

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Raul Hernandez Bertine**

Efeito antagonista de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum falcatum*  
em cana-de-açúcar

**Monte Carmelo - MG  
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Raul Hernandez Bertine**

Efeito antagonista de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum falcatum*  
em cana-de-açúcar

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia,  
Campus Monte Carmelo, da Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

**Monte Carmelo - MG  
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Raul Hernandez Bertine**

Efeito antagonista de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum falcatum*  
em cana-de-açúcar

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia,  
Campus Monte Carmelo, da Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo-MG, 28 de novembro de 2023

Banca Examinadora



---

Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Orientador



---

Claudia Fabbris

Membro da Banca



---

Fernando Garcia

Membro da Banca

**Monte Carmelo - MG  
2023**

## RESUMO

A podridão vermelha, causada pelo fungo *Colletotrichum falcatum*, é uma doença que atinge canaviais de diversos países, trazendo perdas significativas. Esta pode ser encontrada em vários estágios vegetativos das plantas. O presente trabalho teve como o objetivo estudar o controle biológico deste patógeno *in vitro*, por meio da técnica do cultivo pareado, onde foram avaliados 27 diferentes isolado de *Trichoderma* spp. Os isolados T-04, T-05, T-A2, T-A3, T-60, T-A4 foram os responsáveis pela melhor inibição do patógeno, com uma redução do crescimento micelial do fungo entre 38,10 % a 47,29 % e no máximo 47,29% para o isolado T-04, com evidente formação de halo de inibição promovido pelos isolados de *Trichoderma* spp.

**Palavras-chave:** Controle biológico, Podridão vermelha, *Trichoderma* spp.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. OBJETIVOS .....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Cana-de-Açúcar.....	5
3.2 Podridão vermelha da cana-de-açúcar causada por <i>Colletotrichum falcatum</i> .....	6
3.3 <i>Trichoderma</i> spp. – um fungo antagonista .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
4.1. Locais de realização dos experimentos.....	8
4.2. Obtenção do fitopatógeno.....	8
4.3 Técnica do cultivo pareado .....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	9
6. CONCLUSÃO .....	11
7. REFERÊNCIAS.....	12

## 1.INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) do mundo (IEA.SP.GOV). Da cana-de-açúcar é possível extrair vários produtos como combustível, açúcar, aguardente, além de ser consumida *in natura* (ARRUDA PINTO, 2002). A demanda mundial por etanol, advindo de fontes renováveis, promoveu o Brasil como o maior produtor desta *commodity* do mundo, devido a suas extensas áreas cultivadas e as condições edafoclimáticas favoráveis à cultura (CONAB, 2017).

No Brasil, ocorreu uma queda de 1,3 % da área a ser colhida na safra 2022/23, cerca de 8,20 milhões de hectares, em relação à safra anterior. Nesta safra, estima-se uma queda de 1,9 % na produção, devido a fatores climáticos desfavoráveis na safra passada, dentre eles a ocorrência de uma grande seca e geadas distribuídas por todo o território brasileiro (CONAB, 2022). Os maiores produtores do Brasil são os estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais, respectivamente.

Nesta cultura, há descrição de, aproximadamente, 180 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e fitoplasmas. No Brasil, há relatos de mais de 40 doenças espalhadas por todo o território (SAGUINO, 1998). Dentre elas, as mais importantes no cenário canavieiro brasileiro são o carvão, a ferrugem alaranjada, a podridão vermelha, o mosaico, a mancha parda, o raquitismo de soqueira, a estria vermelha, dentre outras (CANAVIALIS, 2010). O controle dessas doenças ocorre com nível satisfatório por meio da adoção de variedades resistentes (CANAVIALIS, 2010). Mas, também, é muito comum a utilização produtos químicos e biológicos, que não possuem 100% de eficácia, mas colaboram na redução de perdas de produtividade.

Dentre as doenças destaca-se a podridão vermelha causada pelo fungo *Colletotrichum falcatum*, patógeno oportunista que ataca a cana-de-açúcar (ASHWIN *et al.*; 2017). A infecção do fungo começa inicialmente pelo solo, onde sobrevive na forma de micélio dormente ou em plantas hospedeiras em decomposição na fase saprofítica (ASHWIN *et al.*; 2017). Após esse início, passa para o colmo, principalmente através da fissura que a broca da cana (*Diatraea saccharalis*) promove (ASHWIN *et al.*; 2017). A partir de então, ocorre o aparecimento dos primeiros sintomas na cultura, caracterizada por manchas foliares avermelhadas na nervura

central (ASHWIN *et al.*; 2017). Essa infecção ainda não traz efeitos negativos em grande escala à produção do canavial, mas com a evolução da doença, começa a danificar o colmo e a situação se agrava (PATEL, 2019).

No colmo, o patógeno se multiplica e reduz o teor de açúcar, transformando a sacarose do colmo em álcool, sendo utilizado em seu crescimento. Assim, o colmo infectado começa a secar à medida que o álcool evapora (MALATHI *et al.*; 2010).

O controle biológico, atualmente, vem tendo um alto crescimento, sendo utilizado fungos e bactérias para o controle de insetos e doenças, com ênfase para o fungo do gênero *Trichoderma* (OLIVEIRA, 2017). Esse fungo participa da manutenção da estrutura do solo, por fazer parte da decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (OLIVEIRA, 2017). Além destas funções, participa também da indução à resistência a patógenos, promoção de crescimento, mineralização de matéria orgânica no solo e inibição de outros fungos por meio do parasitismo, competição e antibiose (OLIVEIRA, 2017).

O controle biológico não se mostra ofensivo ao meio ambiente como os produtos químicos convencionais, devido a sua especificidade ao alvo (OLIVEIRA, 2017). Assim, antagonistas utilizados no controle biológico podem interferir negativamente no ciclo de vida de patógenos, reduzindo a ocorrência de várias doenças (OLIVEIRA, 2017). Além de combater os patógenos, possuem elevada capacidade metabólica, natureza competitiva, rápida colonização da rizosfera, com capacidade de estabelecer populações estáveis, promovendo o crescimento radicular e também agir como bioestimulante (GOMES *et al.*, 2015).

## **2.OBJETIVOS**

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar *in vitro* o antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. à *Colletotrichum falcatum*, agente causal da podridão vermelha da cana-de-açúcar.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **3.1 Cana-de-Açúcar**

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae, o gênero *Saccharum*, descrito pela primeira vez por Linnaeus em "Species Plantarum" (CHEAVEGATTI-GIANOTTO *et al.*, 2011). Esse gênero compreendeu no início de sua descoberta cinco espécies e, atualmente,

novas espécies dentro desse gênero foram descritas (DILLON *et al.*, 2007). As espécies mais utilizadas para a produção de híbridos são *S. spontaneum* (espécie selvagem) com a espécie *S. officinarum* (DILLON *et al.*, 2007).

A espécie selvagem *S. spontaneum*, tem como característica principal a resistência contra estresses bióticos e abióticos, colmos finos, alto teor de fibra e baixo teor de açúcar (SINGH *et al.*, 2010). Já *S. officinarum*, possui baixo teor de fibra, baixa resistência a doenças, colmos mais grossos e maior teor de açúcar, tornando assim os híbridos melhores em produção e resistência (SINGH *et al.*, 2010).

A cana-de-açúcar é composta por um sistema radicular com raízes adventícias e permanentes (YANG *et al.*, 2018). A primeira surge do colmo da cana que é plantada, sendo responsável pela absorção de água durante a brotação e à medida que a touceira vai se estabelecendo vão surgindo as raízes permanentes (YANG *et al.*, 2018).

A cana-de-açúcar é considerada uma planta perene, podendo produzir em média de 5 a 7 anos, com uma produção média de 90 toneladas/ha/ano (SILVA *et al.*, 2017). A produtividade e a longevidade da lavoura são influenciadas por diversos fatores, por exemplo a área em que será realizado o plantio, o manejo do solo, a escolha da cultivar correta para a região, o manejo da planta, as condições climáticas do local, o manejo fitossanitário e a colheita (SILVA *et al.*, 2017).

### **3.2 Podridão vermelha da cana-de-açúcar causada por *Colletotrichum falcatum***

*Colletotrichum falcatum* em sua fase sexuada corresponde a *Glomerella tucumanensis*. O fungo produz acérvulos sub-epidérmicos extrusivos, com manchas tortuosas, pardo escuras (KIMATI *et al.*, 1997). Em sua base encontra-se os conidióforos simples, hialinos, possuindo conídios falcados e unicelulares, cercados por uma massa gelatinosa (KIMATI *et al.*, 1997). Já o peritécio é encontrado em lesões mais velhas e os ascósporos, são unicelulares, retos ou pouco fusoides (KIMATI *et al.*, 1997).

É um fungo oportunista e causador da podridão vermelha, uma das doenças mais importantes em um canavial, que já vem sendo encontrada em muitos países causando significativas perdas (NAYYAR *et al.*, 2017). A podridão vermelha, pode ser encontrada em vários estágios vegetativos da planta com sintomas variados, como o surgimento de manchas inter-nerval avermelhadas, apodrecimento do colmo e morte das gemas (KIMATI *et al.*, 1997). Desse modo, a perda é devido a morte dos colmos, a diminuição da pureza e a redução de, aproximadamente, 50 a 70% do teor de sacarose e perda na produção de 12% a 41,5%,

aproximadamente (KIMATI *et al.*, 1997). O agente causal dessa doença, na maioria das vezes, penetra a cana-de-açúcar através de lesões provocadas pela broca da cana (*Diatraea saccharalis*) (KIMATI *et al.*, 1997).

No período de germinação, provoca a morte das gemas, conseqüentemente diminuindo a taxa de germinação (KIMATI *et al.*, 1997). Já no canavial, o patógeno é causador da podridão vermelha que é notada em seu interior (KIMATI *et al.*, 1997). Na nervura central das folhas, as lesões são mais claras no centro e mais avermelhadas na borda, podendo atingir toda a extensão da nervura central (KIMATI *et al.*, 1997).

Nas variedades suscetíveis, as lesões são mais profundas nas nervuras e nas altamente suscetíveis, conforme a planta vai atingindo estágios mais avançados de maturação, as folhas paralisam seu crescimento (KIMATI *et al.*, 1997). Nas bainhas das folhas mais velhas, naquelas senescidas nota-se a superfície recoberta de pontos negros denominados como frutificações do fungo (KIMATI *et al.*, 1997). E por último, na região nodal, algumas regiões podem necrosar, podendo chegar a uma necrose completa do entrenó. (KIMATI *et al.*, 1997).

O controle desta doença se dá de forma mais assertiva com a utilização de variedades resistentes (KIMATI *et al.*, 1997). A destruição dos restos culturais auxilia na diminuição da infestação do patógeno (KIMATI *et al.*, 1997).

### **3.3 *Trichoderma* spp. – um fungo antagonista**

*Trichoderma* é um gênero constituído de fungos saprófitas e microparasitas localizados no solo na decomposição de restos culturais de vegetais (KIMATI *et al.*, 1997). Este fungo limita o desenvolvimento de outros fungos fitopatogênicos presentes em raízes e folhas; há relatos de que pode afetar oídios (STADNIK; BETTIOL, 2000). É um fungo de vida livre, ubíquos e possui interação direta com as raízes-solo-planta (EMBRAPA, 2009). É muito comum sua utilização no manejo de doenças, por ser um fungo cosmopolita, e ter facilidade na colonização de diversos substratos (DRUZHININA *et al.*, 2011; ATANASOVA *et al.*, 2013).

Fungos do gênero *Trichoderma* atuam de maneira hiper-parasitária, sendo uma relação nutricional entre os seres vivos, o parasita obtém seu alimento através do hospedeiro, crescer em sua direção, para então digeri-la (MELO, 1998).

Outros mecanismos de ação também são utilizados por isolados do gênero *Trichoderma*, como a competição, que ocorre entre dois ou mais organismos, com objetivo de obter nutrientes, água, luz, fatores de crescimento e etc. (MELO, 1996). A antibiose, é a relação de um ou mais metabólitos produzidos por um único organismo tem efeito prejudicial sobre o outro (STADNIK; BETTIOL, 2000), sendo outro mecanismo de ação promovido por *Trichoderma*. Já a indução de resistência é outro modo de ação associado a esses fungos, que está ligada a produção de hormônios pela planta (KLEIFELD;CHET, 1992), logo terão um aumento nas atividades enzimáticas, como a quitinase, glucanase e peroxidase que percebem a presença do patógeno e na sinalização bioquímica (ROMEIRO, 2007).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **4.1. Locais de realização dos experimentos**

Os procedimentos e experimentos relacionados ao isolamento e seleção dos antagonistas foram realizados no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Monte Carmelo.

##### **4.2. Obtenção do fitopatógeno**

O isolado de *C. falcatum* utilizado neste estudo foi obtido de lesões iniciais típicas de antracnose nas folhas de cana-de-açúcar coletados na propriedade rural conhecida como ale fixada no município de Uberaba - MG.

Foi realizado o isolamento indireto para obtenção dos isolados, que consistiu na retirada de pequenos fragmentos avermelhados da nervura central da folha, feito uma lavagem com álcool 70%, hipoclorito para retirar a tensão superficial dos fragmentos e por último em água destilada eliminando qualquer resíduo dos outros elementos, após isso foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar – BDA (200 g/L de batata; 20 g/L de dextrose; 15 g/L de ágar) e, em seguida, foram incubados a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h. No entanto, notou-se pouca esporulação do fungo. Posteriormente, para a obtenção dos conídios, fragmentos do micélio de colônias características do gênero *Colletotrichum*, foram transferidos para placas de

Petri contendo o meio de cultura aveia-dextrose-agar ADA (20 g/L de aveia; 20 g/L de dextrose; 20 g/L de ágar) e incubados nas mesmas condições já citadas.

### **4.3 Técnica do cultivo pareado**

Para estudar o efeito antagônico dos isolados de *Trichoderma* spp. no crescimento micelial do *C. falcatum*, foi utilizada a técnica de cultivo pareado em placa de Petri contendo meio de cultura ADA. Para isso, discos de micélio (2 cm de diâmetro) retirados de cultura puras do fitopatógeno foram transferidos placa de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio ADA a 2 cm de distância da margem. Em seguida, cada antagonista também provindo de culturas puras, foram repicados, por meio da deposição de um disco de micélio ao lado oposto do fitopatógeno, a 2 cm de distância da margem da placa. Como testemunha, o isolado de *C. falcatum* foi cultivado isoladamente nas placas de Petri contendo meio ADA. Estas foram mantidas em câmara do tipo BOD a temperatura de 25 °C e a avaliação foi feita de dois em dois após dias de incubação, por meio da obtenção do diâmetro do crescimento micelial do patógeno, com a utilização de uma régua milimetrada. Para a realização do cálculo da inibição do crescimento micelial, em porcentagem, foi aplicada a fórmula: % inibição =  $[(cr_{test} - cr_{trat}) / cr_{test}] \times 100$ , onde:  $cr_{test}$  = crescimento radial testemunha;  $cr_{trat}$  = crescimento radial tratamento (MENTEN *et al.* 1976). Foi utilizado o software SISVAR por meio do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade para comparação do antagonismo dos isolados de *Trichoderma* spp.

Foram utilizados 27 isolados de *Trichoderma* spp., sendo eles: T-03; T-04; T-05; T-06; T-09; T-10; T-15; T-23; T-27; T-28; T-29; T-31; T-40; T-42; T-46; T-48; T-49; T-51; T-52; T-59; T-60; T-A1; T-A2; T-A3; T-A4; T-A5; T-A6.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Antagonismos de *Trichoderma* spp. a *Colletotrichum falcatum***

A maioria dos 27 isolados de *Trichoderma* spp. inibiu o crescimento micelial de *Colletotrichum falcatum* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Efeito antagônico *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial (diâmetro da colônia) de *Colletotrichum falcatum*

Isolado	Crescimento micelial (cm)		Isolado	Crescimento micelial (cm)	
T 04	2,140000	a <sup>(1)</sup>	T 06	3.153334	c
T 05	2,193334	a	T 29	3.193332	c
T A2	2,253332	a	T 28	3.193334	c
T A3	2.273334	a	T 40	3.333332	c
T 60	2.433332	a	T 46	3.393336	c
T A4	2.453334	a	T 27	3.406666	c
T 10	2.513332	a	T 3	3.406668	c
T 48	2.700000	b	T42	3.466666	c
T A5	2.733332	b	T31	3.586666	d
T 59	2.773332	b	TA1	3.600000	d
T 51	2.786666	b	T23	3.653334	d
T A6	2.819998	b	T49	3.760002	d
T 52	2.973332	b	Controle	4.060000	d
T 15	3.033334	c			
T 09	3.126668	c			

(1) Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Dentre os 27 isolados *Trichoderma* spp. testados, 7 isolados se destacaram, mostrando um maior efeito antagônico à *C. falcatum*: T-04, T-05, T-A2, T-A3, T-60, T-A4, T-10 reduzindo o crescimento micelial do fungo entre 38,10 % a 47,29 % e no máximo 47,29% para o isolado T-04 evidente (Tabela 1), com a formação de um halo de inibição evidente, sendo denominado de antibiose, ou seja, o fungo produziu metabólitos tóxicos que promoveram a degradação das hifas do patógeno (MELO, SILVA; 1991). Esses isolados não diferiram estatisticamente entre si. De acordo com Lanna Filho, Ferro e Pinho. (2010) antagonistas que atingirem uma inibição de 40% ou mais do patógeno indicam um possível potencial como um agente para o controle biológico.

Para confirmar a patogenicidade do patógeno, foram inoculado discos de micélio contendo o fungo *C. falcatum* em mudas de cana-de-açúcar e incubadas em câmaras úmidas, que permaneceram por 4 dias. Junto a essas plantas inoculadas, também se deixou testemunhas (sem inoculação de *C. falcatum*).

Os isolados de *Trichoderma* spp. que não conseguiram atingir um nível satisfatório de inibição, segundo Bomfim *et al.* (2010), ocorre devido a uma maior competição pelos nutrientes do meio, ou uma menor produção de protease e cisteína, enzimas estas produzidas pelas espécies de *Trichoderma*, que são capazes de inativar a produção enzimática do fitopatógeno. Segundo Samuels e Hebbar (2015) isolados de *Trichoderma harzianum*, sozinhos ou combinados com outras espécies de *Trichoderma*, podem controlar doenças em plantas.

A relação de isolados de *Trichoderma* spp. com uma planta é simbiótica, podendo causar a indução da resistência sistêmica, ocorrendo após um desencadeamento de alterações morfológicas e bioquímicas, o que irá resultar em uma ativação dos mecanismos de defesa contra vários patógenos. Segundo Gomes (2015), existem vários trabalhos que demonstram que a resistência induzida por isolados de *Trichoderma* é um mecanismo comum e importante em controle biológico.

De acordo o estudo realizado por Polyana Christimann (2022), observou-se que a utilização de diferentes espécies de *Trichoderma* foi eficiente para o manejo da antracnose do feijoeiro, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*. Observou-se neste estudo que o uso de *Trichoderma*, independente da espécie, resultou em redução de 69,54 na AACPD (Área abaixo da curva do progresso da Doença) da antracnose para as cultivares IPR Tuiuiú e IPR Quero-Quero.

## 6. CONCLUSÃO

Os isolados de *Trichoderma* spp. T-04, T-05, T-A2, T-A3, T-60, T-A4 foram os antagonistas que apresentaram maior inibição do patógeno. Estes isolados são promissores como agentes de controle biológico da podridão vermelha em cana-de-açúcar.

Experimentos em casa de vegetação devem ser conduzidos para corroborar o potencial desses antagonistas.

## 7.REFERÊNCIAS

- ASHWIN, N. *et al.* Comparative secretome analysis of *Colletotrichum falcatum* identifies a cerato-platanin protein (EPL1) as a potential pathogen-associated molecular pattern (PAMP) inducing systemic resistance in sugarcane, **J. Proteom.** 169 (2017) 2–20. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.05.020>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BOMFIM, M.P. *et al.* Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathol**, v.36, n.1, p.61-67, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052010000100011>. Acesso em: 10 nov. 2023
- CANAVALIS. Doenças: o perigo está à espreita, 2010.
- CHEAVEGATTI-GIANOTTO *et al.* Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A Reference Study for the Regulation of Genetically Modified Cultivars in Brazil. **Trop Plant Biol**, 4(1), 62-89, 2011. Disponível em: [10.1007/s12042-011-9068-3](https://doi.org/10.1007/s12042-011-9068-3). Acesso em: 05 nov. 2023.
- DILLON, S. L.. *et al.* Domestication to crop improvement: genetic resources for *Sorghum* and *Saccharum* (Andropogoneae), 2007.
- GOMES, E. V. *et al.* The Cerato-Platanin protein Epl-1 from *Trichoderma harzianum* is involved in mycoparasitism, plant resistance induction and self cell wall protection. **Sci Rep** 5, 17998 (2016). Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep17998>. Acesso em: 01 nov. 2023.
- KIMATI, HIROSHI *et al.* **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997.
- KLEIFELD, O.; CHET, I. *Trichoderma harzianum* – interaction with plants and effect on growth response. **Plant and Soil**, 144: 267-272, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00012884>. Acesso em: 01 nov. 2023.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M. & PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.0000/rtcab.v4i2.145>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MALATHI, P. *et al.* Variability among *Colletotrichum falcatum* pathotypes used for screening red rot resistance in sugarcane, *Sugar Cane Int.* 28,47–52, 2010.

MELO, I.S. *Trichoderma* E *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, 1996.

MELO, I.S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos.. (Ed.) -Controle Biológico, v.1.Jaguariúna, Embrapa, p.17–60, 1998.

MELO, I.S.; SILVA, A.C. Resistance of U.V. induced mutants of *Trichoderma harzianum* to benzimidazole and dicarboximide fungicides. **Petria**, v.1, p.151-152, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000100002>. Acesso em: 03 nov. 2023

MENTEN, J.O.M. *et al.* Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. "in vitro". **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.1, n.2, p.57-66, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000400014>. Acesso em: 10 nov. 2023.

NAYYA, S.*et al.* Red rot resistant transgenic sugarcane developed through expression of beta-1,3-glucanase genes, 2017. Disponível em:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179723>. Acesso em: 09 nov. 2023

NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1-5.

Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/VerTexto.php?codTexto=15925#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20maior,de%20litros%20de%20etanol1>. Acesso em: 20 ago. 2023

OLIVEIRA, Guilherme Pereira de. *Trichoderma spp. como potenciais agentes de controle biológico para podridão vermelha ocasionada por Colletotrichum falcatum em resíduos de pós-colheita de cana-de-açúcar*. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.116>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PATEL, P. *et al.* Molecular identification and biocontrol activity of sugarcane rhizosphere bacteria against red rot pathogen *Colletotrichum falcatum*. **Biotechnology Reports**. V.21, 2019.

ROMEIRO, R.S. **Controle biológico de doenças de plantas – procedimentos**. Viçosa, Editora UFV, 172 p, 2007.

SAMUELS, G. J.; HEBBAR, P. K. Developing Trichoderma-based products for application in agriculture. In: SAMUELS, G. J.; HEBBAR, P. K. (Ed.). **Trichoderma: identification and agricultural applications**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2015. p. 7-34.

SILVA, S.A *et al.* **Sistema de produção de cana-de-açúcar para agricultura familiar**, 2017.

SINGH, R. K. *et al.* Evaluation of microsatellite markers for genetic diversity analysis among sugarcane species and commercial hybrids. *Australian Journal of Crop Science*, 4(2), 115-124, 2010. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.982597773668412>. Acesso em: 20 ago. 2023

STADNIK, M. J.; BETTIOL, W. Controle biológico de oídios. **Controle biológico**, v. 3, p. 95-112, 2000.

YANG, S. *et al.* A new method based on SNP of nrDNA-ITS to identify *Saccharum spontaneum* and its progeny in the genus *Saccharum*. PLoS One, 2018.