



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO**

**LOUIZE REGAL XAVIER DE SÁ**

**COMPATIBILIDADE DE *Akanthomyces* sp. E *Cordyceps javanica* A ÓLEO  
VEGETAL, VISANDO A FORMULAÇÃO DE DOIS MICOINSETICIDAS.**

Recife,  
2023

**LOUIZE REGAL XAVIER DE SÁ**

**COMPATIBILIDADE DE *Akanthomyces* sp. E *Cordyceps javanica* A ÓLEO VEGETAL, VISANDO A FORMULAÇÃO DE DOIS MICOINSETICIDAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Ana Carla da Silva  
Santos (UFPE)

Recife,  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE.

De Sá , Louize Regal Xavier .

Compatibilidade de *Akanthomyces* sp. E *Cordyceps javanica* a óleo vegetal,  
visando a formulação de dois micoinseticidas. / Louize Regal Xavier De Sá . -  
Recife, 2023.

27 : il., tab.

Orientador(a): Ana Carla da Silva Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2023.

1. Micologia . 2. Fungos entomopatogenicos . 3. Controle biológico . 4.  
Micoinseticida . 5. Formulação . I. Santos, Ana Carla da Silva . (Orientação). II.  
Título.

570 CDD (22.ed.)

**LOUIZE REGAL XAVIER DE SÁ**

**COMPATIBILIDADE DE *Akanthomyces* sp. E *Cordyceps javanica* A ÓLEO  
VEGETAL, VISANDO A FORMULAÇÃO DE DOIS MICOINSETICIDAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal  
de Pernambuco, como requisito para  
a obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Aprovado em: 28/08/2023.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Dra. Ana Carla da Silva Santos (UFPE)  
(Orientadora)

Dra. Athaline Gonçalves Diniz (UFPE)

Me. Amanda Lucia Alves (UFPE)

“Está tudo bem não ter um sonho.  
Contanto que haja momentos em que  
você sinta felicidade. “

-BTS

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora, Dra. Ana Carla da Silva Santos, pela oportunidade dada e pela confiança na realização deste trabalho.

À minha família, pela companhia, pelo amor e carinho que são únicos e por me ouvirem mesmo entendendo pouco do assunto. As minhas amigas, pela companhia, conselhos e conversas. Ao meu namorado, pelo apoio e paciência nesse processo.

Agradeço pelo amor incondicional que me ofereceram, pelos sorrisos compartilhados, pelas palavras de encorajamento nos momentos difíceis e pelo apoio constante que sempre me envolve. Cada gesto, por menor que seja, tem um impacto significativo em minha jornada e é valorizado mais do que as palavras podem expressar.

## RESUMO

MicoInseticidas são produtos que utilizam em sua base fungos com potencial para controlar pragas de forma sustentável. *Akanthomyces* e *Cordyceps*, os fungos utilizados neste trabalho, são gêneros entomopatogênicos conhecidos, possuindo a capacidade de infectar e controlar insetos. Óleos vegetais podem ser usados na formulação de micoInseticidas, visando melhorar a viabilidade, estabilidade e eficácia do produto. Este trabalho teve como objetivo verificar a compatibilidade de dois fungos entomopatogênicos, *Akanthomyces* sp. (URM 8046) e *Cordyceps javanica* (URM 8042), com o óleo vegetal Veget'Oil, visando a formulação de dois micoInseticidas. Para realização deste trabalho, foram utilizados isolados fúngicos coletados em uma área de produção agroecológica no Assentamento Chico Mendes II, no estado de Pernambuco. Para avaliar o efeito do Veget'Oil sobre a taxa de crescimento, esporulação e viabilidade dos esporos, os fungos foram cultivados em meio de cultura Batata, ágar, dextrose (BDA) acrescido do Veget'Oil nas concentrações de 0,25%, 0,5% e 1%. No controle, os fungos foram cultivados em meio BDA sem a adição do óleo. Os experimentos foram realizados com quatro repetições de cada tratamento. Os dados de crescimento, esporulação e germinação foram submetidos ao modelo IB (Índice Biológico) para a classificação da compatibilidade. O efeito das concentrações do óleo sobre o crescimento dos fungos variou, mas para os parâmetros esporulação e viabilidade não foi observada diferença estatística entre os controles e os tratamentos, indicando que não houve inibição nem incremento desses parâmetros pelo óleo. Todas as concentrações testadas foram compatíveis com os fungos. A resposta sobre a compatibilidade entre os fungos e o Veget'Oil indica que esse óleo vegetal pode ser utilizado na formulação de micoInseticidas baseados em *Akanthomyces* sp. (URM 8046) e *C. javanica* (URM 8042), contribuindo para o desenvolvimento de estratégias eficazes e ambientalmente amigáveis para o controle de insetos-praga. Estratégias essas que visam reduzir o consumo de pesticidas químicos convencionais com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e aos seres humanos. A formulação adequada de micoInseticidas contribui para a promoção de uma agricultura mais ecológica e resiliente.

Palavras-chaves: Biopesticidas; controle biológico; fungos entomopatogênicos; Veget'Oil.

## ABSTRACT

Mycoinsecticides are products based on fungi that have the potential to control pests in a sustainable way. *Akanthomyces* and *Cordyceps*, the fungi used in this work, are known entomopathogenic genera, having the ability to infect and control insects. Vegetable oils can be used to formulate mycoinsecticides, aiming to improve the viability, stability and effectiveness of the product. This work aimed to verify the compatibility of two entomopathogenic fungi, *Akanthomyces* sp. (URM 8046) and *Cordyceps javanica* (URM 8042), with the vegetable oil Veget'Oil, aiming at the formulation of two mycoinsecticides. To carry out this work, fungal isolates collected in an agroecological production area in the Chico Mendes II Settlement, in the state of Pernambuco, were used. To evaluate the effect of Veget'Oil on the growth rate, sporulation and spore viability, the fungi were cultivated in Potato, agar, dextrose (BDA) medium plus Veget'Oil at concentrations of 0.25%, 0.5% and 1%. In the control, the fungi were cultivated in PDA medium without the addition of oil. The experiments were performed with four repetitions of each treatment. Growth, sporulation and germination data were submitted to the IB model (Biological Index) to classify compatibility. The effect of oil concentrations on fungal growth varied, but for the sporulation and viability parameters, no statistical difference was observed between controls and treatments, indicating that there was no inhibition or increase on these parameters. All tested concentrations were compatible with fungi. The answer about the compatibility between the fungi and Veget'Oil indicates that this vegetable oil can be used in the formulation of mycoinsecticides based on *Akanthomyces* sp. (URM 8046) and *C. javanica* (URM 8042), contributing to the development of effective and environmentally friendly strategies for controlling insect pests. These strategies aim to reduce the consumption of conventional chemical pesticides with the aim of minimizing negative impacts on the environment and human beings. The appropriate formulation of mycoinsecticides can contribute to promoting a more ecological and resilient agriculture.

Keywords: Biopesticides; biological control; entomopathogenic fungi; Veget'Oil.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivo específico	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
3.1 Fungos entomopatogênicos	13
3.2 Controle biológico	14
3.3 Micoínseticidas	15
3.4 Formulações	15
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
4.1 Fungos	17
4.2 Óleo vegetal emulsionável	17
4.3 Efeito do Veget'Oil sobre o crescimento somático dos isolados fúngicos	17
4.4 Efeito do Veget'Oil sobre a esporulação dos isolados fúngicos	17
4.5 Efeito do Veget'Oil sobre a germinação dos isolados fúngicos	18
4.7 Análises estatísticas	18
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
5.1 Efeitos do Veget'Oil sobre o crescimento, a esporulação e a germinação dos isolados de <i>Akanthomyces</i> sp. e <i>Cordyceps javanica</i>	19
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>22</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por alternativas eficientes e sustentáveis no controle de insetos tem ganhado destaque nas últimas décadas, devido aos impactos ambientais e à resistência adquirida por esses organismos aos produtos químicos convencionais. Os programas de controle biológico de pragas vêm despertando grande interesse em todo o mundo devido à nova orientação internacional do setor agrícola em relação à conscientização do uso sustentável dos recursos biológicos e aos bons resultados alcançados (Silva *et al.*, 2006).

Ainda que os agrotóxicos sejam mais procurados para prevenir, controlar e erradicar doenças e pragas, o uso constante destes produtos pode alterar o equilíbrio dos ecossistemas, aumentar a incidência e severidade de doenças, selecionando variantes resistentes aos produtos químicos aplicados, e contaminar espécies não-alvo (Schwan-estrada; Stangarlin; Cruz, 2000; Morandi *et al.*, 2009; Brum *et al.*, 2014; Nunes *et al.*, 2021). Como alternativa, a adoção de produtos naturais no controle de patógenos e pragas de interesse agrônomo tem se destacado, fortalecendo-se com o crescente movimento envolvendo a agricultura orgânica e suas variantes como a biodinâmica natural, alternativa e sustentável. Dessa forma, consiste em uma opção promissora para reduzir o uso indiscriminado de produtos químicos.

Cerca de 230 produtos comerciais à base de microrganismos ou agentes de controle biológico estão registrados no Brasil. Em geral, o tamanho das empresas biológicas é muito menor do que o das agroquímicas, o que se reflete na capilaridade e na capacidade de difusão de seus produtos. No entanto, o setor manufatureiro apontou uma tendência crescente no uso e comercialização desses produtos no Brasil (Jorge; Silva; Souza, 2020) e grandes agroindústrias e empresas químicas começaram a investir na descoberta e licenciamento de biopesticidas, percebendo o potencial desse mercado (Marrone, 2014).

Nesse contexto, a utilização de micoinseticidas, que são produtos à base de fungos entomopatogênicos, têm se mostrado uma opção promissora, em um importante papel. Dentre os fungos entomopatogênicos, os gêneros *Akanthomyces* e *Cordyceps* têm demonstrado potencial como agentes bioinseticidas eficazes contra diversas espécies de insetos prejudiciais às plantações (Ou *et al.*, 2018; Du *et al.*, 2019; Danilovich *et al.*, 2020; Broumandnia *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2023).

No entanto, para garantir a eficácia desses micoinseticidas, é necessário o desenvolvimento de formulações adequadas. Formulações são obtidas a partir da mistura do ingrediente ativo (propágulo vivo do fungo) com adjuvantes que possibilitam aumentar a sobrevivência e a viabilidade do fungo durante o armazenamento e no ambiente, proteger o fungo frente a fatores ambientais adversos, e melhorar sua ação contra a praga-alvo (Michereff Filho, de Faria & Wraight, 2007). O óleo vegetal pode atuar como um veículo para o fungo, proporcionando proteção contra fatores adversos e aumentando sua aderência e persistência nas superfícies das plantas-alvo. Nesse sentido, determinar a compatibilidade entre os fungos *Akanthomyces* e *Cordyceps* com óleo vegetal é uma etapa crucial na formulação de micoinseticidas (Almeida, 2014).

Com a crescente demanda por alternativas mais seguras e ecologicamente amigáveis aos pesticidas químicos convencionais, esforços para o desenvolvimento de micoinseticidas contribuem para que estratégias de manejo de pragas mais sustentáveis sejam adotadas na agricultura (Nodari, Guerra, 2015). Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo determinar a compatibilidade entre isolados de *Akanthomyces* e *Cordyceps* ao óleo vegetal Veget'Oil, considerando o efeito do óleo sobre o crescimento, esporulação e viabilidade dos propágulos dos fungos, visando o desenvolvimento de formulações micoinseticidas. Compreender esses aspectos é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle de insetos-praga, que sejam seguras para o meio ambiente e a saúde humana.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Determinar a compatibilidade do Veget'Oil com um isolado de *Akanthomyces* sp. e um isolado de *Cordyceps javanica*, visando a formulação de dois micoinseticidas para a aplicação no controle biológico de pragas.

### 2.2 Objetivo específico

2.2.1 Avaliar o efeito de três concentrações do Veget'Oil sobre a taxa de crescimento, esporulação e viabilidade dos esporos de *Akanthomyces* sp. (URM 8046) e *Cordyceps javanica* (URM 8042);

2.2.2 Determinar se o Veget'Oil é compatível com os fungos a partir do modelo IB (Índice Biológico) de classificação da compatibilidade.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Fungos entomopatogênicos

Os fungos entomopatogênicos são organismos com capacidade parasita, de infectar e matar insetos. Sendo utilizados como ferramentas eficazes para o controle biológico, no manejo de insetos-praga (Araújo, 2022). O processo de infecção do fungo entomopatogênico ocorre por contato, através da fixação dos esporos na cutícula do inseto. Após a germinação dos propágulos, os mesmos penetram a cutícula por meio de pressão mecânica e enzimática, e sua disseminação ocorre após a digestão da cutícula, multiplicando-se internamente, absorvendo os nutrientes e levando o hospedeiro à morte. Ao fim desse processo, produz células infectivas sobre o cadáver, para assim contaminar novos hospedeiros (Mora, Castilho, Fraga, 2017).

Fungos entomopatogênicos desempenham um papel importante na regulação de populações de insetos, incluindo pragas agrícolas e florestais (Esparza Mora, 2015). Em grande maioria, os fungos entomopatogênicos atacam seus hospedeiros, colonizando os seus corpos. O sucesso da colonização depende do estágio do desenvolvimento do hospedeiro e de condições abióticas propícias, ou seja, quanto mais jovem o hospedeiro for, e o ambiente apresentar boa taxa de umidade, mais eficaz a colonização do fungo no hospedeiro (Rohrig, 2021).

Entre os principais grupos de fungos entomopatogênicos estão *Metarhizium*, *Beauveria*, *Akanthomyces* (anteriormente conhecido como *Lecanicillium*) e *Cordyceps* (anteriormente conhecido como *Isaria*) que apresentam potencial para controle biológico. Entre esses, *Akanthomyces* e *Cordyceps* são conhecidos por sua capacidade de infectar e matar uma ampla variedade de insetos (Esparza Mora, 2015)

Entre os hospedeiros suscetíveis a *Akanthomyces* spp. encontram-se a mosca-branca do algodoeiro *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), uma importante praga de muitas culturas (Broumandnia *et al.*, 2021), a mosca da fruta *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), praga economicamente importante em áreas subtropicais da América do Sul e quarentenária para os Estados Unidos e vários países europeus e asiáticos (Danilovich *et al.*, 2020), e o trips da flor do feijão *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae), uma das pragas mais nocivas para as leguminosas (Du *et al.*, 2019).

Espécies de *Cordyceps* são conhecidas por causar epizootias e principalmente por infectar *B. tabaci*, uma das pragas mais destrutivas de vegetais mundialmente (Wu *et al.*, 2021). Outros insetos como o psíldeo cítrico *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) (Ou *et al.*, 2018) e o pulgão *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae) (Wang *et al.*, 2023), também foram relatados como suscetíveis a *Cordyceps* spp.

### 3.2 Controle biológico

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas, animais e outros organismos por inimigos naturais. Todas as espécies de plantas e animais têm predadores que atuam em diferentes fases dos seus ciclos de vida. Seus inimigos naturais incluem grupos bastante diversos como insetos, vírus, fungos, bactérias, nematóides, protozoários, rickettsias, micoplasmas, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Rêgo, & Almeida, 1998). O controle biológico de insetos é baseado no uso de organismos vivos para reduzir populações de insetos-praga prejudiciais às plantações a níveis abaixo do dano econômico (Junior, *et al.*, 2018; Alves *et al.*, 2016).

Os agrotóxicos são produtos químicos sintéticos destinados a proteger as culturas agrícolas de pragas, insetos, larvas e fungos, controlar doenças causadas por esses vetores e regular o crescimento da vegetação (BRASIL, 2002; INCA, 2021). No entanto, os agrotóxicos apresentam efeitos colaterais que representam riscos à saúde humana e ao meio ambiente (Veiga, 2017). Por outro lado, o uso de controle biológico oferece várias vantagens em relação aos pesticidas químicos tradicionais. Além de ser uma alternativa mais segura para o meio ambiente e para a saúde humana, apresenta boa eficácia, reduz a dependência de produtos químicos sintéticos, minimiza problemas como resistência de pragas e a contaminação do solo e da água (Campanhola, 2003). Outras vantagens são a especificidade contra os patógenos alvos e boa capacidade de colonização e competitividade (Salvadori, *et al.* 2006).

Entre os organismos utilizados no controle biológico de insetos, os fungos se destacam por serem responsáveis por aproximadamente 80% das doenças que acometem insetos (Finkler, 2012), podendo ser desenvolvidos como micoinseticidas.

### 3.3 Micoínseticidas

Os micoínseticidas são produtos à base de fungos vivos, utilizados no controle de insetos. Representam um mercado crescente devido à demanda por soluções mais sustentáveis no combate às pragas agrícolas que desempenham importante papel na agricultura moderna e sustentável (de Faria & Wraight, 2007).

Os primeiros testes com fungos que infectam insetos, também chamados fungos entomopatogênicos, foram realizados no final do século XIX quando avaliou-se o potencial de *Metarhizium anisopliae* para regular uma espécie de besouro. Foi apenas um século depois que os primeiros resultados práticos começaram a aparecer, e vários inseticidas biológicos à base de fungos (micoínseticidas) são atualmente vendidos em vários países (Faria, & Magalhães, 2001).

Atualmente, os gêneros fúngicos *Akanthomyces*, *Beauveria*, *Cordyceps* e *Metarhizium* compreendem as espécies mais comumente usadas como ingredientes ativos de micoínseticidas (de Faria & Wraight, 2007; Lacey *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2022).

No Brasil, a produção massal de fungos entomopatogênicos é tradicionalmente realizada para a obtenção do princípio ativo dos micoínseticidas (Faria, & Magalhães, 2001), sendo os fungos entomopatogênicos produzidos principalmente em substratos sólidos como o arroz (Mascarin *et al.*, 2019). Embora processos de fermentação líquida possam ser utilizados na produção de fungos entomopatogênicos, a fermentação em estado sólido é a mais comum por favorecer a produção de conídios aéreos que são mais resistentes do que os blastosporos e mais adequados se o micoínseticida for aplicado como *spray* (Jaronski, & Mascarin, 2017).

No entanto, em campo, fatores bióticos e abióticos, como competição, predação, temperatura, radiação solar, entre outros, podem limitar a ação do fungo no controle do inseto (Bouamama *et al.*, 2010; Ment *et al.*, 2010). Dessa forma, formulações têm sido usadas para contornar esses obstáculos (Alves *et al.*, 2002).

### 3.4 Formulações

Uma formulação de micoínseticida refere-se a uma composição criada pela mistura de fungos entomopatogênicos com outros componentes. Esses ingredientes devem contribuir para alta viabilidade, estabilidade, virulência e eficácia do agente

de controle microbiano e para a aceitação do produto pelo usuário (Alves, 2006).

No caso da formulação de micoinseticidas, propágulos vivos do fungo, que são considerados os ingredientes ativos, são misturados com adjuvantes com a finalidade de melhorar a estabilidade do fungo durante a distribuição e armazenamento, aumentar a eficácia e facilitar a aplicação do produto, além de proteger o agente biológico contra fatores ambientais adversos, como radiação UV, baixa umidade e temperaturas elevadas, aumentando sua persistência no ambiente (Michereff Filho, de Faria & Wraight, 2007).

Existem diferentes tipos de micoinseticidas, podendo as formulações serem líquidas, em pó e granulares, adaptadas ao alvo e ao método de aplicação (Michereff Filho, de Faria & Wraight, 2007).

Substâncias como óleos auxiliares emulsionáveis, tensoativos e conservantes podem ser utilizados para melhorar as propriedades físicas e químicas da formulação. Um exemplo da substância utilizada é o óleo vegetal emulsionável, que auxilia na dispersão e adesão dos micoinseticidas às superfícies alvo (Texeira, 2015). Formulações à base de óleos emulsionáveis também conferem maior proteção e persistência dos conídios contra os raios UV (Alves *et al.*, 2002) e aumento do efeito antievaporante, fagoestimulante, além da maior adesividade sobre o inseto (Silva *et al.*, 2015).

O desenvolvimento de micoinseticidas tem impulsionado o mercado de produtos sustentáveis para fins agrícolas. Usando técnicas apropriadas, é possível selecionar fungos com propriedades inseticidas para produzir formulações. A escolha de substâncias adequadas contribui para a eficácia e aplicação das preparações, sendo o óleo vegetal emulsionável Veget'oil um exemplo relevante nesse contexto (Silva, 2014; Bueno, *et al* 2015).

O uso de óleos emulsionáveis vegetais possuem suas vantagens e desvantagens. As vantagens do uso de óleos vegetais são proporcionar maior adesão às superfícies de insetos e plantas; não são inflamáveis, portanto, mais seguros; além de fornecer alguma proteção aos esporos da radiação ultravioleta (Carvalho, 2017). Por outro lado, se os esporos tiverem teor de água acima de 10%, os propágulos fúngicos podem iniciar o processo de germinação devido à presença de nutrientes (resíduos de grãos), o que reduz a viabilidade durante o armazenamento em ambiente de temperatura (Alves, & Faria, 2010).



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Fungos

Um isolado de *Akanthomyces* sp. (URM 8046) e um isolado de *Cordyceps javanica* (URM 8042) foram utilizados neste estudo. Esses fungos foram obtidos da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), coletada de folhas de citros em uma área de produção agroecológica no Estado de Pernambuco (Assentamento Chico Mendes II). Tais isolados foram testados contra este inseto e demonstraram potencial para o seu controle (Barbosa *et al.*, 2021). Eles estão depositados na Micoteca URM (University Recife Mycologia) da Universidade Federal de Pernambuco.

### 4.2 Óleo vegetal emulsionável

Para avaliar a compatibilidade dos fungos com o Veget'Oil (Oxiquímica Agrociência Ltda, Jaboticabal, Brasil), óleo vegetal a ser utilizado na formulação, foi avaliado o crescimento somático, a esporulação e a germinação dos isolados fúngicos nas concentrações de 0,25%, 0,5%, 1% do óleo. Para isso, o Veget'Oil puro foi diluído em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) ainda líquido (45°C) nas concentrações desejadas.

### 4.3 Efeito do Veget'Oil sobre o crescimento somático dos isolados fúngicos

Para a determinar a taxa de crescimento, discos de 0,12 cm<sup>2</sup> contendo micélio do fungo foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo o meio BDA (controle) e BDA acrescido do óleo nas concentrações estudadas. Após sete dias de incubação a 25 °C no escuro, os diâmetros das colônias foram mensurados em diâmetros opostos (Alves, 1998).

### 4.4 Efeito do Veget'Oil sobre a esporulação dos isolados fúngicos

Para a avaliação da produção de conídios, blocos cilíndricos de (0,28 cm<sup>2</sup>) retirados das colônias fúngicas acima referidas, foram transferidos para tubos de ensaio contendo 5 ml de solução Tween 80 (0,01%), e, após agitação em *vortex*, o número de conídios foram estimado em câmara de Neubauer (Alves, 1998).

#### **4.5 Efeito do Veget'Oil sobre a germinação dos isolados fúngicos**

Para a taxa de germinação, 500 µl das suspensões de conídios preparadas foram semeadas em placas de Petri contendo BDA e, após 16 horas de incubação foi realizado em microscópio óptico, a contagem de 200 conídios por repetição, entre germinados e não germinados (Alves, 1998).

#### **4.6 Classificação da compatibilidade entre o óleo e os isolados fúngicos**

A classificação da compatibilidade foi baseada no modelo IB (Índice Biológico), desenvolvido por Rossi-Zalaf *et al.* (2008) que calcula os valores percentuais médios de esporulação (ESP), crescimento (CV) e germinação (GERM) com relação ao controle, de acordo com a fórmula:  $IB = [47 (CV) + 43 (ESP) + 10 (GERM)] / 100$ . Os valores de IB para a classificação dos produtos quanto à compatibilidade com entomopatógenos são: Tóxico de 0 a 41, moderadamente tóxico de 42 a 66 é compatível acima de 66.

#### **4.7 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade utilizando o programa Sisvar 5.8 (Ferreira, 2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Efeitos do Veget'Oil sobre o crescimento, a esporulação e a germinação dos isolados de *Akanthomyces* sp. e *Cordyceps javanica*

O estudo dos efeitos do Veget'Oil sobre o crescimento, a esporulação e a germinação dos isolados de *Akanthomyces* sp. e *Cordyceps javanica* revelou alguns resultados interessantes. Em relação à germinação e esporulação, não houve diferenças significativas entre os tratamentos com Veget'Oil e o grupo controle (Tabela 1). Isso sugere que o Veget'Oil não teve efeito inibitório nem estimulatório sobre esses processos nos isolados fúngicos estudados.

Tabela 1 - Diâmetro das colônias, número de esporos/cm<sup>2</sup> e porcentagem de esporos viáveis (média ± desvio padrão)

	Concentrações do Veget'Oil			
	0%	0,25%	0,50%	1%
Isolado fúngico <sup>a</sup>	Diâmetro da colônia (cm) <sup>b</sup>			
URM 8046	2,94 ± 0,27 a	1,76 ± 0,08 bcd	1,41 ± 0,09 d	1,64 ± 0,07 cd
URM 8042	2,15 ± 0,37 b	1,94 ± 0,15 bc	1,46 ± 0,18 d	1,80 ± 0,15 bcd
	Número de esporos/cm <sup>2</sup> (x10 <sup>-5</sup> ) <sup>c</sup>			
URM 8046	6,28 ± 11,22	8,63 ± 21,12	7,44 ± 17,12	6,69 ± 92,91
URM 8042	6,69 ± 27,84	6,46 ± 15,77	8,24 ± 10,75	11,17 ± 72,51
	Viabilidade dos esporos (%) <sup>c</sup>			
URM 8046	82,28 ± 6,18	83,50 ± 5,32	88,25 ± 1,71	87,88 ± 3,04
URM 8042	78,13 ± 8,82	80,13 ± 7,64	80,13 ± 7,41	75,50 ± 11,72

<sup>a</sup> URM 8046: Isolado de *Akanthomyces* sp.; URM 8042: Isolado de *Cordyceps javanica*.

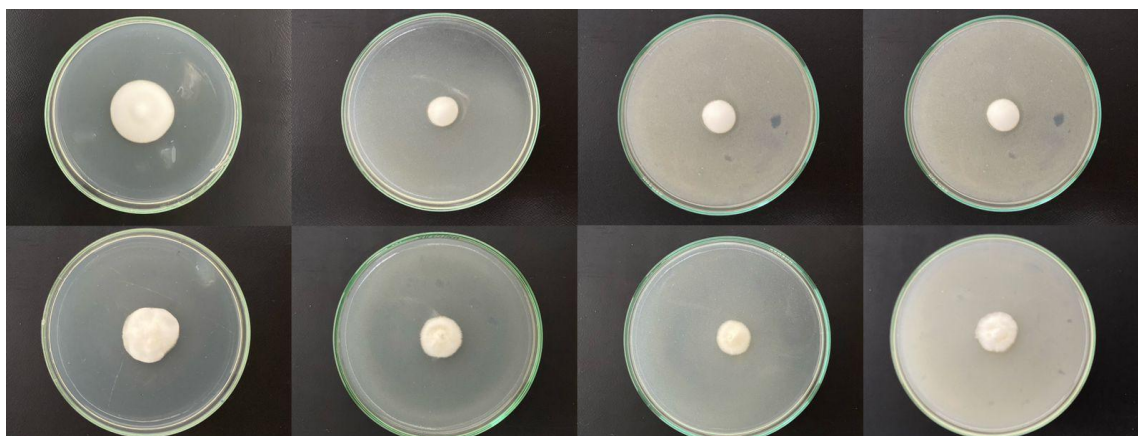
<sup>b</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

<sup>c</sup> Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo.

Porém, enquanto as concentrações do Veget'oil não exerceram influência sobre os números de esporos, assim como a viabilidade deles, os efeitos sobre o crescimento foram variáveis (Tabela 1 e Figuras 1 e 2). Para o isolado de *Akanthomyces*, a taxa de crescimento foi menor na presença do óleo, quando comparada com o controle, não sendo observada uma relação direta entre o aumento da concentração do extrato e a redução no crescimento, uma vez que os tratamentos com diferentes concentrações do óleo não diferiram entre si. Para o isolado de *C. javanica*, apenas a concentração de 0,5% do óleo causou redução na taxa de crescimento, enquanto as concentrações de 0,25% e 1% não provocaram diferença significativa em relação ao controle. A redução do crescimento em função de alguns tratamentos pode indicar que o Veget'Oil pode ter um impacto mais sutil

nos estágios iniciais do desenvolvimento dos fungos testados, afetando a proliferação de células jovens. Entretanto, a inibição do crescimento é uma indicação de fungitoxidade menos representativa do que a germinação (Loria *et al.*, 1983).

Figura 1 Isolados de *Akanthomyces* (primeira linha) e *Cordyceps* (segunda linha) cultivados na ausência (controle) e presença de diferentes concentrações de Veget'Oil. As placas da esquerda para a direita correspondem, respectivamente, ao controle, 0,25%, 0,5% e 1% do Veget'Oil.



Fonte: Sá, L.R.X. (2023)

A ausência de efeitos significativos sobre a germinação e a esporulação sugere que essas fases do desenvolvimento dos fungos estudados podem ser menos sensíveis às propriedades do Veget'Oil, em comparação com o crescimento. É necessário explorar mais a fundo os mecanismos subjacentes a essas observações, investigando se os componentes do Veget'Oil interagem de maneira específica com as vias metabólicas das espécies em estudo.

No estudo de Nunes (2019), o desenvolvimento do fungo *Beauveria bassiana* foi analisado com alguns adjuvantes na concentração de 1%, entre eles, o Veget'Oil. Foi observado que o Veget'Oil não interferiu sobre o crescimento somático do fungo, comparado com o Tween 80®, utilizado como controle. Em relação à taxa de germinação conidial houve redução em relação ao controle, por outro lado, a esporulação foi aumentada pelo Veget'Oil.

Em um outro estudo feito por Silva (2014) foi constatado que o Veget'Oil reduziu o crescimento somático de isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana*. Por outro lado, a produção e a viabilidade dos conídios não foram afetadas significativamente na presença do óleo para todos os isolados de *M. anisopliae* testados. Para *B. bassiana*, a produção de conídios foi afetada pelo óleo apenas para um isolado, enquanto outro isolado dessa espécie teve a taxa de germinação aumentada na presença do Veget'oil. De acordo com o índice biológico, a maioria

das concentrações de Veget'Oil testadas foram compatíveis para a maioria dos isolados fúngicos analisados no estudo de Silva (2014).

Com relação aos valores de Índice Biológico (IB, Tabela 2) obtidos neste estudo, para os dois fungos, os resultados indicaram compatibilidade de todas as concentrações testadas, indicando que qualquer uma das concentrações testadas pode ser selecionada e aplicada na formulação. Com base nos maiores valores IB, o isolado de *C. javanica* na concentração de 0,5% e o isolado de *Akanthomyces sp.* na concentração de 0,25% são as combinações mais adequadas a serem selecionadas para o desenvolvimento dos dois micoinseticidas.

Tabela 2 Classificação da compatibilidade do Veget'Oil com os isolados fúngicos testados em diferentes concentrações (valor IB, segundo Rossi-Zalaf *et al.*, 2008)

Isolado Fúngico <sup>a</sup>	Concentração do Veget'Oil (%)	Valor IB	Classificação <sup>b</sup>
URM 8046	0,25%	97,38	Compatível
	0,50%	84,22	Compatível
	1%	82,75	Compatível
URM 8042	0,25%	84,81	Compatível
	0,50%	102,82	Compatível
	1%	85,16	Compatível

<sup>a</sup> URM 8046: Isolado de *Akanthomyces sp.*; URM 8042: Isolado de *Cordyceps javanica*.

<sup>b</sup> Compatível: acima de 66; moderadamente tóxico: 42–66; tóxico: 0–41.

Ademais, a compatibilidade indica que o óleo vegetal não é tóxico para o *Akanthomyces sp.* e *Cordyceps javanica*, e que pode ser empregado para o desenvolvimento de estratégias eficazes para o controle das pragas com o propósito de reduzir o consumo de pesticidas químicos com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e aos humanos.

Para garantir a eficácia desses micoinseticidas, é necessário o desenvolvimento de formulações adequadas que possibilitem a sobrevivência e a viabilidade do fungo durante o armazenamento e a aplicação (Alves e Almeida, 1995). A constatação de o Veget'Oil ter sido compatível com *Akanthomyces sp.* (URM 8046) e *C. javanica* (URM 8042) indica que esse óleo vegetal pode ser utilizado na formulação de micoinseticidas baseados nesses fungos entomopatogênicos, contribuindo para o desenvolvimento de alternativas eficazes para o controle de insetos-praga, e para o fortalecimento da agricultura sustentável no Brasil.

## 6. CONCLUSÃO

- Todas as concentrações do Vegetoil testadas foram compatíveis com *Akanthomyces* sp. (URM 8046) e *Cordyceps javanica* (URM 8042) e podem ser empregadas na formulação de micoinseticidas utilizando esses fungos como ingredientes ativos.

## 7. REFERÊNCIAS

- Alves, R.T., Bateman, R.P., Gunn, J., Prior, C, Leather, S.R.. **Effects of different formulations on viability and medium-term storage of *Metarhizium anisopliae***. *Neotropical Entomology*;31(1):091-099. (2002).
- Alves, R.T., et al. **Desenvolvimento de formulações de micoinseticidas e de técnicas de aplicação apropriadas para o controle biológico de insetos-praga**. (2010).
- Alves, R.T., & Faria, M. **Pequeno manual sobre fungos entomopatogênicos**. *Planaltina (DF), Embrapa Cerrados*, 26-31.(2010).
- Alves, R.T., Cruvinel, P. E., Soares, R. M., & Malaquias, J. V. **Nova metodologia para avaliar a deposição de micoinseticida granulado, aplicado via aérea, para controle de cigarrinhas-da-raiz da cana-de-açúcar**. (2016).
- Almeida, T. C. D. **Formulação de um herbicida biológico produzido através da fermentação submersa em biorreator**. Dissertação de mestrado ( pós graduação de engenharia de processos) Universidade Federal de Santa Maria- Santa Maria, RS. (2014).
- Araújo, R. M. D. **Análise da conjuntura atual, desafios e oportunidades do uso do controle biológico no manejo de resistência de pragas às plantas geneticamente modificadas de algodão, milho e soja com tecnologia BT no Brasil** (Doctoral dissertation).(2022)
- Esparza, M. M. A. **Fungos Entomopatogênicos Isolados De Solos De Um Fragmento De Mata Atlântica**. 137 F. Dissertação (Mestrado Em Fitossanidade E Biotecnologia Aplicada) - Instituto De Ciências Biológicas E Da Saúde, Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica - Rj, 2015.
- Arantes A.M.V.T., Correia, A.C.B. **Diversidade de fungos associados a *Parlatoria***.(1999).
- Araujo Jr, J. M., Marques, E. J., & Oliveira, J. V. **Potencial de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* e do óleo de nim no controle do pulgão *Lipaphis erysimi* (Kalt.)(Hemiptera: Aphididae)**. *Neotrop Entomol*, 38(4), 520-525.(2009)
- Azevedo, J.L., Maccheroni, W., Pereira, J.O., Araújo, W.L. **Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants**. (2000).
- Azliza, I. N. Et Al. **Production Of Major Mycotoxins By *Fusarium* Species Isolated From Wild Grasses In Peninsular Malaysia**. *Sains Malays*, V. 43, P. 89-94, (2014).
- Barbosa L.F.S., Santos A.C.S., Diniz A.G., Alves A.L., de Oliveira A.F.M., da Costa A.F., Tiago P.V.**Entomopathogenicity of fungi in combination with *Ricinus communis* extract for the control of *Aleurocanthus woglumi***. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169(9), 838-847.( 2021).
- Barker, G. M. Et Al. **Effect Of *Lolium* Endophyte Fungus Infections On Behaviour Of Adult Argentine Stem Weevil**. *New Zealand Journal Of Agricultural Research*, V. 27, N. 2, P. 271-277,( 1984.)
- Bezerra, J.D.P., Svedese, V.M., Lima, D.M.M., Fernandes, M.J.S., Paiva, L.M.,

- Souza- Motta, Blaney B. J., Green P. E., Connole M. D. **Fungal metabolites with insecticidal activity**: relative toxicity of extracts of fungal cultures to sheep blowfly, *Lucilia cuprina* (Wied.). *General and Applied Entomology* 17: 42-46.(1985.)
- Bouamama, N., Vidal, C., Fargues, J. (2010). **Effects of fluctuating moisture and temperature regimes on the persistence of quiescent conidia of *Isaria fumosorosea***. *Journal of Invertebrate Pathology* 105(2):139-144.
- Brechelt, A. **Manejo Ecológico de Pragas e Doenças**. Santiago de Chile: Rede de Ação em Praguicidas e suas Alternativas para a América Latina. 33p.(2004.)
- Brito, C. H., Lopes, E. B., Albuquerque, I. C., Batista, J. L. **Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim na Paraíba**. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8(2): 1-5.(2008).
- Brito, E.S.G. **Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle da cochonilha-do- carmim *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae)**. (2011). 127f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos Dos Goytacazes-RJ.
- Broumandnia F., Rajabpour A., Hamed Ghodoum Parizipour M., Yarahmadi F. (2021). **Morphological and molecular identification of four isolates of the entomopathogenic fungal genus *Akanthomyces* and their effects against *Bemisia tabaci* on cucumber**. *Bulletin of Entomological Research* 1–9.
- Brunherotto, R.; Vendramim, J. D.. **Bioatividade de extratos aquosos de *Mellia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro**. *Neotropical Entomology* 30: 455-459.(2001).
- Bueno, V. H. P., Junior, J., Junior, A. M., & Silveira, L. D.. **Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável**. *Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras*. Retirado de: [http://www. den. ufla. br/attachments/article/75/ApostilaCB](http://www.den.ufla.br/attachments/article/75/ApostilaCB), 20. (2015).
- C.M. **Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminary screening for enzyme production**. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28: 1989-1995.( 2012).
- Campanhola, C., Bettiol, W., & Bettiol, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. *Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*,( 2003).
- Carvalho, R. A., Lopes, E. B.; Silva, A.C., Leandro, R. S., Campos, V. B. **Controle alternativo da cochonilha-do-carmim em palma forrageira no cariri paraibano**.Disponível<[www.mma.gov.br/port/sbf/invasoras/capa/docs/paineis/ss](http://www.mma.gov.br/port/sbf/invasoras/capa/docs/paineis/ss)> (2005).
- Carvalho,D. O. A. et al. **Comparação do desempenho de fluidos de corte de base vegetal e mineral no torneamento do aço ABNT 1050**. (2017).
- Celoto, M.I.B., Papa, M.F.S., Sacramento, L.V.S., Cleoto, F.J. **Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletrotichum gloesporioides***. *Acta Scientiarum* 30:1-5.(2008).
- Coleman, J.J., Muhammed, M.; Kasperkovitz, P.V., Vyas, J.M.; Mylonakis, E. 2011. ***Fusarium* pathogenesis investigated using *Galleria mellonella* as a heterologous host**. *Fungal Biology* 115: 1279-289.
- Consolo, V.F., Salerno, G.L., Beron, C.M.. **Pathogenicity, formulation and storage of insect pathogenic hyphomycetous fungi tested against *Diabrotica speciosa***.



BioControl 48(6): 705-712.(2003).

Costa, E.L.N., Silva, R.F.P., Fiuza, L.M. **Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas**. Acta Biologica Leopoldensia 26 (2): 173-85. 2004.

de Faria, M. R., & Wraight, S. **Uso de micoinseticidas no mundo do Brasil** 28 (3).Electronic journal of Biotechnology, Valdivi 3:40–65. (2007).

Danilovich M.E., Ovruski S.M., Fariña J.I., Delgado O.D. **First report on the entomopathogenicity and virulence of *Akanthomyces muscarius* LY 72.14, a Yungas native fungal isolate, for *Anastrepha fraterculus* control**. *Biocontrol Science and Technology*, 30(11), 1212-1227(2020).

Du C., Yang B., Wu J., Ali S. **Identification and virulence characterization of two *Akanthomyces attenuatus* isolates against *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae)**. *Insects*, 10(6), 168. 2019.

Faria, M. D., & Magalhães, B. P. **O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil**. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, 22(1), 18-21.(2001).

Ferreira DF. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Cienc Agrotec 35(6):1039–1042. (2016).

Filho, M. Michereff Et Al. Micoinseticidas E Micoacaricidas No Brasil: Como Estamos Após Quatro Décadas?. **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v. 76, n. 4, p. 769-779, 2009.

Finkler, C.L.L. 2012. Controle de insetos: uma breve revisão. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica** 8 e 9: 169-189.

Gotti IA. **Desenvolvimento de meio de cultura para a produção de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.** por fermentação líquida. Dissertação de Mestrado. Inst. Biológico, São Paulo, 66 p. Braz. J. Anim. Environ. Res., Curitiba, v. 3, n. 3, p. 2544-2557, jul./set. 2020 ISSN 2595-573X (2016).

Jackson MA, Jackson, ST.**Production of microesclerotia of the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects**. Microb. Research. 113: 842-850.(2009).

Jaronski, S.T.; Mascarin, G.M.**Mass production of fungal entomopathogens**. In: Lacey, L. A. Microbial control of insect and mite pests. 1 ed. Yakima: Academic Press of Elsevier Inc. Cap 9, p. 141-155.(2017).

Junior, J. S. Z., Lazzarini, A. L., de Oliveira, A. A., Rodrigues, L. A., de Moraes Souza, I. I., Andrikopoulos, F. B., ... & da Costa, A. F. (2018). **Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável**. *Revista Científica Intelletto*, 3(3).

Kybal J, Vlcek V. . **A simple device for stationary cultivation of microorganisms**. **Biotech. Bioengineer.** 18: 1713-1718(1976).

Lacey, L., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D., Frutos, R., Brownbridge, M., Goettel, M.. **Insect pathogens as biological control agents: back to the future**. Journal of Invertebrate Pathology 132:1–41.(2015).

Leite LG, Batista Filho A, Almeida JEM, Alves SB (eds.). **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto: Sene, 96 p. (2003).

Loria, R., Galaini, S., & Roberts, D. W.. **Survival of inoculum of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as influenced by fungicides**. *Environmental Entomology*, 12(6), 1724-1726. (1983).

Marques, M. De A.; Quintela, E. D.; **Compatibilidade do óleo de mamona e do emulsionante Solub'oil® com o fungo *Beauveria bassiana* (Hypocreales:**

- Cordycipitaceae**). XXVII Congresso Brasileiro de Entomologia e X Congresso Latino- Americano de Entomologia. Santo Antonio de Goiás, GO, 2018.
- Marrone P.G. **Pesticidal natural products–status and future potential**. Pest Management Science 75:2325–2340.(2019).
- Mascarin, G.M., Lopes, R.B., Delalibera Jr, Í., Fernandes, É.K.K., Luz, C., Faria, M. **Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 165, p. 46-53,.(2019).
- Ment, D., Gindin, G., Glazer, I., Perl, S., Elad, D., Samish, M. **The effect of temperature and relative humidity on the formation of *Metarhizium anisopliae* chlamydospores in tick eggs**. Fungal Biology; 114(1):49-56. (2010).
- Michereff Filho M., Faria M., Whraight SP, Silva KFSA.**Micoínseticidas e micoacaricidas no Brasil: Como estamos após quatro décadas?** Arq. Inst. Biológico. 76: 769-779.(2009).
- Michereff Filho, M. M. F., de Faria FARIA, M. R., & Wraight, S. P. W.**Micoínseticidas e micoacaricidas no Brasil: Como estamos?** (p. 28p). EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. (2007).
- Mora, M. A. E., Castilho, A. M. C.; Fraga, M. E..**Classificação E Mecanismo De Infecção Dos Fungos Entomopatogênicos**. Arquivos do Instituto Biológico, V. 84, P. 1-10,( 2017).
- Nunes, Tiarles Alves. **Compatibilidade De Diferentes Adjuvantes Com O Fungo Entomopatogênico *Beauveria bassiana***.Trabalho de conclusão de curso (Graduação em agronomia) -Universidade Anhanguera- Goiás. (2019).
- Ottati-de-Lima EL, Batista Filho A, Almeida JEM, Gassen MH, Wenzel IM, Almeida Amb, Zappelini Lo. **Produção semissólida de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre propágulos desses entomopatógenos**. Arq. Inst. Biológico. 77(4): 651-659.(2010).
- Ottati-de-Lima EL, Batista Filho A, Almeida JEM, Gassen MH, Wenzel IM, Almeida Amb, Zappelini Lo. **Liquid production of entomopatogenic fungi and ultraviolet radiation and temperature effects on produced propagules**. Arq. Inst. Biológico. 81(4): 342-350. DOI 10.1590/1808-1657001352012.(2014)
- Ou D., Zhang L.H., Guo C.F., Chen X.S., Ali S., Qiu B.L.. **Identification of a new *Cordyceps javanica* fungus isolate and its toxicity evaluation against *Asian citrus psyllid***. *Microbiology Open*, 8(6), e00760.(2019)
- Rêgo, Mcf, And Cm Almeida. "**Controle Biológico**." (1998).
- Rossi-Zalaf, Luciana S.; Alves, Sérgio B.; Vieira, Solange A. **Efeito De Meios De Cultura Na Virulência De *Hirsutella Thompsonii* (Fischer)(deuteromycetes) Para O Controle *Brevipalpus Phoenixis* (Geijskes) ( Acari: Tenuipalpidae)**. Neotropical Entomology, V. 37, P. 312-320, (2008).
- Salvadori, José R.; Pereira, Prv Da S.; Voss, Márcio. **Controle Biológico De Pragas Do Trigo**. (2006).
- Samsináková A, Kálalová S, Vlcek V, Kybal J. **Mass production of *Beauveria bassiana* for regulation for *Leptinotarsa decemlineata* populations**. J. Invertebr. Pathol. 38: 169-174(1981).
- Santos, A.C.S., Lopes, R.D.S., Oliveira, L.G., Diniz, A.G., Shakeel, M., Lima,

- E.Á.D.L.A., ... Lima, V.L.D.M. **Entomopathogenic Fungi: Current Status and Prospects.** New and Future Development in Biopesticide Research: Biotechnological Exploration, 55-91.(2022).
- Silva, A. P. D. A. P. D. **Potencial biotecnológico da associação de fungos entomopatogênicos em formulações com produtos vegetais no controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).**6 (2014).
- Silva, A.P.A.P., Alves, R.T., Lima, E.A.L.A., de Menezes Lima, V.L. **Bioformulations in pest control—a review.** Annual Research & Review in Biology, 535-543.(2015).
- Teixeira, A. C. D. A.**Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em pepino *Cucumis sativus* L. e desenvolvimento de um inseticida à base de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** (2015).
- Wang, D., Xing, P.X., Diao, H.L. *et al.* **Pathogenicity characteristics of the entomopathogenic fungus *Cordyceps javanica* IJ-tg19 to *Acyrtosiphon pisum*.** *BioControl*. <https://doi.org/10.1007/s10526-023-10203-8>(2023).
- Wu, S., Toews, M.D., Castrillo, L.A., Barman, A.K., Cottrell, T.E., & Shapiro-Ilan, D.I.. **Identification and virulence of *Cordyceps javanica* strain wf GA17 isolated from a natural fungal population in sweetpotato whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae).** *Environmental Entomology*, 50(5), 1127-1136.(2021)
- Zanella, Laudiane Bruna; Fernandes, Maria Luiza; De Mello, Roseli. **Determinação De Fungos Endofíticos Da Mamona (*Ricinus Communis* L.), Com Potencial Para Serem Utilizados Como Agentes Biorremediadores Em Tratamento De Solos Contaminados Com Óleo Vegetal.** *Biociências, Biotecnologia e Saúde* v. 1 n. 10 (2014).