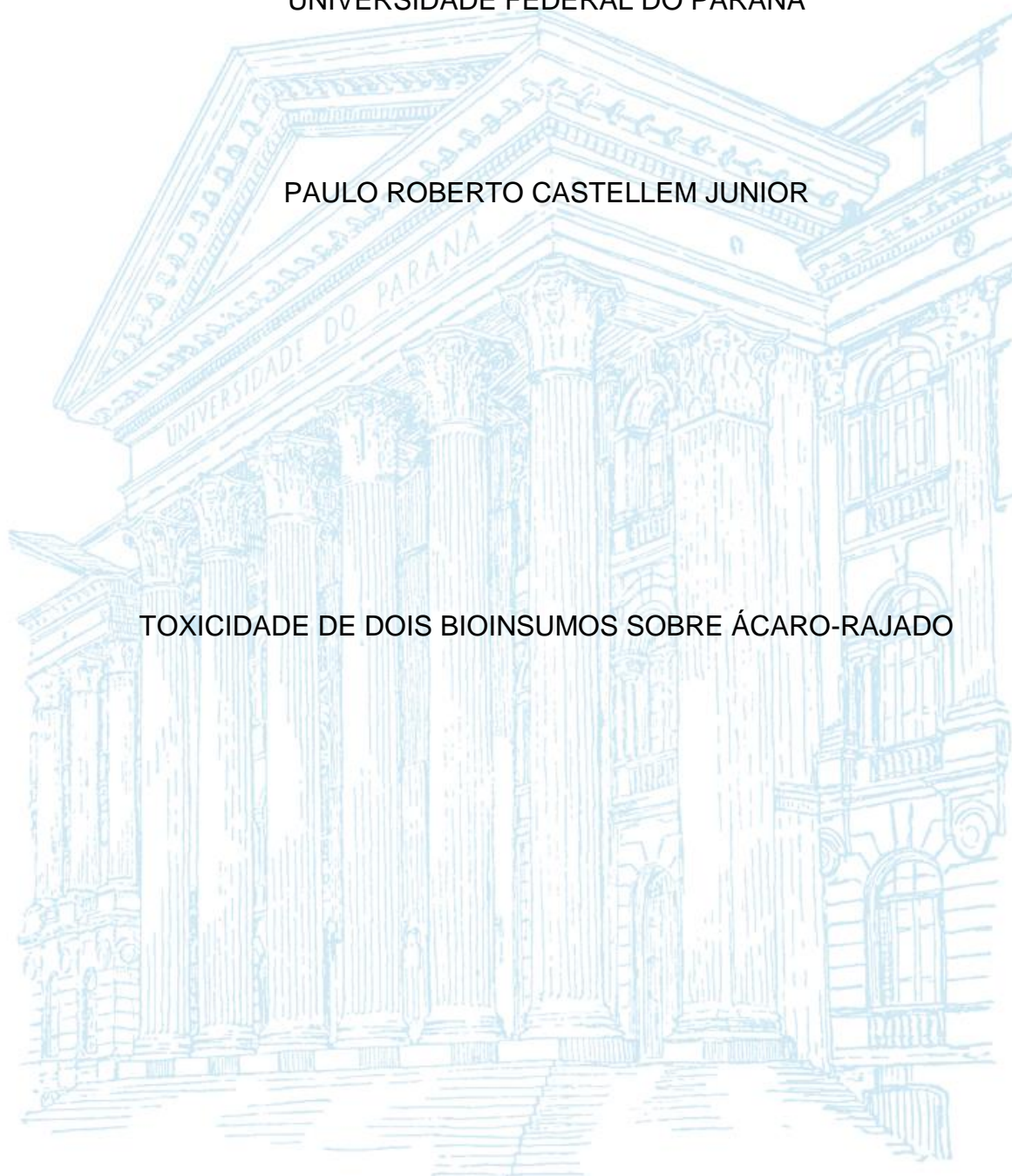


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO ROBERTO CASTELLEM JUNIOR

TOXICIDADE DE DOIS BIOINSUMOS SOBRE ÁCARO-RAJADO



CURITIBA

2023

PAULO ROBERTO CASTELLEM JUNIOR

## TOXICIDADE DE DOIS BIOINSUMOS SOBRE ÁCARO-RAJADO

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade - Lato Sensu no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak.

CURITIBA

2023

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus, a fonte de toda sabedoria e força que me sustentou ao longo de toda a jornada para completar este trabalho. A presença constante de Deus em minha vida foi o alicerce que me permitiu superar desafios, encontrar inspiração e perseverar nos momentos mais difíceis.

À minha orientadora Dra. Maria A. Cassilha Zawadneak, cujo conhecimento e orientação foram essenciais para o sucesso deste trabalho. Suas sugestões, críticas construtivas e encorajamento foram inestimáveis para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

À minha família e amigos, cujo apoio incondicional foi fundamental em todos os aspectos dessa jornada. Seu amor, paciência e incentivo foram um verdadeiro presente em minha vida, e sou grato por tê-los ao meu lado durante todo o processo.

Minha gratidão a todos os professores e colegas que contribuíram com seus conhecimentos, *insights* e discussões enriquecedoras ao longo de minha trajetória acadêmica. Suas contribuições foram cruciais para expandir minha compreensão sobre o tema e melhorar a qualidade deste trabalho.

Minha profunda gratidão às empresas Koppert do Brasil e Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais – LAGEAMB/UFPR, onde tive a oportunidade de trabalhar, assim como o Sistema FAEP/SENAR-PR, onde estou empregado atualmente. Sou extremamente grato por ter sido parte dessas organizações, onde pude adquirir experiência valiosa, desenvolver minhas habilidades profissionais e crescer como indivíduo. Agradeço aos meus colegas de trabalho, superiores e toda a equipe envolvida, que contribuíram para o meu crescimento e sucesso profissional.

Ao pesquisador Luiz Alberto Moraes, Laboratório de Espectrometria de Massa Aplicado à Química de Produtos Naturais, FFCLRP/USP, Ribeirão Preto, Brasil pelo apoio à pesquisa cedendo amostra do fermentado de metabólitos ativos de *Streptomyces* sp. isolada da rizosfera de área de reflorestamento.

Por último, mas não menos importante, sou grato a todas as pessoas que, de alguma forma, participaram dessa jornada comigo. Cada pessoa que compartilhou seu tempo, expertise, foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

*“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”*

**São Francisco de Assis**

## RESUMO

O uso continuado de agroquímicos para a redução de pragas de plantas apresenta sérios riscos ao ambiente, além de ocasionar graves problemas de saúde ao homem. Como alternativa para esse impasse, a utilização de actinobactérias apresenta-se como uma possibilidade viável. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de um fermentado de metabólitos ativos de *Streptomyces* na mortalidade no ácaro-rajado *Tetranychus urticae* em folhas de morangueiro, em condições de laboratório. O experimento foi conduzido entre janeiro e março de 2023, em Delineamento Inteiramente Casualizado, com três tratamentos: fermentado ativo de metabólitos de actinobactéria do Gênero *Streptomyces* em duas concentrações (3,0 e 5,0 mL.L<sup>-1</sup> de água), um bioinseticida comercial à base de *Sophora flavescens* (Matrine®, Dinagro) na concentração de 5 mL.L<sup>-1</sup> e um controle com água destilada. Para cada tratamento foram utilizadas 8 repetições. Cada repetição foi constituída por uma arena composta por uma placa de Petri com um folíolo de morangueiro infestado com 10 adultos de *T. urticae*. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas durante cinco dias. Os dados foram analisados utilizando o Modelo Linear de Efeitos Mistos (LME), com um nível de significância de 5%. O fermentado com metabólitos de *Streptomyces* sp. na concentração de 3 mL.L<sup>-1</sup> não resultou em uma redução significativa na mortalidade de *T. urticae* em comparação com o bioinseticida comercial à base de *S. flavescens*. No entanto, o fermentado na concentração de 5 mL.L<sup>-1</sup> apresentou uma redução significativa na mortalidade de *T. urticae*, sem diferença estatística em relação ao *S. flavescens*. Os resultados sugerem que a utilização de extratos de *S. flavescens* e fermentados com metabólitos de *Streptomyces* sp. na concentração de 5 mL.L<sup>-1</sup> podem ser uma estratégia promissora no manejo integrado de *T. urticae*.

**Palavras-chave:** *Streptomyces*; oxymatrine, actinomiceto; sustentabilidade.

## ABSTRACT

The continued use of agrochemicals to reduce plant pests presents serious risks to the environment, in addition to causing serious health problems for humans. As an alternative to this impasse, the use of actinobacteria presents itself as a viable possibility. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of fermented metabolites of *Streptomyces* on the mortality of the mite *Tetranychus urticae* on strawberry leaves, under laboratory conditions. The experiment was conducted between January and March 2023, in a completely randomized design, with three treatments: *Streptomyces* actinobacteria fermented at two concentrations (3.0 and 5.0 mL.L<sup>-1</sup> of water), a commercial bioinsecticide based on *Sophora flavescens* (Matrine®, Dinagro) at a concentration of 5 mL.L<sup>-1</sup> and a control with distilled water. For each treatment, 8 repetitions were used. Each repetition was fixed by an arena composed of a Petri dish with a strawberry leaflet infested with 10 *T. urticae* adults. Estimates were performed every 24 hours for five days. Data were analyzed using the Linear Model of Mixed Effects (LME), with a significance level of 5%. The fermented with metabolites of *Streptomyces* sp. at a concentration of 3 mL.L<sup>-1</sup> did not significantly reduce the mortality of *T. urticae* compared to the commercial bioinsecticide based on *S. flavescens*. However, the fermented product at a concentration of 5 mL.L<sup>-1</sup> showed a significant reduction in *T. urticae* mortality, with no statistical difference with *S. flavescens*. The results suggest that the use of extracts of *S. flavescens* and fermented with metabolites of *Streptomyces* sp. at a concentration of 5 mL.L<sup>-1</sup> may be a promising strategy in the integrated management of *T. urticae*.

**Keywords:** *Streptomyces*; oxymatrine, actinomycete; sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1- Acaricidas registrados para o controle de ácaro-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) derivados de compostos de actinobactéria ( <i>Streptomyces</i> sp.) e classificação quanto a seletividade desses compostos a ácaro predador .....	10
FIGURA 1 - Mortalidade média d (%) dos tratamentos Fermentado de Actinobactéria <i>Streptomyces</i> sp., em duas concentrações - 3,0 e 5,0 mL.L <sup>-1</sup> de água; bioinseticida comercial a base de <i>Sophora flavescens</i> (Matrine®, Dinagro).....	13
TABELA 1 - Mortalidade corrigida (± EP) de <i>Tetranychus urticae</i> ao longo das horas em condições de laboratório. ....	14

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	11
2.1 ORIGEM DOS ÁCAROS .....	11
2.2 ORIGEM DA ACTINOBACTERIA.....	11
2.3 BIOENSAIO.....	11
2.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	12
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	13
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	15
<b>5 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16



## 1 INTRODUÇÃO

Um grande desafio para o sistema produtivo atual é o aumento da produtividade através de melhorias das condições fitossanitárias aliadas à sustentabilidade (LOPES, 2009), como também à manutenção da biodiversidade no agroecossistema (SIMONATO et al., 2014).

No agrossistema, os ácaros representam um dos problemas fitossanitários mais relevantes. Esses artrópodes podem ser encontrados em diferentes ambientes e são o segundo grupo mais numeroso, perdendo apenas para os insetos. No Brasil, estima-se que entre 20 e 30 espécies de ácaros causem sérios danos às plantas, impactando negativamente a produção agrícola. (MORAES; FLECHTMANN, 2008). A família Tetranychidae abrange um grupo de ácaros fitófagos de grande importância econômica. Dentre essas espécies, o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836, é amplamente distribuído e considerado uma das pragas mais comuns e problemáticas em diversas culturas agrícolas (BERNARDI et al., 2005).

*Tetranychus urticae* é uma espécie de ácaro que apresenta características distintas, como duas manchas ovais em seu corpo e uma preferência por climas quentes e secos. A fêmea tem cerca de 0,4 mm de comprimento e um corpo elíptico com 12 pares de cerdas dorsais. O macho, por sua vez, possui um corpo também elíptico, com uma extremidade caudal mais afilada e menor em tamanho em comparação com a fêmea. O ciclo de vida do ácaro-rajado inclui as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. O tempo de desenvolvimento varia dependendo da temperatura, mas em condições ideais pode levar de nove a vinte dias. A fêmea vive por duas a quatro semanas e é capaz de colocar centenas de ovos durante esse período. O ácaro rajado pode ser encontrado durante todo o ano, com preferência pelos meses de verão e outono.

Para controle de *T. urticae* o uso de acaricidas é frequente, mas aplicações de um único princípio ativo, sem rotação, tem causado problemas de resistência. Uma das alternativas tem sido o uso de bioinseticidas. Pesquisas e registros de produtos alternativos têm sido cada vez mais frequentes (BRASIL, 2023). Dentre eles está a utilização de metabólitos produzidos por actinobactérias. Segundo De Araújo (2008), a utilização de microrganismos, e os metabólitos microbianos usados como produtos bioativos são de grande importância econômica devido à redução dos efeitos ambientais provocados pelos compostos químicos.

Uma diversidade de produtos naturais vem sendo produzida através de microrganismos. Ainda que tenham sido realizados diversos estudos de bioprospecção através dos anos, o gênero *Streptomyces*. continua sendo a principal fonte natural de compostos bioativos. Isso se deve à habilidade notável dessa bactéria em biosintetizar uma ampla variedade de compostos com múltiplas atividades biológicas (AMELIA-YAP et al., 2022).

O Gênero *Streptomyces* Waksman & Henrici, 1943 pertencente ao Filo Actinobacteria, Família Streptomycetaceae. Ele é composto por bactérias gram-positivas, estimadas em mais de 500 espécies. Esses microrganismos apresentam notável capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e estão amplamente distribuídos em diferentes ecossistemas. As pesquisas relacionadas a *Streptomyces* spp. revelam que esses organismos são capazes de estabelecer múltiplos mecanismos em sua interação com plantas e o meio ambiente. Dentre as estratégias identificadas, merecem destaque a fixação de nitrogênio, a produção de fitohormônios, o controle biológico de pragas e doenças, bem como a indução de resistência, entre outros processos relevantes (AMARESAN et al., 2018; DE ARAÚJO, [s.d.]; SILVA et al., 2014)

A partir de uma cepa de *Streptomyces bingchenggensis* (BCJ60) geneticamente modificada foram sintetizados e testados dois novos compostos de milbemicina, os quais apresentaram atividades acaricidas significativas (LI et al., 2017). A aplicação de um acaricida à base de complexos de avermectinas naturais produzidos por *Streptomyces vermitilis* resultou numa elevada mortalidade de ninfas e adultos de *T. urticae* (ZENKOVA et al., 2020)

Os acaricidas derivados de compostos de actinobactérias (*Streptomyces* spp.) registrados para o controle de ácaro-rajado (*T. urticae*) tiveram a avaliação de seletividade desses compostos ao ácaro predador, de acordo com a escala de toxicidade da IOBC (Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos) (MOURA, 2015, adaptado) (Quadro 1).

QUADRO 1 - Acaricidas registrados para o controle de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) derivados de compostos de actinobactérias (*Streptomyces* spp.) e classificação quanto a seletividade desses compostos a ácaro predador

Ingrediente ativo	Grupo químico	Modo de ação e outras informações	Seletividade
Abamectina	Avermectinas	A avermectina é um grupo de produtos naturais obtidos a partir do actinomiceto <i>Streptomyces avermectilis</i> . Eles interferem na comunicação nervosa dos ácaros-rajados, levando a uma paralisação da sua atividade física e alimentar. Embora a exposição à avermectina possa causar a paralisação geral dos ácaros, a morte pode não ocorrer por dias após o tratamento.	Classe 3 (moderadamente prejudicial)
Milbemectina	Milbemicinas	As milbemicinas são uma classe de produtos naturais que se originam do actinomiceto <i>Streptomyces hygroscopicus</i> . Elas são semelhantes às avermectinas e também são classificadas como lactonas macrocíclicas. O único produto registrado para o combate ao ácaro-rajado na cultura do morangueiro é uma mistura das milbemicinas A3 (cerca de 30%) e A4 (cerca de 70%).	Classe 1 (inofensivo)

FONTE: Adaptado de MOURA (2015)

Segundo Kaplan e Yorulmaz (2012), os agrotóxicos utilizados na agricultura não afetam apenas a praga-alvo, mas também os inimigos naturais. Neste contexto, o uso de produtos alternativos tais como metabólitos de actinobactérias isoladas em diferentes biomas tem sido testado com sucesso no controle de pragas agrícolas, tais como ácaros-fitófagos.

Desta forma, estudos envolvendo a utilização de isolados de actinobactérias apresentam potencial para contribuir significativamente no controle de pragas, especificamente o ácaro-rajado, além de preservar os inimigos naturais do ecossistema produtivo. Essa abordagem pode ser vista como uma alternativa viável

e sustentável para o manejo de pragas em sistemas agrícolas.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de um fermentado de metabolitos ativos de *Streptomyces* sp. na mortalidade no ácaro-rajado *Tetranychus urticae* em folhas de morangueiro, em condições de laboratório.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola Prof. Ângelo Moreira da Costa Lima, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de janeiro a março de 2023.

### 2.1 ORIGEM DOS ÁCAROS

Espécimes de *T. urticae* foram coletados em plantas comerciais de morangueiro ‘San Andreas’, em Mandirituba, PR e transportados para laboratório. As folhas foram triadas e os ácaros mantidos em folhas de morangueiro ‘San Andreas’ cultivadas em vasos em estufa experimental, sob cultivo orgânico.

### 2.2 ORIGEM DA ACTINOBACTERIA

Amostras contendo fermentado de metabolitos ativos de *Streptomyces* sp., isolada da rizosfera de área de reflorestamento, foram oriundos do Laboratório de Espectrometria de Massa Aplicado à Química de Produtos Naturais, FFCLRP/USP, Ribeirão Preto, Brasil. A análise cromatográfica para determinação do perfil químico dos componentes majoritários está em andamento no referido laboratório por Cromatografia Líquida Acoplada à Espectrometria de Massas —LC/MS-MS.

### 2.3 BIOENSAIO

Os ensaios em laboratório foram conduzidos em Delineamento Inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos: Fermentado de metabolitos ativos de Actinobactéria *Streptomyces* sp., em duas concentrações - 3,0 e 5,0 mL.L<sup>-1</sup> de água; como controle positivo foi usado o bioinseticida comercial a base de *Sophora flavescens* (Matrine<sup>®</sup>, Dinagro) na concentração de 5 mL.L<sup>-1</sup>. Como controle foi utilizado água destilada.

Cada repetição foi constituída por uma arena constituída por uma placa de Petri (9 cm de diâmetro), com um folíolo de morangueiro infestado com 10 adultos de *T. urticae*. Para evitar a fuga dos ácaros, ao redor da base da placa foi colocado algodão umedecido. Os adultos do ácaro-rajado foram pulverizados com 2 mL de calda de cada tratamento.

As placas foram mantidas sob condições controladas ( $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;  $60 \pm 10\%$ ; fotofase de 14h). As avaliações foram realizadas a cada 24 horas por cinco dias. O ácaro foi considerado morto quando não apresentava reação ao toque de pincel.

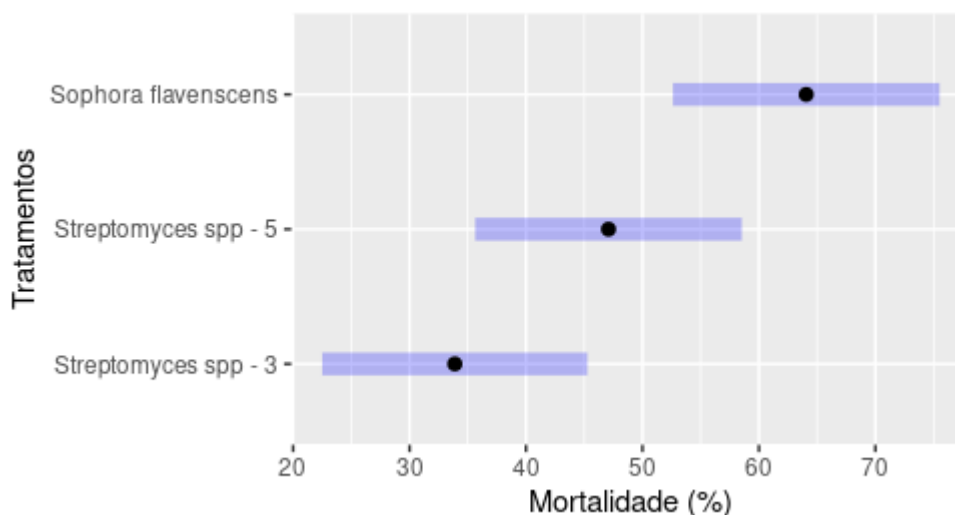
## 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

A mortalidade dos tratamentos foi corrigida conforme formula de Abbott (1925). A análise de dados foi realizada utilizando o Modelo Linear de Efeitos Mistos (LME), com um nível de significância de 5%. Após o ajuste do modelo, foram realizados testes de hipóteses para avaliar as diferenças entre os grupos. Quando a hipótese nula de igualdade de médias foi rejeitada, uma análise post-hoc foi conduzida para determinar quais grupos diferiam entre si, utilizando o método de Tukey-HSD com um nível de significância de 5%. Esse método permite comparar os grupos de forma par a par, controlando o erro de comparações múltiplas. A utilização desse procedimento estatístico proporcionou *insights* valiosos para revelar as diferenças significativas entre os grupos e fornecer uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos. Todas as análises foram realizadas dentro do software estatístico R versão 4.3.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O termo intercepto do modelo foi altamente significativo (F-valor = 231,473; p-valor < 0.0001), sugerindo que há uma diferença significativa nas médias entre os tratamentos no tempo. Além disso, o efeito do fator tratamento também foi significativo (F-valor = 7.55662, p-valor = 0.0034), indicando que há diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos (Figura 1). O efeito da interação entre os tratamentos no tempo não foi estatisticamente significativo.

FIGURA 1 - Mortalidade média d (%) dos tratamentos Fermentado de metabólitos ativos de Actinobactéria *Streptomyces* sp., em duas concentrações - 3,0 e 5,0 mL.L<sup>-1</sup> de água; bioinseticida comercial a base de *Sophora flavescens* (Matrine®, Dinagro).



FONTE: O autor (2023)

Fermentado com metabólitos de *Streptomyces* sp. na concentração de 3 mL.L<sup>-1</sup> não resultou em uma redução significativa na mortalidade de *T. urticae* em comparação ao padrão comercial a base de *S. flavescens*. Por outro lado, o fermentado com metabólitos de *Streptomyces* sp. nas concentrações de 5 mL.L<sup>-1</sup> não apresentou diferença estatística em relação ao *S. flavescens*, apresentando uma redução significativa na mortalidade de *T. urticae* e indicando um potencial efeito benéfico desse tratamento na supressão de *T. urticae* (Tabela 1).

TABELA 1 - Mortalidade corrigida ( $\pm$  EP) de *Tetranychus urticae* ao longo das horas em condições de laboratório.

Tratamento	n	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Sophora flavescens	8	60,87( $\pm$ 3,05)a	67,24( $\pm$ 6,87)a	65,45( $\pm$ 7,24)a	62,75( $\pm$ 7,81)a	64,00( $\pm$ 8,94)a
Streptomyces spp - 3	8	33,33( $\pm$ 2,90)b	36,21( $\pm$ 6,87)b	34,55( $\pm$ 7,27)b	33,33( $\pm$ 8,25)b	32,00( $\pm$ 8,42)b
Streptomyces spp - 5	8	39,13( $\pm$ 1,90)ab	50,00( $\pm$ 4,47)ab	47,27( $\pm$ 4,71)ab	49,02( $\pm$ 3,92)ab	50,00 ( $\pm$ 3,63)ab
CV (%)		4,47	8,73	9,74	10,39	11,88

FONTE: O autor (2023)

Mortalidade corrigida conforme Abbott (1925).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Esses resultados estão em concordância com o estudo de LI et al. (2017), no qual eles investigaram o efeito de compostos de milbemicina sintetizados a partir de uma cepa geneticamente modificada de *Streptomyces bingchengensis* (BCJ60). Eles observaram potentes atividades acaricidas dos compostos testados contra *Tetranychus cinnabarinus* (Tetranychidae) embora tenham relatado que essas atividades eram mais fracas em comparação com o acaricida comercial à base de milbemicinas A3/A4. Isso indica que os metabólitos produzidos por *Streptomyces* sp. têm o potencial de suprimir a população de ácaros, mas podem não ser tão eficazes de forma isolada quanto os produtos comerciais disponíveis.

Por outro lado, há estudos que relatam resultados promissores no controle de ácaros utilizando outros agentes biológicos. Zenkova et al. (2020) avaliaram o efeito de complexos de avermectinas naturais produzidos por *Streptomyces vermitilis* no controle de *Tetranychus urticae*. Eles observaram uma alta mortalidade de ninfas e adultos de ácaros após a aplicação do acaricida à base de avermectinas.

Além disso, Porsani et al. (2022) investigaram o potencial de cepas de *Streptomyces* sp. isoladas de ambientes marinhos e de caatinga no controle da lagarta-da-coroa, *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) em morangueiro. Eles observaram que os extratos das actinobactérias apresentaram atividade quitinolítica e causaram uma redução significativa na mortalidade de ovos e larvas de *D. fovealis* em comparação com os grupos controle não tratados. Esses resultados sugerem que as actinobactérias isoladas desses ambientes extremos também têm potencial como agentes de controle biológico de pragas.

#### 4 CONCLUSÃO

O tratamento com fermentados metabólitos ativos de *Streptomyces* sp. na concentração de 5 mL.L<sup>-1</sup> apresentou uma redução significativa na mortalidade de *T. urticae*, equiparando-se à mortalidade de *S. flavescens*.

#### 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerando a complexidade dos metabólitos produzidos por *Streptomyces* sp é possível que doses maiores ou formulações específicas possam apresentar efeitos mais pronunciados no controle de *T. urticae*. Portanto, recomenda-se a realização de estudos futuros explorando maiores concentrações e formulações dos metabólitos de *Streptomyces* sp. para avaliar seu potencial efetivo no controle dessa praga.

Além disso, os resultados sugerem que a utilização de extratos *S. flavescens* e fermentados metabólitos de *Streptomyces* sp. na concentração de 5 mL podem ser uma estratégia promissora no manejo integrado de *T. urticae*, fornecendo uma base para o desenvolvimento de abordagens sustentáveis e ecologicamente amigáveis no controle dessa praga agrícola.



## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265–267, 1925.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<https://agrofit.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15 de maio de 2023.
- AMARESAN, N. et al. *Streptomyces* in plant growth promotion. IN: **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering**. [s.l.] Elsevier, p. 125–135, 2018.
- AMELIA-YAP, Z. H. et al. *Streptomyces* derivatives as an insecticide: Current perspectives, challenges and future research needs for mosquito control. **Acta Tropica**, v. 229, p. 106381, 2022.
- BERNARDI, J. et al. **Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 23 de maio de 2023.
- DE ARAUJO, J. M.; CALANZANS, G. M. T.; MELO, I. S. Importância de actinobactérias para a agricultura. In: FIGUEIREDO, M. do V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. de R. e S. (Ed.). *Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura*. Guaíba: **Agrolivros**, p.277-296, 2008.
- FASULO, T. R.; DENMARK, H. A. Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). **EDIS**, v. 2003, n. 15, 1969.
- LI, J.-S. et al. New macrocyclic lactones with acaricidal and nematocidal activities from a genetically engineered strain *Streptomyces bingchenggensis* BCJ60. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 19, n. 4, p. 339–346, 2017.
- LOPES, R. B. A. indústria no controle biológico da produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 15-28., 2009.
- KAPLAN, P.; YORULMAZ, S.; AY, R. Toxicity of insecticides and acaricides to the predatory mite *Tetranychus urticae* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, v. 38, n. 8, p. 699–705, 1 dez. 2012.
- MORAES, G. J. DE; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. 2008.
- MOURA, A. P. DE. **Manejo do ácaro-rajado e de tripes em morangueiro no Distrito Federal**. Comunicado técnico 108, Embrapa Hortaliças, Distrito

Federal,2015. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127749/1/COT-108.pdf>>.  
Acesso em abril 2023.

OSMAN, M. A.; AL DHAFAR, Z. M.; ALQAHTANI, A. M. Biological responses of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* to different host plant. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 52, n. 17–18, p. 1229–1238, 2019.

PORSANI, M. V. et al. *Streptomyces* sp. Isolated from Marine and Caatinga Biomes in Brazil for the Biological Control of *Duponchelia fovealis*. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 2, p. 299–310, abr. 2022.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em:  
<<http://www.R-project.org/>>.

SILVA, L. J. et al. *Streptomyces araujoniae* Produces a Multiantibiotic Complex with Ionophoric Properties to Control *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, v. 104, n. 12, p. 1298–1305, dez. 2014.

SIMONATO, J et al. Controle Biológico 08 de Insetos-Praga na Soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção**: Soja 2013/2014. Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 178-193. 2014.

ZENKOVA, A. A. et al. Effect of fungus *Lecanicillium lecanii* and bacteria *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces avermitilis* on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Plant Protection Research**, p. 415–419, 2020.