

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
MARCOS PAULO DA SILVA CRUZ

ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. NO CONTROLE DE *Rhizoctonia solani* EM  
FEIJOEIRO-COMUM

Monte Carmelo  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
MARCOS PAULO DA SILVA CRUZ

ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. NO CONTROLE DE *Rhizoctonia solani* EM  
FEIJOEIRO-COMUM

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Prof<sup>o</sup> Dr. Edmar Isaias de Melo

Monte Carmelo  
2023

MARCOS PAULO DA SILVA CRUZ

ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. NO CONTROLE DE *Rhizoctonia solani* EM  
FEIJOEIRO-COMUM

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 01 de novembro de 2023

Banca Examinadora

---

Profº Dr. Edmar Isaias de Melo  
Orientador (a)

---

Profº Dr. Bruno Sérgio Vieira  
Membro da Banca

---

Dr. Athus Diego Azevedo Silva  
Membro da Banca

Monte Carmelo  
2023



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Química  
Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
Telefone: (34) 3239-4264 -



## ATA

### ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Ata da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo.

Data: 01/11/2023

Hora de início: 09h30 min

Hora de encerramento: 11h15min

Local: a defesa ocorreu de forma online utilizando a plataforma da Rede Nacional de Pesquisa- RNP, no <https://conferenciaweb.rnp.br/webconf/RENAGRI-UFU-MC>.

Nome do discente: Marcos Paulo da Silva Cruz

Matrícula: 31721AGR037

Título: ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. NO CONTROLE DE *Rhizoctonia solani* EM FEIJOEIRO-COMUM

Reuniu-se a Banca Examinadora com o presidente da mesa apresentando o discente e, agradecendo a presença do público. Em seguida foi concedida a palavra para exposição do trabalho, conforme as Normas de Trabalho de Conclusão de Curso.

A seguir o presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir o candidato; concluída a arguição, nos termos regimentais, a Banca Examinadora, em sessão reservada, atribuiu a nota final: 70,0 (setenta) pontos.

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o candidato:

( X ) Aprovado(a) ( ) Reprovado(a).

Para constar, foi lavrada a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca.

Prof. Dr. Edmar Isaías de Melo (Presidente da banca)

Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira (Membro 1)

Dr. Athus Diego Azevedo Silva (Membro 2)



Documento assinado eletronicamente por **Athus Diego Azevedo Silva, Usuário Externo**, em 01/11/2023, às 12:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Sergio Vieira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/11/2023, às 17:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Edmar Isaias de Melo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/11/2023, às 05:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4938165** e o código CRC **37217A55**.

---

**Referência:** Processo nº 23117.054538/2023-27

SEI nº 4938165

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1.Cultivo pareado.....	8
3.2.Experimento em casa de vegetação.....	9
3.3.Produção de biopreparados.....	10
3.4.Inoculação no solo e plantio.....	10
3.5.Variáveis analisadas.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
4.1.Cultivo pareado.....	12
4.2.Produção de biopreparados.....	15
4.3.Volume de raiz.....	16
4.4.Severidade da doença.....	19
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## RESUMO

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), com cerca de 2,9 milhões de toneladas produzidas por ano, dando a essa cultura importância econômica e social, por ser em grande parte, cultura chave da agricultura familiar. A produtividade das lavouras pode ser comprometida por fatores preocupantes como fungos, que causam doenças com danos diretos ao desenvolvimento da cultura. Uma das principais doenças para a cultura do feijão é a podridão-radicular causada pelo fungo *Rhizoctonia solani* que causa lesões deprimidas com cancos avermelhados na parte basal do hipocótilo e raiz principal, que pode destruí-la parcialmente e em infecções mais severas reduzir o desenvolvimento da planta e matá-la. Um dos métodos associados que pode ser utilizado no manejo dessa doença é o controle biológico com *Trichoderma* spp. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar, em condições de casa de vegetação, o controle biológico de *Rhizoctonia solani* em feijoeiro-comum com o emprego de isolados de *Trichoderma* spp. Previamente a instalação do experimento em casa de vegetação foi realizado cultivo pareado *in vitro*, com o objetivo de avaliar os inóculos de *Trichoderma* spp com maior potencial de antagonismo da *Rhizoctonia solani*, ainda, foram avaliadas a concentração de esporos produzidos com o auxílio da câmara de Neubauer. Foram avaliadas as variáveis volume e comprimento de raiz e severidade da doença. No cultivo pareado *in vitro*, os isolados TA2, TA5, TA3 e TA1 obtiveram os maiores crescimentos miceliais (mm). O volume de raiz não apresentou diferença significativa. Para o comprimento de raiz o tratamento com o TA2 obteve maior valor (16,4 cm). A severidade da doença foi menor no tratamento com o isolado de *Trichoderma* TA2. Pode-se concluir que o uso de bioinsumos é um pilar importante no controle de doenças na agricultura, assim como o *Trichoderma* spp. que no trabalho se mostrou crescimento do sistema radicular e na redução da severidade dos sintomas de *Rhizoctonia solani* em feijoeiro.

**Palavras-Chave:** controle biológico, podridão radicular, bioinsumos, feijoeiro-comum.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) com 2,9 milhões de toneladas produzidas por ano (CARVALHO et al., 2023), sendo essa leguminosa consumida por 60% da população brasileira (BARRETO et al., 2021). Além da importância econômica, tal cultura também possui importância social, isso por que representa uma das principais fontes de proteínas para populações de baixa renda e é uma cultura de cultivo predominantemente familiar (SANTOS, REBELLO; 2012).

Com magnitude econômica e social, é evidente que a cultura do feijoeiro possui grande importância, porém, a condução e produtividade das lavouras torna-se cada vez mais desafiadora diante de fatores preocupantes como doenças fúngicas. Causando doenças e consequentemente danos diretos ao desenvolvimento da cultura, os microrganismos patogênicos, incluindo os fungos, são considerados os agentes mais críticos para as plantas (MORADI-POUR et al., 2021). A Rizoctoniose é uma das principais doenças do feijoeiro e é causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*. Esse patógeno existe no solo e possui grande capacidade competitiva saprofítica, causando lesões deprimidas com cancrios avermelhados na parte basal do hipocótilo e raiz principal, que pode destruí-la parcialmente e em infecções mais severas reduzir o desenvolvimento da planta e matá-la (MAYO-PRIETO et al., 2019). O fungo é encontrado na forma micelial, e utiliza como forma de sobrevivência no solo e a formação de estruturas globulosas denominadas escleródios que sobrevivem no solo por anos (DIAS, BERBARA, FERNANDES, 2013).

O controle biológico, de acordo com Mayo-Prieto et al. (2019), é um dos métodos alternativos que associado ao uso de cultivares melhoradas geneticamente, rotação de culturas e aplicação de fungicidas diminui a incidência de patógenos causadores de doenças. Além disso, esse manejo visa o aumento da taxa de microrganismos no solo e conservação dos inimigos naturais no agrossistema, possuindo baixo custo o que é ideal para pequenos produtores, os quais são responsáveis por parte significativa da produção brasileira de feijão.

Uma alternativa de antagonismo no controle biológico de doenças como a Rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*) é o fungo *Trichoderma* spp. Segundo Mayo et al. (2016)

esse fungo interfere no desenvolvimento do patógeno por competir por espaço e nutrientes e gerar interações, as quais induzem a expressão de genes de defesa e alguns metabólitos secundários bioativos como fitoalexinas (fenóis, isoflavonas, terpenos) que podem bloquear a invasão e a propagação do agente patogênico (Heuberger et al., 2014), além de causar parasitismo das hifas do patógeno (MELO, FAULL;2000).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar, em condições *in vitro* e de casa de vegetação, o controle biológico do patógeno *Rhizoctonia solani* em feijoeiro-comum cultivar #UFU12 com o emprego de isolados de *Trichoderma* spp. da empresa Martins e Alves.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O avanço das novas tecnologias de insumos, manejo e qualidade das cultivares resultou em crescimento da produção de feijoeiro-comum no Brasil. Em contrapartida, de acordo com Júnior, Machado-Rosa, Geraldine (2019) os problemas fitossanitários também são evidentes, principalmente pela intensificação de cultivos rotacionados entre as culturas de feijão, soja e milho, causando uma pressão de diversas doenças no campo, entre elas a rizoctoniose causada por *Rhizoctonia solani* que causa danos econômicos em todo o mundo (MAYO-PRIETO et al., 2020).

Segundo Ketta; Hewedy (2021) nas últimas décadas, o controle das doenças de plantas como a podridão radicular, consistia somente no manejo de produtos químicos, o qual aumenta a poluição ambiental, acumulando resíduos no ecossistema. Dessa forma, uma alternativa para minimizar a poluição é a utilização de métodos sustentáveis como o controle biológico com uso de bioinsumos, que faz uso de macro e microrganismos como fungos, bactérias e insetos (LAHLALI et al., 2022).

De acordo com Parra (2014), no Brasil, cerca de 4 milhões de hectares, já são manejados biologicamente para controle da broca em cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). Diante disso, é evidente que a agricultura sustentável no Brasil tem mostrado importância. Um indicativo disso é o Plano Safra 2023/24 lançado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária. Nele os produtores que fizerem uso de sistemas de produção ambientalmente sustentáveis, como o uso de bioinsumos, terão benefícios como a redução de taxas de juros

(BRASIL, 2023). A legislação também tem mostrado agilidade e facilidade no registro de produtos biológicos em comparação ao de produtos químicos, aumentando a adesão de bioinsumos (TOGNI et al., 2019).

Nesse contexto, um dos microrganismos mais utilizados no biocontrole de doenças de plantas é o fungo *Trichoderma* spp., reconhecido como um agente de biocontrole desde o ano de 1920 (MISRA; ANSARI, 2021).

Ele possui capacidade de reduzir os sintomas e conseqüentemente a incidência de doenças pela competitividade contra o patógeno e indução de resistência à planta hospedeira pela expressão de genes de proteção como o Pod3, que está relacionado a resposta sistêmica induzida da enzima de defesa peroxidase; e alguns metabólitos secundários bioativos como fitoalexinas (fenóis, isoflavonas, terpenos) que podem bloquear a invasão e a propagação do agente patogênico (HEUBERGER et al., 2014). Além disso, pode parasitar estruturas de *Rhizoctonia solani* e se proliferar nas raízes, o que garante efeito superior aos fungicidas por persistir no solo por mais tempo (HEUBERGER et al., 2014; MAYO et al., 2016).

Em estudos de Mayo-Prieto et al. (2020) isolados de *Trichoderma* spp. proporcionaram maior porcentagem de germinação, diâmetro de hipocótilo, comprimento e peso seco do sistema radicular de plantas de feijão. Ban; Akanda; Maino (2022) obtiveram 63,3% de diminuição no crescimento de *Rhizoctonia solani* em ensaios laboratoriais e uma redução de até 86% da doença em plantas de feijão utilizando *Trichoderma harzianum*.

Ainda, Carvalho et al. (2011) concluíram que isolados de *Trichoderma harzianum* reduziram entre 33 e 51% a incidência de murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*) em plantas de feijoeiro.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Cultivo pareado**

Previamente à instalação do experimento com as plantas, foi feito no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia (LAMIF) da UFU Campus Monte Carmelo o cultivo pareado em placas de Preti, conforme metodologia de Dennis e Webster (1971), visando estudar o efeito antagônico dos isolados de *Trichoderma* spp. no crescimento do patógeno *Rhizoctonia*

*solani* e selecionar quais apresentam os melhores níveis de antagonismo para a condução do experimento em casa de vegetação.

Foram utilizados 9 isolados de *Trichoderma* spp. e o patógeno (Tabela 1). Foi medido o crescimento micelial dos fungos e os resultados submetidos ao teste de Tukey 0,05 (Tabela 2) e os isolados que apresentaram significância para o maior crescimento micelial foram escolhidos para condução do experimento nos vasos.

**Tabela 1.** Isolados do gênero *Trichoderma* spp. utilizados no experimento

Isolado	Bioma	Fazenda	Cepa	Município
TA1	Caatinga	Vale São Francisco Bahia	TRIC-XX-CAA-1-2019	Xique-Xique/BA
TA2	Transição Cerrado/Amazônia	Varzea Nova	TRIC-VNV-CAM-2-2020	Grajaú/MA
TA3	Cerrado	Recreio	TRIC-REC-CER-3-2019	Formosa do Rio Preto/BA(Coaceral)
TA5	Cerrado	Aguiar	TRIC-AG-CER-5-2019	Barreiras/BA
TA6	Cerrado	Biselo e Buritirana	TRIC-BB-CER-6-2019	Barreiras/BA
T3	Cerrado	Chapada Grande	TRIC-CG-CER-3-2021	Regeneração/PI
T23	Cerrado	Peteck	TRIC-PTK-CER-4-2021	Baixa Grande do Ribeiro/PI
T58	-	-	-	Santa Rosa/TO
T60	-	-	-	Santa Rosa/TO

Fonte: Marcos Paulo (2023)

### 3.2. Experimento em casa de vegetação

O experimento foi implantado em casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Monte Carmelo (18°43'36.80"S, 47°31'28.40"O e altitude 902m), realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 isolados de *Trichoderma* spp. (TA2, TA5, TA3 e TA1) e 4 repetições. As unidades amostrais foram constituídas de vasos adaptados em copos de 200 mL, com 100 cm<sup>3</sup> de Latossolo Vermelho. A calagem e a correção do solo com macro e micronutrientes seguiram as recomendações de Ribeiro et al. (1999).

### 3.3. Produção dos biopreparados

Para a produção de biopreparados de *Trichoderma* spp. o substrato foi constituído de 100g de arroz previamente umedecido com água destilada (70% p/v) em sacos de polietileno e autoclavados por 30 minutos a 120°C (1atm), seguindo metodologia de Lohmann et al. (2007), com modificações. Os sacos foram colocados em incubadora BOD a 25°C, e fotoperíodo de 12 horas de luz, sendo revolvidos diariamente até se obter colonização uniforme e total dos fungos no substrato.

Quando completamente colonizado pesou 1g do arroz colonizado e adicionou-se 100 mL de água destilada e Tween e agitou-se por 20 minutos a 200 rpm a 26,8°C, posteriormente, foi adicionado 10µL a câmara de Neubauer para contagem de conídios.

Em seguida para aplicação no solo, pesou-se 10g do arroz colonizado e adicionou-se 500 mL de água destilada e tween 1% e agitou-se por 20 minutos para obtenção de água com a suspensão de conídios.

### 3.4. Inoculação no solo e plantio

Posteriormente, o solo foi autoclavado e inoculado com água de suspensão de hifas do patógeno *Rhizoctonia solani*, e após 3 dias, com a água da agitação contendo a suspensão de esporos de *Trichoderma* spp. TA2, TA5, TA3 e TA1 com  $6,95 \times 10^6$ ,  $8,45 \times 10^6$ ,  $1,03 \times 10^6$  e  $4,7 \times 10^6$  conídios/mL, respectivamente. Os tratamentos foram identificados conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Delineamento em blocos casualizados (DIC) com dois fatores qualitativos (Fator 1- *Rhizoctonia solani*; Fator 2- *Trichoderma* spp.).

Tratamento	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Trichoderma</i> spp.*
T1	Ausência	Ausência
T2	Presença	Ausência
T3		TA2
T4		TA5
T5	Ausência	TA3
T6		TA1

T7		TA2
T8	Presença	TA5
T9		TA3
T10		TA1

\*Bioinsumos produzidos *Onfarm*. Fonte: Elaborado por Marcos Paulo (2023)

Foram cultivadas três plantas de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar #UFU12 por vaso, as quais foram conduzidas durante 15 dias, até o aparecimento dos sintomas do patógeno no coleto da planta. Foram avaliados os parâmetros da planta: volume e comprimento de raiz e a severidade da doença.

### 3.5. Variáveis analisadas

O volume foi medido em uma proveta de 50 mL com água até a marca de 40 mL, onde a raiz da planta era mergulhada e avaliado o volume de líquido deslocado correspondente ao volume da raiz.

O comprimento de raiz foi obtido pela medida do início da raiz (colo) ao final (coifa) pelo programa ImageJ (SCHNEIDER, RASBAND, ELICEIRI; 2012).

A severidade da doença foi avaliada por meio de notas de 0 a 5, sendo: 0: plantas saudias; 1: lesões menores ou iguais a 2,5 mm; 2: lesões entre 2,5 e 5 mm; 3: lesões envolvendo o coleto e causando murcha-foliar; 4: planta tombada ou morta; 5: sementes não germinadas ou plântulas não emergidas (RODRIGUES et al., 2002). Os valores obtidos foram usados para calcular o índice de doença (ID) proposto por McKINNEY (1923) e citado por Noronha et al. (2012).

$$ID(\%) = \frac{\sum(\text{valor da nota} \times \text{n}^\circ \text{ de plantas com esta nota})}{(\text{n}^\circ \text{ total de plantas} \times \text{valor máximo da escala de notas})} \times 100$$

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando software estatístico R (R CORE TEAM; 2023).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Cultivo pareado

O resultado do cultivo pareado mostrou 4 isolados (TA2, TA5, TA3 e TA1) com maiores crescimentos miceliais evidentes de antibiose e parasitismo sobre o patógeno (Tabela 3), sendo assim, estes foram escolhidos para a condução do experimento.

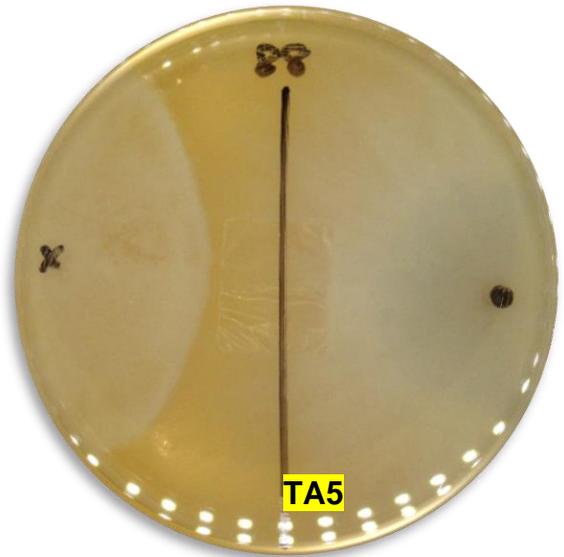
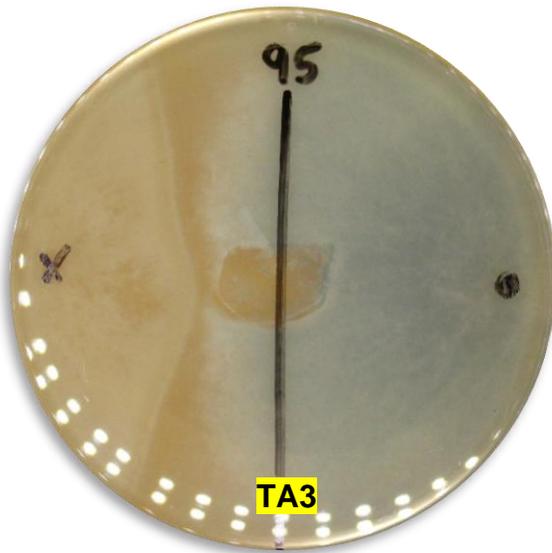
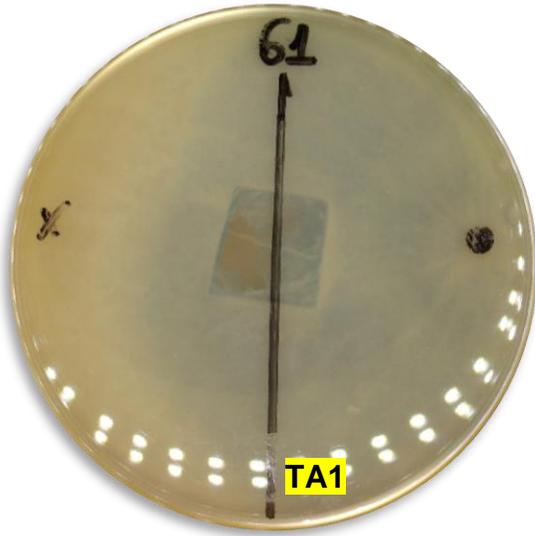
**Tabela 3.** Crescimento micelial (mm) de isolados de *Trichoderma* spp.

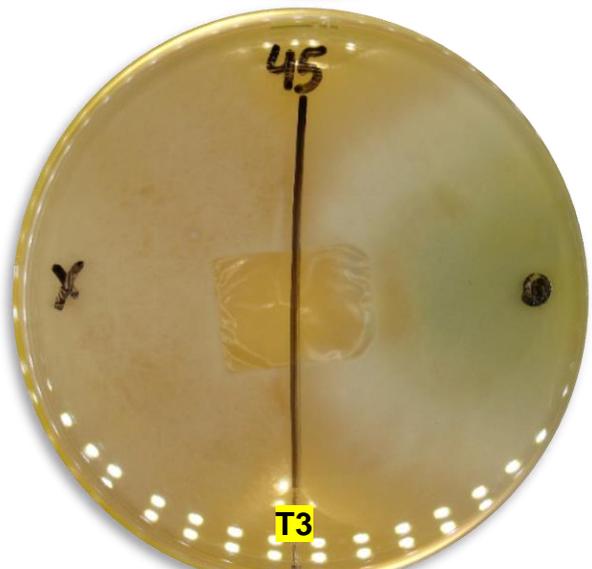
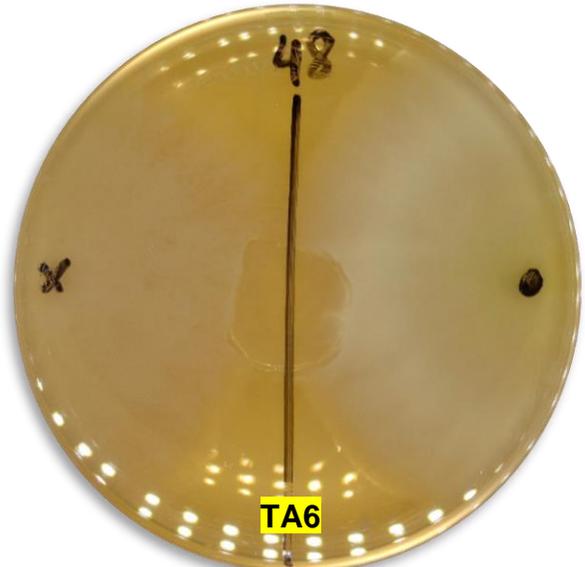
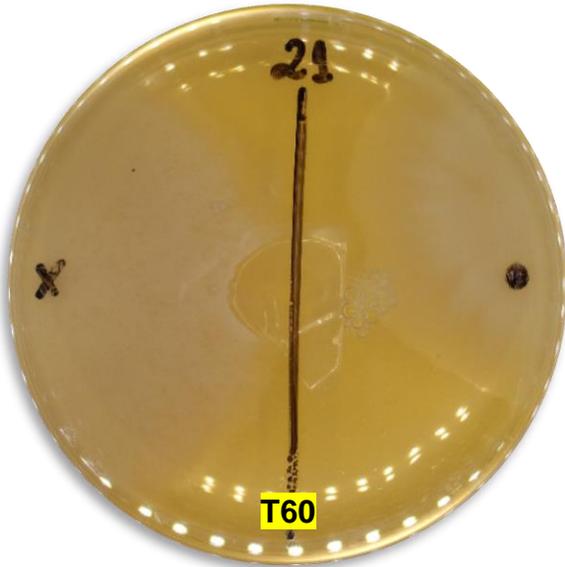
Isolado	Crescimento micelial (mm)
TA2	66,93a
TA5	63,37a
TA3	62,57a
TA1	60,32 <sup>a</sup>
T60	55,05b
TA6	52,07b
T23	51,75b
T3	41,85c
T58	37,73c

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: Marcos Paulo (2023)

Observou-se que os isolados TA2, TA5, TA3 e TA1 apresentaram respectivamente os maiores valores de crescimento micelial sobre o patógeno, com um incremento de 23,51mm em relação aos isolados com menor antagonismo (T3 e T58).

**Figura 1.** Resultados do cultivo pareado, à direita na placa *Trichoderma* spp. e à esquerda *Rhizoctonia solani*. Fonte: Marcos Paulo (2023)





#### 4.2. Produção de biopreparados

A figura abaixo mostra o arroz após colonização pelo fungo *Trichoderma spp.* que posteriormente serviu para aplicação no solo.

**Figura 2.** Arroz colonizado com o isolado de *Trichoderma* TA5. Fonte: Marcos Paulo (2023)



Para a contagem de conídios no arroz colonizado com isolados de *Trichoderma spp.* foram obtidas concentrações entre  $1,03$  e  $8,4 \times 10^8$  esporos/g. Foi possível observar que a inoculação dos isolados em arroz proporcionou elevada quantidade de esporos em média  $5,28 \times 10^8$  esporos/g; valor inferior ao presente na bula do produto comercial a base de *Trichoderma harzianum*, Trichodermil® SC 1306 ( $2,0 \times 10^9$ ) (KOPPERT, 2007).

Foi realizado o teste de média, Scott Knott, para verificar qual ou quais tratamentos tiveram melhor desempenho para as variáveis volume e comprimento de raiz e severidade da doença.

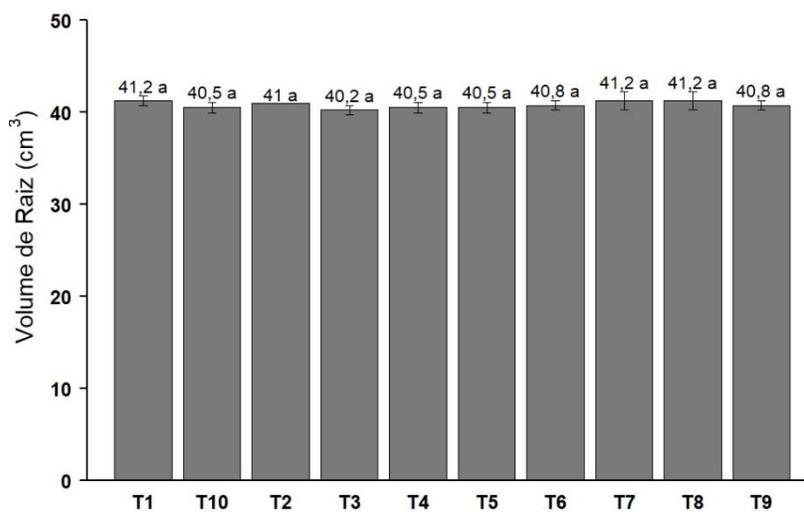
**Figura 3.** Hipocótilo de plantas de feijoeiro sadias x hipocótilo de plantas de feijoeiro com sintomas de *Rhizoctonia solani*.



### 4.3. Volume de raiz

Para o volume de raiz não houve diferença significativa entre as médias de nenhum tratamento pelo teste de Scott Knott ao nível de 5%. Ou seja, não houve influência do patógeno *Rhizoctonia solani* no volume radicular das plantas de feijão pois o patógeno não causou a doença.

**Figura 4.** Volume de raiz (cm<sup>3</sup>) de plantas de feijão submetidas a presença do patógeno *Rhizoctonia solani* e de *Trichoderma* spp. Fonte: Marcos Paulo (2023)



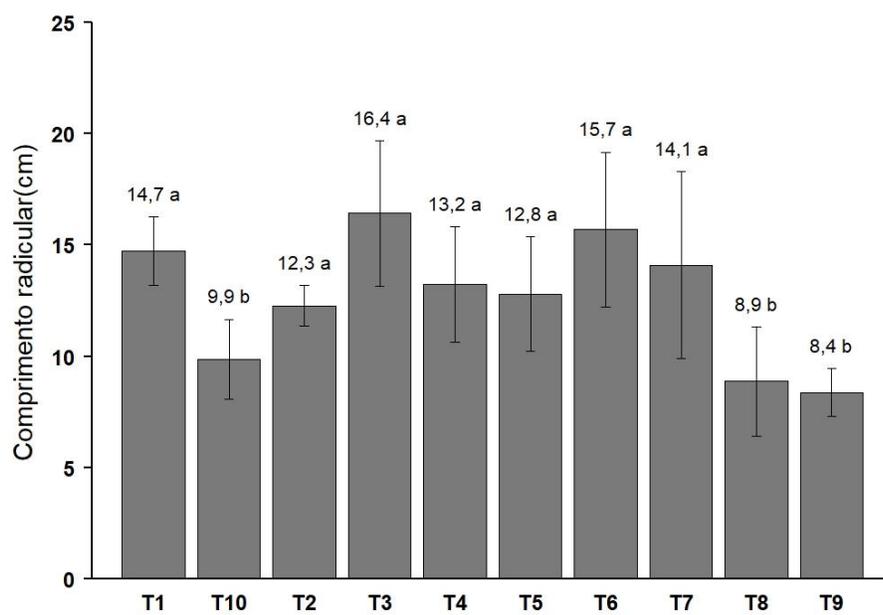
#### 4.4. Comprimento de raiz

Observa-se que para o comprimento de raiz o tratamento T3 (isolado de *Trichoderma* TA2) apresentou o maior valor; seguido dos tratamentos T6 (isolado TA1), T1, T7, T4, T5 e T2, respectivamente, demonstrando que o fungo pode estar associado ao aumento do comprimento radicular.

O tratamento T6 (*Trichoderma* TA1) incrementou em 5,8 cm o comprimento radicular em relação ao tratamento com ele e a presença do patógeno *Rhizoctonia solani* (RIZ) (T10). O tratamento T1 (testemunha) apresentou um acréscimo de 2,1 cm no comprimento da raiz quando comparado com o T2 (ausência de *Trichoderma* e presença do patógeno). A presença do patógeno no tratamento T7 (*Trichoderma* TA2 + *Rhizoctonia*) diminuiu em 2,3 cm o tamanho da raiz da planta em relação ao tratamento T3 (ausência do patógeno e presença do TA2). Para o tratamento T4 (fungo TA5) e T5 (TA3) houve um aumento de 4,3 cm e 4,4 cm, respectivamente, em relação aos tratamentos com os mesmos fungos e a presença do patógeno. O tratamento T2 (presença de *Rhizoctonia*) apresentou o comprimento radicular de 12,3 cm, valor próximo aos tratamentos com a presença do patógeno (tratamento T10 com 9,9cm).

Já os menores comprimentos de raiz foram os dos tratamentos com a presença do patógeno T10 (TA1+RIZ; 9,9cm), T8 (TA5+RIZ; 8,9 cm) e T9 (TA3+RIZ; 8,4cm), podendo ser associados a presença do patógeno, o que implica no crescimento radicular da planta, corroborando com os resultados encontrados por Mayo-Prieto et al. (2020), que relatou menor sistema radicular em plantas de feijão cultivadas em substrato contaminado com *Rhizoctonia solani*.

**Figura 5.** Comprimento radicular médio (cm) de plantas de feijão com a utilização de *Trichoderma* spp. e com incidência do patógeno *Rhizoctonia solani*. Fonte: Marcos Paulo (2023)



**Figura 6.** Planta sadia (A) e planta com sintomas de rizoctoniose (B) usados para avaliar a severidade.

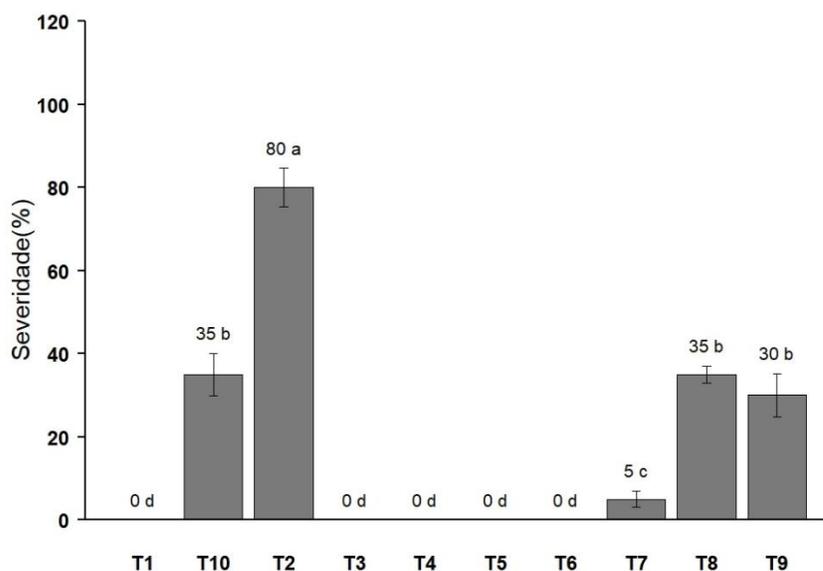


#### 4.5. Severidade da doença

Para a severidade da doença, que é o grau de incidência dos sintomas da doença na planta, as plantas sem a presença do patógeno receberam as menores notas (T1, T3, T4, T5 e T6), ou seja, tiveram a menor incidência da doença.

Em contrapartida, os tratamentos T2, T7, T8, T9 e T10 com a presença de *Rhizoctonia solani* obtiveram as maiores notas e porcentagem de severidade (ID). A maior severidade (80%) foi do T2, isso está associado ao fato do tratamento ter somente a presença do patógeno, sem isolados de *Trichoderma*. Já a menor severidade foi do tratamento T7, sendo 75% menor que o T2. Tais resultados corroboram com os de Ketta; Hewedy (2021) e Asad et al. (2014) que usando *Trichoderma harzianum* encontraram antagonismo entre o fungo e o patógeno, reduzindo, respectivamente a severidade em 49% e 67,8% em plantas de feijão.

**Figura 7.** Severidade da doença *Rhizoctonia solani* em plantas de feijão com controle biológico de *Trichoderma spp.* e incidência do patógeno. Fonte: Marcos Paulo (2023).



## 5. CONCLUSÃO

O cultivo pareado *in vitro* demonstrou os isolados de *Trichoderma* spp. TA1, TA2, TA3 e TA5 como os melhores antagonistas para antibiose e parasitismo sobre o patógeno *Rhizoctonia solani* em placa. Ainda, o isolado TA2 proporcionou o maior comprimento de raiz, e uma redução de 75% na severidade da doença na planta.

Os resultados são promissores e serão utilizados para implementação de outros experimentos, tanto no feijoeiro, como em outras culturas suscetíveis ao patógeno.

## 6. REFERÊNCIAS

ASAD, S. A. et al. Biocontrol efficacy of different isolates of *Trichoderma* against soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*. **Polish Journal of Microbiology**, v. 63, n. 1, 2014.

BAN, G.; AKANDA, S.; MAINO, M. Efficacy of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani* on bean and tomato plants. **Annals of Tropical Research**, p. 30–45, 19 dez. 2022.

BARRETO, N. M. B. et al. Organic black beans (*Phaseolus vulgaris* l.) from rio de janeiro state, brazil, present more phenolic compounds and better nutritional profile than nonorganic. **Foods**, v. 10, n. 4, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Presidente anuncia Plano Safra 2023/2024 com financiamento de R\$ 364,22 bilhões. 27 jun. 2023. Atualizado em 27 jun. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/presidente-anuncia-plano-safra-2023-2024>. Acesso em 09 out. 2023.

CARVALHO et al. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 28-34, 2011.

CARVALHO, M. S. et al. Microsatellites and agronomic approaches reveal the diversity of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivated in Espírito Santo—Brazil, by family farms. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 70, n. 3, 2023.

DIAS, BERBARA, FERNANDES. Controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* por biopreparados de isolados de *Trichoderma* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 258-262, 2013.

HEUBERGER, A. L. et al. **Evaluating plant immunity using mass spectrometry-based metabolomics workflows**. **Frontiers in Plant Science**, 2014.

JUNIOR, L.M.; MACHADO-ROSA, T.A.; GERALDINE, A.M. Uso de *Trichoderma* na cultura do feijão-comum. **Embrapa Arroz e Feijão**. p. 393-406, Brasília, 2020.

KETTA, H. A.; HEWEDY, O. A. E. R. **Biological control of *Phaseolus vulgaris* and *Pisum sativum* root rot disease using *Trichoderma* species**. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, 2021.

- LAHLALI, R. et al. **Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. Microorganisms**, 2022.
- MAYO, S. et al. Development of a QPCR strategy to select bean genes involved in plant defense response and regulated by the Trichoderma velutinum - Rhizoctonia Solani interaction. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. AUG2016, 2016.
- MAYO-PRIETO, S. et al. Effect of trichoderma velutinum and rhizoctonia solani on the metabolome of bean plants (Phaseolus vulgaris L.). **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 3, 1 fev. 2019.
- MAYO-PRIETO, S. et al. Influence of substrates in the development of bean and in pathogenicity of rhizoctonia solani jg kühn. **Agronomy**, v. 10, n. 5, 2020.
- MELO, I.S.; FAULL, J. L. Parasitism of Rhizoctonia solani by strains of Trichoderma spp. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 55-59, 2000.
- MISRA, V.; ANSARI, M. I. Role of Trichoderma in Agriculture and Disease Management. Em: **Plant Growth-Promoting Microbes for Sustainable Biotic and Abiotic Stress Management**. [s.l.] Springer International Publishing, 2021. p. 425–440.
- MORADI-POUR, M. et al. Evaluation of bacillus velezensis for biological control of rhizoctonia solani in bean by alginate/gelatin encapsulation supplemented with nanoparticles. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 31, n. 10, 2021.
- NORONHA et al. Avaliação da Resistência de Genótipos de Feijão-caupi a Macrophomina phaseolina. **Comunicado técnico: Embrapa**. v.126, 2012.
- PARRA, J. R. P. **Biological control in Brazil: An overview. Scientia Agricola**. Scientia Agricola, 1 set. 2014.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.
- RIBEIRO et al. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG**. Viçosa, 1999.
- RODRIGUES, F.A.; CARVALHO, E. M.; VALE, F. X. R. Severidade da podridão-radicular de Rhizoctonia do feijoeiro influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1247-1252, 2002.
- SANTOS, M. A. S. D; REBELLO, F. K. Perfil socioeconômico e tecnológico dos pequenos produtores de feijão-caupi do município de Primavera, Nordeste do Pará, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 45, 2012.

SCHNEIDER, C. A., RASBAND, W. S., & ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, 9(7), 671–675. 2012. doi:10.1038/nmeth.2089

TOGNI, P. H. B. et al. Brazilian Legislation Leaning Towards Fast Registration of Biological Control Agents to Benefit Organic Agriculture. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 2, p. 175–185, 1 abr. 2019.