“Revista SciLab”

Artigo

Eficácia de bioinsumos comerciais e on farm à base de *Trichoderma* spp. no controle de doenças e no desenvolvimento inicial de rúcula

1Isadora Andrade Penha
2Camila Karen Reis Barbosa

1Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado. Machado, MG, Brasil. Discente.;

2Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado. Machado, MG, Brasil. Docente.

RESUMO

O aumento do interesse por alimentos saudáveis e com menor uso de agroquímicos tem fomentado a adoção de sistemas de produção sustentável, nos quais os bioinsumos constituem alternativas para o controle biológico de pragas e patógenos e para a promoção do crescimento vegetal. O gênero Trichoderma reúne fungos filamentosos encontrados naturalmente no solo e na rizosfera, com diferentes mecanismos de ação, incluindo competição por espaço e nutrientes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de bioinsumos comerciais e on farm à base de Trichoderma spp. no controle de doenças e no desenvolvimento inicial de rúcula (*Eruca sativa* L.). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Foram avaliados a testemunha, um bioinsumo on farm e dois bioinsumos comerciais, Quality e StimuControl Evolution. Foram determinadas a massa fresca, o comprimento das plantas e a sanidade das plantas. A testemunha apresentou a maior média de massa fresca, enquanto os tratamentos com bioinsumos apresentaram maior sanidade, com menor ocorrência de clorose e patógenos e maior presença de inimigos naturais benéficos. Para o comprimento das plantas, o tratamento comercial Quality apresentou a menor média, diferindo dos demais tratamentos. Conclui-se que os bioinsumos à base de Trichoderma spp. constituem uma alternativa potencial para o manejo fitossanitário da rúcula, especialmente por favorecerem maior estabilidade fitossanitária, embora o tratamento sem aplicação tenha apresentado maior acúmulo de massa fresca.

Palavras-chave: Controle biológico. *Eruca sativa* L. Produção sustentável. Fitotecnia.

Efficacy of commercial and on-farm bioinputs based on Trichoderma spp. for disease control and early development of arugula (*Eruca sativa* L.)

ABSTRACT

The increasing interest in healthy foods and reduced use of agrochemicals has encouraged the adoption of sustainable production systems, in which bioinputs represent alternatives for the biological control of pests and pathogens and for the promotion of plant growth. The genus Trichoderma comprises filamentous fungi naturally found in soil and the rhizosphere, with different modes of action, including competition for space and

nutrients. This study aimed to evaluate the efficacy of commercial and on-farm bioinputs based on Trichoderma spp. for disease control and early development of arugula (Eruca sativa L.). The experiment was conducted in a randomized complete block design, with four treatments and five replications, totaling 20 experimental units. The treatments consisted of an untreated control, an on-farm bioinput, and two commercial bioinputs, Quality and StimuControl Evolution. Fresh mass, plant length, and plant health were evaluated. The untreated control showed the highest mean fresh mass, whereas the bioinput treatments showed better plant health, with lower occurrence of chlorosis and pathogens and greater presence of beneficial natural enemies. For plant length, the commercial Quality treatment showed the lowest mean, differing from the other treatments. It is concluded that bioinputs based on Trichoderma spp. represent a potential alternative for the phytosanitary management of arugula, particularly because they promoted greater phytosanitary stability, although the untreated control showed greater fresh mass accumulation.

Keywords: Bioinputs. Arugula. Sustainable production. Trichoderma.

INTRODUÇÃO

Com o crescente interesse da sociedade por alimentos mais saudáveis e isentos de resíduos químicos, houve um impulsionamento por novas tecnologias sustentáveis, como é o caso dos bioinsumos. Os bioinsumos são derivados de produtos biológicos a partir de microrganismos, extratos vegetais e de algas, que são utilizados como manejo de forma ecológica de pragas e doenças, bem como na indução de estímulos fisiológicos que favorecem o desenvolvimento vegetal (Silva et al., 2021).

Um dos microrganismos mais usados são os do gênero Trichoderma, fungos filamentosos encontrados naturalmente na rizosfera e no solo. Os fungos atuam por diversos mecanismos, como competição por espaço e nutrientes (Harman et al., 2004; Melo et al., 2019).

Com a utilização de *Trichoderma* spp. têm sido evidenciados efeitos em várias culturas em relação ao seu crescimento, inclusive em hortaliças, como é o caso da rúcula, pois promove melhor sistema radicular, estande final de plantas, uniformidade e aumento do vigor das plântulas (Lopes et al., 2020).

O Brasil tem sido um grande motivador em relação ao uso de bioinsumos, sejam eles on farm ou comerciais, podendo ser feito através de políticas públicas. Os insumos on farm, que são produzidos nas instalações da propriedade rural, têm se tornado cada vez mais viáveis, por possuírem menor custo e maior liberdade aos produtores rurais. Entretanto, há uma divergência em relação aos produtos on farm e comerciais quanto à eficácia nas lavouras (MAPA, 2022; Silva et al., 2021).

Os bioinsumos vêm sendo utilizados em detrimento dos defensivos químicos e apresentam crescente procura por se destacarem como prática sustentável. Embora Trichoderma spp. seja reconhecido por seu potencial no controle biológico e na indução do crescimento vegetal, ainda são escassos os estudos que avaliam comparativamente sua eficácia sob diferentes sistemas de produção. Dessa maneira, é necessário investigar o desempenho agronômico dos bioinsumos on farm em relação aos produtos comerciais, principalmente em culturas como a rúcula, que apresenta ciclo curto, com o objetivo de embasar recomendações técnicas mais precisas.

Trichoderma são fungos que podem ser utilizados na agricultura para controle biológico. Esses fungos têm a capacidade de inibir fitopatógenos por vários mecanismos, como micoparasitismo, competição por espaço e nutrientes e produção de metabólitos antibióticos e enzimas líticas (Harman et al., 2004). A eficiência desses microrganismos

é observada em várias culturas, com resultados não só no controle de doenças, mas também no crescimento e desenvolvimento vegetal (Lopes et al., 2020).

Trichoderma spp. ajudam no crescimento de plantas através da indução sistêmica de resistência (ISR), melhoria da absorção de nutrientes e modulação do desenvolvimento radicular (Xavier; Martins do Vale; Almeida, 2026). Por possuir tais características, esse bioinsumo se torna estratégico para a agricultura sustentável.

Os bioinsumos comerciais são definidos como produtos naturais, como microrganismos e extratos vegetais, utilizados em substituição a defensivos e outros produtos químicos usados na agricultura (Xavier; Martins do Vale; Almeida, 2026). Para a fabricação desses produtos, é preciso que as empresas sejam regulamentadas sob critérios técnicos e legais; após o processo de padronização, é necessário o controle de qualidade e o registro nos órgãos competentes, como o MAPA (MAPA, 2022).

Em 2024, foi sancionada a Lei nº 15.070/2024, que regulamenta a produção, o uso e a comercialização dos bioinsumos no país. A nova lei dispensa de registro a produção própria, contanto que não seja comercializada. Estes são considerados, portanto, bioinsumos on farm (Xavier; Martins do Vale; Almeida, 2026).

Os bioinsumos on farm são produtos biológicos como os bioinsumos comerciais, com a diferença de que são produzidos na própria fazenda, visando otimizar o uso de recursos, reduzir custos e promover a sustentabilidade. A produção on farm consiste na multiplicação de microrganismos dentro da propriedade rural para uso próprio, não podendo ser vendidos a terceiros (Aires, 2022).

Os bioinsumos promovem a regeneração do solo e maior equilíbrio de microrganismos benéficos que favorecem as plantas, além de deixarem menor espaço para o desenvolvimento de patógenos e reduzirem a utilização de fertilizantes químicos (Barbosa, 2025).

Os bioinsumos atuam como agentes biológicos de controle, bioestimulantes, biofertilizantes, condicionadores biológicos de ambientes e inoculantes. O desenvolvimento de bioinsumos segue etapas convencionais de Pesquisa e Desenvolvimento, como identificação e investigação de um novo ativo biológico, padronização da produção e formulação do produto, avaliação experimental em campo, testes de segurança relacionados ao meio ambiente e à saúde animal e humana e registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Aires, 2022). Para o sucesso da qualidade do processo de produção de microrganismos nas fazendas e para garantir a segurança, são necessárias medidas como multiplicar apenas os microrganismos registrados no MAPA, com controle por profissionais especializados na produção de insumos orgânicos, além de estrutura e ambiente propícios à produção (Souza, 2023).

A rúcula (*Eruca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa de origem no Mediterrâneo e na Ásia Ocidental, conhecida também como mostarda-persa, pertencente à mesma família que a mostarda (Brassicaceae) (Bezerra et al., 2016). A hortaliça chegou ao Brasil durante a colonização italiana, uma vez que era muito consumida pelos italianos (Amorim et al., 2007).

Essa cultura é cultivada principalmente por pequenos produtores em sistemas intensivos, e um dos principais problemas na produção é o manejo fitossanitário, especialmente no controle de doenças fúngicas causadoras de damping-off, que pode ser ocasionado por *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. e *Fusarium* spp. (Melo et al., 2019). O uso de bioinsumos contendo Trichoderma promoveu redução na incidência de doenças e aumento da emergência e do vigor de plântulas de rúcula (Costa et al., 2020).

A utilização de Trichoderma spp. pode favorecer o desenvolvimento inicial das hortaliças, promovendo maior massa seca, comprimento de raiz e parte aérea (Sousa et al., 2022).

Trichoderma spp. tem sido utilizado amplamente em aplicações agrícolas por seu mecanismo de controle biológico. Entre as atividades metabólicas desempenhadas pelo fungo, destacam-se a promoção do crescimento de plantas, o controle de pragas e doenças, o aumento da fertilidade do solo e o fortalecimento da resistência das culturas frente a diferentes condições ambientais (Vieira et al., 2024). Para que ocorra a absorção de nutrientes, substratos de alto peso molecular precisam ser hidrolisados a moléculas menores, de forma que consigam atravessar a parede celular e a membrana plasmática. Trichoderma libera enzimas extracelulares que auxiliam nesse processo (Meyer et al., 2019).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar a eficácia de bioinsumos comerciais e on farm à base de Trichoderma spp. no controle de doenças e no desenvolvimento inicial da rúcula (*Eruca sativa* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Sítio Meu Sonho, localizada no município de Machado, com as coordenadas geográficas 21°35'07"S e 45°56'02"W, a 856 m de altitude. O clima é caracterizado como subtropical úmido, com inverno seco e verão ameno, com temperatura média de 22 °C nos meses mais quentes do ano, estando na classificação de Köppen como Cwb (MSN CLIMA, 2023; USP, 2018).

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: 1) testemunha, sem nenhuma aplicação; 2) bioinsumo on farm; 3) bioinsumo comercial Quality; e 4) bioinsumo comercial StimuControl Evolution. As dosagens foram utilizadas conforme a bula dos fabricantes.

O plantio das mudas de rúcula foi realizado em canteiro-estufa, com espaçamento de 20 cm × 20 cm, contendo 10 plantas por bloco, sendo consideradas para avaliação as seis plantas centrais e as quatro restantes como bordaduras.

Foi realizada a coleta de amostra de solo de 0–20 cm utilizando trado tipo holandês, enviada ao laboratório LabFert (CESEP). Conforme o resultado da análise de solo, não foi necessária a correção do solo com calcário, tampouco a fosfatagem, sendo necessário o uso de boro na forma de ulexita e adubação para fornecimento de nitrogênio (N). Não foi realizado nenhum método de controle químico para pragas e doenças.

A irrigação foi realizada no início da manhã ou no final da tarde, evitando-se sempre o manejo durante as horas mais quentes.

As variáveis avaliadas foram massa fresca, expressa em gramas e determinada em balança de precisão; comprimento da planta, expresso em centímetros e determinado com régua; e sanidade da planta, avaliada visualmente.

Os dados das variáveis quantitativas foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar® (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para a variável massa fresca de plantas de rúcula (Tabela 1).

Tabela 1. Média de massa fresca de plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.) submetidas ao uso de bioinsumos comerciais, on farm e testemunha. Machado, MG. 2025.

TRATAMENTO	**Massa fresca (g)**
1 = Testemunha	3,0382 a
2 = Bioinsumo on farm	1,7930 b

3 = Quality	2,7472 ab
4 = StimuControl Evolution	2,2906 ab

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%) = 24,03.

O tratamento 1, correspondente à testemunha, apresentou a maior média de massa fresca, ou seja, teve maior desempenho em produção de biomassa fresca, sendo estatisticamente igual aos tratamentos 2, 3 e 4, nos quais foram aplicados bioinsumos on farm e comerciais. O tratamento com microrganismos produzidos on farm resultou na menor média, apresentando menor desempenho produtivo, embora tenha sido estatisticamente igual aos demais tratamentos com produtos biológicos. Os produtos comerciais apresentaram médias intermediárias, não diferindo estatisticamente do melhor e do pior tratamento.

Na avaliação visual da sanidade das plantas, considerando sintomas de clorose, presença de patógenos e ocorrência de inimigos naturais benéficos, observou-se que os tratamentos 2, 3 e 4 apresentaram melhor eficiência em comparação ao tratamento 1. O uso de bioinsumo on farm ou de produtos comerciais resultou em plantas com menor incidência de clorose e patógenos e maior presença de inimigos naturais benéficos, sugerindo maior equilíbrio biológico. Embora a testemunha tenha apresentado maior acúmulo de massa fresca, esse tratamento resultou em menor sanidade das plantas. Segundo Lana et al. (2020), esse resultado sugere que o crescimento vegetal não ocorreu acompanhado de estabilidade fisiológica e biológica, indicando que o maior crescimento nem sempre reflete maior resiliência.

O tratamento on farm demonstrou menor desempenho produtivo, indicando que pode ter ocorrido menor disponibilidade de nutrientes ou variabilidade dos compostos ativos, situação possível em bioinsumos on farm, uma vez que são produzidos na própria fazenda e podem apresentar maior variabilidade de composição e risco de contaminação. Mesmo assim, esse tratamento se destacou pela sanidade das plantas avaliadas. Bettiol e Ghini (2011) afirmam que os bioinsumos biológicos podem promover equilíbrio microbiano, reduzir estresses bióticos e favorecer a presença de organismos benéficos.

Os tratamentos 3 e 4 indicaram que os produtos comerciais apresentaram desempenho produtivo intermediário em relação ao tratamento on farm, mas, quanto aos efeitos fitossanitários, apresentaram resultados semelhantes ao tratamento 2, reforçando que os bioinsumos constituem uma alternativa sustentável de manejo.

A análise de variância para a variável comprimento da planta demonstrou que o tratamento 3 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, enquanto os tratamentos 1, 2 e 4 não apresentaram diferença estatística.

Tabela 2. Média de comprimento de plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.) submetidas ao uso de bioinsumos comerciais, on farm e testemunha. Machado, MG. 2025.

TRATAMENTO	**Comprimento da planta (cm)**
1 = Testemunha	217,70 a
2 = Bioinsumo on farm	208,74 a
3 = Quality	192,24 b
4 = StimuControl Evolution	221,70 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%) = 4,01.

A avaliação da variável comprimento da planta demonstrou que o tratamento 3 (comercial 1 Quality) apresentou o menor comprimento quando comparado aos tratamentos 1 (testemunha), 2 (on farm) e 4 (comercial 2 StimuControl Evolution).

Segundo Taiz et al. (2017), fisiologicamente, o crescimento em comprimento das plantas é resultado do balanço entre atividade fotossintética, expansão celular e redistribuição de fotoassimilados, processos regulados principalmente por compostos hormonais como auxinas, giberelinas e citocininas. Esses processos podem ser favorecidos pelo equilíbrio nutricional, pela disponibilidade de água no solo e pela interação na rizosfera, promovendo maior alongamento do caule em razão da divisão e expansão celular nos meristemas apicais.

O resultado do tratamento 3 pode ter ocorrido por limitações ecofisiológicas, menor absorção e translocação de nutrientes essenciais, como nitrogênio (N), potássio (K) e cálcio (Ca), menor atividade fotossintética devido à limitação de clorofila ou menor equilíbrio hormonal, resultando em crescimento vegetativo reduzido (Lana et al., 2020).

Já os tratamentos 1, 2 e 4 mostraram maior eficiência fisiológica e metabólica, o que favoreceu melhor desenvolvimento em altura das plantas, possivelmente em razão de condições mais adequadas de nutrição e de microrganismos benéficos do solo, considerando o sistema de manejo ecológico.

Os tratamentos com bioinsumos, principalmente o on farm, exibiram melhor sanidade foliar e presença de inimigos naturais, mostrando maior equilíbrio da rizosfera e redução de estresses bióticos (Bettiol; Ghini, 2011). Tais fatores podem não se expressar necessariamente no comprimento das folhas, mas podem refletir no vigor e na qualidade comercial ao longo do ciclo de cultivo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a testemunha apresentou melhor desempenho na variável massa fresca da rúcula, mostrando maior acúmulo de biomassa e crescimento vegetativo.

A escolha do tratamento deve se levar em conta o objetivo da aplicação do bioinsumo, uma vez que os tratamentos utilizando *Trichoderma* spp. demonstraram maior estabilidade fitossanitária, resiliência ecológica, com potencial para redução do uso de insumos químicos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, Rafael B. **Bioinsumos: saiba o que são e como é seu uso na agricultura**. Blog Aliare, 2022. Disponível em: https://agriq.com.br/bioinsumos/. Acesso em: 18 ago. 2026.

BARBOSA, Matheus F. Biological resources driving productivity: bioinputs for sustainable plant agriculture in Brazil, **Sustainable Microbiology**, Volume 2, Issue 3, 2025, qvaf011, https://doi.org/10.1093/sumbio/qvaf011

BETTIOL, Wagner; GHINI, Raquel. **Métodos alternativos para o controle de doenças de plantas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1076642/1/Bettiolprotecao.pdf. Acesso em: 18 ago. 2026.

COSTA, T. R. et al. Uso de Trichoderma spp. no controle de patógenos em sementes de hortaliças. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 115-122, 2020. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/8202. Acesso em: 18 ago. 2026.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450. Acesso em: 18 ago. 2026.

HARMAN, Gary E. et al. Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004. DOI: https://doi.org/10.1038/nrmicro797.

LANA, M. C. et al. Nutrição equilibrada e sanidade vegetal em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/Acesso em: 18 ago. 2026.

LOPES, M. R. et al. Trichoderma spp. no controle de doenças de plantas e promoção de crescimento vegetal: avanços e perspectivas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: https://www.revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/23488. Acesso em: 18 ago. 2026.

MELO, Itamar S. et al. Controle biológico de doenças em hortaliças. In: MELO, I. S. de et al. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 229-250. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1114505. Acesso em: 18 ago. 2026.

MEYER, Maurício C.; MAZARO, Sérgio M.; SILVA, Juliano C. da (ed.). **Trichoderma: uso na agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 536 p. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117296/trichoderma-uso-na-agricultura. Acesso em: 18 ago. 2026.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Bioinsumos. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos. Acesso em: 18 ago. 2026.

SILVA, J. A. et al. Produção e uso de bioinsumos on farm: desafios e oportunidades para a agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 72-79, 2021. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/80890. Acesso em: 18 ago. 2026.

SOUSA, Fernanda B. de. **Bioinsumos on farm e regulamentação para boas práticas de produção**. 2023. Dissertação (Mestrado em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023. Disponível em: https://www.unirv.edu.br/conteudo/dissertacoes/15052024100531.pdf?utm_source=chatgpt.com . Acesso em 18 de agosto de 2026.

SOUSA, M. S. et al. Avaliação da aplicação de Trichoderma spp. no desenvolvimento inicial de mudas de hortaliças. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 16, n. 1, p. 123-131, 2022. Disponível em: https://www.irrigacao.org.br/rbai/article/view/1210. Acesso em: 18 ago. 2026.

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

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Classificação climática**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: http://www.dca.iag.usp.br/material/mftandra2/ACA0225/Classificação%20Climática_junho2018-1.pdf. Acesso em: 18 ago. 2026.

VIEIRA, Gabriela; CAMARGO, Paulo. **O papel dos bioinsumos na agricultura moderna**. Descascando a Ciência, UNICAMP, 2024. Disponível em: https://www.blogs.unicamp.br/descascandoaciencia/2024/11/30/bioinsumos-na-agricultura/. Acesso em: 18 ago. 2026.

XAVIER, Vanessa L.; MARTINS DO VALE, Helson M.; DE ALMEIDA, João Ricardo M. Commercial and on-farm microbial bioinputs production systems: challenges, opportunities and current Brazilian regulatory framework. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 57, n. 1, art. 141, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s42770-026-01955-3