

# BIOFERTILIZANTES COMO ESTRATÉGIA NO MANEJO DO MOFO BRANCO (*Sclerotium rolfsii*) EM TOMATEIRO.

Morgana Lazzari<sup>1</sup>, Alexandre Visconti<sup>2</sup>, Amauri Bogo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 88.520-000, Lages – SC.

<sup>2</sup>EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Rod. Antônio Heil, 6800, km 6 – Bairro Itaipava, CEP: 88318-112, Caixa Postal, 277. Itajaí, SC.

## Resumo

O sucesso da produção de alimentos orgânicos vem reforçando muitas práticas vinculadas à produção integrada. Uma promissora estratégia no controle de doenças é a utilização de solos supressivos e microrganismos antagonistas que possuem potencialidades provenientes das suas características químicas, físicas e biológicas, sendo uma delas o estímulo da microbiota antagonista do solo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações (0, 25, 50 e 75% da capacidade de campo do solo) de biofertilizantes aeróbicos formulados com farinha de peixe e casca de camarão no manejo da supressividade ao fitopatógeno *Sclerotium rolfsii*, causador do mofo branco em tomate. Conduziu-se os experimentos *in vitro* e *in vivo* na Estação Experimental da Epagri em Itajaí, SC, no período de 2020/2021. Para o preparo dos biofertilizantes de farinha de peixe e casca de camarão a EPAGRI construiu uma unidade fixa de produção, em dois tanques mantidos sob aeração por 8 dias. Após o processo de fermentativo, foi realizada a avaliação dos dois biofertilizantes quanto às comunidades microbianas presentes, através da diluição seriada seguida de plaqueamento em meio de cultura específico para cada comunidade microbiana e incubados em câmara BOD a  $27^{\circ}\text{C} \pm 2$  e fotoperíodo de 12h por 48h. Obteve-se os seguintes grupos de microrganismos: Bactérias totais (BT) - 92; *Bacillus sp.* (BC) - 15; Actinobactérias (AC) - 39; Fungos totais (FT) - 32; fungos do gênero *Trichoderma* - 9 e Leveduras (LV) - 17. A avaliação dos isolados sobre o halo de inibição ao crescimento micelial do fitopatógeno *S. rolfsii*, realizou-se pelo método da cultura pareada em placa de Petri. As diferentes concentrações de 0, 25, 50 e 75% da capacidade de campo do solo dos dois biofertilizantes incorporados a solos sem cultivos anteriores, em vasos contendo 3 plântulas de tomate com 2 pares de folíolos da cultivar

Kaiçara. A severidade do mofo branco foi avaliada através da observação da escala de notas proposta por Fery e Dukes (2002) e adaptada por Blum *et al.* (2003), os valores anotados foram convertidos na Área Abaixo da Curva do Progresso da Severidade da doença (AACPSD). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial (4x2x2) para concentração X insumo marinho X solo inoculado e não inoculado com 9 repetições. Os resultados foram submetidos a análises de regressão e a testes de comparação de médias por Skott Knott a 5%. No total de 52 isolados, o primeiro grupo compreendidos pelos isolados BT 47-2; BT 22; BT 41-1; BT 21; BT 20; BT 47-1; BT 42-1; BT8; BT9-2; BT 46-2; BT 40-2; BT13; BT 40-1; BT 37; BT 27; BT 33; BT 32; BT4; BT3; BT 30; BT 23-2; BT 34; BT 35 e BT 31-3 inibindo de 11 a 30% o crescimento micelial sobre o fitopatógeno *S. rolfsii*. O segundo grupo compreendidos pelos isolados BT 23-3; BT 29; BT5; BT11; BT 31-2; BT 39; BT2; BT12; BT1-3; BT1-2 e BT1-1 inibiram entre 32,9 e 63,3 % o crescimento micelial sobre o fitopatógeno *S. rolfsii in vitro*. A incorporação dos biofertilizantes aeróbicos formulados com farinha de peixe reduziu a severidade de *S. rolfsii* em casa de vegetação aos 45 dias de cultivo, através do estímulo de mecanismos bióticos e abióticos.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Indução de Supressividade. Fermentação aeróbica. *Lycopersicum esculentum*.

#### Abstract

The success of organic food production has reinforced many practices linked to integrated production. A promising strategy for disease control is the use of suppressive soils and antagonistic microorganisms that have potential from their chemical, physical and biological characteristics, one of which is the stimulation of antagonistic soil microbiota. The objective of the present work was to evaluate the effect of different concentrations (0, 25, 50 and 75% of the soil's field capacity) of aerobic biofertilizers formulated with fish meal and shrimp peel in the management of suppressiveness to the phytopathogen *Sclerotium rolfsii*, the causative agent of white mold on tomato plant. The *in vitro* and *in vivo* experiments were carried out at the Epagri Experimental Station in Itajaí, SC, in the period 2020/2021. Biofertilizers were produced in a fixed production unit, in two tanks kept under fermentation for 8 days. After the fermentation process, the two biofertilizers were evaluated for microbial communities through serial dilution followed by plating in

specific culture medium for each microbial community and incubated in a BOD chamber at  $27^{\circ}\text{C} \pm 2$  and 12h photoperiod for 48h. The following groups of microorganisms were isolated: Total bacteria – 92; *Bacillus sp.* (BC) – 15; Actiobacteria (AC) – 39; Total fungi – 32; Fungi of the *Trichoderma sp.* And Yeasts (LV) - 17. The isolates were evaluated for mycelial growth inhibition halo of the phytopathogen *S. rolfsii* by the method of paired culture in a Petri dish. The different concentrations of 0, 25, 50 and 75% of the soil field capacity of the two biofertilizers were incorporated into soils without previous cultivations in pots containing 3 tomato seedlings with 2 pairs of leaflets of the cultivar Kaiçara and the severity of white mold evaluated through a diagrammatic scale proposed by Fery and Dukes (2002) and adapted by Blum et al. (2003). The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement (4x2x2) for concentration X marine input X inoculated and non-inoculated soil with 9 replications. The results were subjected to regression analysis and Skott Knott 5% mean comparison tests. In a total of 52 isolates, the first group comprised the BT 47-2 isolates; BT 22; BT 41-1; BT 21; BT 20; BT 47-1; BT 42-1; BT8; BT9-2; BT 46-2; BT 40-2; BT13; BT 40-1; BT 37; BT 27; BT 33; BT 32; BT4; BT3; BT 30; BT 23-2; BT 34; BT 35 and BT 31-3 inhibiting from 11 to 30% mycelial growth on the phytopathogen *S. rolfsii*. The second group comprised the BT 23-3 isolates; BT 29; BT5; BT11; BT 31-2; BT 39; BT2; BT12; BT1-3; BT1-2 and BT1-1 inhibited between 32.9 and 63.3% mycelial growth on the phytopathogen in *S. rolfsii in vitro*. The incorporation of aerobic biofertilizers formulated with fish meal reduced the severity of *S. rolfsii* in the greenhouse at 45 days of cultivation, through the stimulation of biotic and abiotic mechanisms.

**Key-words:** Biological control. Suppressiveness. Aerobic Fermentation. *Lycopersicum esculentum*.

## **Introdução**

O tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) é uma importante cultura pertencente à família das Solanaceae com evidências de seu centro de origem nas regiões Andinas, como Peru, Bolívia e Equador.

Os dez países líderes em média na produção de tomates no mundo no ano de 2019 foram: China com 62,7 milhões de toneladas, Índia com 19 milhões de toneladas, Turquia 12,8 milhões de toneladas, Estados Unidos com 10,8 milhões toneladas, Egito com 6,7 milhões de toneladas, Itália com 5,2 milhões de toneladas, Irã 5,2 milhões de toneladas,

Espanha 5 milhões de toneladas, México com 5,2 milhões de toneladas e o Brasil encontra-se em décimo lugar com 3,9 milhões toneladas (FAO 2021).

Segundo dados do IBGE 2020 a safra de 2019/2020 no Brasil, a produção foi de 3,9 milhões de toneladas, com uma área colhida de 55,545 mil ha e atingiu uma produtividade de 70,1 mil kg/ha.

Os principais estados produtores em área foram: São Paulo com 12,8 mil hectares, Goiás 10,4 mil ha, Minas Gerais 6,9 mil ha, Bahia 4,2 mil ha, Paraná 3,8 mil ha, Espírito Santo 2,503 mil ha e Santa Catarina 2,5 mil ha. O estado de Santa Catarina apresenta rendimento médio de 65,5 mil kg/ha, com uma produção total de 158 mil toneladas, segundo o Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola (IBGE, 2021).

O tomate é uma hortaliça de extrema importância econômica no cenário nacional. Está presente nos hábitos alimentares do brasileiro e de diversos outros países do mundo, necessitando de proteção fitossanitária eficiente, uma vez que o gasto com defensivos para produção de tomate de mesa em campo aberto no ano de 2017 representou entre 10% e 15% dos custos totais referentes a cultura no município de Caçador, SC (ALVARES SPAGNUOLO, 2021).

Entre as diversas doenças que atuam sobre o cultivo do tomateiro, o patógeno causador do mofo branco, *Sclerotium rolfsii* Sacc. é um dos mais importantes.

Os sintomas são iniciados pelo desenvolvimento do micélio fúngico branco sobre o solo ou sobre o tecido da planta afetada, com podridões aquosas de pré-emergência bem evidentes no colo da planta chegando até a raiz principal, que mais tarde causam o amarelecimento das folhas e a murcha, acarretando na morte da planta (FREIRE, 2016).

O patógeno ataca todas as partes da planta, mas no caule a infecção é mais comum e o amarelecimento e a murcha destrutivos dos ramos perto da base são os primeiros sintomas.

A doença é recorrente em regiões tropicais e subtropicais com altas temperaturas entre 25 e 30 °C e alta umidade relativa do ar, em torno de 70%. O mofo branco é uma doença que ocorre em mais de 500 espécies de plantas cultivadas, abrangendo diversas culturas o controle fica dificultoso com a rotação de culturas.

Além disso, os escleródios, sua estrutura de resistência, o que faz com que sobrevivam no solo por anos o que dificulta a erradicação do patógeno por completo em um ano ou ciclo do cultivo.

“Solos supressivos” é a inospitalidade do solo ao fitopatógeno. A supressividade é descrita de três formas: a) o fitopatógeno não se estabelece; b) o fitopatógeno se

estabelece, mas falha ao causar doença; c) o fitopatógeno se estabelece, causa doença, mas a severidade é reduzida com a monocultura (BAKER e COOK, 1974).

Os biofertilizantes desempenham efeitos benéficos, não só pelos quantitativos dos seus macros e micronutrientes, mas na diversidade da composição mineral orgânica. Os fertilizantes orgânicos formam compostos quantizados que serão disponibilizados pela atividade biológica como ativador enzimático do metabolismo vegetal (PRATES e MEDEIROS, 2001).

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito e a caracterização de dois biofertilizantes de farinha de peixe e casca de camarão na indução de supressividade sobre a severidade do agente causal *Sclerotium rolfsii*, causador da doença do mofo branco em tomateiro cultivar Kaiçara.

## **2. Metodologias das análises feitas à campo**

### **2.1 Preparo dos biofertilizantes**

Para o preparo dos biofertilizantes, a EPAGRI desenvolveu uma unidade fixa de produção de biofertilizante de baixo custo, o sistema possui toneis/bombonas para adicionar as misturas e iniciar o processo de fabricação de biofertilizante de fermentação aeróbica, com injeção de ar com um compressor de ar por onde o material circula.

Para o preparo do inóculo de *S. rolfsii*, placas de Petri contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) + Sulfato de estreptomicina (0,5%), foram semeadas, ao centro da placa, com escleródios do patógeno e mantidas em BOD a 27°C±2 e fotoperíodo de 12h, por 5 dias para formação do micélio.

Após, em ambiente estéril, 10 discos de 8 mm de diâmetro contendo micélio do patógeno foram transferidos para sacos plásticos de PED contendo 250 g de grãos de arroz com casca, 30 mL de água destilada e 0,70 g de ácido cítrico, submetidos a um ciclo de autoclavagem a 120°C por 40 minutos seguido de exaustão por 10 minutos a 10 atmosferas.

Os sacos foram mantidos em BOD a 27°C±2 e fotoperíodo de 12h, até a inoculação completa do arroz, pelo micélio do patógeno. A formação do inóculo do patógeno foram cultivados em placas de petri com meio BDA adicionadas 8 g/L de micélio de *S. rolfsii* mantidas em câmaras BOD até formarem até formação das colônias.

A inoculação das colônias contendo micélio do patógeno *S. rolfsii* foram adicionadas em 3 pontos equidistantes das plantas nos respectivos vasos com inoculação do mesmo, em quantidade de 8 g/L de micélio por vaso (Figura 1).

Figura 1 - A) Inóculos do fitopatógeno *S. rolfsii* nos vasos em casa de vegetação. B) Crescimento micelial do inóculo de *s. rolfsii* no tratamento de CC na concentração de 50% da capacidade de campo.



Fonte: Elaborada pela Autora (2021).

Foram incorporados no solo dos vasos dois biofertilizantes: casca de camarão CC e farinha de peixe FP em quatro concentrações (0, 25, 50 e 75%) (v/v) da capacidade de campo do solo, ou seja, na maior concentração foram adicionados 75% biofertilizante e 25% água, na concentração de 50% foram adicionados 50% de biofertilizante e 50% de água, e na menor concentração foram adicionados 25% biofertilizante e 75% de água, com 3 repetições.

O tratamento controle consistiu em vasos com os mesmos insumos e suas respectivas concentrações, porém, sem a inoculação do micélio do fitopatógeno no vaso.

A primeira aplicação dos biofertilizantes ocorreu da seguinte forma: os tonéis contendo os biofertilizantes de CC e FP foram separados e misturados de acordo com sua

concentração em água, em seus respectivos tratamentos inoculados e não inoculados, seguidos de incubação por seis dias.

Os vasos foram então envoltos por duas camadas de jornais e um elástico acima da abertura para realização da fumigação durante o período de incubação dos biofertilizantes de farinha de peixe e de casca de camarão para adaptação dos microrganismos nos vasos.

Após período de aplicação e incubação dos biofertilizantes, foi realizada a inoculação nos respectivos tratamentos contendo 8 g/kg do micélio do fitopatógeno *Sclerotium rolfsii*, seguida de uma nova incubação por mais 7 dias nos respectivos vasos contendo o inóculo.

### **3. Variáveis analisadas *in vivo***

A aplicação dos biofertilizantes, a avaliação da presença ou ausência de esclerócios nos vasos com a presença do inóculo, assim como a visualização de plantas afetadas pela presença dos sintomas pelo patógeno e a severidade da doença foram avaliadas semanalmente, até os 45 dias de cultivo.

A avaliação foi efetuada de maneira visual adotando-se uma escala de notas proposta por Fery e Dukes (2002) e adaptada por Blum *et al.* (2003), sendo 1 – planta sem sintomas, 2 – plantas com escurecimento do colo, 3 – planta com estrangulamento do coleto, porém viva, 4 – planta com estrangulamento e crescimento fúngico no coleto, porém viva, 5 – planta morta. As informações convertidas na Área abaixo da curva do progresso da severidade da doença (AACPSD).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial (4x2x2) para concentração X insumo marinho X solo inoculado e não inoculado com o fitopatógeno, com 9 repetições (1 repetição = 1 vaso com 3 plantas) totalizando 144 vasos e 432 plantas.

Os resultados foram submetidos a análises de regressão (SIGMAPLOT 11.0) e a testes de comparação de médias por Skott Knott a 5%.

### **4. Avaliação antagonismo de *S. rolfsii* aos isolados BT**

Para a avaliação do antagonismo dos microrganismos ao fitopatógeno *S. rolfsii* foi adotada a técnica da cultura pareada adaptada por (Moretto *et al.*, 2001).

Para o plaqueamento do patógeno foi utilizado semeado ao centro da placa, um disco contendo micélio do mesmo em meio (BDA) de 8 mm de tamanho.

Com auxílio da alça de platina as bactérias (BT), ou desafiante, foram dispostas em duas estrias de 3 cm nas em pontos opostos da borda das placas.

A testemunha consistiu no plaqueamento do fitopatógeno sem o desafiante, as placas foram mantidas em BOD a  $27^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas por aproximadamente 5 dias (MARIANO *et al.* 2016).

Com uma régua, diariamente foi medido o raio da colônia perpendicular ao desafiante, até atingir a borda da placa de Petri. Os resultados foram convertidos no Índice de inibição de crescimento micelial IICM (%), através da fórmula:

$$\text{IICM (\%)} = \sum (R - R_t) / N$$

IICM= índice de inibição do crescimento micelial;

R= raio médio da colônia do fitopatógeno com o desafiante;

R<sub>t</sub>= raio médio da colônia testemunha;

N= número de dias após a inoculação.

Os isolados microbianos desafiante com valores médios de IICM maior que zero, promoveram o crescimento micelial do patógeno, sendo eliminados para análise de comparação de médias.

Foi investigada a potencialidade antagonista de 52 isolados, já selecionados e testados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições (1 repetição = 1 placa com dois raios medidos) e os resultados submetidos ao teste de comparação de médias por Skott Knott a 5%.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Antagonismo *in vitro* de bactérias do grupo microbiano BT, isoladas do biofertilizante formulado com farinha de peixe à *Sclerotium rolfsii***

Foram isolados 204 microrganismos do biofertilizante aeróbico formulado com farinha de peixe, observando-se o diâmetro, cor, altura e recorte da borda de cada colônia e quanto ao tipo de meio de cultura utilizado.

A população microbiana, obtida pelo método da diluição seriada em meios de culturas diferenciais descritos, foi de  $1,5 \times 10^{13}$  microrganismos assim distribuídos em: BT =  $1,5 \times 10^{13}$ ; BC =  $5,7 \times 10^9$ ; ACT =  $2,6 \times 10^{11}$ ; FT =  $5,2 \times 10^4$ ; LV =  $6,5 \times 10^8$  e TR =  $3,3 \times 10^4$  UFC mL<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Os microrganismos foram agrupados entre: Bactérias totais (BT) - 92; *Bacillus sp.* (BC) - 15; Actinobactérias (AC) - 39; Fungos totais (FT) - 32; fungos do gênero *Trichoderma sp.* - 9 e Leveduras (LV) - 17 (Tabela 1).

Foi investigado o antagonismo de 52 isolados bacterianos, do grupo microbiano bactérias totais (BT). Todos os microrganismos isolados foram purificados e preservados em meio de cultura específico para uso nos testes de antagonismo à *Sclerotium rolfsii*.

**Tabela 1.** Diversidade e população microbiana em biofertilizante aeróbico formulado com farinha de peixe.

Comunidades microbianas	Nº	População microbiana (UFC mL <sup>-1</sup> )*
Bactérias totais	92	$1,5 \times 10^{13}$
<i>Bacillus sp.</i>	15	$5,7 \times 10^9$
Actinobactérias	39	$2,6 \times 10^{11}$
Fungos totais	32	$5,2 \times 10^4$
Leveduras	17	$6,5 \times 10^8$
<i>Trichoderma sp.</i>	9	$3,3 \times 10^4$
Total	204	$1,5 \times 10^{13}$

\* UFC = Unidades formadoras de colônias.

Os resultados do teste de comparação de médias das testemunhas (Skott Knott 5%) apresentou similaridade entre as médias das testemunhas, entretanto, não permitiu o agrupamento para análise conjunta, sendo aplicado então, o Índice de Inibição de crescimento Micelial - IICM (%).

Foram identificados, pelo teste de comparação de médias dois grupos de inibição pelos isolados microbianos, os isolados microbianos desafiados com resultados médios

maior que zero, promoveram o crescimento micelial do patógeno, sendo eliminados para análise de comparação de médias.

Após esta análise, os isolados BT7; BT9-1; BT10-1; BT10-2; BT14; BT15; BT18; BT19; BT23-1; BT24; BT25; BT26; BT28; BT31-1; BT36; BT41-2; BT42-2; BT45 foram selecionados como promotores do crescimento micelial do patógeno *Sclerotium rolfsii* *in vitro*.

Os desafiantes BT1-1; BT12; BT1-2; BT1-3; BT2; BT3; BT4; BT5; BT8; BT9-2; BT11; BT13; BT 20; BT 21; BT 22; BT 23-2; BT 23-3; BT 27; BT 29; BT 30; BT 31-2; BT 31-3; BT 32; BT 33; BT 34; BT 35; BT 37; BT 39; BT 40-1; BT 40-2; BT 41-1; BT 42-1; BT 46-2; BT 47-1; BT 47-2, inibiram o crescimento micelial de *S. rolfsii*, sendo os valores de IICM (%) convertidos em valores absolutos para análise estatística (Tabela 2).

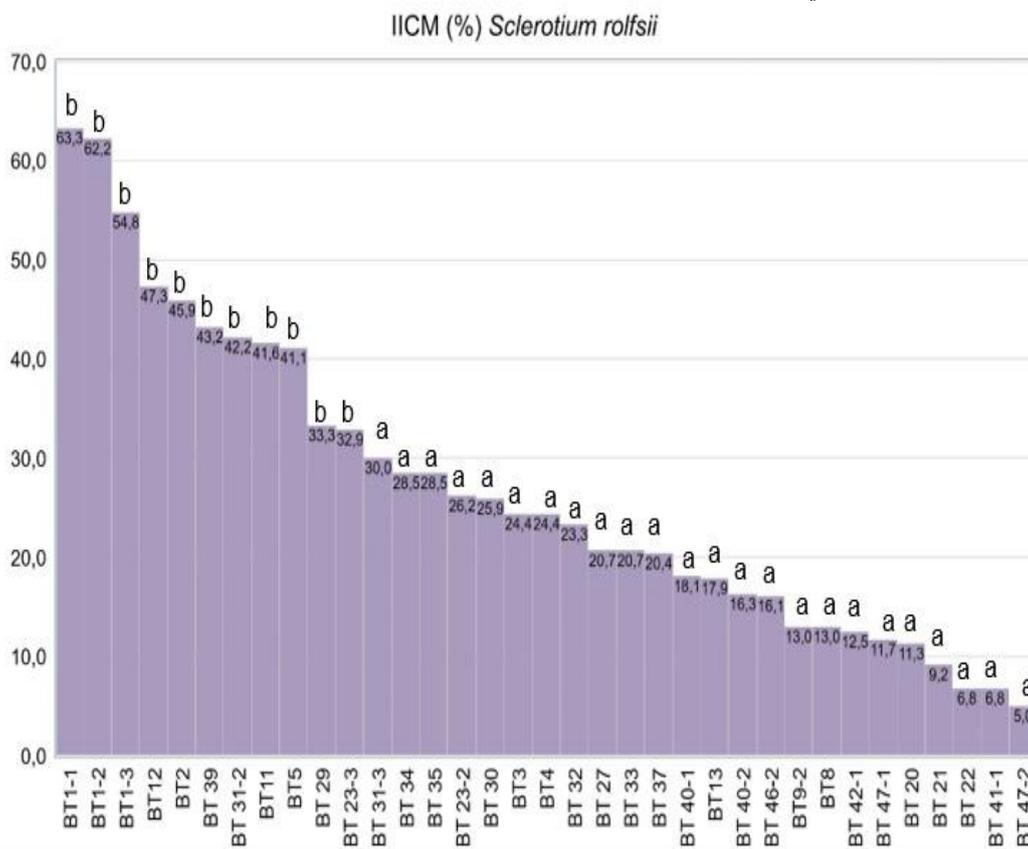
Tabela 2 – Identificação bactérias totais (BT) dos dois grupos microbianos, os promotores crescimento e o de inibição de crescimento de *S. rolfsii*.

Grupos de Isolados Microbianos					
Bactérias Totais (BT)					
Isolados Totais			Promotores	Inibidores	
BT 1-1	BT 15	BT 31-2	BT 7	BT 1-1	BT 27
BT 1-2	BT 18	BT 31-3	BT 9-1	BT 1-2	BT 29
BT 1-3	BT 19	BT 32	BT 10-1	BT 1-3	BT 30
BT 2	BT 20	BT 33	BT 10-2	BT 2	BT 31-2
BT 3	BT 21	BT 34	BT 14	BT 3	BT 31-3
BT 4	BT 22	BT 35	BT 15	BT 4	BT 32
BT 5	BT 23-1	BT 36	BT 18	BT 5	BT 33
BT 7	BT 23-2	BT 37	BT 19	BT 8	BT 34
BT 8	BT 23-3	BT 39	BT 23-1	BT 9-2	BT 35
BT 9-1	BT 24	BT 40-1	BT 24	BT 11	BT 37
BT 9-2	BT 25	BT 40-2	BT 25	BT 13	BT 39
BT 10-1	BT 26	BT 41-1	BT 26	BT 20	BT 40-1
BT 10-2	BT 27	BT 42-1	BT 28	BT 21	BT 40-2
BT 11	BT 28	BT 42-2	BT 31-1	BT 22	BT 41-1
BT 12	BT 29	BT 45	BT 36	BT 23-2	BT 42-1
BT 13	BT 30	BT 46-2	BT 41-2	BT 23-3	BT 47-1
BT 14	BT 31-1	BT 47-1	BT 42-2		BT 47-2
		BT 47-2	BT 45		

O primeiro grupo com IICM (%) variando de 5,0 a 30,0% compreendido pelos isolados BT 47-2; BT 22; BT 41-1; BT 21; BT 20; BT 47-1; BT 42-1; BT8; BT9-2; BT 46-2; BT 40-2; BT13; BT 40-1; BT 37; BT 27; BT 33; BT 32; BT4; BT3; BT 30; BT 23-

2; BT 34; BT 35 e BT 31-3, respectivamente e, o segundo grupo com IICM variando entre 32,9 e 63,3%, compreendido pelos isolados BT 23-3; BT 29; BT5; BT11; BT 31-2; BT 39; BT2; BT12; BT1-3; BT1-2 e BT1-1, respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Índice de Inibição de Crescimento Micelial – IICM (%) de bactérias do grupo BT, isoladas de biofertilizante aeróbico formulado com farinha de peixe e desafiadas sobre o crescimento micelial de *S. rolf sii*



\*médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott 5%.

Fonte: Elaborada pela Autora (2021).

Isolados BT 1-1, 1-2, 1-3, 12, 2, 39, 31-2, 11, 5, 29, 23-3. Foram melhores na inibição do crescimento de *S. rolf sii*. Os isolados BT-1 e BT 1-2 apresentaram 63,3 e 62,2 % maior crescimento micelial em relação a *S. rolf sii*, na avaliação realizada 5 dias após a repicagem do fitopatógeno. No entanto, outros isolados com índice de inibição entre 5 e 30% indicam menor desempenho na competição por espaço e nutriente. Os demais tratamentos apenas contiveram a expansão do patógeno de acordo com os raios medidos.

## 5.2 Análises da severidade do mofo branco das plantas de tomate em casa de vegetação

Os biofertilizantes formulado de FP e CC reduziram a severidade da doença aos 45 dias de cultivo, com equação quadrático para o tratamento com FP sem o patógeno, e para o tratamento com CC; e equação linear para o tratamento com FP em solo inoculado com *S. rolfsii*, proporcional à concentração aplicada (Figura 2).

Nos tratamentos inoculados com biofertilizante formulado com farinha de peixe a AACPSD apresentou efeito quadrático ( $y_{Sr}=7,6611-0,3961x+0,0048x^2$   $R^2=0,98$  e  $y_{SP}=3,7398-0,2963x+0,0047x^2$   $R^2=0,97$ ), com valores de 7,78; 0,39; 0,13 e 4,67 e valores de 3,50; 0,00; 0,00 e 8,30, para os tratamentos inoculados e não inoculados com o patógeno, para as concentrações de 0, 25, 50 e 75% de biofertilizante de FP, respectivamente (Figura 2A).

Nos tratamentos inoculados com biofertilizante formulado com casca de camarão a AACPSD também apresentou efeito quadrático ( $y_{Sr}=4,6861+0,5323x-0,0038x^2$   $R^2=0,64$  e  $y_{SP}=3,9019-0,1991x+0,0054x^2$   $R^2=0,88$ ), com os valores de 7,13; 8,30; 29,17 e 20,87 e valores de 2,85; 5,44; 4,28; 20,35 para os tratamentos inoculados e não inoculados com o patógeno, para as concentrações de 0, 25, 50 e 75% de biofertilizante de CC, respectivamente (Figura 2B).

Nos tratamentos com biofertilizante formulados com farinha de peixe, o teste de comparação de médias (Skott Knott 5%) evidenciou a presença e a ausência do patógeno com diferença significativa nos tratamentos controle (0%), com valores médios da AACPSD de  $7,78\pm 2,26$  e  $3,50\pm 3,09$ , para os tratamentos inoculado e não inoculado com o fitopatógeno, respectivamente (Figura 2A).

Nos tratamentos com FP e inoculados com *S. rolfsii* as concentrações de 25, 50% induziram a supressividade ao fitopatógeno reduzindo a AACPSD para 0,39 e 0,13, respectivamente em relação a testemunha com AACPSD média de 7,78.

Nos tratamentos com biofertilizante formulado com casca de camarão, o teste de comparação de médias (Skott Knott 5%) à semelhança dos tratamentos com biofertilizante formulados com FP, também evidenciou a presença e a ausência do patógeno com diferença significativa nos tratamentos controle (0%), com AACPSD médios de  $7,13\pm 1,51$  e  $2,85\pm 2,0$ , p para os tratamentos inoculado e não inoculado o fitopatógeno (Figura 2B).

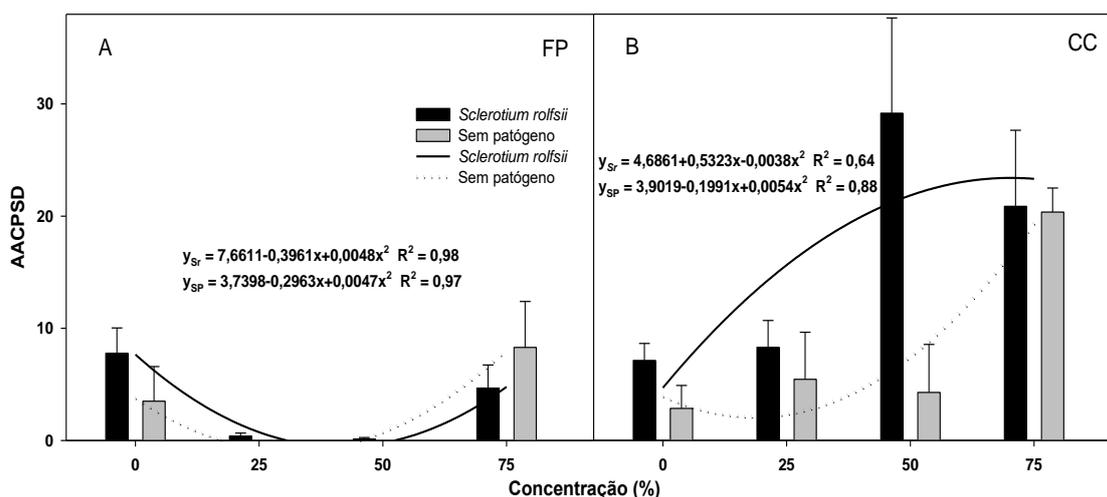
Nos tratamentos com biofertilizante formulado com CC houve comportamento distinto para os tratamentos inoculados e não com *S. rolfsii*.

Nos tratamentos sem o patógeno a AACPSD média foi 2,85; 5,44; 4,28 e 20,35 para as concentrações de 0, 25, 50 e 75%, respectivamente (Figura 2B).

Diferentemente da FP, a CC elevou a severidade na concentração a 75% com AACPSD = 20,35.

Nos tratamentos com concentrações de biofertilizante formulado com CC e inoculado com o patógeno a severidade apresentou comportamento quadrático com AACPSD médio de 2,85; 5,44; 4,28 e 20,35 para as concentrações de 0, 25, 50 e 75%, respectivamente, e ponto de inflexão na concentração 70,0%. Os maiores valores de severidade foram observados com esta associação (Figura 2B).

Figura 2 – Área abaixo da curva do progresso da severidade da doença de *S. rolfsii* em plantas de tomate ‘Kaiçara’ de 45 de cultivo com os biofertilizantes formulados com farinha de peixe e casca de camarão nas concentrações de 0, 25, 50 e 75 % (v/v) da capacidade de campo.



## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Análises do antagonismo do formulado de farinha de peixe no crescimento micelial de *S. rolfsii*

O segundo grupo com IICM variando entre 32,9 e 63,3%, compreendido pelos isolados BT 23-3; BT 29; BT5; BT11; BT 31-2; BT 39; BT2; BT12; BT1-3; BT1-2 e BT1-1, são os isolados que promoveram a inibição do crescimento do micélio do fitopatógeno *S. rolfsii in vitro*, respectivamente.

Barra, (2007) relata inadequação em estudos utilizando o antagonismo “*in vitro*” como exclusivo método de seleção de agentes antagonistas para controle biológico.

É importante o conhecimento e caracterização com mais detalhes sobre o perfil de potencial antagonista de microrganismos como futuro agentes de controle pela supressividade e futuramente para formulação de produtos comerciais de controle biológico.

## 6.2 Severidade

Nos tratamentos com biofertilizante formulado com FP, o teste de comparação de médias (Skott Knott 5%) evidenciou a presença e a ausência do patógeno com diferença significativa nos tratamentos controle (0%), com valores médios de severidade de  $1,56 \pm 1,01$  e  $0,41 \pm 0,91$ , para os tratamentos com e sem o fitopatógeno, respectivamente.

Nos tratamentos inoculados com FP e *S. rolfsii* as concentrações de 25, 50 e 75% induziram a supressividade ao fitopatógeno reduzindo a severidade para 0,11; 0,04 e 0,15, respectivamente em relação a testemunha com severidade média de 1,56.

O comportamento logístico da curva demonstra que a concentração de 25% do biofertilizante foi suficiente para reduzir a severidade confirmado pela análise de comparação de médias entre as concentrações.

Nos tratamentos com biofertilizante formulados com casca de camarão, o teste de comparação de médias (Skott Knott 5%) à semelhança dos tratamentos com biofertilizante formulados com FP, também evidenciou a presença e a ausência do patógeno com diferença significativa nos tratamentos controle (0%), com valores médios de severidade de  $1,74 \pm 0,52$  e  $0,3 \pm 0,56$ , para os tratamentos com e sem o fitopatógeno, respectivamente.

Nos tratamentos inoculados com CC houve comportamento distinto para os tratamentos inoculados e não com *S. rolfsii*. Nos tratamentos sem o patógeno a severidade foi 0,37; 0,22; 0,33 e 2,22 para as concentrações de 0, 25, 50 e 75%, respectivamente. Diferentemente a FP, a CC elevou a severidade na concentração 75% com  $S=2,22$ .

Considerando ser um tratamento sem o fitopatógeno, este valor pode estar associado a fitotoxidez, causada por excesso de nutrientes principalmente compostos nitrogenados fitotóxicos como a amônia.

Nos tratamentos com concentrações de biofertilizantes formulado com CC e o patógeno a severidade apresentou comportamento quadrático com 1,74; 1,63; 2,56 e 1,96

para as concentrações de 0, 25, 50 e 75%, respectivamente, e ponto de inflexão na concentração 52,2%. Os maiores valores de severidade foram observados com esta associação.

Esses dados demonstram que a supressividade dos solos é mais complexa, e que muitas interações não foram avaliadas e, portanto, dificultam a compreensão da supressividade neste patossistema.

## **Conclusões**

Nas condições experimentais, a incorporação de biofertilizantes aeróbicos formulados com insumos marinhos de farinha de peixe e casca de camarão reduziu a severidade de *Sclerotium rolfsii* em tomateiro cv. Kaiçara.

Os biofertilizante formulado com farinha de peixe e incorporado ao solo apresentou potencial de indução a supressividade à *Sclerotium rolfsii* através do estímulo de mecanismos bióticos como hiperparasitismo, competição e antibiose, e abióticos.

## **Referências**

BETTIOL, W.; Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 191 – 215, 2003.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; ARIOLI, C. J.; GUIMARÃES, L. S.; DEZANET, A.; HACK NETO, P.; SCHEIDT, F. R.; Reação de genótipos de *Phaseolus vulgaris* à podridão do colo e ao oídio. Fitopatologia Brasileira, v. 28, n.1, p. 96-100, jan-fev, 2003.

FERY, R.; DUKER, S. R. P. D.; Southern blight (*Sclerotium rolfsii* Saac.) of cowpea iyeld-loss estimates and sources of resistance. Crop Protection, v. 21, p 403-408, 2002.

LOPES, C. A.; REIS, A.; Doenças do Tomateiro Cultivado em Ambiente Protegido. 2. ed. Brasília, DF: Livraria Embrapa, p. 17. 2011.

SCHNURER, J.; ROSSWALL, T.; Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied and Environmental Microbiology*, v.43, p.1256-1261, 1982.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p. 703-707, 1987.