a qual alguns já apresentam resistência aos principais fungicidas aplicados, o que faz com que mais aplicações sejam necessárias e em doses cada vez maiores (JOANNIDIS e KARAOGLANIDIS, 2003; HUDEC *et al.*, 2022).

2.3 Controle biológico

O controle biológico vem se tornando uma alternativa importante na proteção dos cultivos, pois visa à supressão da doença pela aplicação de um agente de biocontrole. Esses agentes são, no geral, microrganismos não patogênicos capazes de controlar ou reduzir a população dos microrganismos patogênicos (MEDEIROS, SILVA e PASCHOLATI, 2018).

Estes agentes de biocontrole podem atuar através de um ou mais mecanismos de ação, como a antibiose, a competição por espaço ou nutrientes, a predação e, indiretamente, pela promoção de crescimento e indução de resistência da planta (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

De acordo com Benítez *et al.* (2004), entre os principais benefícios proporcionados pela aplicação de produtos biológicos, destaque-se a proteção da planta contra patógenos, o aumento da taxa de germinação das sementes e a promoção do crescimento e aumento do rendimento das plantas. Os agentes de controle biológico podem ser utilizados sozinhos ou em combinação com outros métodos de controle, a fim de melhorar sua eficiência (PALAZZINI *et al.*, 2016).

O emprego de produtos biológicos no controle de patógenos tem se tornado cada vez mais comum em decorrência da crescente procura por produtos orgânicos, que impulsionam trabalhos com foco em agentes de controle biológico (MEYER *et al.*, 2019).

2.4 Gênero *Trichoderma*

O gênero *Trichoderma* é formado por fungos habitantes do solo, de reprodução assexuada e de vida livre (MACHADO e SILVA, 2013). Ele está presente tanto em regiões de clima tropical quanto temperado, em quase todos os ambientes, desde ecossistemas agrícolas até desertos e águas marinhas (WOO *et al.*, 2023).

Sabe-se, até o momento, que todas as espécies do gênero *Trichoderma* possuem, em maior ou menor escala, a capacidade de parasitar fungos fitopatogênicos e oomicetos (DRUZHININA *et al.*, 2018). Além dessa ação direta sobre os patógenos, também se destacam os processos associados ao controle biológico de doenças, os quais incluem mecanismos indiretos, como a indução de defesas locais e sistêmicas nas plantas. Observa-se ainda que o *Trichoderma* pode estimular o desenvolvimento radicular e favorecer o crescimento vegetal, proporcionando vantagens tanto para a planta hospedeira quanto para o próprio fungo, resultando em impactos positivos para a agricultura (WOO *et al.*, 2023).

Neste contexto, o *Trichoderma* mostra-se eficiente no controle de fitopatógenos de importância econômica como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Pythium* e *Botrytis*, além de poder inibir patógenos bacterianos como *Xanthomonas* e *Pseudomonas*, através dos seus metabólitos secundários (CHEN *et al.*, 2025).

Espécies de *Trichoderma* spp. como agentes de controle biológico de organismos fitopatogênicos habitantes de solo podem atuar sobre os patógenos pela competição por espaço e

nutrientes (VERMA *et al.*, 2007), parasitismo ou antibiose (HARMAN, 2006; MUKHERJEE *et al.*, 2008). Estes microrganismos podem controlar patógenos diretamente ou induzir a produção de substâncias no metabolismo das plantas, capazes de aumentar a resistência à patógenos (HERMOSA *et al.*, 2012; LÓPEZ-BUCIO *et al.*, 2015).

A produção de metabólitos secundários por cepas de *Trichoderma* também apresenta grande variedade e aplicação potencial, pois apresenta vários compostos distribuídos em mais de 120 estruturas moleculares, constituindo uma das fontes de maior diversidade metabólica do Reino Fungi (HERMOSA *et al.*, 2012).

Apesar da capacidade de biocontrole do gênero ser reconhecida desde a década de 1920, apenas recentemente algumas linhagens passaram a ser produzidas e comercializadas para esse fim na agricultura (HARMAN, 2004). De acordo com o aplicativo Bio Insumos MAPA (2024), atualmente, 78 produtos estão registrados com *Trichoderma* na composição para controle biológico, sendo 68 fungicidas, 1 inseticida e 9 nematicidas (Bio Insumos, MAPA). Um exemplo desses produtos é o Trichodemil (*Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ 1306), considerado um dos produtos símbolo da Koppert no Brasil, sendo amplamente reconhecido por sua dupla função de biofungicida e bionematicida, proteção de raízes e indução de crescimento vegetal (Koppert, 2025).

Os fungos pertencentes ao gênero, além de serem reconhecidamente biofungicidas (MEHER *et al.*, 2020), também podem ser classificados como biofertilizantes, bioestimulantes e potencializadores da resistência contra estresses bióticos e abióticos, tendo como resultado de todas estas interações, normalmente, a promoção de crescimento (WOO; PEPE, 2018). Assim mesmo na ausência de patógenos, sua aplicação pode aumentar a eficiência de absorção de nutrientes e, consequentemente, elevar a produtividade da cultura (CHAGAS *et al.*, 2022).

O estudo de Meyer *et al.* (2019) conduzido na cultura da soja demonstrou que a aplicação de determinados isolados de *Trichoderma* spp. testados em campo podem modificar a arquitetura radicular, expandindo a área de absorção e a translocação de nutrientes, aumentando seu potencial de crescimento e absorção de nutrientes, porcentagem de germinação das sementes e indução de mecanismos de defesa em plantas contra danos bióticos e abióticos.

O efeito da interação “planta-*Trichoderma*-nutrientes” normalmente resulta na promoção de crescimento, pois o fungo atua na solubilização de fósforo e micronutrientes (MEYER *et al.*, 2019) e também na produção de hormônios como giberelinas e de auxinas como o AIA (HERMOSA *et al.*, 2012), que favorecem o desenvolvimento de raízes laterais. A atuação multifuncional do fungo inclui também a produção de compostos orgânicos voláteis, como 2-heptanona, 2-pentyl furan (2-PF) e 6-pentil-2H-pyran-2-one (6-PP), que contribuem para o

aumento do crescimento aéreo, da biomassa radicular e para a modulação das vias fisiológicas associadas ao desenvolvimento vegetal. Dessa forma, a colonização radicular por *Trichoderma* melhora a absorção de nutrientes, fortalece o crescimento e favorece respostas que permitem às plantas maior vigor e melhor desempenho sob condições bióticas e abióticas adversas (CHEN *et al.*, 2025).

Estudos recentes demonstraram que o *Trichoderma* também promove o crescimento de mudas de beterraba. No estudo de Jantsch *et al.* (2023), verificou-se aumento significativo no comprimento de raízes e na massa seca da parte aérea e radicular das mudas. Além da beterraba, outras olerícolas como alface, tomate e pepino (DINIZ *et al.*, 2006; CHACON *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011) também apresentaram incremento de produtividade quando inoculadas com isolados de *Trichoderma*.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do local do experimento

O trabalho foi conduzido no setor de horticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista - IFMG-SJE, localizado na cidade de São João Evangelista, a qual apresenta temperatura média anual de 20,1°C, precipitação pluviométrica média de 1.180 mm e a altitude média de 692 m (SILVA, 2013).

O experimento foi realizado de novembro de 2022 a janeiro de 2023, em uma estufa coberta por lona transparente e laterais de sombrite, utilizada para a produção de hortaliças há mais de 20 anos, com cultivos como cenouras, tomate, beterraba, alface e couve. O local conta com irrigação por sistema de microaspersão, realizada duas vezes ao dia, com uma lâmina diária de 5 mm, sem controle de temperatura.

Para a análise química e textural do solo foi coletada uma amostra composta na profundidade de 0 a 20 cm utilizando-se um amostrador tipo sonda e enviada ao laboratório de análise de solo, com base nos resultados obtidos, a correção e a adubação foram realizadas conforme as recomendações do manual de Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Edição (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

3.2 Preparo da área e semeadura

A limpeza da área foi feita manualmente com o auxílio de uma enxada. Em seguida, com o auxílio de um encanteirador, foram preparados quatro canteiros de 0,7 m de largura e 5,5 m de comprimento, com um espaçamento de 0,5 m entre eles.

Após o preparo dos canteiros, foi feita a incorporação de 12 L de esterco bovino curtido por canteiro juntamente com a adubação de plantio em área total, composta por 2,5 kg de MAP (fósforo monoamônico) (Figura 1).

Para a semeadura, foram abertos sulcos com profundidade de 2 cm nos canteiros, obedecendo a um espaçamento de 25 cm entre os sulcos, em cada sulco foram semeadas 12 sementes. Em seguida, os canteiros foram cobertos com 12 L de pó de serra, com a finalidade de manter a umidade do solo, proteger contra a perda de água por evaporação e evitar o crescimento de plantas daninhas, reduzindo, assim, a mão de obra com capina nos canteiros.

O desbaste foi realizado 20 dias após a emergência das plântulas, mantendo apenas as plantas mais vigorosas deixando 3 mudas por sulco , com o intuito de reduzir a competição por água e nutrientes e aumentar a uniformidade entre plantas.

Figura 1. Área pronta após preparação dos canteiros para a semeadura.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

3.3 Delineamento experimental, composição e aplicação dos tratamentos e avaliações

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos (repetição), compostos por 12 plantas cada, em que foram distribuídos os quatro tratamentos. O croqui com a disposição dos tratamentos está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Esquema ilustrativo dos tratamentos no campo.

T1	T2	T2	T1
T4	T4	T3	T3
T2	T3	T1	T4
T3	T1	T4	T2
Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Cada canteiro representou um bloco no delineamento experimental. Cada bloco foi dividido em quatro áreas e, em cada área, foi realizado um dos quatro tratamentos testados.

O efeito de *T. harzianum* nas plantas de beterraba foi avaliado utilizando o produto biológico comercial Trichodermil®, à base da cepa ESALQ-1306 de *T. harzianum*, com concentração mínima de $2,0 \times 10^9$ conídios viáveis por mL.

Foram testados quatro tratamentos: T1 – sem aplicação do produto biológico (testemunha); T2 – aplicação do produto biológico no dia da semeadura; T3 – aplicação do produto biológico no dia da semeadura e 30 dias após a semeadura; e T4 – aplicação do produto biológico no dia da semeadura, 30 e 60 dias após a semeadura.

A aplicação do produto foi conduzida seguindo as recomendações do fabricante, utilizando 5 mL do produto para a preparação de 5 L de calda. O produto foi pulverizado sobre os canteiros utilizando um pulverizador elétrico, provido de barra de pulverização contendo um bico tipo leque Teejet 110.0, no início da manhã.

A incidência da doença foi avaliada aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. O parâmetro foi calculado contabilizando o número de plantas com a presença de pelo menos uma folha com lesões típicas de *C. beticola* e determinando a porcentagem de plantas infectadas em relação ao número total de plantas avaliadas.

O crescimento e desenvolvimento das plantas foram avaliados 90 dias após a semeadura. Para isso, todas as plantas de cada tratamento foram coletadas, acondicionando separadamente a parte aérea e o tubérculo de cada uma em sacos de papel, devidamente identificados, que, em seguida, foram levados ao Laboratório de sementes do IFMG-SJE, para realização das análises.

De cada tubérculo foram determinados o diâmetro e a altura, com o auxílio de um paquímetro digital; a massa fresca, utilizando uma balança de precisão; e o teor de sólidos solúveis (°Brix), com o auxílio de um refratômetro, de acordo com a metodologia descrita por Adolf Lutz (2009). As folhas e caules também foram pesados, obtendo-se a massa fresca da parte aérea das plantas. Em seguida, os materiais vegetais foram levados para secagem em estufa a 65 °C, até atingir peso constante e, novamente pesados em balança de precisão, para determinação da massa seca dos tubérculos e das partes aéreas.

3.4 Análise de dados

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de resíduos por Shapiro-Wilk, homogeneidade de variâncias por Bartlett, aditividade por Tukey e independência de resíduos por Durbin-Watson. Análise de variância e comparações múltiplas pelo teste Tukey, a nível de 5% de significância, foram realizadas com auxílio do software R (R Core Team, 2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectou-se 100% de incidência de cercosporiose em todos os tratamentos. A alta incidência da doença já era prevista, pois o local de realização da experimentação cultivava regularmente beterraba, o que aumenta consideravelmente a quantidade de inóculo presente na área.

De acordo com a Tabela 1, é possível observar que, para a variável matéria fresca, o T4 (aplicação do produto biológico no dia da semeadura, 30 e 60 dias após a semeadura) diferiu estatisticamente do tratamento T1 (testemunha) e T2 (aplicação do produto biológico no dia da semeadura), apresentando um acréscimo de 72% e 43,1%, respectivamente.

Tabela 1. Efeito da inoculação de Tricodermil® sobre tubérculo de *Beta vulgaris* L.

Tratamentos	Tubérculo							
	Matéria fresca (g)		Matéria Seca (g)		Diâmetro(mm)		°Brix	
T1	90,73	b	7,35	a	43,74	a	44,38	a
T2	109,04	b	10,92	a	45,71	a	43,85	a
T3	122,03	ab	9,15	a	42,55	a	41,23	a
T4	156,09	a	11,6	a	46,42	a	44,55	a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Embora não haja diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos T2 e T3 em relação à testemunha, há uma tendência de aumento de matéria fresca conforme aumenta-se o número de aplicações do produto; ou seja, quanto maior o número de aplicações do produto, maior o incremento na matéria fresca do tubérculo. Resultados semelhantes foram obtidos em estudos avaliando a aplicação de *T. harzianum* no desenvolvimento de plantas de rabanete (*Raphanus sativus*). Aziz et al. (2023) relatam o aumento de 50% da massa fresca da raiz tuberosa, com a aplicação de *T. harzianum* no momento do plantio das mudas e Oliveira et al. (2024) observaram aumento de 35% de massa fresca da raiz utilizando a mesma cepa avaliada no presente ensaio, *T. harzianum* ESALQ 1306, com a aplicação adicional de 104 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Esse comportamento pode estar relacionado não apenas à capacidade do *T. harzianum* de promover o crescimento vegetal, mas também à sua atuação na indução de resistência e mitigação de estresses bióticos, como a cercosporiose. Durante a interação entre o microrganismo e a planta, o fungo libera metabólitos secundários que são reconhecidos pela planta (HERMOSA et al., 2012). Entre os compostos destacam-se o ácido indol-3-acético (AIA), um regulador vegetal envolvido no desenvolvimento radicular e no crescimento das plantas

(MARTÍNEZ-MEDINA *et al.*, 2014), as giberelinas, hormônio relacionado ao alongamento celular e estímulo ao desenvolvimento de órgãos vegetativos (JAROSZUK-SCISEL *et al.*, 2019) e a enzima 1-aminociclopropano-1-carboxilato deaminase (ACCD) (BROTMAN; KAPUGANTI; VITERBO, 2010), que atua na regulação do etileno. Como consequência, ocorre a redução do estresse fisiológico, favorecimento do crescimento das raízes e melhora na absorção de água e nutrientes.

Dessa forma, aplicações sucessivas podem ter favorecido maior estímulo fisiológico ao sistema radicular, refletindo em melhor absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, em incremento gradual da matéria fresca do tubérculo, como demonstrado pelos resultados obtidos por Chagas *et al.* (2017), que ao estudar a influência do *Trichoderma* no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz, concluíram que o uso do bioinsumo apresentou resultados superiores quanto ao acúmulo de biomassa, demonstrando seu potencial como promotores de crescimento nas culturas avaliadas.

A ausência de incremento nos parâmetros massa seca da raiz, diâmetro e °Brix obtidos no presente estudo corrobora outros trabalhos realizados com a mesma cultura, como Pereira e Petry (2024), que, em estudo conduzido em sistema orgânico, sem relatos de estresses bióticos, não tiveram resposta significativa ao uso isolado não comercial de *T. harzianum*. Resultado semelhante foi relatado por Sousa (2022), que ao avaliar diferentes inoculantes de sementes (*Bacillus* spp., *Azospirillum* spp. e *T. harzianum*) verificou que *T. harzianum* não diferiu em relação à testemunha, nas variáveis avaliadas, e não foi considerado o melhor tratamento.

As variáveis de parte aérea (Tabela 2) não evidenciaram diferenças significativas entre os tratamentos. Dessa forma, o tratamento com Trichodermil®, à base de *T. harzianum*, não influenciou a altura das plantas, massa fresca e massa seca da parte aérea, corroborando com estudos já citados (PEREIRA; PETRY, 2024; SOUSA, 2023).

Tabela 2. Efeito da inoculação de Trichodermil® sobre a parte aérea de *Beta vulgaris* L.

Tratamentos	Parte aérea		
	Matéria fresca (g)	Matéria Seca (g)	Altura (mm)
T1	7,14 a	3,73 a	59,73 a
T2	7,95 a	4,03 a	61,53 a
T3	10,37 a	3,58 a	57,53 a
T4	12,13 a	3,64 a	68,03 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A resposta limitada observada na maioria dos parâmetros avaliados pode ser atribuída a diferentes fatores. Fungos do gênero *Trichoderma* podem atuar por diferentes vias afetando a fisiologia das plantas, como a solubilização do fósforo (P) e sua disponibilização às raízes, a colonização do sistema radicular com alterações na arquitetura das raízes e a produção de substâncias com efeito semelhante ao de fitohormônios, estimulando o crescimento vegetal (CONTRERAS-CORNEJO *et al.*, 2016). Entretanto, como a adubação fosfatada foi padronizada entre os tratamentos, é possível que o solo já apresentasse níveis adequados desse nutriente, reduzindo a expressão dos efeitos promotores do microrganismo.

Além disso, a ausência de efeitos significativos pode estar relacionada às condições de campo, que tendem a diminuir a eficiência do *Trichoderma* devido à competição com a microbiota nativa e à influência de fatores ambientais que podem mascarar as respostas fisiológicas da planta (ZEILINGER *et al.*, 2016; LORITO; WOO, 2015).

Adicionalmente, a resposta ao uso de *Trichoderma* pode variar conforme o genótipo da planta, a cepa do microrganismo utilizada e as condições de cultivo (HERMOSA *et al.*, 2012), o que contribui para a ausência de diferenças significativas em algumas das variáveis observadas neste experimento. Ainda assim, mesmo sem diferença estatística em relação à testemunha, observou-se uma tendência de aumento de matéria fresca da parte aérea e da altura das plantas com a presença do microrganismo.

5. CONCLUSÃO

A aplicação de *T. harzianum*, por meio do produto Trichodermil®, promoveu incremento significativo na matéria fresca do tubérculo de beterraba quando realizada de forma sucessiva ao longo do ciclo da cultura.

A aplicação de *T. harzianum*, por meio do produto Trichodermil®, não afetou os demais parâmetros avaliados.

Esses resultados sugerem que a resposta ao microrganismo pode depender de outros fatores, como condições de cultivo, disponibilidade de nutrientes no solo, interação com a microbiota do solo, condições ambientais e a cepa utilizada.

Dessa forma, conclui-se que o uso de *T. harzianum*, na forma do produto Trichodermil®, apresenta potencial como bioinsumo na cultura da beterraba, especialmente quando aplicado de forma contínua, podendo contribuir para o desempenho produtivo. Entretanto, novos estudos devem ser considerados, visando avaliar diferentes condições ambientais, doses do produto, formas de aplicação e a interação com fatores bióticos e abióticos.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, M.; ARA, N.; ZUBAIR, S.; ULLAH, A.; AHMAD, N.; HAYAT, W.; SHAH, S. Effect of *Trichoderma harzianum* on growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.). **Journal of Xi'an Shiyu University**, v. 19, n. 2, p. 1795–1805, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/368850673_EFFECT_OF_Trichoderma_harzianum_ON_GROWTH_AND_YIELD_OF_RADISH_Raphanus_sativus_L. Acesso em: 3 mar. 2026.
- BARBOSA, A. S.; SILVA, A. O. da; SOUSA, G. G. de; SOUZA, M. V. P. de; FREIRE, M. H. da C.; GOES, G. F.; PEREIRA, A. P. de A.; VIANA, T. V. de A.; COSTA, R. N. T.; LACERDA, C. F. de; SILVA, G. F. da; ROLIM, M. M. Brackish water, phosphate fertilization and *Trichoderma* in the agronomic performance of beet crops. **Agronomy**, v. 14, n. 6, art. 1306, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061306> . Acesso em: 7 mar. 2026.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1972. Disponível em: https://books.google.com/books/about/Illustrated_Genera_of_Imperfect_Fungi.html?id=0O4J5Onk2i4C . Acesso em: 12 mar. 2026.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249–260, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666245/> . Acesso em: 15 mar. 2026.
- BONONI, L.; CHIARAMONTE, J. B.; PANSA, C. C.; MOITINHO, M. A.; MELO, I. S. de. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. **Scientific Reports**, v. 10, art. 2858, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-59793-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59793-8>. Acesso em: 18 mar. 2026.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. Brasília: MAPA/SDA, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/manual-de-metodos_2017_isbn-978-85-7991-109-5.pdf. Acesso em: 21 mar. 2026.
- BROTMAN, J.; KAPUGANTI, G.; VITERBO, A. *Trichoderma*. **Current Biology**, London, v. 20, p. 390–391, 2010. Disponível em: [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(10\)00230-7](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(10)00230-7). Acesso em: 24 mar. 2026.
- CAMELO-GARCÍA, V. M.; REZENDE, J. A. M.; BRUNELLI-BRAGA, K. R.; GIORIA, R. Doenças da beterraba. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 159–163.
- CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R. de; MILLER, L. de O.; OLIVEIRA, J. C. de; CHAGAS JUNIOR, A. F. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. **Agri-environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 10–18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.36725/agries.v3i2.430>. Acesso em: 9 mar. 2026.
- CHEN, X.; LU, Y.; LIU, X.; GU, Y.; LI, F. *Trichoderma*: Dual roles in biocontrol and plant growth promotion. **Microorganisms**, v. 13, n. 8, art. 1840, 2025. DOI:

10.3390/microorganisms13081840. Disponível em:
<https://doi.org/10.3390/microorganisms13081840>. Acesso em: 13 mar. 2026.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 149, n. 3, p. 1579–1592, 2009. DOI: 10.1104/pp.108.130369. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.108.130369>. Acesso em: 16 mar. 2026.

CORREIA, D. B. A.; BALANI, D. M.; RODRIGUES, L. M. R.; DESTÉFANO, S. A. L. Detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *betae* em beterraba na região de São Gotardo (MG). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 2009. Disponível em: <https://www.fito2009.com/resumosrectodos.html>. Acesso em: 20 mar. 2026.

CORREIA, É. C. S. S. **Potencial reprodutivo e danos causados por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* em beterraba**. 2017. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/618f6d9b-3934-41f3-a98b-da9141b46a52>. Acesso em: 23 mar. 2026.

DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M. de; MACHADO, J. da C. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 37–43, 2006. DOI: 10.1590/S0101-31222006000300006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000300006>. Acesso em: 27 mar. 2026.

DRUZHININA, I. S.; CHENTHAMARA, K.; ZHANG, J.; ATANASOVA, L.; YANG, D.; MIAO, Y.; RAHIMI, M. J.; GRUJIC, M.; CAI, F.; POURMEHDI, S.; ABU SALIM, K.; PRETZER, C.; KOPCHINSKIY, A. G.; HENRISSAT, B.; KUO, A.; HUNDLEY, H.; WANG, M.; AERTS, A.; SALAMOV, A.; LIPZEN, A.; LABUTTI, K.; BARRY, K.; GRIGORIEV, I. V.; SHEN, Q.; KUBICEK, C. P. Massive lateral transfer of genes encoding plant cell wall-degrading enzymes to the mycoparasitic fungus *Trichoderma* from its plant-associated hosts. **PLoS Genetics**, v. 14, n. 4, e1007322, 2018. DOI: 10.1371/journal.pgen.1007322. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007322>. Acesso em: 30 mar. 2026.

FELIPINI, R. B. **Avaliação de indutores de resistência para o controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis* Cke.) e da cercosporiose da beterraba (*Cercospora beticola* Sacc.)**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/125435/records/67dab130677d8be0233b074c>. Acesso em: 4 mar. 2026.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, v. 96, n. 2, p. 190–194, 2006. DOI: 10.1094/PHYTO-96-0190. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0190>. Acesso em: 11 mar. 2026.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43–56, 2004. DOI: 10.1038/nrmicro797. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>. Acesso em: 14 mar. 2026.

HELING, A. L. **Seleção, avaliação do crescimento e alterações bioquímicas em plantas de beterraba tratadas com leveduras para controle de cercosporiose**. 2019. 84 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/4607>. Acesso em: 17 mar. 2026.

HERMOSA, R.; VITERBO, A.; CHET, I.; MONTE, E. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. **Microbiology**, v. 158, n. 1, p. 17–25, 2012. DOI: 10.1099/mic.0.052274-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0>. Acesso em: 22 mar. 2026.

HUDEC, K.; MIHÓK, M.; TÓTHOVÁ, M.; BOKOR, P. Diversity and fungicidal resistance of *Cercospora beticola*. **Acta Fytotechnica et Zootechnica**, v. 25, n. 2, p. 148–156, 2022. DOI: 10.15414/afz.2022.25.02.148-156. Disponível em: <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.02.148-156>. Acesso em: 26 mar. 2026.

JAMIL, A. Antifungal and plant growth-promoting activity of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* colonizing tomato. **Journal of Plant Protection Research**, v. 61, n. 3, p. 243–253, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0062-5>. Acesso em: 2 mar. 2026.

JAROSZUK-SCISEL, J.; TYKARSKA, T.; NOWAKOWSKA, J.; TYKARSKI, M.; PAWŁOWSKA, J. Phytohormones (auxin, gibberellin) and ACC deaminase in vitro synthesized by the mycoparasitic *Trichoderma* DEMTkZ3A0 strain and changes in the level of auxin and plant resistance markers in wheat seedlings inoculated with this strain conidia. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/19/4923>. Acesso em: 6 mar. 2026.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains – a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5178–5185, 2001. DOI: 10.1021/jf010456f. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf010456f>. Acesso em: 10 mar. 2026.

LÓPEZ-BUCIO, J.; PELAGIO-FLORES, R.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 109–123, 2015. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.08.043. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.043>. Acesso em: 19 mar. 2026.

LORITO, M.; WOO, S. L. *Trichoderma*: a multi-purpose tool for integrated pest management. In: ABROL, D. P. **Integrated Pest Management**. Academic Press, 2015. p. 345–353. DOI: 10.1007/978-3-319-08575-3_36. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-08575-3_36. Acesso em: 25 mar. 2026.

MACHADO, D. F. M.; SILVA, A. C. F. da. *Trichoderma* no controle in vitro de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 182–191, 2013. DOI: 10.19084/rca.16296. Disponível em: <https://doi.org/10.19084/rca.16296>. Acesso em: 28 mar. 2026.

MARTÍNEZ-MEDINA, A.; ALGUACIL, M. del M.; PASCUAL, J. A.; VAN WEES, S. C. M. Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant

growth-promoting activity on melon plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 40, n. 7, p. 804–815, 2014. DOI: 10.1007/s10886-014-0478-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0478-1>. Acesso em: 1 mar. 2026.

MAY DE MIO, L. L.; OLIVEIRA, R. A.; VEIGA FLORIANI, A. M.; SCHUBER, J. M.; POLTRONIERI, A. S.; ARAUJO, M. A. ARAUJO; TRACH, R. PROPOSAL OF SCALE DIAGRAMMATIC FOR QUANTIFICATION OF CERCOSPORA OF BEET. *Scientia Agraria*, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 331–337, 2008. DOI: 10.5380/ras.v9i3.11524. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/11524>. Acesso em: 12 mar. 2026.

MAZARO, S. M.; WAGNER JÚNIOR, A.; SANTOS, I. dos; CITADIN, I.; POSSENTI, J. C.; GOUVÊA, A. de. Controle do tombamento de plântulas de beterraba e tomate pelo tratamento de sementes com quitosana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1424–1430, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100008>. Acesso em: 16 mar. 2026.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P. da; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L. et al. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Ceres, 2018. v. 1, p. 261–274. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324209242_Control_e_biologico_de_doencas_de_plantas. Acesso em: 20 mar. 2026.

MEHER, J.; RAJPUT, R. S.; BAJPAI, R.; TELI, B.; SARMA, B. K. *Trichoderma*: a globally dominant commercial biofungicide. In: SARMA, B. K.; SINGH, M. K.; KESWANI, A.; SINGH, H. B. (eds.). **Trichoderma: agricultural applications and beyond**. Cham: Springer, 2020. p. 195–208. DOI: 10.1007/978-3-030-54758-5_9. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54758-5_9. Acesso em: 23 mar. 2026.

MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M. (eds.). **Ensaaios cooperativos de controle biológico de mofo-branco na cultura da soja – safras 2012 a 2015**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 46 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1041275>. Acesso em: 29 mar. 2026.

OLIVEIRA, G. H.; CARVALHO, L. S. e; RELVAS, R. M. dos S.; BERTI, M. P. da S.; BENETT, C. G. S.; RESENDE, C. L. P.; RODRIGUES, F. Growth promotion of *Raphanus sativus* L. under doses of phosphorus with application of *Trichoderma* spp. **Journal of Sustainable Development**, v. 17, n. 3, p. 49–60, 2024. DOI: 10.5539/jsd.v17n3p49. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/jsd.v17n3p49>. Acesso em: 4 mar. 2026.

PALAZZINI, J. M.; ALBERIONE, E.; TORRES, A.; DONAT, C.; KÖHL, J.; CHULZE, S. Biological control of *Fusarium graminearum* sensu stricto, causal agent of Fusarium head blight of wheat, using formulated antagonists under field conditions in Argentina. **Biological Control**, v. 94, p. 56–61, 2016. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2015.12.009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.12.009>. Acesso em: 8 mar. 2026.

PEREIRA, S. R. de M.; PETRY, C. Uso de microrganismos eficientes (EM) e *Trichoderma* na produção de beterraba (*Beta vulgaris*) em sistema de cultivo orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/7742>. Acesso em: 11 mar. 2026.

PIMENTEL, M. L.; CASTRO, H. V. M.; MUNDURUKU, M. K.; PONTE, L. C. C.; ALVES, D. M. R.; PINTO, R. B.; FAJARDO, J. D. V.; FAJARDO, N. A. V.; ALVES, D. R.; SILVA, L. S.

Application of *Trichoderma harzianum* on the physiological quality of cowpea seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 5, p. 643–648, 2021. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.167057552737339>. Acesso em: 15 mar. 2026.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, A. B.; ROCHA, I. A.; FREITAS, P. G. N. Beterraba: a raiz forte da terra. **Revista Campo & Negócios, Uberlândia**, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://campoenegocios.com/beterraba-a-raiz-forte-da-terra/>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SILVA, R. H. da; KUHN, O. J.; FIGUEIRA, E. P. P.; STANGARLIN, J. R.; HELING, A. L. **Uso de silício e leveduras no manejo de *Cercospora beticola* Sacc. em beterraba açucareira e suas implicações bioquímicas e produtivas**. 2021. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5597>. Acesso em: 24 mar. 2026.

SILVA, V. N. da; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HAKAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1609–1618, 2011. <https://www.scielo.br/j/pab/a/KKPwCh9KBsbPfXQsGTKqKfj/?format=pdf>. Acesso em: 27 mar. 2026.

SOUSA, M. dos S. **Inoculação de microrganismos promotores de crescimento na cultura da beterraba**. 2022. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2022. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/6327>. Acesso em: 30 mar. 2026.

STEILMANN, P. **Uso integrado de biofumigação com canola e *Trichoderma harzianum* no manejo da rizoctoniose em beterraba**. 2019. 77 f. Tese (Doutorado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1111271>. Acesso em: 6 mar. 2026.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A. de; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 45 p. (Boletim Técnico IAC, 210). Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacbt210.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2026.

TOPOLOVEC-PINTARIĆ, S.; ŽUTIĆ, I.; ĐERMIĆ, E. Enhanced growth of cabbage and red beet by *Trichoderma viride*. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 101, n. 1, p. 87–92, 2013. DOI: 10.14720/aas.2013.101.1.14950. Disponível em: <https://doi.org/10.14720/aas.2013.101.1.14950>. Acesso em: 14 mar. 2026.

VERMA, M.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y.; VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, v. 37, n. 1, p. 1–20, 2007. DOI: 10.1016/j.bej.2007.05.012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.05.012>. Acesso em: 17 mar. 2026.

WEI, Y.; YANG, H.; HU, J.; LI, H.; ZHAO, Z.; WU, Y.; LI, J.; ZHOU, Y.; YANG, K.; YANG, H. *Trichoderma harzianum* inoculation promotes sweet sorghum growth in the saline soil by

modulating rhizosphere available nutrients and bacterial community. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, art. 1258131, 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1258131. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1258131>. Acesso em: 22 mar. 2026.

WEILAND, J.; KOCH, G. Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). **Molecular Plant Pathology**, v. 5, n. 3, p. 157–166, 2004. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2004.00218.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2004.00218.x>. Acesso em: 25 mar. 2026.

WEINDLING, R. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. **Phytopathology**, v. 22, p. 837–845, 1932. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19331100368>. Acesso em: 28 mar. 2026.

WOO, S. L.; HERMOSA, R.; LORITO, M.; MONTE, E. *Trichoderma*: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. **Nature Reviews Microbiology**, v. 21, p. 312–326, 2023. DOI: 10.1038/s41579-022-00819-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00819-5>. Acesso em: 2 mar. 2026.

ZEILINGER, S.; GRUBER, S.; BANSAL, R.; MUKHERJEE, P. K. Secondary metabolism in *Trichoderma* – chemistry meets genomics. **Fungal Biology Reviews**, v. 30, n. 2, p. 74–90, 2016. DOI: 10.1016/j.fbr.2016.05.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.05.001>. Acesso em: 31 mar. 2026.