



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

YURI JOSÉ DE SOUZA

**Controle de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922
em condições de laboratório.**

Londrina–
Paraná
2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

YURI JOSÉ DE SOUZA

**Controle de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922.
em condições de laboratório**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador: Prof^o. Dr^o. João Antonio Cyrino Zequi
Coorientador: Me. Leticia Bernadete da Silva**

**Londrina –
Paraná
2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S729a Souza, Yuri José de .
Controle de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922. em condições de laboratório.
/ Yuri José de Souza. - Londrina, 2025.
42 f. : il.

Orientador: João Antonio Cyrino Zequi.
Coorientador: Letícia Bernadete da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em
Ciências Biológicas, 2025.
Inclui bibliografia.

1. *Tityus serrulatus* - TCC. 2. Controle biológico - TCC. 3. Escorpionismo -
TCC. 4. Fungos entomopatogênicos - TCC. I. Antonio Cyrino Zequi, João . II.
Bernadete da Silva, Letícia. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de
Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr.João Antonio Cyrino Zequi

Me. Letícia Bernadete da Silva

Profa. Dra. Gislayne Trindade Vilas-Bôas

Profa. Dra. Flavia Fernandes

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço à minha família, pelo apoio incondicional em cada etapa desta jornada acadêmica. Vocês foram minha base, oferecendo amor e incentivo nos momentos mais desafiadores. Sem vocês, nada disso seria possível.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado compartilhando alegrias, desafios e aprendizados, minha gratidão por tornarem essa caminhada mais leve e significativa. Em especial meus companheiros de TCC, que propiciaram momentos incríveis e especiais durante a graduação, que vou lembrar para sempre com muito carinho e apego.

Ao meu orientador, professor Dr. João Antonio Cyrino Zequi , e à minha co-orientadora, Me. Letícia Bernadete da Silva , agradeço imensamente pela dedicação, pelas orientações precisas e pelo incentivo constante. O conhecimento e apoio de vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho. E todo apoio em atividades e eventos no qual participei como membro do Laboratório de Entomologia Geral E Médica Universidade Estadual de Londrina. Meu mais sincero obrigado.

Um agradecimento especial ao meu amigo e companheiro de laboratório Edson Kenji Kawabata, por toda a ajuda nas análises estatísticas pela paciência e disposição em contribuir com este projeto. Sua colaboração foi essencial para a qualidade e profundidade dos resultados aqui apresentados.

Agradeço sinceramente ao professor Dr. Luis Francisco Angeli Alves da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) por gentilmente ceder os isolados fungos utilizados neste estudo. Sua contribuição foi fundamental para o sucesso dos nossos experimentos.

Expresso também minha gratidão ao Professor Dr. Amarildo Pasini, do Centro de Ciências Agrárias , do Laboratório de Entomologia Agrícola, por ter disponibilizado o Matrione e o Pó de diatomácea para realização dos experimentos. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço ainda, ao Professor Dr. Gerson Nakazato, do Departamento de Microbiologia, do Centro de Ciências Biológicas, por ceder o óleo de orégano, possibilitando a realização de testes e análises importantes neste estudo.

Agradeço também a vigilância sanitária de Londrina, em especial aos agentes Mario Inacio da Silva e Diana Martins, por compartilharem seu conhecimento durante as buscas ativas no campus da universidade, e principalmente, fornecer semanalmente um grande número de escorpões para a realização dos experimentos. Sem vocês não seria possível testar os múltiplos produtos.

A todos que, direta ou indiretamente, participaram e foram indispensáveis para a realização deste trabalho, meu sincero e profundo agradecimento.

SOUZA, Yuri José. **Controle de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922. em condições de laboratório.** 2025. 42 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)– Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

Os escorpiões (classe Arachnida), amplamente distribuídos no Brasil, representam um grave problema de saúde pública devido ao escorpionismo. Tradicionalmente, seu controle envolve remoção física e modificações ambientais, mas o controle biológico surge como forma sustentável. O estudo tem por objetivo avaliar o potencial de mortalidade e controle de escorpiões utilizando isolados fúngicos e demais produtos biológicos (Matrine, pó de diatomácea e óleo de orégano). Foram utilizados os seguintes tratamentos: 12 isolados fúngicos (7 *Metarhizium anisopliae* e 5 *Beauveria bassiana*), substâncias como pó de diatomácea, Matrine e óleo de orégano no controle de *Tityus serrulatus*. Os escorpiões foram expostos aos isolados por imersão em solução, enquanto o pó de diatomácea foi aplicado diretamente, matrine e óleo de orégano foram pulverizados, foram utilizados 3 escorpiões por tratamento. Os escorpiões foram mantidos em laboratório com temperatura de 26°C e 60% de umidade. Após 15 dias, os tratamentos resultaram na morte de 51% dos escorpiões, 75% das mortes foram causadas pelos fungos, com destaque para *M. anisopliae*, responsável por 32% das mortes (filhotes e adultos). O pó de diatomácea causou a mortalidade de 9% dos escorpiões, demonstrando ter um efeito promissor como controle biológico. O Matrine demonstrou efetividade na mortalidade de 66% dos escorpiões expostos, e os sobreviventes apresentaram alterações comportamentais significativas em 24 horas, como incapacidade de se mover, beber água ou procriar. Embora o tempo de ação do Matrine tenha sido maior que o de alguns isolados fúngicos, seus efeitos destacam seu potencial para controle populacional de escorpiões. Conclui-se que os isolados fúngicos, especialmente *M. anisopliae*, e biodefensivos (pó de diatomácea e Matrine) são promissores para auxiliar na redução das populações de escorpiões em condições de laboratório.

Palavras-chave: Escorpiões. Escorpionismo. Controle biológico. Fungos entomopatogênicos. *Beauveria bassiana*. *Metarhizium anisopliae*. Pó de diatomácea. Matrine. Óleo de orégano.

SOUZA, Yuri José. **Actions aimed at controlling *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 under laboratory conditions.** 2025. 42 p. Undergraduate Thesis (Bachelor's Degree in Biological Sciences) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Scorpions (class Arachnida), widely distributed in Brazil, pose a significant public health threat due to scorpion envenomation. Traditional control relies on physical removal and habitat modification, but biological methods using fungi and bioagents offer sustainable alternatives. This study assessed the efficacy of 12 fungal isolates (7 *Metarhizium anisopliae* and 5 *Beauveria bassiana*) and substances diatomaceous earth, Matrine, and oregano oil against *Tityus serrulatus*. Scorpions were exposed to fungal solutions via immersion, diatomaceous earth via direct application, and Matrine/oregano oil via spraying, under controlled lab conditions (26°C, 60% humidity). After 15 days, treatments induced 51% mortality. Fungi caused 75% of deaths, with *M. anisopliae* responsible for 32% (affecting juveniles and adults). Diatomaceous earth achieved 9% mortality, showing promise as a biocontrol agent. Matrine was highly effective (66% mortality), with surviving scorpions displaying rapid behavioral impairments (e.g., inability to move, drink, or reproduce) within 24 hours. Though slower-acting than some fungi, Matrine's residual effects highlight its potential for population control. The study concludes that fungal isolates, particularly *M. anisopliae*, and bioagents (diatomaceous earth and Matrine) are promising tools for reducing scorpion populations in laboratory settings. Further field studies are needed to validate these results in natural environments.

Keywords: Scorpions. Scorpionism. Biological control. Entomopathogenic fungi. *Beauveria bassiana*. *Metarhizium anisopliae*. Diatomaceous earth. Matrine. Oregano oil.

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
Escorpiões: biologia e comportamento.....	12
Escorpionismo e peçonha.....	15
Controle populacional e manejo.....	16
Fungos entomopatogênicos.....	16
Matrine.....	17
Pó de diatomáceas.....	18
Óleo de orégano.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
Escorpiões.....	20
Isolados.....	20
Matrine.....	23
Óleo de orégano.....	24
Pó de diatomácea.....	25
Análise de dados.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Os escorpiões (Classe: Arachnida) são amplamente distribuídos em diferentes regiões do Brasil, desde áreas florestais até ambientes urbanos. No Brasil, as espécies de maior relevância médica incluem *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922, *Tityus bahiensis* Perty, 1833, *Tityus stigmurus* Thorell, 1876 e *Tityus obscurus* Gervais, 1834, todas consideradas peçonhentas e responsáveis pela maioria dos casos de escorpionismo reportados (Santos; Oliveira, 2024)

Esses aracnídeos se reproduzem de forma vivípara, ou seja, as fêmeas ovipositam filhotes já formados. Algumas espécies, como *T. serrulatus*, possuem a capacidade de reprodução partenogenética, na qual as fêmeas podem gerar descendentes sem a necessidade de acasalamento, o que facilita sua rápida proliferação, especialmente em ambientes urbanos (Braga, *et al.*, 2024).

Os escorpiões são predadores generalistas, alimentando-se principalmente de pequenos invertebrados, como insetos e aranhas. Seu papel ecológico como controladores naturais de pragas é significativo, pois contribuem para o equilíbrio dos ecossistemas onde habitam (Rodrigues *et al.*, 2020). No entanto, o aumento da urbanização e a degradação de habitats naturais têm levado à migração desses animais para áreas urbanas, onde encontram abrigo e alimento em abundância, aumentando o risco de acidentes com humanos (Brasil, 2022).

No Brasil, os casos de escorpionismo são frequentes e representam um sério problema de saúde pública, especialmente nas regiões Nordeste e Sudeste, onde as condições climáticas e ambientais são favoráveis à proliferação desses aracnídeos (Carmo *et al.*, 2019). As campanhas de conscientização e as medidas preventivas são essenciais para reduzir a incidência de acidentes, bem como para alertar a população sobre os riscos e a importância da conservação desses animais dentro de seus habitats naturais.

O manejo e controle das populações de escorpiões têm sido tradicionalmente realizados por meio da remoção física dos animais e

pela modificação dos ambientes para torná-los menos favoráveis à sua sobrevivência. Diante das limitações do uso de químicos, o controle biológico se apresenta como uma solução mais eficaz e sustentável (Miranda, *et al.*, 2023). Esse método aproveita interações naturais para controlar pragas, como os escorpiões, utilizando seus inimigos naturais. Além de reduzir a necessidade de pesticidas, o controle biológico oferece a vantagem de minimizar os impactos ambientais, tornando-se viável para o manejo de pragas tanto em áreas urbanas quanto agrícolas (Heimpel *et al.*, 2017).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo investigar a eficácia do controle biológico por meio dos fungos entomopatogênicos, e outros compostos biológicos e químicos no controle das populações de *Tityus serrulatus* em condições de laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Escorpiões: biologia e comportamento

Os escorpiões, pertencentes à classe Arachnida, são conhecidos por suas características morfológicas distintas e sua relevância médica devido ao potencial venenoso de algumas espécies. Atualmente contam com 2.863 espécies descritas divididas em 24 famílias (Braga *et al.*, 2024; Rein, 2025). Esses aracnídeos possuem um corpo dividido em cefalotórax e abdômen, sendo este último composto por segmentos que incluem o metassoma, onde se encontra o telson, estrutura responsável pela inoculação do veneno (Braga *et al.*, 2024). Eles estão amplamente distribuídos pelo mundo, habitando cavernas, savanas ambientes urbanos e desertos, com exceção da Antártida. São encontrados principalmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas, como temperaturas elevadas e umidade relativa, são favoráveis ao seu desenvolvimento (Rein, 2023).

No Brasil, os escorpiões estão presentes em todos os biomas, desde a Caatinga até a Floresta Amazônica, com maior incidência nas regiões Sudeste e Nordeste (Brasil, 2022). O país abriga cerca de 182 espécies de escorpiões, sendo o gênero *Tityus* o mais relevante do ponto de vista médico, especialmente as espécies *T. serrulatus* e *Tityus bahiensis* (Cardoso *et al.*, 2009). Essas espécies são amplamente distribuídas em áreas urbanas e rurais, onde encontram condições ideais para proliferação, como abrigos em entulhos, redes de esgoto e locais com alta disponibilidade de presas, como baratas (Puerto, 2020). Estados como Minas Gerais, São Paulo e Bahia registraram os maiores números de acidentes escorpiônicos em 2022, segundo o boletim epidemiológico volume 55, refletindo a adaptação desses animais aos ambientes antropizados e a necessidade de estratégias eficazes de controle e prevenção (Brasil, 2022).

Escorpionismo e peçonha

O envenenamento por escorpiões, também conhecido como escorpionismo, é uma condição de grande importância em regiões infestadas pelo animal. Até o momento, estima-se que a peçonha do escorpião é composta por aproximadamente 100.000 componentes, porém, apenas uma pequena parcela desses componentes é conhecida e estudada (Triches, 2017). O estudo da toxina tinha como principal objetivo, o desenvolvimento de antídotos para o escorpionismo, porém foi observado o potencial para uso terapêutico, e até para armas biológicas, graças a ação significativa no organismo de vertebrados (Hassan, 1984; Oguiura, 2004; Bernardes-Oliveira *et al.*, 2019). Entre os sintomas mais comuns estão a dor intensa no local da picada, sudorese, tremores, e em casos graves, manifestações sistêmicas como alterações cardiovasculares e complicações gastrointestinais. A gravidade dos envenenamentos varia conforme a espécie envolvida, o acesso ao tratamento médico adequado e o estado de saúde da vítima, geralmente é potencialmente mais grave em crianças e idosos pela presença de um sistema imune imaturo ou debilitado (Carmo *et al.*, 2019).

Os efeitos clínicos do envenenamento por escorpião estão associados à ação de compostos neurotóxicos presentes no veneno, principalmente aqueles que alteram a função dos canais iônicos (Parrela *et al.*, 2022). A síntese e o armazenamento do veneno demandam recursos metabólicos significativos, resultando em uma liberação controlada de toxinas durante o processo de inoculação (Abrough *et al.*, 2020; Ismail e Abdelsalam, 1988). Essa regulação pode justificar a ocorrência predominante de manifestações clínicas brandas em vítimas adultas de picadas (Abroug *et al.*, 1999; Abroug *et al.*, 2020).

Segundo dados divulgados pelo Ministério da Saúde, em 2023, foram registradas 202.324 notificações de acidentes envolvendo escorpiões no Brasil, um aumento de 20.243 casos em comparação com o ano anterior. Esse foi o primeiro registro em que o número de

notificações ultrapassou a marca de 200 mil. Ademais, o número de óbitos causados por picadas de escorpião também cresceu, passando de 92 mortes em 2022 para 134 em 2023. Esse valor superou até mesmo as mortes provocadas por acidentes com serpentes, que totalizaram 133 no mesmo período (Agência Brasil, 2024).

***Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922**

A espécie de interesse utilizada no estudo é *T. serrulatus*, espécie invasora da região do Paraná, pois seu bioma nativo é o cerrado (Cruz *et al.*, 1955). Uma característica dessa espécie, é a sua capacidade de se reproduzir por meio de partenogênese, tipo de reprodução em que a fêmea não necessita acasalar para originar os filhotes (Braga *et al.*, 2024). *Tityus. serrulatus* distingue-se morfológicamente de outros escorpiões pela presença de uma estrutura serrilhada pronunciada na região dorsal dos terceiros e quartos segmentos do metassoma (Freitas, 2011; Oliveira, 2021). Adicionalmente, destaca-se pelo comprimento corporal médio de aproximadamente 7 centímetros, apêndices locomotores e região posterior do corpo exibem coloração amarelada, enquanto o tórax e região dorsal do metassoma apresentam tonalidade marrom-escuro. Observa-se ainda dimorfismo sexual marcante, com os machos apresentando metassoma mais extenso em comparação às fêmeas (Brazil; Porto, 2010).

O processo de desenvolvimento inicia-se com um período aproximado de 2 semanas desde o nascimento até a primeira muda (ecdise), fase crítica em que os jovens escorpiões começam a dispersão. A expectativa de vida varia de 3 a 5 anos, condicionada a fatores como temperatura e umidade (Candido, 1999; Lourenço *et al.*, 2003). No caso de *T. serrulatus*, a maturidade reprodutiva é alcançada após aproximadamente 12 meses e cinco ciclos de troca de exoesqueleto, com até duas reproduções anuais. Cada ninhada gera até 20 filhotes, totalizando cerca de 160 indivíduos durante o ciclo de vida, variando

conforme acesso a alimento e condições do habitat (Marcussi *et al.*, 2011; Oliveira, 2021; Brasil, 2009). Dentre as espécies do gênero *Tityus* no Brasil, o *T. serrulatus* é a espécie de maior importância médica, pois tem o maior número de registros de acidentes, e com maior chance de acidentes graves, devido à sua peçonha (Cardoso *et al.*, 2009).

Controle populacional e manejo

O controle e manejo populacional de escorpiões se baseia em estratégias centradas na remoção e coleta dos animais, bem como em modificações no ambiente que impeçam que o habitat seja propício para sua sobrevivência. Graças a sua anatomia, os escorpiões conseguem manter seus estigmas pulmonares por longos períodos de tempo, e com seus órgãos sensoriais, e sua plasticidade genética se adaptam a diferentes variações climáticas, e a presença de componentes nocivos no ambiente (Cândido *et al.*, 2019). Dessa forma o Ministério da Saúde indica a não utilização do controle químico, já que há a possibilidade do animal se desalojar de seu abrigo e eventualmente causar acidentes.

Como os controladores químicos são generalistas, isto é, afetam não somente as espécies alvo de sua utilização, mas atuam em mais organismos, gerando danos ao meio ambiente. Demonstrando a necessidade de uma metodologia menos danosa e mais seletiva, como o controle biológico, método que utiliza interações naturais para controlar pragas em ambientes agrícolas e urbanos, além de insetos vetores de patógenos que podem causar doenças. O controle biológico usa os inimigos naturais do alvo, como nematoides, insetos predadores e parasitoides, além de microrganismos como fungos, vírus e bactérias que atuam de maneira sustentável, reduzindo a necessidade de produtos químicos e minimizando os impactos ambientais (Heimpel *et al.*, 2017).

Fungos entomopatogênicos

Os primeiros estudos sobre fungos entomopatogênicos, organismos capazes de infectar e eliminar insetos, foram realizados pelo cientista russo Metschnikoff no final do século XIX. Em suas pesquisas, ele analisou a eficiência do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, 1883, no controle de uma espécie de besouro (Faria; Wraight, 2007). De acordo com Roberts e St. Leger (2004) e Rehner (2005), “os fungos entomopatogênicos anamórficos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, da ordem Hypocreales (Ascomycota), são inimigos naturais de uma ampla gama de insetos e aracnídeos, possuindo distribuição cosmopolita. Muitos esforços têm sido direcionados ao desenvolvimento desses fungos como agentes de controle biológico, visando sua aplicação na agricultura e silvicultura em regiões temperadas.”

Dentre os fungos patogênicos que afetam invertebrados, *Beauveria bassiana* Bassi, 1835; Vuillemin, 1912 destaca-se como um agente essencial no controle de diversas pragas de artrópodes em áreas agrícolas, veterinárias e florestais. Esse fungo é geralmente aplicado de forma inundativa, utilizando grandes quantidades de conídios aéreos, que podem ser formulados em preparações secas ou líquidas, seguindo um modelo semelhante ao de pesticidas químicos. (Mascarin; Jaronski, 2016)

No Brasil, o fungo *Beauveria bassiana* é amplamente utilizado em propriedades de pequeno porte no estado de São Paulo, para o tratamento de pragas como o moleque-da-bananeira e a mosca branca, além do manejo de ácaros em cultivos de mamão e da broca-do-café, e aplicações no controle de cochonilhas em culturas de cana-de-açúcar (Faria; Wraight, 2001). Outro exemplo adicional importante é a aplicação do fungo *Sorospora insectorum* (Petch, 1931) para o controle do percevejo-de-renda na seringueira (*Leptopharsa heveae*, Drake & Poor, 1935). No Mato Grosso, desde os anos 1980, os produtores de látex utilizam esse agente biológico, e estudos de campo revelam que sua

eficácia pode variar, atingindo taxas de mortalidade acima de 90% no Amazonas e aproximadamente 80% no estado de São Paulo, de acordo com as condições ambientais e os métodos de aplicação (Faria; Wraight, 2001).

A utilização de microrganismos para o controle de doenças vegetais e pragas agrícolas representa uma alternativa eficaz à aplicação excessiva de agroquímicos, promovendo práticas agrícolas mais equilibradas ecologicamente. Apesar do crescimento no registro de bioinsumos nas últimas décadas, diversos agentes microbianos com potencial biocontrolador ainda não alcançaram escala comercial ou apresentam eficácia restrita, muitas vezes em razão de sua ação específica contra determinados patógenos ou insetos. Outro desafio reside na variabilidade de resultados em condições ambientais distintas, assim como na carência de estudos detalhados sobre os modos de ação desses organismos, o que pode comprometer sua aplicação estratégica (Singh *et al.*, 2015). Nesse cenário, fungos da ordem Hypocreales, como *Beauveria bassiana*, destacam-se por sua capacidade de colonizar plantas de forma epifítica e endofítica, fortalecendo a resistência vegetal por meio da indução de respostas bioquímicas ou da supressão direta de patógenos através de mecanismos como produção de substâncias antimicrobianas, competição por recursos ou parasitismo direto. Essa versatilidade permite sua adoção bem-sucedida em cultivos diversificados, incluindo cereais (milho, trigo), espécies de interesse econômico (algodão, batata, tomate), plantas medicinais (cacau, café, papoula) e até espécies arbóreas, como *Carpinus caroliniana* e coníferas (Singh *et al.*, 2015).

Matrine

O matrine é um alcaloide natural extraído de plantas medicinais chinesas, como *Sophora flavescens* (Aiton, 1789) e *Sophora alopecuroides* (Linnaeus, 1753), conhecido por suas propriedades inseticidas e acaricidas, sendo amplamente empregado no manejo de pragas agrícolas. Esse composto combina as características benéficas das ervas medicinais

tradicionais com propriedades semelhantes às de agentes quimioterápicos, demonstrando eficácia na prevenção e tratamento de doenças crônicas, como problemas cardiovasculares e certos tipos de tumores. No entanto, pesquisas recentes destacam que o matrine também pode apresentar efeitos tóxicos significativos, incluindo hepatotoxicidade, neurotoxicidade e toxicidade no desenvolvimento (Xiao-Ying *et al.*, 2022). Estudos indicam que a exposição prolongada ao Matrine pode resultar em danos hepáticos, renais e neurológicos, o que pode comprometer sua eficácia terapêutica e aumentar os riscos de morbidade e mortalidade em pacientes. Altas doses desse composto têm sido associadas a lesões em diversos tecidos e órgãos, como rins, fígado, sistema nervoso e intestinos (Li *et al.*, 2024). Os rins, em particular, são altamente suscetíveis aos efeitos tóxicos do Matrine devido ao seu papel na filtração de substâncias no organismo. Evidências obtidas em estudos com animais sugerem que o matrine pode causar nefrotoxicidade, danos aos túbulos renais e até a morte de células epiteliais tubulares após administração aguda. “Apesar desses achados, os mecanismos moleculares exatos pelos quais o matrine induz toxicidade renal ainda não foram completamente elucidados, exigindo mais investigações para esclarecer seus efeitos e potenciais riscos” (Wang *et al.*, 2024).

Pó de diatomáceas

A terra de diatomáceas é um pó inerte obtido a partir da moagem de depósitos fossilizados de diatomáceas, que são microalgas cujas paredes celulares são compostas majoritariamente por dióxido de sílica (Alves *et al.*, 2006). Devido à sua estrutura porosa e elevada área de superfície, ela possui diversas propriedades e aplicações, tais como o controle de pragas: a ação da terra de diatomácea é puramente mecânica. Quando os insetos entram em contato com o pó, partículas abrasivas penetram na cutícula, causando microcortes que facilitam a perda de água. Esse processo resulta na desidratação e, conseqüentemente, na morte dos insetos (Alves *et al.*, 2006).

Devido à sua alta porosidade, a terra de diatomácea é empregada

em sistemas de filtração para purificação de água, remoção de impurezas e clarificação de líquidos. Ela também é utilizada como agente absorvente em diversos setores, ajudando a capturar e reter líquidos e outros contaminantes. Embora seja um material natural e geralmente considerado seguro, a inalação do pó de terra de diatomácea pode causar abrasão no trato agressivo. Por isso, é recomendado o uso de equipamentos de proteção individual (máscaras e óculos) durante o seu uso, especialmente em aplicações industriais ou quando o pó estiver disperso no ar (Lorini *et al.*, 2001). O produto já se mostrou eficiente como biocontrolador de outros artrópodes em outros estudos, como a formiga-de-fogo vermelha *Solenopsis invicta* (Tian *et al.*, 2023).

Óleo de orégano

O óleo de orégano é um extrato essencial obtido das folhas da planta *Origanum vulgare* (Linnaeus, 1753) e possui um perfil químico rico em compostos bioativos, esses constituintes são os responsáveis por muitas das propriedades medicinais atribuídas ao óleo, tais como ação antibacteriana, antifúngica, antiviral e anti-inflamatória (Leyva-López *et al.*, 2017). No contexto do controle de pragas, o óleo de orégano ganhou destaque como uma opção natural e sustentável aos pesticidas sintéticos. Seu potencial uso para esse fim baseia-se em vários mecanismos de ação. Os compostos voláteis presentes no óleo de orégano podem interferir na fisiologia dos insetos. Estudos apontam que o carvacrol e o timol (monoterpenos) podem atuar sobre a membrana celular dos insetos, causando danos estruturais que levam à perda de água e eventual desidratação. O aroma intenso do óleo pode funcionar como repelente, controlando seletivamente áreas de cultivo ou de superfícies onde se deseja evitar a infestação (Silva, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Escorpiões

A espécie de escorpião utilizada no estudo é *T. serrulatus*, popularmente conhecido como escorpião amarelo. Os exemplares de *T. serrulatus* que foram usados ao longo do experimento, são de origem de coleta por meio de busca ativa nos centros de estudos da UEL, e manutenção de abrigos, que estão localizados em pontos específicos no Hospital veterinário (HV) e Hospital de Clínicas (HC), localizados no campus da UEL. Além dos escorpiões coletados semanalmente pela vigilância ambiental nos cemitérios da cidade e em outros locais de ocorrência no município de Londrina, conforme a autorização do SISBIO. O delineamento utilizado para o experimento foi um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 17 tratamentos, possuindo 2 diferentes controles, e foi iniciado com 3 repetições.

Isolados de fungos

Para o experimento, foram utilizados 5 isolados de *Beauveria bassiana* (Uni4,76, 95, 88 e 103) e 7 isolados de *Metarhizium anisopliae* (Uni22, 43, 63, 73, 86, 109 e 111), diluídos em um tubo de ensaio com uma solução de água destilada Estéril e tween 0,1%. Misturados em vortex por 1 minuto em um tubo falcon 50ml. Os isolados foram doados pelo professor Dr. Luis Francisco Angeli Alves, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Tabela1:Protocolo de preparo da suspensões dos isolados para as soluções de testes (10mL)

Isolados	Fração do fungo (g)	Solução água e Tween (mL)
Uni22	0,67	9,33
Uni43	0,19	9,81
Uni63	0,61	9,49
Uni73	0,24	9,76
Uni86	0,62	9,48
Uni109	0,28	9,72
Uni111	1,2	8,8
Uni4	0,8	9,2
Uni76	0,65	9,35
Uni95	0,34	9,66
Uni88	0,7	9,3
Uni103	0,66	9,34

Fonte:autor.

Os escorpiões foram imersos nas soluções com os isolados de fungos (*Beauveria bassiana* e *Metarhizum anisopliae*), para garantir o contato total e depois isolados em trios em cada gerbox, contendo um papel filtro umedecido com 1,1 mL de água destilada esterilizada, e uma tampa de tubo falcon 15 mL com 4ml de água destilada. Mantidos em temperatura controlada (24°C), umidade 60% e fotoperíodo de 12 h luz 12 h escuro. O grupo controle é composto somente por água destilada estéril, e água destilada estéril+tween. As avaliações do experimento foram feitas a cada 24h, e o papel filtro foi umedecido novamente a cada 48 h, e a água destilada restabelecida. Os indivíduos que morreram foram retirados,

imersos sucessivamente em uma solução de álcool 70% 10 – 15 segundos e água destilada ,e mantidos em uma câmara úmida, composta por placas de Petri com papel filtro esterilizado e imerso em água destilada e colocado no fundo da placa, sem excesso de água. Em seguida, mantidos em observação por um período de 5 dias, em uma temperatura constante de 26°C, e umidade em 60%.



Figura 1: Escorpião imerso em solução de isolado de *Metarhizium.anisopliae*. Fonte: autor

Matrine

Uma solução com 10ml do matrine e 1L de água destilada esterilizada foi preparada, e borrifada 3 vezes (1,18 mg) com um pulverizador de água, na região lateral do abdômen. Os escorpiões foram mantidos e observados nas mesmas condições dos isolados. Os indivíduos mortos foram separados e congelados, para futura análise de microtomografia computadorizada, e observar os danos internos causados pelo produto.



Figura 2: Matrine diluído e pulverizado sobre a parte ventral do escorpião.
Fonte: autor.

Óleo de orégano

Para o experimento com o óleo de orégano 1%, foi novamente usado o pulverizador, porém, foram feitos três testes, sendo eles: uma borrifada nos escorpiões (0,600 mg), com duas borrifadas (1,145 mg), e o último com três borrifadas (1,698 mg). Ambos mantidos e observados nas mesmas condições dos isolados. Os indivíduos mortos foram separados e congelados, para futura análise de microtomografia computadorizada, e observar os danos internos causados pelo produto.



Figura 3: Óleo de orégano pulverizado sobre o escorpião, repetido 3 vezes aumentando a quantidade de borrifadas (1, 2 e 3x). Fonte: autor.

Pó de diatomácea

Os escorpiões utilizados foram imersos diretamente no recipiente contendo o pó, para garantir que o contato fosse direto, e em seguida, colocados nas gerboxes. Os indivíduos mortos foram separados, congelados para futura análise de microtomografia computadorizada, e observar os danos internos causados pelo produto.



Figura 4: Escorpião imerso diretamente no pó de diatomácea, para garantir o contato com a substância em todo seu corpo. **Fonte:** autor

Análise de dados

Análise de Sobrevivência tem como objetivo estudar o tempo até a ocorrência de algum evento de interesse, por exemplo, o tempo de vida um organismo exposto a diferentes tratamentos. É uma análise temporal que, além dos dados de ocorrência, permite inserção de dados da não ocorrência (dados de censura), que são eventos nos quais a ocorrência da morte (ocorrência do evento de interesse) não aconteceu. A análise de sobrevivência lida com tempos de vida e censura e foram simultâneas, aceitando uma distribuição assimétrica destes dados, em outras palavras, não necessita seguir pressupostos a de proporção, distribuição e simetria.

Os dados foram tabulados em uma tabela no Excel, por tratamento, relatando o dia de início do experimento até o tempo de morte dos indivíduos, separando os dados por adultos (que iniciaram o experimento) e filhotes (que surgiram durante o experimento). Análise utilizada para verificar o tempo de mortalidade dos diferentes tratamentos (fungos e outros) nos escorpiões foi uma Análise de Sobrevivência, executada no modelo de censura tipo I, onde o estudo é encerrado após um período pré-estabelecido de tempo, no caso, um período de 17 dias. As análises foram feitas dentro do ambiente R, pela plataforma Rstudio (Posit, 2024), utilizando o pacote survival. O algoritmo de estimativa utilizado para os cálculos da função de sobrevivência foi o de Kaplan-Meier (1958), método não paramétrico que os calcula com base em dados de censura e morte real. Após o cálculo da curva de sobrevivência, um teste de log-lank, presente na família de funções G-rho, de Harrington & Fleming (1982) foi utilizado para verificar a presença de uma diferença estatística entre as curvas de sobrevivência de cada um dos tratamentos. Foi atribuído um ajuste para o p-valor, seguindo metodologia de Bonferroni (valor de α padrão utilizado (0.05) dividido pelo número de tratamentos total 0.0517, que é utilizado como valor de α para cada comparação de grupo).

Para a avaliação diária do experimento, foi usado uma pipeta pasteur descartável para cada isolado e defensivo, que era usada para verificar a reatividade dos escorpiões, aqueles que não responderam ao toque sucessivo (3 vezes), foram considerados mortos. A avaliação foi feita todos os dias nos mesmos horários seguindo o período 24 horas após o início do experimento, sempre usando todos os EPI's necessários para segurança.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

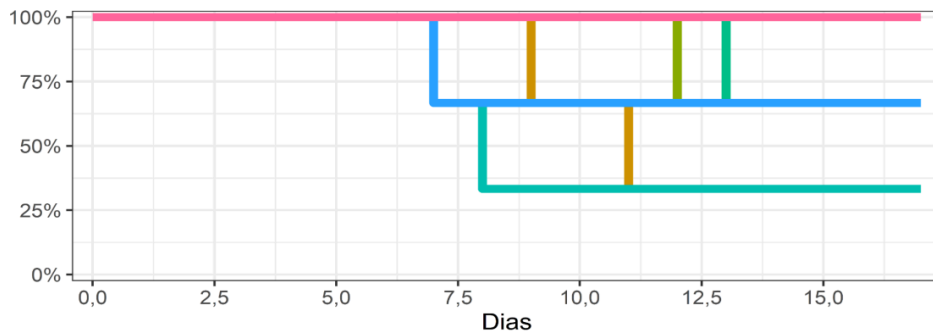
Avaliação de mortalidade

Ao todo 58 filhotes e 6 adultos morreram em um período de 15 dias, totalizando 64 mortes. Destes, 4 eram do experimento com Pó de diatomácea, 2 do experimento com matrine, e os 58 restantes, dos isolados. A morte mais rápida ocorreu com o isolado Uni63, do fungo *Metarhizium anisopliae*, onde 2 filhotes vieram a óbito 3 dias após a fêmea entrar em contato com o isolado. Os isolados Uni 22, foi o próximo a causar óbito de um adulto, após 6 dias do início do experimento. Os isolados Uni 111, Uni 73 e Uni 88 foram os próximos a levar a óbito 12 dias após o experimento, matando 4 filhotes e 1 adulto, 5 filhotes e 1 filhote, respectivamente.

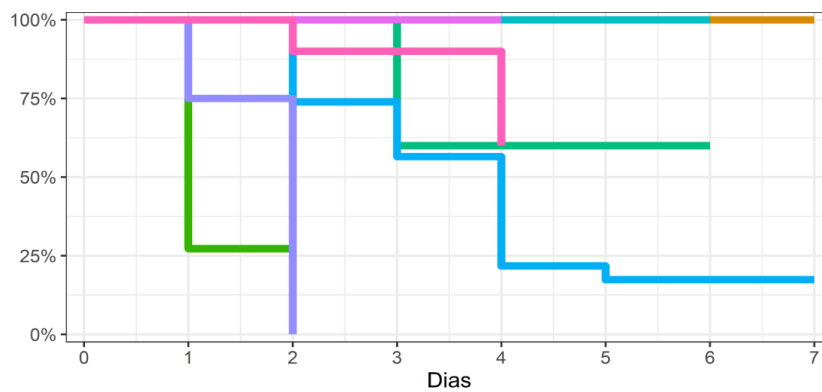
Das espécies de fungos, o *M. anisopliae* se mostrou mais eficaz no controle, tanto de indivíduos adultos quanto filhotes, matando com 4 isolados diferentes, enquanto o *Beauveria bassiana*, levou a morte apenas de filhotes com um único isolado.

Dentre as outras substâncias, o Matrine foi a primeira a causar mortalidade, matando 1 escorpião adulto em 6 dias, após o contato com o inseticida. Apesar do tempo para o óbito ser maior que em alguns isolados, em apenas 24 horas já foi possível observar mudanças bruscas no comportamento dos escorpiões, deixando-os em um estado quase imóvel, não permitindo que o animal se defenda ou consiga inocular a toxina em alguma presa, ou mesmo se hidratar com água. O Pó de diatomácea foi outro produto que levou à mortalidade, matando 8 filhotes e 1 adulto após 9 dias de sua aplicação. Através da análise estatística chegou-se a uma probabilidade de 75% de morte geral dos animais em contato com o inseticida natural, ou seja, o produto demonstra que os indivíduos submetidos ao contato do pó possuem apenas 25% de chance de sobreviverem, atestando o seu potencial como biocontrolador.

Gráfico 1 e 2: O gráfico mostra a probabilidade de sobrevivência dos escorpiões adultos (100-0%) que foram submetidos aos tratamentos, em um período de 15 dias. O gráfico 2 tem os mesmos dados, porém tratamentos em filhotes.



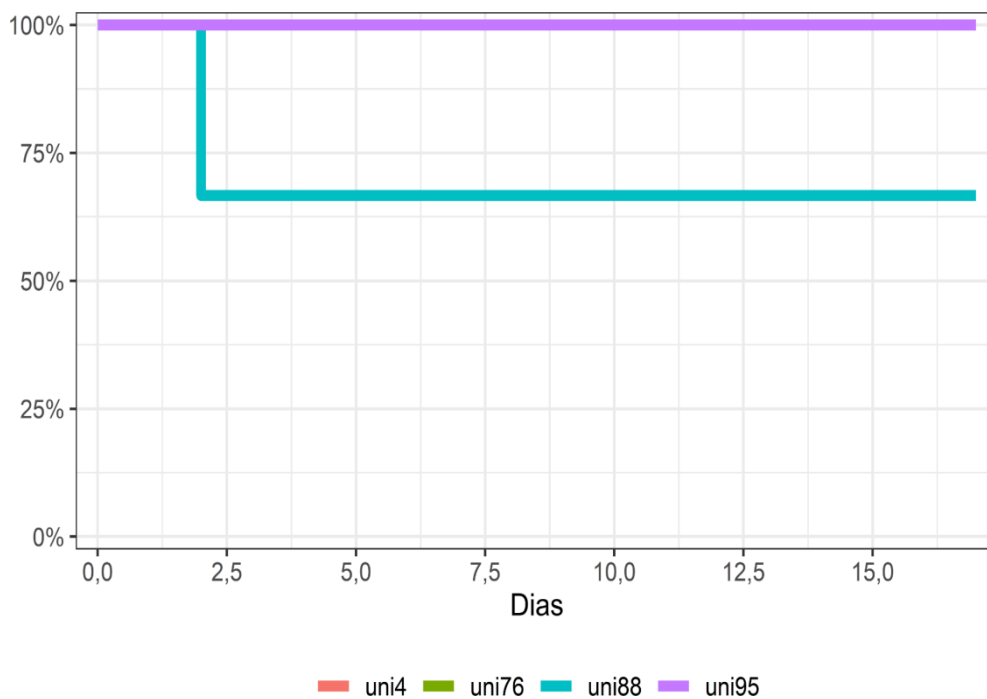
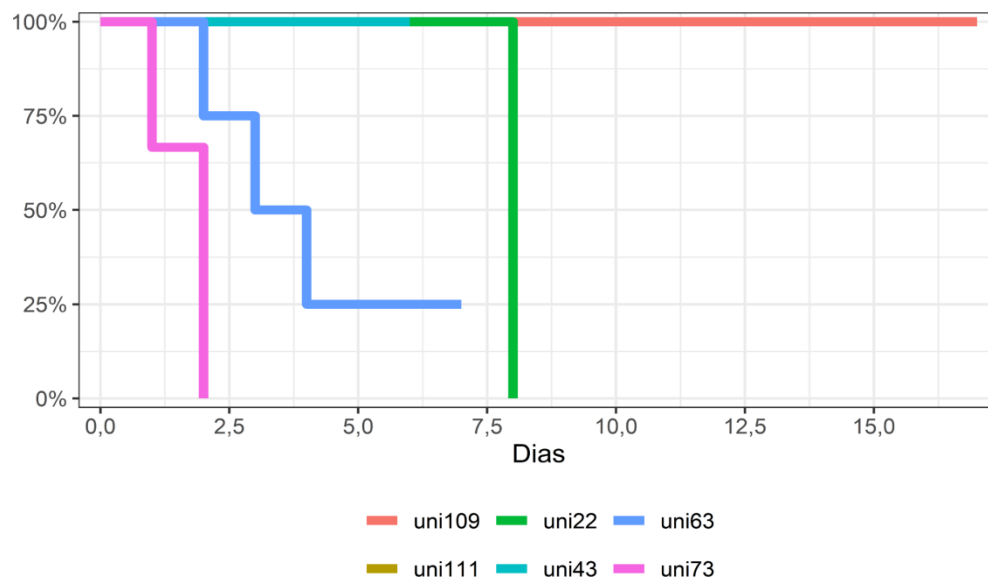
- agua — po_diato — uni22 — uni73 — uni95
- C_twin — uni103 — uni4 — uni76
- matrine — uni109 — uni43 — uni86
- oleo — uni111 — uni63 — uni88



- agua — oleo — uni111 — uni63 — uni76
- C_twin — po_diato — uni43 — uni73 — uni88

Fonte:Edson Kenji Kawabata,tabelas produzidas no programa estatístico R

Gráfico 3 e 4 Curvas de sobrevivência dos escorpiões em tratamentos *Metarhizium anisopliae*. e *Beauveria bassiana*. Probabilidade de sobrevivência (100-0%) dos escorpiões tratados com as duas espécies de fungos, em um período de 15 dias.



Fonte: Edson Kenji Kawabata, tabelas produzidas no programa estatístico R.

Gráfico 5-8 : Curva de sobrevivência, probabilidade de sobrevivência (100-0%) de escorpiões submetidos ao contato com tratamentos dos isolados Uni 22, Uni 43, Uni 63 e Uni73 respectivamente, em um período de 15 dias.

Fonte:Edson Kenji Kawabata,tabelas produzidas no programa estatístico R

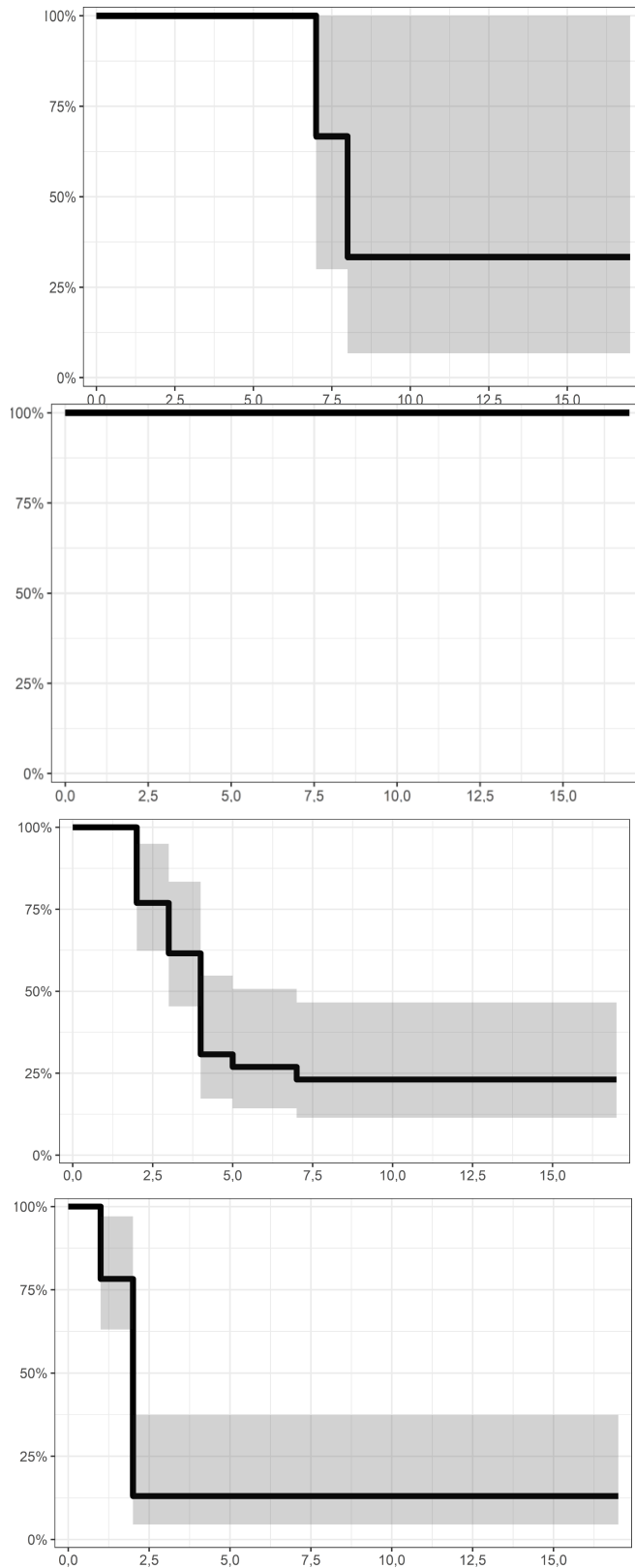
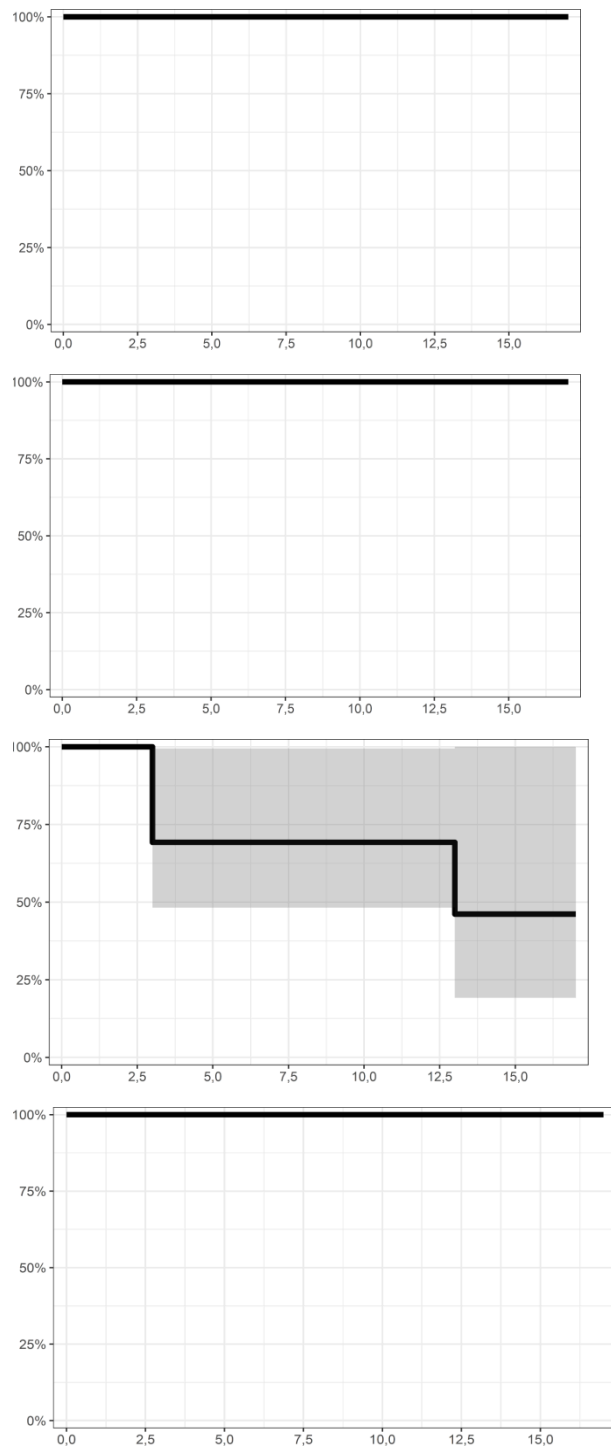
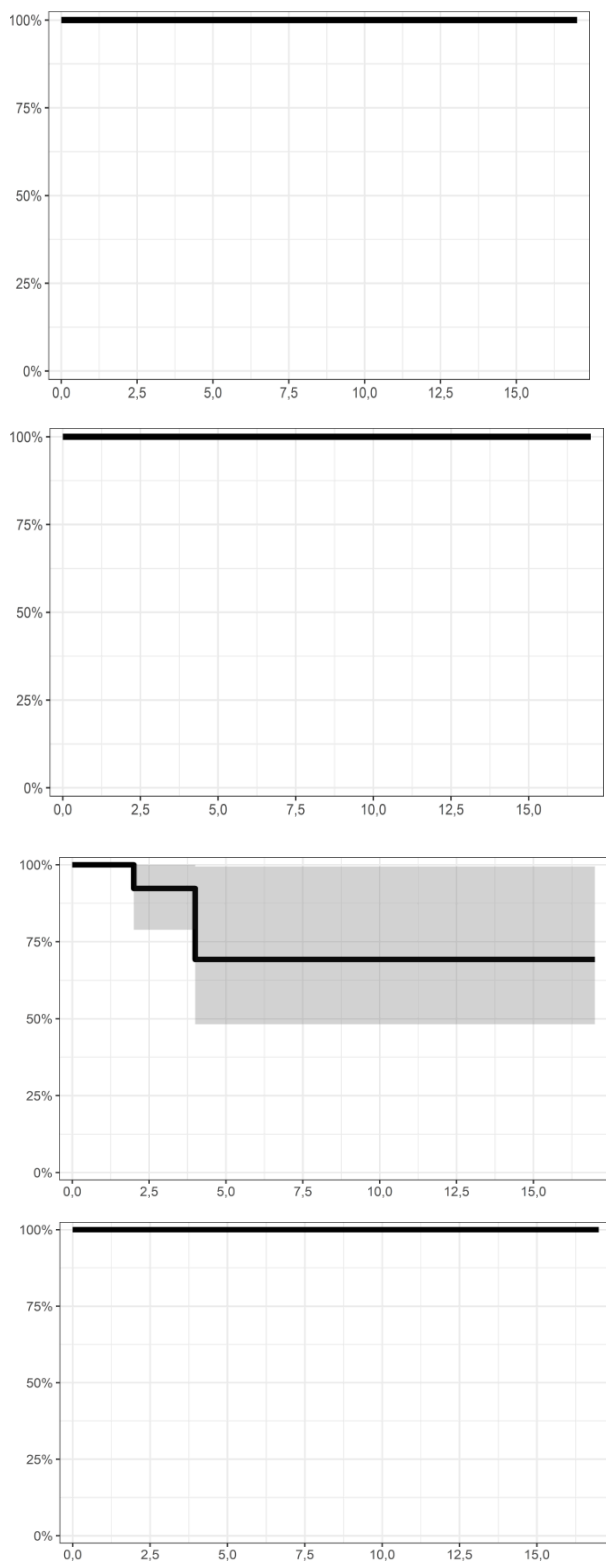


Gráfico 9-12: Curva de sobrevivência, probabilidade de sobrevivência (100-0%) de escorpiões submetidos ao contato com tratamentos em tratamentos com isolado Uni 86, Uni 109, Uni111 e Uni4 respectivamente, em um período de 15 dias.



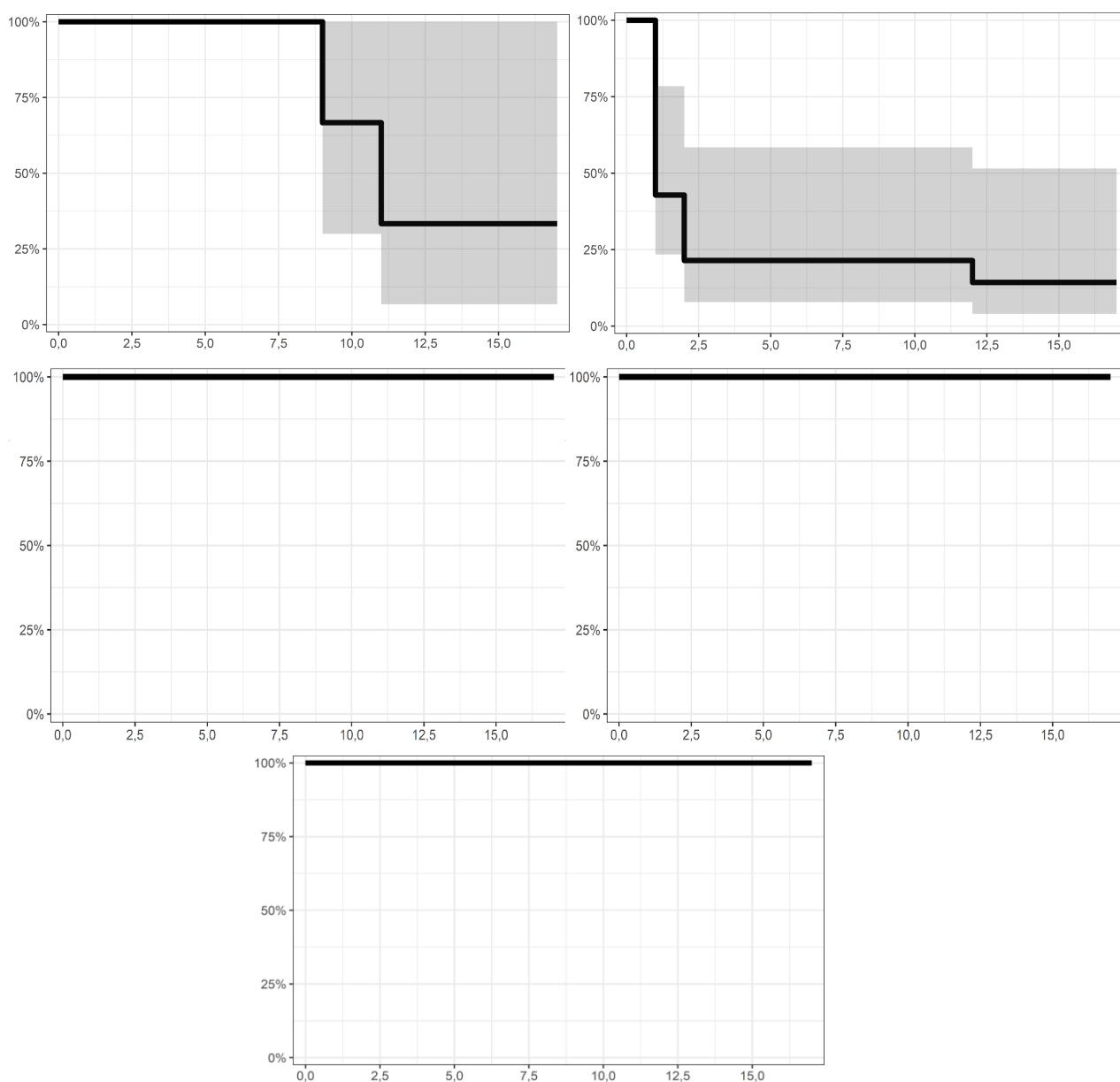
Fonte: Edson Kenji Kawabata, tabelas produzidas no programa estatístico R.

Gráfico 13-16 Curva de sobrevivência, probabilidade de sobrevivência de escorpiões submetidos ao contato com tratamentos em tratamentos com isolado Uni 76, Uni 95, Uni 88 e Uni103 respectivamente em um período de 15 dias.



Fonte :Edson Kenji Kawabata, tabelas produzidas no programa estatístico R.

Gráficos 17-21: Curva de sobrevivência, probabilidade de sobrevivência de escorpiões submetidos ao contato com tratamentos em tratamentos com Matrine, Pó de diatomácea, Óleo de orégano 1%, controle água e controle água e tween respectivamente, em um período de 15 dias. Fonte: Edson Kenji Kawabata, tabelas produzidas no programa estatístico R



Fonte :Edson Kenji Kawabata, tabelas produzidas no programa estatístico R.

Os escorpiões, necessitam de condições ambientais específicas (temperatura, umidade, alimento e abrigo) para se estabelecerem no ambiente, entretanto o *T. serrulatus*, espécie de maior interesse médico do Brasil devido sua peçonha, possui alta flexibilidade ecológica, e consegue se adaptar e proliferar facilmente em ambientes antropizados, oferecendo grandes riscos à saúde humana (Rein, 2023).

Segundo o Instituto Butantan, 2021, no manual de controle de escorpiões de importância em saúde, as estratégias para evitar o escorpionismo está ligada à prevenção do acidente, baseada nos 4 A's (acesso, abrigo, água e alimento), eliminando as condições básicas para a sobrevivência do escorpião. Porém tais ações não resultam no controle e prevenção se o animal já está inserido e estabelecido no ambiente. O controle através de busca ativa e coleta também é uma opção segundo o manual, porém não se pode deixar de pontuar que deve ser feita por profissionais da Vigilância Ambiental, já que a busca sem experiência e EPI (s) necessários pode resultar em acidentes escorpiônicos.

No presente trabalho, as diferentes opções de controle biológico se apresentam como melhores soluções de controle das populações, visto que as concentrações usadas no experimento, já é possível causar a mortalidade dos filhotes, interrompendo o ciclo de vida do animal e consequentemente diminuindo sua população. As concentrações que causaram mortalidade dos adultos têm ainda mais potencial se forem usadas em novos estudos, a fim de analisar a quantidade ideal de concentração dos produtos para uma mortalidade ainda mais rápida e efetiva.

Métodos de controle biológicos por meio de galinhas, já vem sendo estudados, como são aves predadoras do escorpião, em caso de encontro desses dois animais o controle seria eficaz, porém os hábitos das galinhas são diurnos, enquanto dos escorpiões é noturno, diminuindo assim as chances de predação e controle biológico.

5. CONCLUSÕES

Analisando primeiramente os isolados de fungos, é possível observar uma eficiência maior em controle, com os derivados do fungo *M. anisopliae*, onde em menos de 2 dias, a probabilidade de sobrevivência geral dos indivíduos que entraram em contato com o fungo, de acordo com as análises estatísticas é de 0%, ocorrendo a morte em até 2,5 dias. Com o fungo *Beauveria bassiana*, mais especificamente o isolado Uni88 que foi o único letal, a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos ainda é de 70% em 3 dias.

Destes, o isolado mais eficaz para o controle de escorpiões adultos foi o Uni22, com uma probabilidade de morte geral de 70% em 8 dias. No controle dos filhotes, o isolado mais eficaz foi o Uni73, com 100% de probabilidade de morte geral em apenas 2 dias. O isolado Uni63 teve uma taxa de probabilidade de mortalidade geral de até 75% em 4 dias, e Uni também alcançou 100% de probabilidade de mortalidade geral em 8 dias. O Pó de diatomácea, também mostrou promissores, com uma probabilidade de mortalidade geral maior que 75% em 2 dias.

Embora o matrine tenha apresentado uma taxa de probabilidade de sobrevivência de 30% em 10 dias, após 24 horas do experimento, um dos indivíduos já estava bem menos reativo e mais imóvel, movimentando apenas as pernas pra cima e pra baixo, em um comportamento repetitivo. Após 48 horas, os outros dois apresentavam o mesmo comportamento, incapazes de se mover livremente e se alimentar ou beber água, ou seja, mesmo que sua morte não seja

imediatamente ou ocorra mais provavelmente após 10 dias, essa vulnerabilidade pode facilitar a predação do escorpião, ou mesmo causar sua morte por falta de alimentação adequada. De todos os produtos testados e controles, o Matriline foi o único em que os escorpiões não ovipositam em nenhum momento do experimento, demonstrando excelentes resultados no controle das populações.

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam o potencial de diferentes agentes no controle do escorpião amarelo, destacando-se o fungo *M. anisopliae* e o matriline como estratégias promissoras. A eficácia dos isolados variou conforme o estágio de desenvolvimento dos escorpiões, sugerindo que combinações estratégicas podem otimizar o manejo desses animais em ambientes urbanos. A inibição da oviposição pelo matriline representa um diferencial relevante para o controle populacional a longo prazo. Estudos futuros poderão aprofundar a compreensão sobre a aplicação prática desses agentes, considerando fatores ambientais e a viabilidade de uso em programas de controle integrado de pragas.

REFERÊNCIAS

Acidentes com escorpião somam mais de 202 mil notificações em 2023. **Agência Brasil**, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2024-11/acidentes-com-es-corpiao-somam-mais-de-202-mil-notificacoes-em-2023>. Acesso em: 5 fev. 2025.

ALVES, L. F. A. *et al.* **Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797)** (coleoptera: tenebrionidae). Arquivos do Instituto Biológico, v. 73, p. 115–118, 2022.

BERNARDES-OLIVEIRA, E. *et al.* ***Tityus serrulatus* Scorpion Venom Induces Apoptosis in Cervical Cancer Cell Lines. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [S. l.], v. 11, p. 1–8, jun. 2019.

BIOLO-SCHUH, Stefania *et al.* **Estratégias de controle através de busca ativa: controle do escorpião amarelo (*Tityus serrulatus* Lutz & Mello 1922) no cemitério no município de Assis Chateaubriand, Paraná**. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 25, p. 12-20, 2022. Disponível em: <link do artigo>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRAGA, J. R. M.; SENNA, E. S. L. de; RIBEIRO, A. C. **Escorpiões: biologia e envenenamento**. Boletim Científico Agrônomo do CCAAB/UFRB, v. 2, e2280, 2024. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomicodo-ccaab-volume2/2280-2280-pdf>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Volume 55, nº 03. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRAZIL, Tania Kobler; PORTO, Tiago Jordão. **Os escorpiões**. Salvador: EDUFBA, 2010.

BRUSCA, Richard C.; MOORE, Wendy; SHUSTER, Stephen M. **Invertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2018.

CÂNDIDO, D. E.; FAN, H. W. **Controle de escorpiões de importância em saúde**. Instituto Butantan. 2019. Disponível em: <https://repositorio.butantan.gov.br/handle/butantan/3363>. Acesso em: 11 fev. 2025

CARMO, É. A. *et al.* **Factors associated with the severity of scorpion poisoning.** *Texto & Contexto -Enfermagem*, v. 28, e20170561, 2019.

CUPO, P. **Neuropeptide Clinical update on scorpion envenoming.** *Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 20, n. 2, p. 123-128, 1995.

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. **O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil.** *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, v. 4, p. 18-21, 2001.

GOMES, A. C. M. *et al.* **Escorpiões do gênero Tityus no Brasil: biologia, bioquímica da peçonha e fisiopatologia do escorpionismo.** *Scientia Vitae*, v. 13, n. 36, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://www.revistafpsr.com>.

GUERRA-DUARTE, Clara *et al.* **Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem.** *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 17, n. 2, e0011069, 2023.

HARRINGTON, D. P.; FLEMING, T. R. **A class of rank test procedures for censored survival data.** *Biometrika*, v. 69, p. 553-566, 1982.

HEIMPEL, G. E. *et al.* **Biological control: A global perspective.** [S. l.]: Springer, 2017. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1VdEDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Heimpel+et+al.,+2017\)&ots=8EhL8e-9ed&sig=n95y__n1LloTJiUp8Cuj9FQVj1U#v=onepage&q=Heimpel%20et%20al.%2C%202017\)&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1VdEDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Heimpel+et+al.,+2017)&ots=8EhL8e-9ed&sig=n95y__n1LloTJiUp8Cuj9FQVj1U#v=onepage&q=Heimpel%20et%20al.%2C%202017)&f=false).

HUANG, Jiulin; XU, Hui. **Matrine: Bioactivities and Structural Modifications.** *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 2016. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/ctmc/2016/00000016/00000028/art00010>. Acesso em: 5 fev. 2025.

LI, Xia *et al.* **Matrine: Uma revisão de sua farmacologia, farmacocinética, toxicidade, aplicação clínica e pesquisas de preparação.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 269, 113682, 2021. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113682. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33307055/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

LOURENÇO, W. R. **Scorpions of Brazil.** Paris: Les Éditions l'If, 1. ed., 2002.

LORINI, Irineu *et al.* **Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 2, p. 32-36, 2001.

MASCARIN, Gabriel Moura; JARONSKI, Stefan T. **The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide.** World Journal of Microbiology & Biotechnology, v. 32, n. 11, p. 177, 2016.

MEYLING, Nicolai V.; EILENBERG, Jørgen. **Ecologia dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em agroecossistemas temperados: potencial para controle biológico conservacionista.** Biological Control, v. 43, n. 2, p. 145–155, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964407001806>. Acesso em: 6 fev. 2025.

MIRANDA, Hellem Ranny Nascimento *et al.* **Controle biológico: combate de pragas de forma sustentável na fase vegetativa do milho.** Facit Business and Technology Journal, v. 2, n. 46, 2023.

MURAYAMA, Gabriel Pimenta. **Revisão dos métodos de controle e teste da eficácia de pesticida e de galinhas para controle de escorpiões.** 2024. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-11122024-174423/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

NENCIONI, Ana Leonor Abrahão *et al.* **Effects of Brazilian scorpion venoms on the central nervous system.** Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, v. 24, n. 1, p. 3, 2018.

OGUIURA, N. **Venenos e toxinas: uma abordagem multidisciplinar.** Biológico, São Paulo, v. 66, n. 1/2, p. 57, jan./dez. 2004.

PEREIRA *et al.* **Contaminação no lençol freático, rios, lagos e lagoas do Brasil por agrotóxicos.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 7, p. 863–874, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i7.6235. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6235>. Acesso em: 12 ago. 2024.

PUORTO, G. *et al.* **Animais venenosos: serpentes, anfíbios, aranhas, escorpiões, insetos e lacraias.** 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Butantan, p. 19, 2017.

ROBERTS, D. W.; ST. LEGER, R. J. ***Metarhizium spp.*, fungo cosmopolita patogênico a insetos: aspectos micológicos.** In: LASKIN, A. I. *et al.* (Ed.). *Advances in Applied Microbiology*. London: Elsevier, 2004. v. 54, p. 1-70.

ROYER, Marlon. **Descrição espacial do escorpionismo no brasil e sua relação com a distribuição geográfica das espécies de escorpião de interesse médico do gênero *Tityus* C. L. Koch. 2023.**

SANTANA, Vivian Tallita Pinheiro de *et al.* **Aspectos clínicos e epidemiológicos relacionados a acidentes com animais peçonhentos.** *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 14, n. 2, p. 153–159, 2015.

SINGH, H. B. *et al.* ***Beauveria bassiana*: biocontrole além de pragas lepidópteras.** In: SREE, K.; VARMA, A. (eds.). *Biocontrole de pragas lepidópteras*. *Biologia do solo*, v. 43. Cham: Springer, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-14499-3_10. Acesso em: 22 fev. 2025

SUN, Xiao-Ying; JIA, Li-Yi; RONG, Zheng; *et al.* **Research Advances on Matrine.** *Frontiers in Chemistry*, v. 10, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/chemistry/articles/10.3389/fchem.2022.867318/full>. Acesso em: 5 fev. 2025.

TIAN, Yongqing; ZHANG, Zhixiang. **Insecticidal Activities of *Sophora flavescens* Alt. towards Red Imported Fire Ants (*Solenopsis invicta* Buren).** *Toxins*, v. 15, n. 2, p. 105, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6651/15/2/105>. Acesso em: 1 fev. 2025.

TRICHES, C. M. F. **Predição e caracterização de um epítopo conformacional da beta neurotoxina TSI do escorpião *Tityus serrulatus*.** 2017. 85 f. Tese (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2017.

WANG, Xi *et al.* **Matrine induces cardiotoxicity by promoting ferroptosis through the Nrf2 antioxidant system in H9c2 cells.** *Toxicology Letters*, v. 397, p. 11-22, 2024. DOI: 10.1016/j.toxlet.2024.05.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378427424000987>. Acesso em: 1 fev. 2025.

WRAIGHT, S. P. *et al.* **Production, stabilization and formulation of fungal biocontrol agents.** In: BUTT, T. M. *et al.* (Ed.). *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. Wallingford: CAB International, 2001. p. 253-287.

ZIMMERMANN, Gisbert. **The entomopathogenic fungus**

Metarhizium anisopliae and its potential as a biocontrol agent.
Pesticide Science, v. 37, n. 4, p. 375–379, 1993.