

Filtrado do meio de cultivo do cogumelo *Pycnoporus sanguineus* no controle de *Alternaria* sp.

Filtrate from the culture medium of the mushroom Pycnoporus sanguineus in the control of Alternaria sp.

Leonel Bismarck Belo Pereira¹, Michele Santos de Jesus¹, David Patrick Almeida Correia², Ana Paula Schervinski Villwock³, Pedro Roberto Almeida Viégas⁴, Regina Helena Marino⁵

RESUMO: O emprego de micro-organismos no controle de fitopatógenos é uma alternativa ecológica aos pesticidas sintéticos, pois não causam contaminação ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antifúngica do *Pycnoporus sanguineus* (PS) sobre o crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. (ALT), em dois bioensaios. No primeiro bioensaio foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial de 4 x 5, correspondente ao cultivo dos isolados fúngicos em quatro tratamentos: PS - testemunha PS; ALT - testemunha ALT; ALT x PS - ação de ALT sobre PS; e PS x ALT - ação do PS sobre ALT, durante cinco dias de avaliação (2º ao 6º dia de cultivo) com quatro repetições por tratamento. No segundo bioensaio foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial de 4 x 4, correspondente a quatro tratamentos: Test-15: testemunha com 15% do meio de cultura utilizado para obtenção do filtrado fúngico, sem inoculação fúngica; Test-30: testemunha com 30% do meio de cultura utilizado para obtenção do filtrado fúngico, sem inoculação fúngica; PS-15: 15% de filtrado do meio de cultivo de PS; e PS-30: 30% de filtrado do meio de cultivo de PS durante quatro dias de avaliação (2º ao 5º dia de cultivo) com três repetições por tratamento. O *Pycnoporus sanguineus* inibe o crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp., a depender do tempo de cultivo. O emprego de 15% e 30% do filtrado do meio de cultivo de *P. sanguineus* inibe o crescimento micelial de *Alternaria* sp.

Palavras-chave: Controle biológico; Basidiomiceto; Fungo de podridão branca

ABSTRACT: The use of microorganisms in the control of phytopathogens is an ecological alternative to synthetic pesticides, as they do not cause environmental contamination. The study evaluated the antifungal activity of *Pycnoporus sanguineus* (PS) on the mycelial growth of the phytopathogenic fungus *Alternaria* sp. (ALT), in two bioassays. In the first bioassay, a completely randomized experimental design was used in the factorial scheme of 4 x 5, corresponding to the cultivation of fungal isolates in four treatments: PS - PS witness; ALT - ALT witness; ALT x PS - interaction of the ALT with PS; and PS x ALT - interaction of the PS with ALT, during five days of evaluation (2nd to 6th day of cultivation) with four replications per treatment. In the second bioassay, a completely randomized experimental design was used in the factorial scheme of 4 x 4 corresponding to four treatments: Test-15: witness with 15% of the culture medium used to obtain the fungal filtrate, without fungal inoculation; Test-30: witness with 30% of the culture medium used to obtain fungal filtrate, without fungal inoculation; PS-15: 15% filtered from PS culture medium; and PS-30: 30% of filtrate from the PS culture medium during four days of evaluation (2nd to 5th day of cultivation) with three replications per treatment. *Pycnoporus sanguineus* inhibits mycelial growth of the phytopathogenic fungus *Alternaria* sp., depending on the time of cultivation. The use of 15% and 30% of the filtrate of the culture medium of *P. sanguineus* inhibits the mycelial growth of *Alternaria* sp.

Keywords: Biological control; Basidiomycete; White rot fungus

Autor correspondente: Regina Helena Marino

E-mail: rehmarino@hotmail.com

Recebido em: 17/10/2023

Aceito em: 16/04/2024

¹ Engenheiro Agrônomo, Departamento de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

² Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

³ Doutora em Extensão Rural pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

⁴ Doutor em Fitotecnia/Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

⁵ Doutora em Biotecnologia pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professora Associada IV do Departamento de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

INTRODUÇÃO

O gênero *Alternaria* é composto por espécies de fungos fitopatogênicos que causam doenças em diversas culturas de interesse econômico, tais como algumas hortaliças, algodão, citros, feijão, tomateiro, o que gera perdas significativas, principalmente em condições de cultivo com altas temperatura e umidade (Kimati *et al.*, 1997).

No tomateiro, o fungo *Alternaria* sp. causa a doença denominada de Pinta preta ou Mancha de *Alternaria*, que inicialmente causa nas folhas mais velhas lesões necróticas isoladas ou agrupadas, envoltas ou não por um halo amarelado. No caule, no pedúnculo, nas ráquis e nos pecíolos, os sintomas são semelhantes aos observados nas folhas, mas com lesões escuras, alongadas, aneladas e deprimidas. Nos frutos, as lesões são circulares, escuras, deprimidas, concêntricas e recobertas por um crescimento micelial escuro constituído por conídios e conidióforos do fungo. Este patógeno também pode causar falhas na germinação das sementes e o tombamento de plântulas, devido a formação de lesões necróticas no colo das plantas na fase de produção de mudas ou após o transplante (Töfoli; Domingues, 2018).

O controle de doenças causadas por fitopatógenos pode ser feito pela integração de diversos métodos, tais como: adubação equilibrada; escolha de cultivares tolerantes/resistentes; evitar o plantio em áreas úmidas; utilizar maior espaçamento entre plantas e maior circulação de ar em ambientes de cultivo protegido; minimizar irrigações em períodos críticos; e realizar rotação de culturas (Pereira; Carvalho; Pinheiro, 2013; Talamini; Nunes, 2018). Entretanto, o uso de fungicidas vêm sendo amplamente recomendado, cuja aplicação incorreta tem acarretado contaminação ambiental, mortalidade de animais, problemas à saúde dos trabalhadores e consumidores, além de ocasionar resistência de patógenos aos agrotóxicos (Barbosa *et al.*, 2020; Ródio; Rosset; Brandalize, 2021; Baraldi *et al.*, 2021).

De forma alternativa têm-se buscado medidas ecológicas de controle de patógenos, como o uso de filtrados do fungo *Trichoderma harzianum* (Pérez-Torres *et al.*, 2018) e de extratos de basidiomicetos (Arruda *et al.*, 2012; Solino *et al.*, 2017; Hernández-Ochoa *et al.*, 2020).

Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2019) verificaram que o uso de 1% a 5% do extrato aquoso do basidiomiceto *Lentinula edodes* controlou, em campo, o fungo *Colletotrichum lindemuthianum* causador da doença denominada de Antracnose no feijoeiro, por apresentar polissacarídeos com ação antimicrobiana; por aumentar a síntese das enzimas peroxidase, catalase e polifenoloxidase, as quais podem atuar diretamente sobre o patógeno e influenciar na ação de hormônios que são importantes na indução de resistência vegetal a patógenos.

Thangaraj *et al.* (2020) observaram que os compostos voláteis produzidos pelos basidiomicetos *Coprinus cinereus*, *Ganoderma lucidum* e *Lentinus edodes* inibiram 70%, 60,3% e 35,3% respectivamente, o crescimento do fungo fitopatogênico *Fusarium oxysporum*.

Dentre os basidiomicetos, o *Pycnoporus sanguineus* é um fungo de podridão branca pertencente à família *Polyporaceae*, que se desenvolve em madeira morta, principalmente em áreas abertas e ensolaradas (Susan *et al.*, 2021), mas estudos têm demonstrado seu potencial bactericida (Toillier *et al.*, 2010); nematocida (Barbosa *et al.*, 2021); e fungicida (Figueiredo; Silva, 2014; Coppo *et al.*, 2017).

Na literatura, o potencial biopesticida do *P. sanguineus* vem sendo estudado através de extrato aquoso do cogumelo (Assi *et al.*, 2017); do extrato etanólico do micélio (Mendoza *et al.*, 2020); do extrato hidroalcoólico (Coppo *et al.*, 2017).

Assi *et al.* (2017) verificaram que o extrato aquoso do *P. sanguineus* apresentou eficiência de 70,4% no controle do fungo *Alternaria solani* e de 79,3% no controle da mancha bacteriana causada por *Xanthomonas vesicatoria* no tomateiro, provavelmente por ter induzido a resistência.

Mendoza *et al.* (2020) relataram que no extrato etanólico do micélio de *P. sanguineus* foram identificados triterpenos, esteróides, alcalóides, antraquinonas e antrons, os quais apresentam ação antimicrobiana.

Desta forma, o emprego do fungo *P. sanguineus* representa uma alternativa no controle de fitopatógenos, principalmente, para a agricultura orgânica. Todavia, não foram encontradas referências até o presente relacionadas com o emprego de filtrados do meio de cultivo de basidiomicetos no crescimento micelial, cujo método pode ser uma forma de acelerar o processo de obtenção dos princípios antimicrobianos, sem a necessidade de produzir o cogumelo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antifúngica do *Pycnoporus sanguineus* sobre o crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ISOLADO E INOCULANTE FÚNGICO

Os isolados fúngicos testados foram o basidiomiceto de podridão branca *Pycnoporus sanguineus* (PS) e fitopatogênico *Alternaria* sp. (ALT) pertencentes à Micoteca do Laboratório de Microscopia do Departamento de Engenharia Agrônômica – Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão - Sergipe.

Os inoculantes fúngicos foram obtidos a partir da multiplicação dos isolados em meio de cultura à base de batata-dextrose-ágar (BDA comercial, 39 g.L⁻¹) durante sete dias à temperatura ambiente.

2.2 INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL DO FUNGO FITOPATOGÊNICO *ALTERNARIA* SP. POR *PYCNOPORUS SANGUINEUS*

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 4 x 5, correspondente ao cultivo dos isolados fúngicos em quatro tratamentos: PS - testemunha PS; ALT - testemunha ALT; ALT x PS - ação de ALT sobre PS; e PS x ALT - ação do PS sobre ALT; e cinco dias de avaliação (2º ao 6º dia de cultivo) com quatro repetições por tratamento.

A metodologia utilizada foi a descrita por Solino *et al.* (2017) com modificações em meio de cultura BDA comercial. Para tanto, a avaliação da inibição do crescimento do fungo ALT pelo PS e vice-versa foi transferido um disco do meio de cultura colonizado de 6 mm de diâmetro de ambos os fungos para placa de Petri contendo meio de cultura BDA, distantes entre si de 1,0 cm (Figura 1 A). No tratamento testemunha foi utilizado apenas um disco inoculante do fungo (ALT ou PS, conforme o tratamento), em apenas um lado da placa de Petri (Figura 1 B). O cultivo dos isolados fúngicos ocorreu à temperatura ambiente durante seis dias.

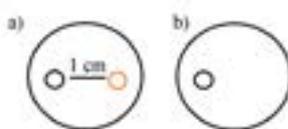


Figura 1. Distribuição do inóculo fúngico para avaliação do crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. versus *P. sanguineus* (a) e dos tratamentos testemunhas (b)

As variáveis analisadas foram: o raio micelial (cm), a velocidade média de crescimento micelial (cm.dia⁻¹) e porcentagem de inibição do crescimento nas variáveis de raio e de velocidade de crescimento no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º dia após a inoculação.

O raio micelial foi determinado pela avaliação diária do diâmetro médio cruzado de duas retas e o valor obtido foi dividido por dois. A velocidade de crescimento micelial (VM, em cm.dia⁻¹) foi determinada pela equação: $VM = (R_f - R_i) / t$, em que R_f = valor médio do raio final; R_i = valor médio do raio inicial; t = intervalo de dias de avaliação. A porcentagem de inibição do crescimento (PIC, %) foi determinada pela equação: $PIC = [(T - t) / T] \times 100$, em que T = valor médio da variável analisada (raio ou velocidade de crescimento) no tratamento testemunha; e t = valor médio da variável analisada no tratamento com o isolado fúngico.

Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA e aplicado o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade e à análise de regressão (linear, quadrática) e aplicado o teste t a 1 e a 5% de probabilidade pelo programa SISVAR 5.8

2.3 INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL DO FUNGO *ALTERNARIA* SP. PELO FILTRADO DO MEIO DE CULTIVO DO *P. SANGUINEUS*

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 4 x 4, correspondente ao cultivo do fungo ALT em quatro tratamentos (Test-15: testemunha com 15% do meio de cultura utilizado para obtenção do filtrado fúngico, sem inoculação fúngica; Test-30: testemunha com 30% do meio de cultura utilizado para obtenção do filtrado fúngico, sem inoculação fúngica; PS-15: 15% de filtrado do meio de cultivo de PS; e PS-30: 30% de filtrado do meio de cultivo de PS) e quatro dias de avaliação (2º ao 5º dia de cultivo) com três repetições por tratamento. As concentrações do filtrado fúngico testadas (15 e 30%) foram determinadas de acordo com as utilizadas por Hernández-Ochoa *et al.* (2020).

O meio de cultivo utilizado para obtenção do filtrado do *P. sanguineus* foi o de extrato de levedura (25 g.L⁻¹). Para preparação do filtrado, um disco de 6 mm de diâmetro do meio de cultura colonizado pelo *P. sanguineus* foi transferido para frascos Erlenmeyer de 250 mL, contendo 40 mL do meio à base de extrato de levedura, previamente autoclavado a 121 °C e 1 atm durante 15 min. Nos tratamentos testemunhas, não foi transferido o micélio do *P. sanguineus* para o meio de cultivo. A incubação foi realizada em BOD a 25 ± 1 °C com fotoperíodo de 12 h durante 16 dias. O filtrado do meio de cultivo foi obtido pela filtragem do meio de cultura em papel de filtro Whatman, em câmara asséptica.

Para avaliação do crescimento do fungo *Alternaria* sp. (ALT) foram adicionados 15% e 30% do filtrado do meio de cultivo do PS para meio de cultura BDA previamente autoclavado e, posteriormente acondicionado em placas de Petri, conforme o tratamento. Após a solidificação do meio foi transferido um disco micelial de 6 mm de diâmetro do fungo ALT. Nos tratamentos testemunhas (TEST-15 e TEST-30), 15% e 30% do meio de cultura à base de extrato de levedura, utilizado para obtenção do filtrado fúngico sem inoculação do PS, foram adicionados ao meio BDA autoclavado e após o resfriamento foi transferido para placas de Petri. O cultivo foi realizado em BOD a 25 ± 1 °C, com fotoperíodo de 12 h durante cinco dias.

As variáveis analisadas foram: o raio micelial (cm), a velocidade média de crescimento micelial (cm.dia⁻¹) e porcentagem de inibição do crescimento nas variáveis de raio e de velocidade de crescimento, conforme metodologia descrita no item 2.2.

Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA e aplicado o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade e à análise de regressão (linear, quadrática) e aplicado o teste t a 1 e a 5% de probabilidade pelo programa SISVAR 5.8.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL DO FUNGO FITOPATOGÊNICO *ALTERNARIA* SP. POR *P. SANGUINEUS*

No tratamento PS x ALT, o PS reduziu significativamente o raio micelial do isolado ALT, a partir do quinto dia de cultivo, quando comparado à testemunha ALT. O mesmo comportamento foi observado no ALT x PS, em que o fungo ALT reduziu o raio micelial do PS, também a partir do quinto dia de cultivo, em relação ao tratamento testemunha PS (Tabela 1).

Tabela 1. Raio micelial e velocidade de crescimento micelial dos isolados fúngicos *Pycnoporus sanguineus* (PS) e do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. (ALT) cultivados em meio de cultura batata-dextrose-água durante seis dias

Trat. ¹	Raio micelial (cm)					Regressão	
	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	Equação	R ²
PS	0,45 bE ²	1,38 aD	2,38 aC	3,10 aB	3,78 aA	Linear	0,99** ³
ALT	0,68 aE	1,40 aD	2,08 bC	2,63 bB	3,10 bA	Linear	0,99**
ALT x PS	0,45 bE	1,46 aD	2,38 aC	2,66 bB	3,00 bA	Linear	0,93**
PS x ALT	0,72 aE	1,35 aD	1,99 bC	2,22 cB	2,53 cA	Linear	0,96**
CV = 5,4%							
Trat.	Velocidade de crescimento (cm.dia ⁻¹)					Regressão	
	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	Equação	R ²
PS	0,15bC	0,93abAB	1,01aA	0,72aB	0,68aB	Quad.	0,80**
ALT	0,38aC	0,72bcA	0,68bAB	0,55aABC	0,45bBC	Quad.	0,78**
ALT x PS	0,15bB	1,02aA	0,92aA	0,29bB	0,34bB	Quad.	0,56**
PS x ALT	0,42aB	0,64cA	0,64bA	0,24bB	0,30bB	Quad.	0,55**
CV = 19,1%							

¹ Tratamentos: PS - testemunha do *Pycnoporus sanguineus*; ALT - testemunha do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp.; ALT x PS - ação de *Alternaria* sobre *P. sanguineus* e PS x ALT - ação de *P. sanguineus* sobre *Alternaria*;

² Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

³ (**)= significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

O aumento do período de cultivo favoreceu significativamente o aumento do raio micelial em todos os tratamentos, cujos dados foram ajustados ao modelo de regressão linear (Tabela 1).

Em relação à ação do basidiomiceto sobre a velocidade de crescimento micelial do fungo fitopatogênico, o PS reduziu significativamente o crescimento do fungo ALT no tratamento PS x ALT, mas somente no quinto dia de cultivo, quando comparado à testemunha ALT. Na interação ALT x PS, o isolado ALT também inibiu o crescimento do PS, a partir do quinto dia de cultivo em relação à testemunha PS (Tabela 1).

Comparativamente, Alvarenga *et al.* (2016) avaliaram *in vitro* o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de três isolados de *Alternaria grandis* (Ag 169, Ag 260, Ag 220) e dois isolados de *A. solani* (As 22, As 14) cultivados em meio BDA e obtiveram valores de 0,68 cm.dia⁻¹, 0,65 cm.dia⁻¹, 0,65 cm.dia⁻¹, 0,35 cm.dia⁻¹, 0,34 cm.dia⁻¹, respectivamente após 15 dias da inoculação, valores médios próximos ao observado pelo isolado ALT, no tratamento testemunha entre o 2º e o 6º dia de cultivo (Tabela 1).

Em relação à taxa de inibição do fungo *Alternaria alternata*, Senhor *et al.* (2009) verificaram que os fungicidas Imazalil, Thiabendazole e Azoxystrobin na dosagem comercial recomendada para este fungo fitopatogênico promoveram redução de 100%, 51% e 36% no crescimento micelial, em relação à testemunha.

Por sua vez, Owaid *et al.* (2017) observaram que os isolados do basidiomiceto *Pleurotus* spp. inibiram o crescimento dos fungos *Trichoderma harzianum*, *Verticillium* sp., *Pythium* sp. em taxa superior ao fungicida sintético. E Hernández-Ochoa *et al.* (2020) verificaram que o isolado fúngico CS185 do basidiomiceto *Macrolepiota* sp. inibiu em 34,4% do *Alternaria solani*.

Ragupathi *et al.* (2021) relataram que as frações metabólicas extraídas com metanol e concentradas a 0,2% do cogumelo *Ganoderma lucidum* apresentaram atividade inibitória máxima de 69,41%. Segundo a revisão destes autores, o *Ganoderma* apresenta compostos como triterpenos, policetídeos, pequenos peptídeos (ganodermina) e polissacarídeos com propriedades antimicrobianas.

Neste trabalho, o PS inibiu entre 3,6 a 18,4% o raio micelial do ALT no tratamento PS x ALT em relação à testemunha ALT (Figura 2A), valores estes inferiores aos fungicidas sintéticos citados por Senhor *et al.* (2009) e aos mencionados por Hernández-Ochoa *et al.* (2020) e Ragupathi *et al.* (2021) com outras espécies de basidiomicetos.

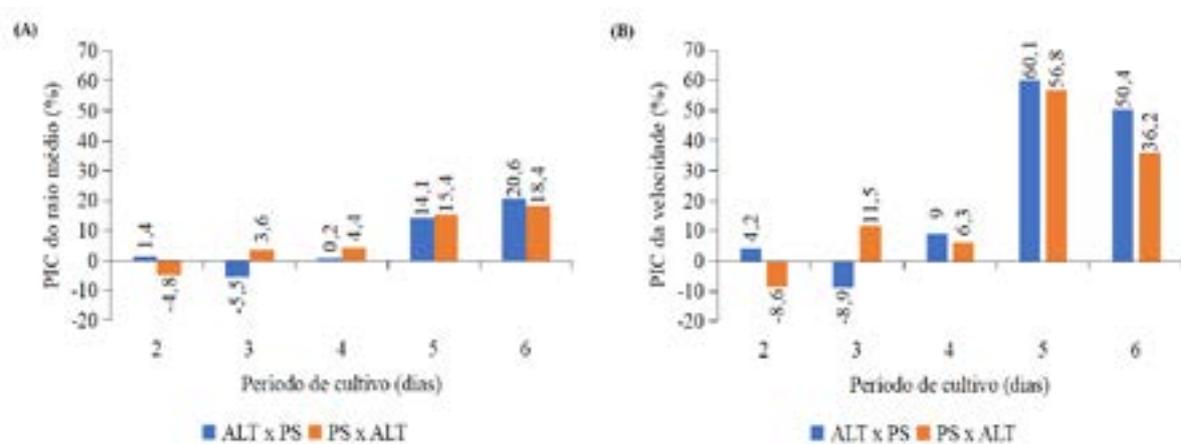


Figura 2. Porcentagem de inibição do crescimento (PIC) do raio micelial (A) e da velocidade de crescimento (B) dos isolados *Pycnoporus sanguineus* (PS) e *Alternaria* sp. (ALT) em relação aos respectivos tratamentos testemunhas durante o período de cultivo*

*Tratamento ALT x PS: ação de ALT sobre PS e PS x ALT: ação PS sobre ALT

Segundo Solino *et al.* (2017), o ascomiceto *Lappodochium lageniforme* paralisou o crescimento do fungo *Alternaria solani* patógeno aos 15 dias, por sintetizar metabólitos secundários tóxicos, o que pode ter ocorrido também com o basidiomiceto *P. sanguineus* sobre ALT, mas a partir do quinto dia de cultivo pelo raio micelial (Tabela 1) e do terceiro dia de cultivo pelo PIC do raio micelial (Figura 2A).

Por outro lado, o isolado ALT também inibiu o crescimento micelial do PS, entre 0,2 a 20,6% no tratamento ALT x PS, em relação à testemunha do PS. O aumento do período de cultivo favoreceu a taxa de inibição do crescimento do fungo ALT nas interações com PS e vice-versa (Figura 2A).

Toillier *et al.* (2010) mencionaram que o *P. sanguineus* pode liberar enzimas como as peroxidases e/ou compostos capazes de inibir o crescimento microbiano. E da mesma forma, o fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. também produz metabólitos secundários com atividade antimicrobiana, tais como: alcalóides, taninos, flavonóides, glicosídeos, fenóis e terpenóides (Elghaffar *et al.*, 2022), os quais podem ter sido responsáveis pela redução do crescimento nas interações entre os fungos testados.

No quinto dia de cultivo, o isolado ALT inibiu 60,1% a velocidade de crescimento do PS (tratamento ALT x PS), enquanto o PS inibiu em 56,8% esta variável do fungo ALT (tratamento PS x ALT), mas o PS

começou influenciar negativamente na velocidade de crescimento do fungo ALT a partir do 3º dia de cultivo (Figura 2B).

Comparativamente, os valores de PIC da velocidade de crescimento do fungo ALT pelo PS (tratamento PS x ALT) foram superiores aos 34,4% obtidos na avaliação do crescimento micelial por Hernández-Ochoa *et al.* (2020) com o basidiomiceto *Macrolepiota* sp.

Na literatura consultada, até o presente, não foram encontrados relatos sobre a ação do *Pycnoporus sanguineus* e/ou outro basidiomiceto especificamente na velocidade de crescimento do *Alternaria* e/ou em outro agente fitopatogênico. E, considerando os resultados obtidos no PIC da velocidade de crescimento tem-se que esta variável demonstrou melhor a ação do fungo PS sobre o fungo ALT, quando comparado aos resultados apresentados com a variável de raio micelial.

Bettiol (1991) citou que as interações entre antagonistas e micro-organismos patogênicos podem ocorrer por diferentes mecanismos, tais como: antibiose, competição, parasitismo, predação, hipovirulência e indução de defesa do hospedeiro, em que um antagonista pode atuar por meio de um ou mais mecanismos.

Arfi; Levasseur; Record (2013) classificaram o basidiomiceto *Pycnoporus coccineus* como um competidor agressivo, por ter sido capaz de crescer rapidamente sobre diferentes fungos competidores, tal como *Botrytis cinerea* e *Coniophora puteana*, o que pode ter ocorrido também entre os isolados PS e o ALT.

Uma vez que, o micélio do fungo PS sobrepôs o ALT, após seis dias de cultivo (Figura 3), cujo comportamento pode ser classificado como CA1, ou seja, crescimento parcial do basidiomiceto sobre o fungo fitopatogênico, conforme mencionado por Badalyan; Innocenti; Garibyan (2002) nas interações competitivas entre outras espécies de basidiomicetos e os fungos filamentosos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium culmorum* e *Rhizoctonia cerealis*.

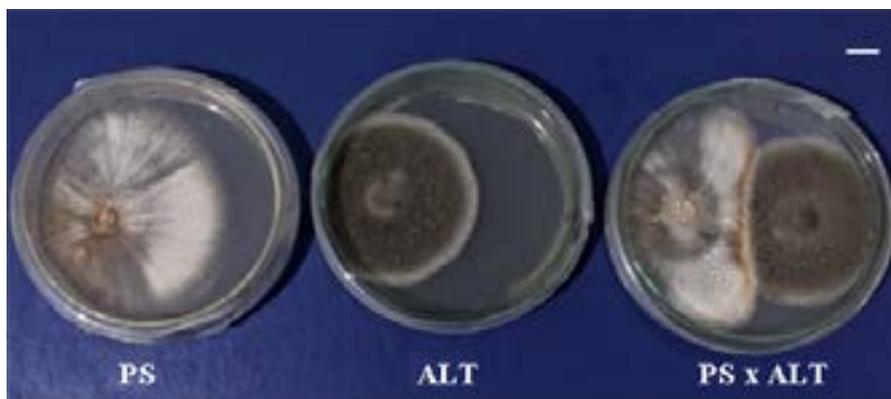


Figura 3. Crescimento micelial dos isolados fúngicos *Pycnoporus sanguineus* (PS) e *Alternaria* sp. em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), após seis dias de cultivo

Solino *et al.* (2017) verificaram que os metabólitos voláteis de fungos saprófitos não influenciaram no crescimento micelial do fungo *Alternaria solani*, mas que a maior inibição (1,6%) deste fitopatógeno foi observada na presença dos fungos *Curvularia inaequalis*, *Stachybotrys globosa* e *S. nephrospora*.

Os basidiomicetos *Lentinula edodes* e *P. sanguineus* também foram eficientes no controle dos fungos fitopatogênicos *Colletotrichum lindemuthianum*, *Alternaria solani*, *Penicillium* sp. e da bactéria fitopatogênica *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* por atuarem diretamente sobre o patógeno ou por induzir a resistência ao patógeno através de enzimas oxidativas como as peroxidases (Toillier *et al.*, 2010; Assi *et al.*, 2017; Coppo *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2019).

Desta forma, o PS pode ter inibido o fungo ALT tanto pela liberação de metabólitos secundários e/ou compostos voláteis como também pelo confronto direto, cujo basidiomiceto pode constituir uma alternativa importante no controle biológico deste patógeno.

3.2 INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL DO FUNGO *ALTERNARIA* SP. PELO FILTRADO DO MEIO DE CULTIVO DO *P. SANGUINEUS*

A adição de 15% e 30% do filtrado do meio de cultivo do fungo *P. sanguineus* (PS) reduziu significativamente o crescimento micelial do fungo ALT, no terceiro e quarto dia de cultivo, respectivamente, quando comparado com as respectivas testemunhas (Test-15 e Test-30) (Tabela 2).

Tabela 2. Raio micelial e velocidade de crescimento do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. (ALT) na presença de 15 e 30% do filtrado do meio de cultivo do *Pycnoporus sanguineus* durante cinco dias de cultivo

Trat. ¹	Raio micelial (cm)				Regressão	
	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	Equação	R ²
Test – 15	1,00 aD ²	1,67 aC	2,43 aB	3,10 bA	Linear	1,00** ³
Test – 30	0,97 aD	1,67 aC	2,70 aB	3,53 aA	Linear	1,00**
PS – 15	0,86 aD	1,30 bC	1,86 bB	2,40 cA	Linear	1,00**
PS – 30	0,84 aD	1,40 abC	1,90 bB	2,49 cA	Linear	1,00**
CV = 10,7%						
Trat.	Velocidade de crescimento micelial(cm.dia ⁻¹)			Regressão		
	3º dia	4º dia	5º dia	Equação	R ²	
Test – 15	0,67 aA	0,77 bA	0,67abA	Linear	ns ³	
Test – 30	0,70 aA	1,03 aA	0,83 aA	Linear	ns	
PS-15	0,45 aA	0,56 bcA	0,54 bA	Linear	ns	
PS-30	0,56 aA	0,50 cA	0,59 bA	Linear	ns	
CV = 20,1%						

¹ Tratamentos: Test-15 = testemunha com 15% do meio sem inoculação fúngica; Test-30 = testemunha com 30% do meio sem inoculação fúngica; PS-15 = meio de cultura com 15% do filtrado do meio de cultivo de *Pycnoporus sanguineus*; PS-30 = meio de cultura com 30% do filtrado do meio de cultivo de *Pycnoporus sanguineus*;

² Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

³ (**) = significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; (ns) = não significativo pelo teste t

O aumento do período de cultivo promoveu um incremento significativo do raio micelial em todos os tratamentos testados, cujos dados foram ajustados ao modelo de regressão linear (Tabela 2).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos PS-15 e PS 30% no raio micelial, durante o período de cultivo (Tabela 2). Neste resultado deve-se considerar que ocorreu contaminação do meio por bactérias, bem como ocorreu a passagem de fragmentos do micélio do *P. sanguineus* durante a filtragem para obtenção do filtrado do meio de cultivo, os quais podem ter influenciado no crescimento do fungo fitopatogênico ALT (Figura 4).

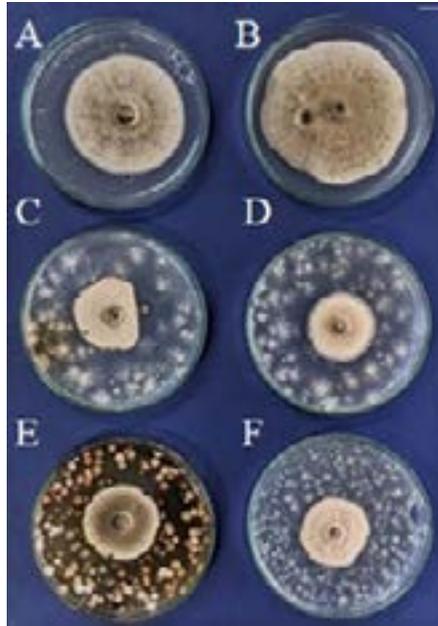


Figura 4. Crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp. em meio de cultura suplementado com filtrado do meio de cultivo de *Pycnoporus sanguineus* nas concentrações de 15% e 30% após cinco dias de cultivo*

*Tratamentos: (A) Test-15 = testemunha com 15% do meio sem inoculação fúngica; (B) Test-30 = testemunha com 30% do meio sem inoculação fúngica; (C e D) PS-15 = meio de cultura com 15% do filtrado do meio de cultura de *P. sanguineus*; (E e F) PS-30 = meio de cultura com 30% do filtrado do meio de cultura de *P. sanguineus*

Viecelli *et al.* (2010) observaram uma redução de até 70% na germinação de esporos de *Phaeoisariopsis griseola* com a concentração 20% do extrato de micélio de *P. sanguineus* em relação ao fungicida acibenzolar-S-metil (ASM), além desta mesma concentração reduzir totalmente o crescimento micelial de *P. griseola*.

Da mesma forma, Teoh; Don; Ujang (2011) verificaram que o extrato micelial do *P. sanguineus* apresentou propriedades antifúngicas contra *Trametes versicolor*, *T. feei*, *T. menziezi*, *Lentinus* sp., *L. sajor-caju*, *L. strigosus*, *Microporus affinis*, *Microporus xanthopus* e *Gloeophyllum trabeum*, cujo composto majoritário identificado foi o 4H-piran-4-1,2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil (DDMP).

Em relação à velocidade de crescimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos PS-15 e PS-30 no terceiro, quarto e quinto dia de cultivo. Nesta variável, o PS-30 inibiu significativamente o crescimento do ALT no quarto dia de cultivo, em relação às testemunhas (Test-15 e Test-30) (Tabela 2, Figura 4).

O aumento do período de cultivo não influenciou na velocidade de crescimento do fungo ALT em todos os tratamentos, cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão. Este resultado ocorreu provavelmente devido a influência do micélio de PS e da presença de bactérias contaminantes, conforme comentado anteriormente (Tabela 2, Figura 4).

Chen; Huang (2010) inferiram que o filtrado da cultura do basidiomiceto *Agaricus bisporus* também foi capaz de reduzir a taxa de crescimento micelial de *Alternaria brassicicola* para 37,3%.

Assim como, Hernández-Ochoa *et al.* (2020) observaram que o filtrado do meio de cultura do basidiomiceto *Macrolepiota* sp., na concentração de 30%, resultou na maior taxa de inibição do crescimento do fungo *Alternaria* (66,7%), no quinto dia de cultivo, quando comparado aos 53,4% observados com o emprego de 15% do extrato, no sétimo dia. Segundo estes autores, a ação do filtrado micelial do *Macrolepiota* sp sobre o fungo *Alternaria* foi em razão às lactonas e às quinonas sesquiterpênicas presentes no meio de cultivo.

Neste estudo, o filtrado do *P. sanguineus* resultou na porcentagem de inibição de crescimento (PIC) máxima na variável de raio micelial de 23,7% e 29,6% nos tratamentos PS-15 e PS-30 no quarto dia de

cultivo (Figura 5A). E na velocidade de crescimento, o PIC máximo foi de 33,6% no terceiro dia no PS-15 e de 51,6% no quarto dia com PS-30 (Figura 5B).

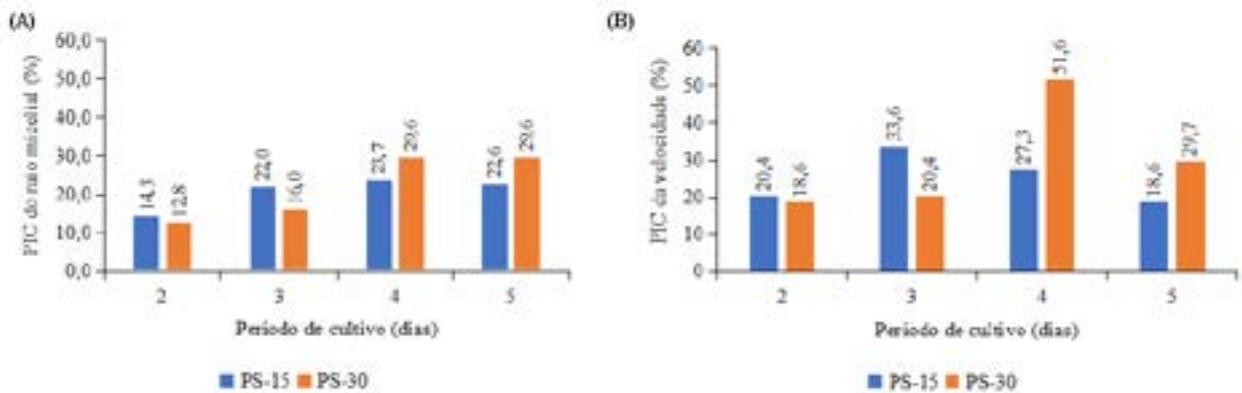


Figura 5. Porcentagem de inibição do crescimento (PIC) do raio micelial (A) e da velocidade de crescimento (B) de *Alternaria* sp. com 15% e 30% do filtrado do meio de cultivo do *Pycnoporus sanguineus* durante cinco dias de cultivo

Mendoza *et al.* (2020) ressaltaram que o prolongamento do tempo de cultivo do *P. sanguineus* em cultura submersa pode contribuir para o aumento da toxicidade dos micélios e da atividade antioxidante.

Além disso, as substâncias antimicrobianas para serem eficazes no controle de patógenos *in vitro* ou *in situ* devem estar em quantidades suficientes para que ocorra ação inibitória do patógeno (Pal; Gardener, 2006).

Desta forma, a adição de 30% do filtrado do meio de cultivo do *P. sanguineus* pode conter maior quantidade de compostos antimicrobianos capazes de inibir o crescimento do fungo ALT, quando comparado com o uso de 15% do filtrado, a partir do quarto dia de cultivo (Figura 5A e 5B).

Os filtrados a 20% dos fungos filamentosos sapróbios *Gonytrichum macrocladum*, *Curvularia inaequalis*, *Pseudobotrytis terrestris*, *Stachybotrys globosa* e *Curvularia eragrostidis* apresentaram ação fungistática sobre o crescimento micelial de *A. solani*, reduzindo-o em 34%, 21%, 19%, 10% e 10%, respectivamente, o que pode também ter ocorrido na interação do PS x ALT.

O extrato aquoso dos basidiocarpos de *P. sanguineus* e filtrados de isolados de *L. edodes* também foram capazes de controlar os nematoides fitopatogênicos *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*, respectivamente (Barbosa *et al.*, 2021; Santana-Santos *et al.*, 2022).

Por sua vez, Díaz-Godínez *et al.* (2016) verificaram que o extrato bruto de *P. cinnabarinus* apresentou atividade inseticida contra *Diatraea magnifactella* (broca da cana-de-açúcar), o que demonstra que o *P. sanguineus* pode ser uma alternativa de um biopesticida de ação múltipla.

Outro aspecto a ser considerado é que o extrato aquoso obtido do substrato lignocelulósico pós-cultivo (SMS) de *L. edodes* reduziu em 64% a podridão das mudas de pimenta causada pelo fungo *Phytophthora capsici*, bem como promoveu em mais de 30% o crescimento da planta, quando comparado ao tratamento testemunha (Kang *et al.*, 2017).

Da mesma forma, Lee *et al.* (2015) relataram que o extrato SMS de *Hericium erinaceus* no controle de *P. capsici*, *A. solani*, *F. oxysporum*, *Corynespora cassiicola*, *Rhizoctonia solani*, *Esclerotinia sclerotia*, *Botrytis cinerea*, apresentou taxas de inibição do crescimento de 100%, 72,2%, 70,4%, 58,3%, 46,6%, 43,2% e 23,1%, respectivamente.

Arruda *et al.* (2012) avaliaram o efeito de extratos aquosos de diferentes basidiomicetos no controle de oídio (*Erysiphe diffusa*) e na indução de fitoalexinas em cotilédones de soja e observaram uma correlação significativa entre o extrato de *P. sanguineus* com a severidade da doença aos 69 dias após a semeadura.

No entanto, é importante continuar com os trabalhos, principalmente, com os experimentos em condições de campo com o intuito de analisar o efeito do filtrado micelial do isolado PS no controle de *Alternaria* sp. *in vivo*.

4 CONCLUSÕES

O isolado PS de *Pycnoporus sanguineus* apresenta atividade antifúngica *in vitro* sobre o crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Alternaria* sp., a partir do terceiro dia de cultivo.

O emprego de 15% e 30% do filtrado do meio de cultivo de *P. sanguineus* inibe o crescimento micelial de *Alternaria* sp.

O uso do filtrado do meio de cultivo do fungo *P. sanguineus* é uma forma de acelerar o processo de obtenção de biofungicidas, sem a necessidade de produzir o cogumelo. Além disso, deve-se considerar que a espécie fúngica estudada apresenta ação nematicida e inseticida, o que pode caracterizar um biopesticida de ação múltipla.

Desta forma, novos estudos são essenciais para avaliar a atividade antifúngica do isolado PS de *P. sanguineus* em condições de campo, bem como para estudar o seu potencial sobre outros patógenos e/ou pragas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, T. V. M.; RIBEIRO, S. R. R. P.; SOUZA, E. A.; PEREIRA, F. C.; PINTO, C. A. B. P. Characterization of *Alternaria* isolates and reaction of potato genotypes to early blight. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 46, n. 10, p. 1783-1789, out. 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151447>.

ARFI, Y.; LEVASSEUR, A.; RECCORD, E. Differential gene expression in *Pycnoporus coccineus* during interspecific mycelial interactions against different competitors. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, v. 79, n. 21, p. 6626-6636, nov. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.02316-13>.

ARRUDA, R. S.; MESQUINI, R. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; NASCIMENTO, J. F. Efeitos de extratos de cogumelos na indução de fitoalexinas e no controle de oídio da soja em casa de vegetação. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 164-172, mar./abr. 2012. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/912552/efeito-de-extratos-de-cogumelos-na-inducao-de-fitoalexinas-e-no_M534SqR.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

ASSI, L.; MEINERZ, C. C.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; VIEVELLI, C. A.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* e de *Xanthomonas vesicatoria* em tomateiro por extrato formulado de *Pycnoporus sanguineus*. *Sci. Agrar. Paraná*, Acrelândia, v. 16, n. 3, p. 314-320, jul./set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n3p314-320>.

BADALYAN, S. M.; INNOCENTI, G.; GARIBYAN, N. G. Antagonistic activity of xylophilic mushrooms against pathogenic fungi of cereals in dual culture. *Phytopathol. Mediterr*, Firenze, v. 41, n. 3, p. 220–225, dez. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1400/14513>.

BARALDI, A. L. M.; POLONI, N. M.; FISCHER FILHO, J. A.; PEREIRA, F. D.; GÓES, A. Sensibilidade de *Alternaria alternata*, agente causal da mancha marrom de alternária a fungicidas do grupo químico das estrobilurinas. *Citrus Res. Technol.*, Cordeirópolis, v. 42, p. e1065, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4322/crt.23222>.

- BARBOSA, J. A.; RAMOS, D. D.; RINADI, L. K.; STANGARLIN, J. R.; FIORENTIN, F. Extrato de *Pycnoporus sanguineus* no Controle de *Meloidogyne javanica* em Tomateiro. **Ens. Ciênc.**, Campo Grande, v. 25, n. 5, p. 783-787, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n5-esp783-787>.
- BARBOSA, R. S.; SOUZA, J. P.; ALMEIDA, D. J.; SANTOS, J. B.; PAIVA, W. S.; PORTO, M. J. As possíveis consequências da exposição a agrotóxicos: uma revisão sistemática. **Res., Soc. Dev.**, [s.l.], v. 9, n. 11, p. e45191110219, nov. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10219>>. Acesso em: 05 jan. 2022.
- BETTIOL, W. Componentes do controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. 1991. p.1-5. DOI: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/10080>.
- CHEN, J. T.; HUANG, J. W. Antimicrobial activity of edible mushroom culture filtrates on plant pathogens. **Plant Pathol. Bull.**, Taichung, v. 19, n. 4, p. 261–270, dez. 2010. Disponível em: <https://scholars.tari.gov.tw/handle/123456789/4576>. Acesso em: 04 fev. 2023.
- COPPO, J. C.; STANGARLIN, J. R.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 92–99, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v15i2.1472>.
- DÍAZ-GODÍNEZ, G.; TÉLLEZ-TÉLLEZ, M.; RODRÍGUEZ, A.; OBREGÓN-BARBOSA, V.; ACOSTA-URDAPILLETA, M. L.; VILLEGAS, E. Enzymatic, antioxidant, antimicrobial, and insecticidal activities of *Pleurotus pulmonarius* and *Pycnoporus cinnabarinus* grown separately in an airlift reactor. **BioResources**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 4186–4200, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.11.2.4186-4200>.
- ELGHAFAR, R. Y. A.; AMIN, B. H.; HASHEM, A. H.; SEHIM, A. E. Promising endophytic *Alternaria alternata* from leaves of ziziphus spina-christi: Phytochemical analyses, antimicrobial and antioxidant activities. **Appl. Biochem. Biotechnol.**, Clifton, v. 194, [s.n.], p. 3984–4001, mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-022-03959-9>.
- FIGUEIREDO, A.; SILVA, A. C. Atividade “in vitro” de extratos de *Pycnoporus sanguineus* e *Lentinus crinitus* sobre o fitopatógeno *Fusarium* sp. **Acta Amazon.**, Manaus, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2014. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000100001>.
- HERNÁNDEZ-OCHOA, J. S.; LEVIN, L. N.; HERNÁNDEZ-LUNA, C. E.; CONTRERAS-CORDERO, J. F.; NIÑO-MEDINA, G.; CHÁVEZ-MONTES, A.; LÓPEZ-SANDIN, I.; GUTIÉRREZ-SOTO, G. Antagonistic Potential of *Macrolepiota* sp. Against *Alternaria Solani* as Causal Agent of Early Blight Disease in Tomato Plants. **Gesunde Pflanzen**, Berlin, v. 72, n. 1, p. 69–76, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10343-019-00484-4>.
- KANG, D. S.; MIN, K. J.; KWAK, A. M.; LEE, S. Y.; KANG, H. W. Defense response and suppression of *Phytophthora* blight disease of pepper by water extract from spent mushroom substrate of *Lentinula edodes*. **Plant Pathol. J.**, [s.l.], v. 33, n. 3, p. 264-275, jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2017.0030>.
- KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; RESENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia – doenças das plantas cultivadas**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. 774p.
- LEE, S. Y.; KANG, H. W.; KIM, J. J.; HAN, J. H. Effect of spent mushroom substrates of *Hericium erinaceum* on plant pathogens of tomato. **Kor. J. Mycol.**, [s.l.], v. 43, n. 3, p. 185-190, set. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2015.43.3.185>.

- MENDOZA, W. C.; DULAY, R. M. R.; VALENTINO, M. J. G.; REYES, R. G. Mycelial biomass and biological activities of Philippine mushroom *Pycnoporus sanguineus* in time-course submerged culture. **Journal of Applied Biology & Biotechnology**, [s.l.], v. 8, n. 5, p. 88-93, set./out. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.7324/JABB.2020.80512>.
- OLIVEIRA, A. C.; MENEGASSI, T.; MAIA, A. J.; FARIA, C. M. D. R.; GARCIA, C. Extrato de *Lentinula edodes* no controle e na indução de resistência a patógenos do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 14, n. 4, p. e6900, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6900>.
- OWAID, M. N.; AL SAEEDI, S. S.; ABED, I. A.; SHAHBAZI, P.; SABARATNAM, V. Antifungal activities of some *Pleurotus* species (higher Basidiomycetes). **Walailak J. Sci. & Tech.**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 215–224, 2017. Disponível em: <https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/view/1877>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- PAL, K. K.; GARDENER, M. C. S. Biological Control of Plant Pathogens. **Plant health instr. index**, Ithaca, v. 1, [s.n.], p. 1117–1142, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>.
- PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. E. F.; PINHEIRO, J. B. **Manejo da pinta preta: uma ameaça às lavouras de tomateiro a céu aberto**. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2013. 5p. (Comunicado técnico 95). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/960748/1/cot95.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.
- PÉREZ-TORRES, E.; BERNAL-CABRERA, A.; MILANÉS-VIRELLES, P.; SIERRA-REYES, Y.; LEIVA-MORA, M.; MARÍN-GUERRA, S.; MONTEAGUDO-HERNÁNDEZ, O. Eficiência de *Trichoderma harzianum* (cepa a-34) e seus filtrados no controle de três doenças fúngicas foliares em arroz. **Bioagro**, Barquisimeto, v. 30, n. 1, p. 17-26, abr. 2018. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612018000100002. Acesso em: 05 jan. 2022.
- RAGUPATHI, K. P.; RENGANAYAKI, P. R.; SUNDARESWARAN, S.; KUMAR, S. M.; KAMALAKANNAN, T. Mycomolecules against *Alternaria solani* causing Early blight of tomato. **J. Entomol. Zool. Stud.**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 101-104, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22271/j.ento.2021.v9.i1b.8125>.
- RÓDIO, G. R.; ROSSET, I. G.; BRANDALIZE, A. P. C. Exposição a pesticidas e consequências para a saúde humana. **Res., Soc. Dev.**, [s.l.], v. 10, n. 8, p. e43010817526, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17526>.
- SANTANA-SANTOS, I. V.; CHAVES-SILVA, N. E.; AMÂNCIO, L. H. S.; SANTOS, W. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MARINO, R. H. Fungos comestíveis e microbiota nativa no controle do nematoide formador de galhas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 15, n. 2, p. 367-380, abr./jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e9301>.
- SENHOR, R. F.; CARVALHO, J. N.; SOUZA, P. A.; ANDRADE NETO, R. C.; PINTO, A. C. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão pós-colheita em frutos do meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 14-19, out.-dez. 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117843003>. Acesso em: 21 fev. 2023.
- SOLINO, A. J. S.; OLIVEIRA, J. B. S.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; ALENCAR, M. S. R.; RIBEIRO, L. M. Potencial antagonista e controle in vitro de *Alternaria solani* por fungos sapróbios. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 43, n. 3, p. 199-204, jul./set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2202>.

SUSAN, D.; FASTANTI, F. S.; SUTKINO, S.; SUPRIYANTI, Y.; ROBIAH, Y.; ARIASARI, N. The Genus *Pycnoporus* in Indonesia. **Floribunda**, [s.l.], v. 6, n. 7, p. 248–256, out. 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.32556/floribunda.v6i7.2021.371>.

TALAMINI, V.; NUNES, M. U. C. Estratégias de controle das principais doenças do tomateiro orgânico na região central de Sergipe. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193374/1/COT219-versao4-Viviane.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

TEOH, Y. P.; DON, M. M.; UJANG, S. Media selection for mycelia growth, antifungal activity against wood-degrading fungi, and gc-ms study by *Pycnoporus sanguineus*. **BioResources**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 2719-2731, 2011. Disponível em: https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_06_3_2719_Teoh_MU_Media_Selection_Mycelia_Antifungal_GCMS_Extract/1032. Acesso em: 04 jul. 2022.

THANGARAJ, P.; SUBBIAH, K. A.; UTHANDI, S. AMIRTHAM, D. Antifungal Volatiles from Macrobasidiomycetes Inhibits *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. **Madras Agric. J.**, Coimbatore, v. 108, [s.n.], p. 1-4, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29321/maj.10.000476>.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. **Doenças fúngicas**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, p.271-313. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0010>.

TOILLIER, S. L.; IURKIV, L.; MEINERZ, C. C.; BALDO, M.; VIECELLI, C. A.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Controle de cretamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e alterações bioquímicas em feijoeiro induzidas por *Pycnoporus sanguineus*. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 99-110, jan./mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p0992010>.

VIECELLI, C. A.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Indução de resistência em feijoeiro a mancha angular por extratos de micélio de *Pycnoporus sanguineus*. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 36, n. 1, p. 73-80, mar. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052010000100013>.