

# Potencial de biocontrole de *Trichoderma* spp. contra *Macrophomina phaseolina* do Feijão-caupi

*Biocontrol potential of Trichoderma spp. against Macrophomina phaseolina from Cowpea*

Luciana Gonçalves de Oliveira<sup>1,2\*</sup> , Mayara Goes Kettner<sup>3</sup>, Maria Luiza de Souza Lima<sup>3</sup>, Emmanuelle Rodrigues Araújo<sup>1</sup> , Anderson Rodrigo da Silva<sup>4</sup>, Antonio Félix da Costa<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Laboratório de Controle Biológico, Instituto Agronômico de Pernambuco, Avenida General San Martin, 1371 - Bongí, CEP 50761-000, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup>Bolsista DCR/FACEPE-CNPq

<sup>3</sup>Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Instituto Federal Goiano, Urutaí, Goiás, GO, Brasil

\*autor correspondente

✉ [lugoliveira@gmail.com](mailto:lugoliveira@gmail.com)

**RESUMO:** O feijão-caupi possui grande importância socioeconômica por fazer parte do hábito alimentar da população e por ser uma das principais fontes de emprego e renda. As doenças estão entre os fatores limitantes da produtividade dessa cultura. Uma das principais enfermidades que acometem o feijão-caupi é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. Em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, o uso de agentes de controle biológico é considerado uma alternativa viável. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial de biocontrole *in vitro* e *in vivo* de *M. phaseolina* isolado de plantas do feijão-caupi por isolados de *Trichoderma* sp. Os bioensaios foram realizados no Instituto Agronômico de Pernambuco em 2017 e 2018. Para o bioensaio *in vitro*, foi realizado o teste de cultura pareada em placas de Petri utilizando sete isolados de *Trichoderma* no laboratório de Controle Biológico. Para o bioensaio *in vivo*, realizado em casa de vegetação do IPA, foram avaliados cinco isolados de *Trichoderma* mais três testemunhas (Testemunha positiva = apenas com *Trichoderma*, Testemunha negativa = só com o patógeno e Testemunha absoluta = sem patógeno e sem o biocontrolador), em delineamento experimental inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições, sendo vasos contendo três plantas, a unidade experimental. De acordo com os resultados *in vitro*, todos os isolados de *Trichoderma* avaliados apresentaram atividade antagonista sobre o crescimento micelial de *M. phaseolina*. E na avaliação *in vivo*, em casa de vegetação, os cinco isolados testados apresentaram atividade biocontroladora sobre o patógeno, indicando que isolados de *Trichoderma* sp. possuem potencial para o manejo da podridão cinzenta do caule.

**Palavras-chave:** Antagonismo, controle biológico, podridão cinzenta do caule, *Vigna unguiculata*.

**ABSTRACT:** Cowpea has great socioeconomic importance as part of the population's eating habits, and for being one of the main sources of income and employment. Diseases are among the limiting factors in cowpea productivity. The soil fungi *Macrophomina phaseolina* is one of the most important diseases that affect cowpea. However, an alternative for this pathogen is a sustainable agricultural development; the use of biological control agents is considered a viable alternative. Therefore, this research aimed to evaluate the biocontrol potential *in vivo* and *in vitro* of *Macrophomina phaseolina* isolated from cowpea plants by *Trichoderma* sp. The bioassays were carried out at the Agronomic Institute of Pernambuco in 2017 and 2018, in a paired culture test with seven *Trichoderma* strains *in vitro* in the Biological Control Laboratory using the dual culture method. For the *in vivo* bioassay, carried out in the IPA greenhouse, five *Trichoderma* isolates plus three controls were evaluated (positive control = only with *Trichoderma*, negative control = only with the pathogen and absolute control = no pathogen and no biocontroller). in a completely randomized experimental design with 8 treatments and three replications, with pots containing 3 plants, the experimental unit. According to the *in vitro* results, all *Trichoderma* isolates evaluated presented antagonistic activity on the mycelial growth of *M. phaseolina*. While in the *in vivo* evaluation, in a greenhouse, the five tested isolates showed biocontrolling activity on the pathogen, indicating that *Trichoderma* sp. have potential for the management of charcoal root rot.

**Keywords:** Antagonism, biological control, charcoal root rot, *Vigna unguiculata*.

## Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido popularmente por feijão-de-corda, é uma cultura importante para as populações de países tropicais e subtropicais, sendo considerado uma das principais fontes proteicas da alimentação humana, além de possuir baixo custo de produção (RAMOS et al., 2012; ALMEIDA et al., 2010). No Brasil, o feijão-caupi possui grande importância devido à alta demanda consumidora, por fazer parte do hábito alimentar da população e por ser uma das principais fontes de emprego e renda (FREIRE et al., 2011). Esse feijão possui maior rusticidade e resistência ao estresse hídrico, adaptando-se bem às condições de menor disponibilidade de água, favorecendo, assim, o seu cultivo na região Nordeste (BRASIL, 2021). Nessa região, a produção na segunda safra de 2020 foi estimada em 295,9 mil toneladas, e os maiores estados produtores são Ceará, Piauí e Pernambuco (BRASIL, 2020). Contudo, apesar de ser cultivado em larga escala, os níveis de produtividade da cultura são inferiores ao seu potencial genético e produtivo (ROSOLEM, 1987; SILVA et al., 2018).

As doenças estão entre os fatores limitantes da produtividade do feijão-caupi, afetando negativamente a quantidade e qualidade da produção. Uma das principais enfermidades que acometem o feijão-caupi é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. Esse fungo é um fitopatógeno polífago de solo, causador da podridão cinzenta do caule, que ataca mais de 680 espécies de plantas (FARR; ROSSMAN, 2021), como o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), melão (*Cucumis melo* L.), milho (*Zea mays* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merrill] (GUPTA; SHARMA; RAMTEKE, 2012; ISLAM et al., 2012; KAUR et al., 2012).

A podridão cinzenta do caule é uma doença importante no Nordeste do Brasil, onde as lavouras estão sujeitas a estresses, principalmente hídrico. Seu agente etiológico, *M. phaseolina* (Tassi) Goldi, é um habitante natural do solo, de grande variabilidade patogênica e alta capacidade de sobrevivência em condições adversas. Os prejuízos à cultura do feijão são determinados tanto pelo baixo desempenho produtivo das plantas e da baixa qualidade da semente produzida, quanto ao vigor e sanidade, morte de sementes e plântulas, cancro e lesões cinzentas no caule e pela diminuição do estande (PEDROSO, 2012). Isso acontece porque as condições propícias para o desenvolvimento de *M. phaseolina* são temperaturas entre 28-35 °C, ocorrendo danos ainda maiores em clima seco e altas temperaturas. Esse patógeno sobrevive no solo e em restos culturais, e é transmitido por sementes (BORGES et al., 2015; GODOY et al., 2016). Para o semiárido nordestino, essa doença se torna ainda mais importante, pois as condições climáticas favorecem o estabelecimento do fungo, somado ainda aos baixos níveis de tecnologia de produção que favorecem seu desenvolvimento e sobrevivência.

O método mais utilizado para controle de doenças no campo ainda é o uso de agroquímicos, porém o uso crescente e indiscriminado desses produtos tem ocasionado riscos ambientais, à saúde dos agricultores, trabalhadores e consumidores. Em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, o uso de agentes

de controle biológico é considerado uma alternativa viável. Diante disso, os micro-organismos antagonísticos utilizados para o biocontrole podem proporcionar excelentes níveis de controle a médio e longo prazo (KIM et al., 2008). Dentre eles, o gênero *Trichoderma* é o mais estudado, sendo utilizado no biocontrole de diversos patógenos que habitam o solo (KHAN et al., 2019). O interesse por este fungo deve-se a diversos mecanismos de ação como produção de antibióticos voláteis e não voláteis, competição por espaços e nutrientes, atividade enzimática hidrolítica e parasitismo (BRITO et al., 2014). Além disso, esses micro-organismos não são tóxicos ao homem e a animais (MERTZ et al., 2009).

Em vista disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de biocontrole *in vitro* e *in vivo* de *M. phaseolina*, isolados de plantas do feijão-caupi, por isolados de *Trichoderma* sp.

## Material e Métodos

Isolamento e identificação dos fungos *Trichoderma* e *Macrophomina phaseolina*: as espécies de *Trichoderma* foram coletadas de solos com plantios de feijão comum e de feijão-caupi nos municípios de Belém de São Francisco, Chã Grande e Arcoverde (Pernambuco). Para o isolamento de *M. phaseolina*, plantas com sintomas da doença podridão cinzenta do caule foram coletadas no município de Belém de São Francisco, em áreas produtoras de feijão-caupi e, posteriormente, levadas para o laboratório de Controle Biológico, na Sede do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Recife – PE, sendo realizados o isolamento e a identificação dos fungos, segundo a metodologia proposta por Menezes e Silva (1997).

Biocontrole com *Trichoderma* spp. *in vitro*: o bioensaio foi realizado no Laboratório de Controle Biológico do IPA, no ano de 2017. Para isso, foi utilizado o método de cultura pareada para verificar o potencial antagonista *in vitro* dos isolados de *Trichoderma* sobre *M. phaseolina*. Discos de micélio de *M. phaseolina* e do antagonista (*Trichoderma* sp.) com 5mm de diâmetro foram retirados de colônias com três dias de cultivo e depositados, simultaneamente, em extremidades opostas de placas de Petri contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) solidificado. As placas foram mantidas à temperatura de ±27 °C (em câmara tipo BOD). Após sete dias de cultivo, foi avaliado o crescimento micelial de ambos os fungos. A avaliação do potencial antagonístico dos isolados de *Trichoderma* foi realizada com base na escala de Bell et al. (1982): Classe 1: *Trichoderma* cresce sobre o patógeno e ocupa toda a superfície da placa; Classe 2: *Trichoderma* cresce sobre pelo menos 2/3 da superfície da placa; Classe 3: *Trichoderma* e patógeno ocupam cada um aproximadamente metade da superfície da placa e nenhum deles parece se sobressair; Classe 4: Patógeno cresce pelo menos 2/3 da superfície da placa; Classe 5: *Trichoderma* não cresce e o patógeno ocupa toda a superfície da placa.

Biocontrole com *Trichoderma* spp. *in vivo*: o experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em 2018. Foi utilizado solo autoclavado (120 °C/1h) e foram utilizadas três sementes por vaso, com três repetições para cada tratamento, sendo realizado um único bioensaio. Para a produção do inóculo

de *M. phaseolina*, foi utilizada a metodologia adaptada para infecção proposta por Lima et al. (2013), em que o patógeno foi cultivado em placa de Petri contendo grãos de sorgo, e posteriormente mantido em BOD a 27 °C. Em seguida, para a infestação do solo, foram utilizados três grãos de sorgo infestados com o patógeno para cada semente. Para a inoculação com isolados de *Trichoderma* sp. foi utilizada uma solução com  $1 \times 10^7$  conídios/ml de *Trichoderma*, sendo inoculada a semente no momento do plantio. Após 28 dias foram realizadas avaliações, sendo as plantas removidas para observação dos sintomas causados pelo patógeno e determinada a porcentagem dos sintomas da doença.

Análise de dados: para o experimento *in vivo*, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com tratamentos constituídos por sete isolados de *Trichoderma* e três testemunhas (Testemunha positiva = apenas com *Trichoderma*, Testemunha negativa = só com o patógeno e Testemunha absoluta = sem patógeno e sem o biocontrolador), com três repetições. Os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os tratamentos foram comparados aos pares pela versão não paramétrica do teste LSD de Fisher a 5% de significância, com base nas somas dos ranks. As análises estatísticas foram executadas com o pacote agricolae (MENDIBURU, 2021) versão no Software R.

## Resultados e Discussão

O potencial antagonístico de *Trichoderma in vitro* sobre *M. phaseolina* foi observado em todos os isolados testados, enquadrando-se todos na nota 2, em que o fungo antagonista cresce sobre pelo menos 2/3 da superfície da placa, segundo a classificação de Bell et al. (1982). A capacidade do *Trichoderma* sp. em inibir o desenvolvimento de outros fungos é caracterizada, dentre outras estratégias, como antibiose, pela síntese e liberação de moléculas com alto e baixo peso molecular que são responsáveis pela atividade antifúngica que impede o crescimento do fitopatógeno (CUBILLA-RÍOS et al., 2019).

Os resultados do presente estudo corroboram com os dados encontrados por Parmar e Patel (2020), os quais afirmam que cinco isolados de *Trichoderma* sp. testados tiveram um efeito antagonístico significativo sobre o crescimento micelial de *M. phaseolina* em soja. Hewedy et al. (2020) também observaram que todas as cepas de *Trichoderma* inibiram consistentemente *M. phaseolina* à medida que cresciam superficialmente junto com sua colônia e inibiram seu crescimento em porcentagem que variou de 64,05% a 72,97%.

Estudos *in vitro* com outros fitopatógenos como *Fusarium* spp., *Ascochyta* spp., *Pyrenophora teres* e *Sclerotinia sclerotiorum*, utilizando *Trichoderma* sp. como biocontrolador, mostraram *Trichoderma* como um antagonista eficiente, inibindo o crescimento micelial dos fitopatógenos em mais de 50% (TANCIC-ZIVANOV et al., 2017). Esses testes *in vitro* são importantes no processo de seleção de isolados para o biocontrole, pois fornecem informações em condições controladas sobre a eficiência e a variabilidade dos isolados quanto à capacidade de colonização das estruturas do patógeno e o potencial de hiperparasitismo e competição por espaço e nutrientes, bem

como a suscetibilidade de patógenos aos respectivos agentes (NASCIMENTO et al., 2016).

Quanto ao biocontrole *in vivo* dos isolados de *Trichoderma*, quatro isolados comportaram-se como controladores e bioprotetores das sementes, quando comparados ao controle (sem antagonista), variando o percentual de sobrevivência das plantas. O teste de Kruskal-Wallis apresentou resultado significativo ( $X^2 = 20.4$ , p-valor = 0.0156). Na Tabela 1 encontram-se as médias e os sintomas da doença (%) e o resumo do teste LSD de Fisher.

Os isolados de *Trichoderma* BSF 3, *Trichoderma* Chã Grande 15.2, *Trichoderma* Chã Grande 16.1 e *Trichoderma* Arcoverde 5.6 foram os mais promissores, não permitindo o desenvolvimento da doença causada por *Macrophomina phaseolina*, demonstrando ser efetivos no biocontrole da podridão cinzenta do caule. Em estudos semelhantes realizados por Khaledi e Taheri (2016), a ação biocontroladora foi observada em 11 isolados de *Trichoderma* sp. testados, no entanto, apenas dois mostraram uma redução significativa dos sintomas da doença causada por *M. phaseolina*. Por sua vez, Khalili et al. (2017) e Iqbal e Mukhtar (2020) evidenciaram a ação biocontroladora de *Trichoderma* sobre esse mesmo patógeno. Os outros três isolados de *Trichoderma* apresentaram variações na eficácia do biocontrole, em que algumas plantas apresentaram sintomas da podridão cinzenta do caule. O isolado de *Trichoderma* Chã Grande 13.1 apresentou maior percentual dos sintomas (22,2%), porém não mostrou diferença estatística significativa entre os dois isolados de *Trichoderma asperellum*, com 11,1% dos sintomas da doença. As variações entre *Trichoderma* spp. em sua capacidade de controlar o crescimento de fitopatógenos também foram relatadas em outros estudos (UPMANYU et al., 2002; SINGH et al., 2008; IQBAL; MUKHTAR, 2020).

As diferentes espécies de *Trichoderma* se mostraram controladoras de muitos patógenos habitantes do solo, incluindo *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum* e *Sclerotium rolfsii* (GHAZANFAR et al., 2018). Segundo Khan et al. (2019), *Trichoderma* sp. tem eficácia maior

**Tabela 1.** Teste de Kruskal-Wallis contendo as médias e os sintomas da doença em porcentagem, juntamente com o teste LSD de Fisher.

| Tratamento                           | Sintomas da doença (%) | LSD |
|--------------------------------------|------------------------|-----|
| Testemunha absoluta                  | 0                      | C   |
| Testemunha negativa                  | 100                    | A   |
| Testemunha positiva                  | 0                      | C   |
| <i>Trichoderma</i> (Chã Grande 16.1) | 0                      | C   |
| <i>Trichoderma asperellum</i> (1)    | 11.1                   | Bc  |
| <i>Trichoderma</i> (Chã Grande 15.2) | 0                      | C   |
| <i>Trichoderma</i> (Arcoverde 5.6)   | 0                      | C   |
| <i>Trichoderma</i> (BSF 3)           | 0                      | C   |
| <i>Trichoderma</i> (Chã Grande 13.1) | 22.2                   | B   |
| <i>Trichoderma asperellum</i> (2)    | 11.1                   | Bc  |

Testemunha absoluta = sem patógeno e sem o biocontrolador; Testemunha negativa = só com o patógeno; Testemunha positiva = apenas com *Trichoderma*.

que o tratamento com o químico Carbendazim no controle da severidade da podridão radicular.

Segundo Vinale et al. (2008), o biocontrole exercido pelo fungo *Trichoderma* está relacionado com a produção de vários metabólitos, enzimas e por mecanismos como competição por nutrientes, o que pode ter contribuído com as diferentes respostas do presente estudo em relação a *M. phaseolina*. As diferenças podem estar relacionadas com as condições bióticas e abióticas do solo, o que pode levar à variação do nível de controle biológico de um patógeno (ISAIAS et al., 2014). Pesquisas demonstram que a eficácia relativa do controle da doença exercido por *Trichoderma* spp. varia com a cepa, o patógeno-alvo, as espécies de cultivo e o clima (MOHIDDIN et al., 2010).

## Conclusão

Os isolados de *Trichoderma* utilizados neste estudo possuem potencial para manejo da podridão cinzenta do caule, controlando *Macrophomina phaseolina*.

Fica evidente que o uso de biocontroladores antagonistas é uma alternativa no controle de doenças em feijão-caupi.

## Agradecimentos

À FACEPE - Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor (DCR 007-5.01/16 e BCT 0098-5.01/16).

## Referências

- Almeida, A. L. G. et al. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Agrária**, Recife, v. 5, n. 3, p. 364-369, 2010.
- Bell, D. K.; Wells, H. D.; Markham, C. R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 72, n. 4, p. 379-382, 1982.
- Borges, E. P.; Andrade, D. F. A. A.; Borges, R. A. Doenças da soja e seu controle. In: BORGES, E. P. (Ed.). **Pesquisa, tecnologia, e produtividade: soja/ milho 2014/2015**. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2015. p. 96-108.
- BRASIL. **Acompanhamento da safra brasileira** – Grãos. Safra 2020/21. V. 8 – N.1 Primeiro Levantamento. Brasília: Conab, 2021, p. 1-77. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/safra/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 08 mar. 2021.
- BRASIL. **Acompanhamento da safra brasileira** - Grãos: Safra 2019/2020 – N. 12– Décimo segundo levantamento. Brasília: Conab, 2020, p. 1-68. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/safra/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 08 mar. 2021.
- Brito, J. P. C. et al. Peptaibols from *Trichoderma asperellum* TR 356 strain isolated from Brazilian soil. **SpringerPlus**, Berlin, v. 3, n. 1, p. 600-610, 2014.
- Cubilla-Ríos, A. A. et al. Antibiosis de proteínas y metabolitos en especies de *Trichoderma* contra aislamientos paraguayos de *Macrophomina phaseolina*. **Agronomía Mesoamericana**, San José, v. 30, n. 1, p. 63-77, 2019. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.34423>.
- Farr, D. F.; ROSSMAN, A.Y. **Fungus-host distribution database**. USDA - ARS. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungaldbases/>>. Acesso em: 08 mar. 2021.

- Freire, F. R. et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- Ghazanfar, M. U. et al. *Trichoderma* as potential biocontrol agent, its exploitation in agriculture: a review. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 2, p. 109-135, 2018.
- Godoy, C. V. et al. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M. C.; BENJAMIM, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2016. p. 657-676.
- Gupta, G. K.; SHARMA, S. K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 160, p. 167-180, 2012.
- Hewedy, O. A. et al. Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. **Biology**, Basel, v. 9, p. 189, 2020.
- Iqbal, U.; Mukhtar, T. Evaluation of biocontrol potential of seven indigenous *Trichoderma* species against charcoal rot causing fungus, *Macrophomina phaseolina*. **Gesunde Pflanzen**, Bonn, v. 72, p. 195-202, 2020.
- Isaias, C. O. et al. Ação antagonística e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 34-41, 2014.
- Islam, M. S. et al. Tools to kill: genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. **BMC Genomics**, London, v. 13, p. 493-509, 2012.
- Kaur, S. et al. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. **Critical Reviews in Microbiology**, London, v. 38, n. 2, p.136-151, 2012.
- Khaledi, N.; Taheri, P. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma harzianum* against soybean charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 56, n. 1, p. 21-31, 2016. <http://dx.doi.org/10.1515/jppr-2016-0004>.
- Khalili, E. et al. Optimization of cultivation conditions in banana wastes for production of extracellular  $\beta$ -glucosidase by *Trichoderma harzianum* Rifai efficient for in vitro inhibition of *Macrophomina phaseolina*. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, London, v. 31, n. 5, p. 921-934, 2017.
- Khan, M. R. et al. Management of root-rot disease complex of mungbean caused by *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* through soil application of *Trichoderma* spp. **Crop Protection**, Guildford, v. 119, p. 24-29, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.014>.
- Kim, Y. C. et al. An effective biocontrol bioformulation against Phytophthora blight of pepper using growth mixtures of combined chitinolytic bacteria under different field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Amsterdam, v. 120, p. 373-382, 2008.
- Lima, L. R. L. et al. Influência de metodologia de inoculação e da concentração de inóculo de *Macrophomina phaseolina* no desenvolvimento da podridão-cinzenta-do-caule em feijão-caupi. In: III CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. **Anais...** Recife: CONAC, 2013.
- Mendiburu, F. **Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research** - version 1.3.5. R-Project, 2021. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- Menezes, M.; Silva, D. M. W. **Guia prático para isolamentos de fungo fitopatogênicos**. Recife: UFRPE, 1997. 120p.

- Mertz, L. M.; Henning, F. A.; Zimmer, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.
- Mohiddin, F. A.; Khan, M. R.; Khan, S. M. Why *Trichoderma* is considered super hero (super fungus) against the evil parasites? **European Journal of Plant Pathology**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 92-102, 2010.
- Nascimento, S. R. C. et al. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@ambiente online**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i1.2947>
- Parmar, R. G.; Patel, P. S. Efficacy of bioagents against *Macrophomina phaseolina* causing root rot of soybean in vitro. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, New Delhi, v. 9, n. SP6, p. 196-198, 2020.
- Pedroso, C. **Incidência, controle de doenças de feijão-vagem e anatomia e histoquímica de *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* resistentes e suscetíveis ao oídio (*Erysiphe polygoni*)**. 135 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- Ramos, H. M. M. et al. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 576-583, 2012.
- Rosolem, C. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1987. 93 p.
- Silva, A. C. et al. Diagnóstico da produção de feijão-caupi no nordeste brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 16, n. 2, p. 1-5, 2018.
- Singh, S.; Chand, H.; Varma, P. K. Screening of bioagents against root rot of mung bean caused by *Rhizoctonia solani*. **Legume Research**, Haryana, v. 31, p. 75-76, 2008.
- Tancic-Zivanov, S. et al. Efficacy of *Trichoderma* spp. against Common Fungal Pathogens. **Ratarstvo i Povrtarstvo**, Belgrade, v. 54, n. 3, p. 104-109, 2017. <http://dx.doi.org/10.5937/ratpov54-14254>.
- Upmanyu, S.; Gupta, S. K.; Shyam, K. R. Innovative approaches for the management of root rot and web blight (*Rhizoctonia solani*) of french bean. **Journal of Mycology and Plant Pathology**, Udaipur, v. 32, p. 317-331, 2002.
- Vinale, F. et al. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.002>.

---

Recebido: 05 abr. 2021  
Aprovado: 28 jul. 2021