

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LEONARDO PEREIRA ARAÚJO

SELEÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS VISANDO O CONTROLE DE
PUPAS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Monte Carmelo

2025

LEONARDO PEREIRA ARAÚJO

SELEÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS VISANDO O CONTROLE DE
PUPAS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Monte Carmelo

2025

LEONARDO PEREIRA ARAÚJO

SELEÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGENICOS VISANDO O CONTROLE DE PUPAS
DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 27 de agosto de 2025

Banca Examinadora

Profª. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Orientadora

Ms. Jéssyca Gonçalves Duarte
Membro da Banca

Prof. Dr. Lucas Silva de Faria
Membro da Banca

Monte Carmelo

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Liliane, meu porto seguro, pelo apoio incondicional ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, pelo exemplo de força e determinação e por nunca desistir de me incentivar a correr atrás dos meus sonhos.

Ao meu querido pai, Luis Carlos, cuja lembrança e ensinamentos permanecem vivos em minha vida. Apesar de sua ausência física, sua força, valores e amor continuam me inspirando a seguir em frente e lutar pelos meus sonhos.

À minha irmã, Luísa, por ser minha melhor amiga, sempre me incentivando e contribuindo para que eu me torne uma pessoa melhor.

À minha orientadora, Prof. Dr. Vanessa Andaló, pela paciência, dedicação, valiosas orientações, acolhimento e carinho durante todas as etapas deste trabalho.

Ao grupo de estudos GEMIP, pelo empenho e pelos conhecimentos compartilhados, que enriqueceram significativamente minha formação acadêmica

A todos os meus amigos e família, que direta ou indiretamente auxiliaram nesta árdua trajetória, tornando-a mais leve e mais fácil de ser percorrida.

Agradeço a todo o corpo docente e colaboradores da UFU – Campus Monte Carmelo, pelo conhecimento transmitido, orientação e apoio durante minha formação acadêmica, contribuindo de forma fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O agronegócio exerce papel estratégico no Brasil, representando parcela significativa do PIB nacional e envolvendo não apenas a produção agrícola, mas também setores de insumos, agroindústria e serviços. Dada sua relevância econômica e social, torna-se essencial compreender os fatores que podem comprometer ou favorecer a produtividade agrícola. Entre os insetos-praga, destaca-se *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), capaz de causar perdas de até 100% na lavoura, atacando desde a semeadura até a formação das espigas. Tradicionalmente, seu controle é realizado por inseticidas químicos, porém o uso excessivo levou ao desenvolvimento de resistência e à redução de populações de inimigos naturais. Nesse contexto, o controle biológico surge como alternativa sustentável, com destaque para o uso de fungos entomopatogênicos, como *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*, que infectam e matam os insetos por meio da penetração e degradação dos tecidos. Esses agentes apresentam vantagens como menor impacto ambiental e redução do risco de resistência, mas sua eficácia depende de fatores abióticos (temperatura, umidade e radiação solar) e de formulações adequadas para preservar os conídios. Estudos indicam o potencial desses fungos para o manejo integrado de *S. frugiperda*, embora sejam necessárias mais pesquisas para ampliar sua adoção em campo. O objetivo do estudo é avaliar a virulência de diferentes isolados de fungos entomopatogênicos no controle de pupas de *S. frugiperda*. Diante disso o trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, utilizando-se insetos provenientes da criação de *S. frugiperda* mantida no laboratório. O experimento utilizou pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de criação massal em laboratório. Os fungos entomopatogênicos foram obtidos do Banco de Entomopatógenos da UFU, mantidos em freezer a -10°C e repicados em meio BDA antes dos testes. Foram avaliados sete isolados de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e outros isolados (F:06, F:24 e F:01), aplicados sobre pupas em concentrações de 1×10^8 a $2,67 \times 10^8$ conídios mL^{-1} , utilizando a Torre de Potter. As avaliações de mortalidade foram realizadas aos 7 e 10 dias, confirmando a causa fúngica em câmara úmida. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com análise de dados por GLMM e comparação de médias pelo teste de Tukey, visando identificar os isolados mais patogênicos contra *S. frugiperda*. O isolado *B. bassiana* BV3 apresentou a maior virulência a pupas de *S. frugiperda*, destacando-se significativamente dos demais isolados (54,7%). A mortalidade variou conforme o isolado e a concentração aplicada, evidenciando a importância da escolha do agente entomopatogênico e da otimização da dose e do método de aplicação para um controle biológico eficaz. O isolado BV3 de *B. bassiana* apresentou a maior patogenicidade sobre pupas de *S. frugiperda*. A variação na mortalidade evidencia que a seleção do agente entomopatogênico, bem como a otimização da concentração e do método de aplicação, são determinantes para a eficácia do controle biológico.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*, controle biológico, lagarta-do-cartucho, *Metarhizium anisopliae*, virulência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> depositadas em potes plásticos contendo dieta artificial balanceada.	14
Figura 2. Adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em tubos de PVC contendo solução de água e açúcar.	15
Figura 3. Grade de contagem da câmara de Neubauer.	16
Figura 4. Isolados de <i>Beauveria bassiana</i> em meio de cultura batata-dextrose-ágar. (A) Isolado Bv01; (B) Isolado Bv03.	17
Figura 5. Isolado de <i>Metarhizium anisopliae</i> em meio de cultura batata-dextrose-ágar.	17
Figura 6. Isolado F: 06 (2015) em meio de cultura batata-dextrose-ágar.	18
Figura 7. Isolado F: 24 (2016) em meio de cultura.	18
Figura 8. Isolado F: 01 (2015) em meio de cultura batata-dextrose-ágar.	19
Figura 9. Pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> dispostas em placa de Petri no interior da Torre de Potter.	20
Figura 10. Disposição de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> por placa de Petri em cada repetição experimental.	21
Figura 11. A) Repetição experimental, evidenciando pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas por fungo entomopatogênico. B) Pupa de <i>S. frugiperda</i> infectada por fungo entomopatogênico, apresentando esporulação fúngica externa.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações das suspensões fúngicas (conídios mL⁻¹). 22

Tabela 2. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* após 10 dias da aplicação de fungos entomopatogênicos em condições de laboratório. 24

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1 <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
3.2 Controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	11
3.4 Fungos entomopatogênicos	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> em laboratório	14
4.2. Multiplicação e manutenção dos fungos entomopatogênicos	15
4.3. Avaliação da virulência.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O cultivo agrícola possui papel fundamental para o Brasil e para o mundo, tanto no aspecto social, produção e distribuição de alimentos, quanto no econômico, ao movimentar cadeias produtivas e gerar empregos. No contexto nacional, o agronegócio se destaca como um dos principais setores da economia, podendo representar 29,4% do PIB brasileiro em 2025 (CEPEA 2025). Seu desempenho não se limita à produção agrícola, mas envolve também setores de insumos, agroindústria e serviços, cuja integração é fundamental para explicar a expressiva participação no PIB nacional (CEPEA, 2025). Diante disso, torna-se essencial compreender os fatores que podem comprometer ou mitigar a produção agrícola.

O ataque de pragas constitui um dos principais fatores que merecem destaque, uma vez esses organismos se alimentam das culturas, podendo ocasionar reduções significativas na qualidade e na produtividade (ALVES, 2023; AEGRO, 2025).

Entre os diversos insetos-pragas de maior relevância no território brasileiro, a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a principal praga do milho, além de atacar culturas como algodão e soja (IRAC, 2025). Popularmente conhecida como lagarta-do-cartucho, trata-se de uma praga polífaga, de hábitos predominantemente noturnos, que apresenta maior preferência pela cultura do milho, podendo causar severa destruição da área foliar e, consequentemente, impactar diretamente a produtividade (TEODORO, et al., 2015).

Tradicionalmente, o controle de *Spodoptera* spp. é realizado por meio do uso de inseticidas químicos. No entanto, esta prática apresenta limitações crescentes que comprometem a sua sustentabilidade a longo prazo. O uso indiscriminado de inseticidas resultou no desenvolvimento de resistência às principais classes de produtos fitossanitários, como piretroides, organofosforados e cabamatos (CRUZ, 2002). Adicionalmente, o uso inadequado do controle químico também pode afetar negativamente a população de inimigos naturais, como exemplificado pela aplicação excessiva de inseticidas piretroides, que podem afetar negativamente as populações de predadores e parasitoides das lagartas (ROHRIG, 2022).

Diante deste cenário de resistência crescente e impactos ambientais negativos, a demanda por métodos alternativos de controle tem se intensificado. Entre as alternativas, destaca-se o controle biológico, que consiste na utilização de parasitoides, predadores e entomopatógenos para

reduzir as populações de insetos-praga e, conseqüentemente, minimizar danos às plantações. Esta estratégia apresenta vantagens ambientais significativas, como ausência de poluição de corpos d'água e menor risco à saúde dos aplicadores (VALICENTE et al., 2009).

Dentro do contexto do controle biológico, os fungos entomopatogênicos desempenham papel fundamental no controle de pragas, oferecendo alternativas sustentáveis aos métodos químicos tradicionais. Esses organismos conseguem penetrar no corpo dos insetos, multiplicando-se rapidamente e produzindo toxinas que promovem a destruição dos tecidos, resultando no controle das populações dos insetos-pragas (VALICENTE, 2009). A utilização desses agentes biológicos apresenta diversas vantagens para a produção agrícola, como a redução da necessidade de inseticidas químicos, e a diminuição do desenvolvimento de resistência de pragas (FONTES; VALADARES-INGLIS et al., 2020).

Estudos destacam principalmente a utilização de duas espécies de fungos entomopatogênicos para o controle de *S. frugiperda*, sendo eles *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals) devido a sua capacidade de causar mortalidade em lagartas (THOMAZONI et al., 2009).

A aplicação de fungos entomopatogênicos no campo pode ocorrer por meio de pulverizações foliares ou tratamento de sementes, contudo para que haja eficácia desse método deve ser levado em consideração alguns fatores abióticos como temperatura, umidade relativa e radiação solar, podendo influenciar na sobrevivência e infectividade dos fungos. Além disso, desafios como a rápida degradação dos conídios e a necessidade de formulações adequadas para a garantir a estabilidade do produto ainda limitam a adoção (FONTES; VALADARES-INGLIS et al., 2020).

2. OBJETIVO

Avaliar a virulência de diferentes isolados de fungos entomopatogênicos por meio da mortalidade de pupas de *S. frugiperda* em condições de laboratório.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, é uma espécie de origem tropical, sendo seus centros de origem localizados nas regiões das Américas (ROSA et al., 2011). Trata-se de um inseto holometábolo que passa pelos estádios de ovo, larva, pupa e adulto (CRUZ, 1995). De acordo com Cruz (1995) a oviposição da espécie é feita em massa, podendo variar de 9 a 593 ovos, realizada em qualquer estrutura da planta, devido a larva apresentar natureza polífaga, havendo assim alimentação adequada.

Segundo Cruz (1995), os ovos apresentam inicialmente coloração verde-clara ou alaranjada, tornando-se posteriormente escurecidos devido à pigmentação da cabeça da larva em desenvolvimento. Antes da primeira alimentação, a larva apresenta coloração esbranquiçada, passando a esverdeada após iniciar a ingestão de alimento. No último instar, o corpo torna-se cilíndrico, com coloração marrom-acinzentada na região dorsal e esverdeada nas regiões ventral e subventral, estas últimas contendo manchas circulares de coloração marrom-avermelhada. As linhas dorsais e subdorsais são evidentes, e a cabeça apresenta uma marca em formato de “Y” invertido (CRUZ, 1995), característica diagnóstica importante para a identificação.

O estágio de pupa apresenta-se frágil e bastante sensível a danos mecânicos, a coloração varia conforme o tempo de desenvolvimento, podendo ir de verde-clara a marrom-avermelhada (CRUZ, 1995). A fase adulta caracteriza-se por asas anteriores de coloração cinza, sendo que os machos possuem manchas mais claras nessa região, característica que permite a diferenciação sexual. As asas posteriores, em ambos os sexos, têm coloração clara, margeadas por linhas de cor marrom (CRUZ, 1995).

Em relação aos hospedeiros, Cruz (1995) descreve que a lagarta apresenta hábito alimentar diversificado, sendo capaz de se alimentar de diversas plantas, com preferência por espécies da família Poaceae (gramíneas), citando trigo, sorgo, arroz e principalmente milho. Adicionalmente, a espécie pode causar danos econômicos culturas como abóbora, alfafa, algodoeiro, amendoim, batata, batata-doce, couve, espinafre, feijoeiro, repolho e tomate.

3.2 Controle de *Spodoptera frugiperda*

O manejo de *S. frugiperda* exige conhecimentos relacionados à bioecologia do inseto, ao nível de dano econômico, aos métodos de controle empregados e à amostragem, que possibilita estimar o grau de infestação (BIANCO, 1995). A tomada de decisão quanto à adoção de medidas de controle requer a utilização de um plano de amostragem adequado, capaz de estimar a densidade populacional da praga e os prejuízos por ela ocasionados (FARIAS et al., 2001).

Para a realização de amostragem da espécie há diferentes métodos que podem ser utilizados: Amostragem visual da área, que consiste no monitoramento de talhões, a amostragem deve ser realizada por talhões, seguindo modelos em zigue-zague ou perímetro, com cinco pontos amostrados e 20 plantas avaliadas por ponto. O nível de ação para o controle da lagarta-do-cartucho em milho é atingido quando 20% das plantas apresentarem nota três na escala de Davis, caracterizada por lesões de raspagem nas folhas (REVISTA CULTIVAR, 2024). Outro método é a amostragem binomial, baseada na observação de presença ou ausência da praga em cada unidade amostral. É mais rápida e prática, pois estima a proporção de plantas infestadas sem necessidade de contagem de lagartas (FARIAS et al., 2001).

As estratégias de manejo de *S. frugiperda* abrangem diferentes técnicas, incluindo controle cultural, controle químico e o controle biológico, cada qual com características, vantagens e limitações específicas.

De acordo com Cruz (1995), o manejo do solo tem sido utilizado como uma medida cultural desde o ano de 1815. A técnica utilizada para este meio de controle é a gradagem leve e superficial, que promove a mortalidade das pupas por dois mecanismos: exposição ao calor da superfície e esmagamento, caracterizando mortes indiretas e diretas, respectivamente. Segundo o autor, essa prática pode causar índices de mortalidade entre as pupas que variam de 35% a 50%, evidenciando a importância dessa medida cultural para o controle populacional.

Contudo, a cultura do milho é comumente conduzida no sistema de plantio direto, caracterizado como uma técnica de cultivo conservacionista, em que a semeadura é realizada sem as etapas convencionais de preparo do solo, como aração e gradagem (EMBRAPA, 2015). Nesse contexto, outras práticas culturais passam a ganhar maior relevância.

O principal método de controle de insetos na agricultura é a utilização de inseticidas, e para lagartas do gênero *Spodoptera* não é diferente. Segundo Rosa et al. (2011) a resistência se intensificou a partir da inserção de produtos organossintéticos em meados da década de 1940. Para o controle da lagarta-do-cartucho a utilização de controle químico é realizado através do tratamento de sementes e pulverizações foliares (GARAVAZI et al., 2020). O autor cita que a utilização de inseticidas do grupo piretróides, flubendiazinas e organofosforados apresentaram eficiência no controle da lagarta.

No Brasil existem 312 produtos registrados para o controle químico da espécie, de diferentes ingredientes ativos, tipo de formulação, classificação ambiental e toxicológica (AGROFIT, 2025).

Com o aumento da produção começou a ocorrer a resistência de espécies resistentes, a um ou mais inseticidas. Rosa et al. (2011) cita as possíveis causas da evolução de resistência está associada a diversos fatores interligados. Entre os aspectos relacionados ao produto, destacam-se sua persistência no ambiente e a natureza química do princípio ativo, que podem influenciar a pressão seletiva sobre as populações. Quanto às características do organismo, a taxa e o modo de reprodução, a capacidade de dispersão e o hábito alimentar exercem papel decisivo na velocidade com que indivíduos resistentes se estabelecem e se multiplicam. Além disso, a intensidade de uso do controle químico, especialmente o número de aplicações e a dosagem empregada, contribui diretamente para a seleção de indivíduos resistentes, favorecendo a perda gradual da eficácia do produto ao longo do tempo.

O controle biológico é definido como a utilização de organismos vivos, como parasitoides, predadores e patógenos, para a regulação populacional de insetos-praga. Segundo Cruz (1995), diversas espécies são consideradas inimigos naturais da lagarta-do-cartucho, destacando-se aquelas pertencentes às ordens Coleoptera, Hymenoptera e Diptera.

De acordo com o aplicativo Bioinsumos, da Embrapa, atualmente há no Brasil 95 produtos biológicos registrados para o controle da espécie, abrangendo desde inseticidas microbiológicos até agentes biológicos de controle (EMBRAPA, 2025).

Este tipo de controle utiliza medidas conservativas, voltadas à preservação de inimigos naturais, e, se utilizado de forma adequada, contribui para a redução da ocorrência de resistência nas populações de lagartas.

3.4 Fungos entomopatogênicos

Fungos entomopatogênicos são microrganismos capazes de interferir na alimentação e na reprodução, além de causar doenças e levar à morte diversos insetos. Entre os gêneros mais estudados e utilizados destacam-se *B. bassiana* e *M. anisopliae*, empregados em diferentes culturas agrícolas como estratégias no manejo integrado de pragas (FONTES; VALADARES-INGLIS et al., 2020; ROHRIG, 2021). Segundo Valadares-Inglis et al. (2020), as vantagens do uso de fungos entomopatogênicos são numerosas, incluindo maior segurança ao meio ambiente, redução da utilização de produtos químicos e contribuição para a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Alves et al. (2010) descreveu que o modo de infecção quando os esporos de fungos entomopatogênicos entram em contato com um inseto-praga, se aderem à cutícula e iniciam a germinação. Os micélios formados penetram no interior do corpo do inseto, liberando enzimas que degradam seus tecidos. Esse processo provoca a morte do inseto em poucos dias. Após a morte, os fungos emergem do cadáver, produzindo novos esporos capazes de infectar outros indivíduos. Durante a penetração, o fungo forma estruturas especializadas, como os grampos de penetração e o apressório, que auxiliam na fixação à cutícula e na aplicação de pressão mecânica, favorecendo a penetração das hifas e o estabelecimento da infecção sistêmica (VALADARES-INGLIS et al., 2020). No caso da lagarta *S. frugiperda* há estudos que indicam isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentam-se como uma ferramenta de controle eficaz para ovos, de diferentes idades (MADDALENA et al., 2024).

Para que haja eficácia deste método de controle, devem ser considerados fatores abióticos como temperatura, umidade relativa e radiação solar, que podem influenciar significativamente a sobrevivência e infectividade dos fungos. Adicionalmente, desafios técnicos como a rápida degradação dos conídios sob condições adversas e a necessidade de formulações adequadas para garantir a estabilidade e viabilidade do produto ainda limitam a adoção em larga escala (VALADARES-INGLIS et al., 2020).

Portanto, este estudo se justifica pela necessidade de avaliar a virulência de diferentes isolados de fungos entomopatogênicos no controle de pupas de *S. frugiperda*. A identificação de isolados com maior patogenicidade constitui um passo fundamental para o desenvolvimento de

estratégias de manejo integrado de pragas, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e maior compatibilidade com as demandas atuais do setor agrícola.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia (LABEN) da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo. Os insetos utilizados foram provenientes de uma criação massal de *S. frugiperda* estabelecida no laboratório. Os fungos empregados no estudo foram obtidos a partir da coleção de microrganismos do LABEN.

4.1. Criação de *Spodoptera frugiperda* em laboratório

A criação de *S. frugiperda* em laboratório iniciou-se a partir das lagartas recém-eclodidas, obtidas pela coleta de ovos em áreas de cultivo ou adquiridas de criadores especializados. As lagartas foram depositadas em potes plásticos e alimentadas com dieta artificial balanceada (Figura 1).



Figura 1. Lagartas de *Spodoptera frugiperda* depositadas em potes plásticos contendo dieta artificial balanceada.

Fonte: Autor (2025).

Quando surgiram as pupas, estas foram transferidas para placa de Petri, em grupos de até 25 pupas, e posteriormente colocadas em tubos de PVC mantidos na estufa incubadora até a emergência dos primeiros adultos. Com a emergência dos adultos, foi fornecida solução de água com açúcar como alimentação (Figura 2), sendo trocada a cada 2 dias. Os adultos mortos foram removidos para evitar possíveis contaminações nos insetos remanescentes.



Figura 2. Adultos de *Spodoptera frugiperda* em tubos de PVC contendo solução de água e açúcar.

Fonte: Autor (2025).

Após 3 a 4 dias da emergência dos adultos, observou-se a postura de ovos pelas fêmeas. A oviposição ocorreu sobre papéis toalha e/ou sulfite que revestiam o tubo de PVC ou na parte superior do tubo, coberta com um tecido de tule, o qual auxiliou na retirada dos ovos, no controle das mariposas e na proteção contra possíveis predadores. Quando houve quantidade adequada de ovos, realizou-se a coleta. O material contendo os ovos foi depositado em potes plásticos, juntamente com a dieta balanceada, para que o ciclo se iniciasse novamente.

4.2. Multiplicação e manutenção dos fungos entomopatogênicos

Os fungos foram obtidos no Banco de Entomopatógenos do Laboratório de Entomologia da UFU, provenientes de diferentes locais e hospedeiros. O isolamento dos isolados foi realizado em câmara de fluxo, a fim de evitar a contaminações externas nas placas de meio de cultura. A

partir das placas da coleção de fungos do LABEN, foi realizado a repicagem dos isolados selecionados, retirando porções do meios de cultura contendo esporos viáveis para multiplicação. Os fungos foram mantidos em freezer, à temperatura de -10°C e, quando necessário, foram repicados em placas de Petri contendo meio de cultura artificial batata-dextrose-ágar (BDA) (ALVES et al., 1998). As placas foram mantidas em câmara climática do tipo B.O.D., com temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por cerca de 15 dias, até que ocorresse a completa esporulação, sendo então utilizadas nos experimentos.

Para a contagem de conídios utilizados na pesquisa, empregou-se a câmara de Neubauer em conjunto com um microscópio. A suspensão fúngica foi depositada na canaleta da câmara, previamente coberta com lamínula, até o preenchimento completo. Em seguida foi realizada a contagem seguindo os parâmetros

Para a contagem de conídios utilizados na pesquisa foi utilizado a câmara de Neubauer (Figura 3), juntamente de um microscópio, onde a suspensão fungica foi colocada na canaleta da câmara já coberta com a lamínula, até o preenchimento total. Após a contagem dos campos da câmara, calculou-se a média dos valores obtidos, que foi multiplicada pelo fator do campo (determinado em função do volume), resultando no número de esporos viáveis, o que permitiu determinar a concentração do isolado.

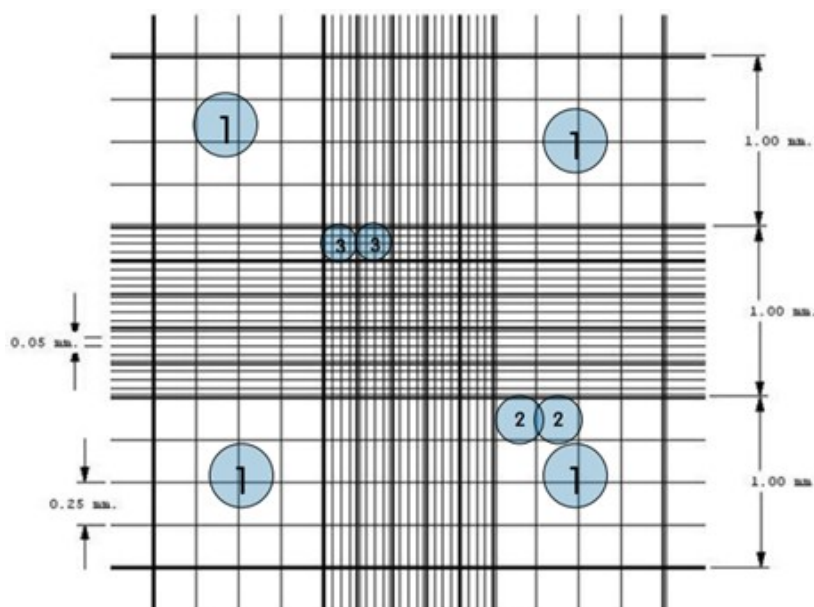


Figura 3. Grade de contagem da câmara de Neubauer.

Fonte: Biomedicina padrão (2015).

4.3. Avaliação da virulência

Foram avaliados sete isolados de fungos, oriundos da coleção de microorganismos do LABEN, dos gêneros *Beauveria* spp. (Figura 4), *Metarhizium* spp. (Figura 5), além dos isolados F:06 (2015) (Figura 6), F:24 (2016) (Figura 7) e F:01 (2015) (ainda não identificados), em pupas de *S. frugiperda*, com o objetivo de selecionar aqueles capazes de promover as maiores taxas de mortalidade em concentrações semelhantes.

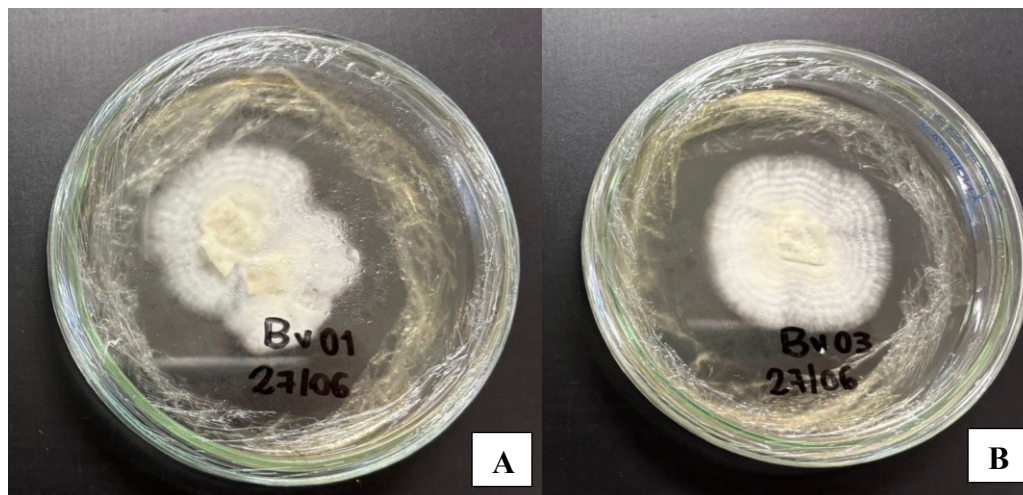


Figura 4. Isolados de *Beauveria bassiana* em meio de cultura batata-dextrose-água. (A) Isolado Bv01; (B) Isolado Bv03.

Fonte: Autor (2025).

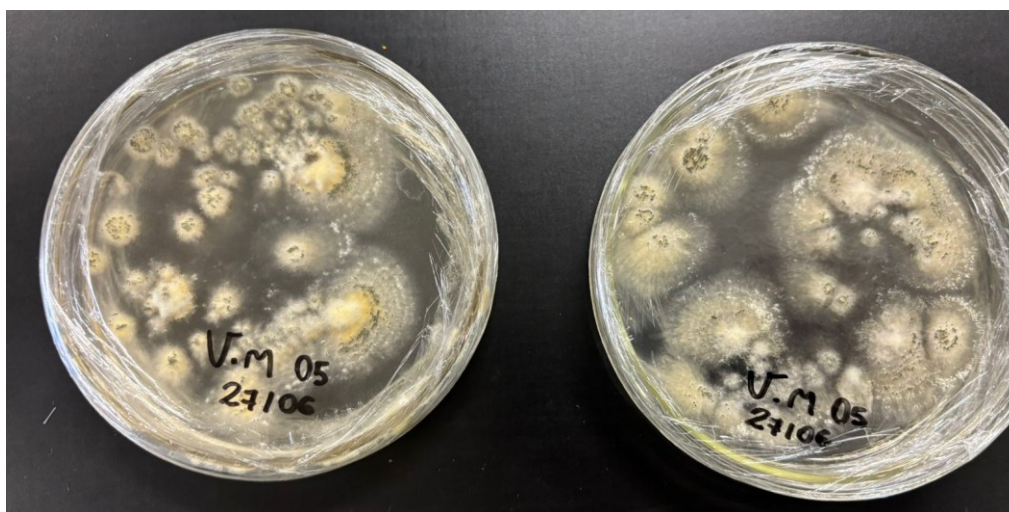


Figura 5. Isolado de *Metarhizium anisopliae* em meio de cultura batata-dextrose-água.

Fonte: Autor (2025).



Figura 6. Isolado F: 06 (2015) em meio de cultura batata-dextrose-ágar.

Fonte: Autor (2025).

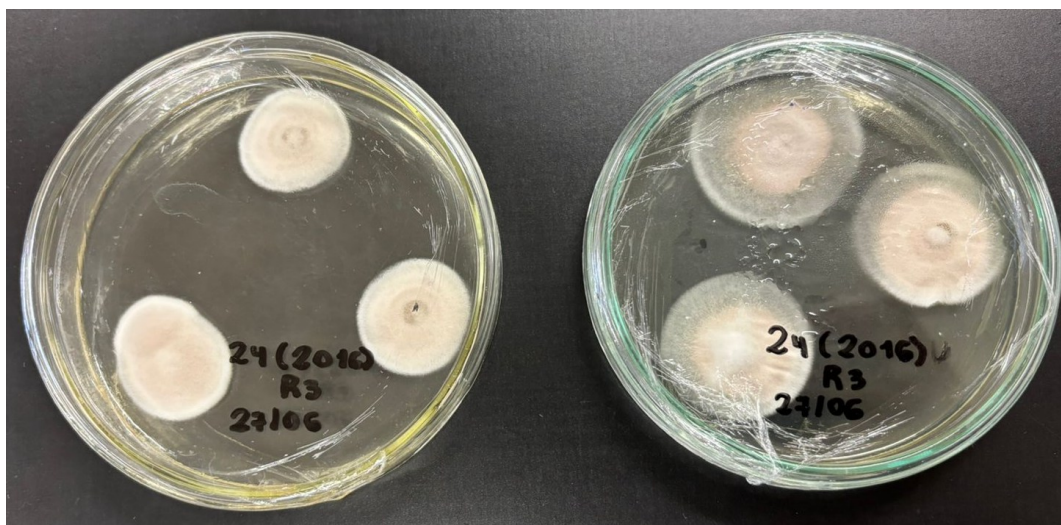


Figura 7. Isolado F: 24 (2016) em meio de cultura.

Fonte: Autor (2025).

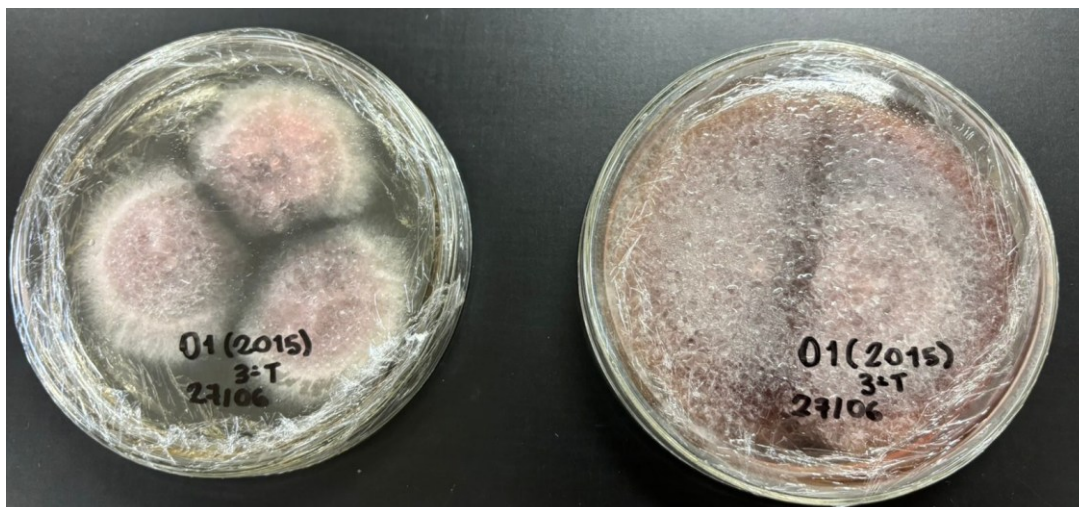


Figura 8. Isolado F: 01 (2015) em meio de cultura batata-dextrose-água.

Fonte: Autor (2025).

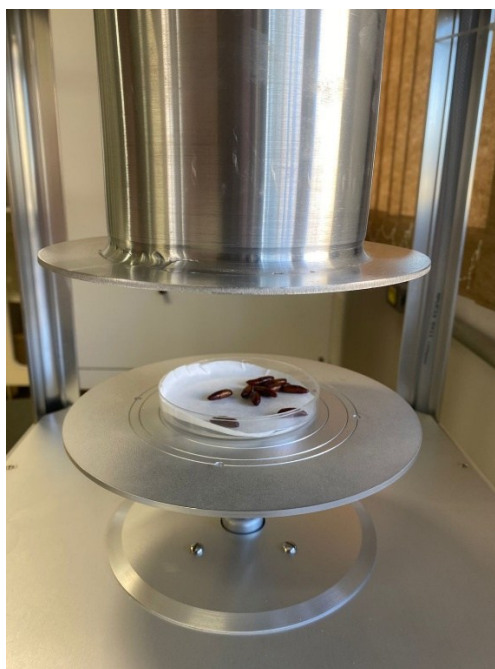
As suspensões fúngicas foram aplicadas sobre pupas de *S. frugiperda* em diferentes concentrações, variando de 1×10^8 a $2,67 \text{ conídios mL}^{-1}$ (Tabela 1), por meio da Torre de Potter (Figura 9), utilizando-se o volume de 2,5 mL por placa e pressão de trabalho de 10 lb/pol^2 . Antes aplicação realizada na torre de Potter foi calculado a taxa de deposição, determinada pela equação:

$$\text{Taxa de deposição} = \frac{\text{Diferença de pesos}}{\text{Área}}$$

A diferença de pesos foi obtida subtraindo-se o peso seco do papel filtro do peso molhado após a exposição à torre de Potter. A taxa de deposição resultante foi de $1,2 \text{ mg/cm}^2$. Foram empregadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo papel filtro, nas quais foram dispostas 10 pupas por placa. Cada tratamento contou com seis repetições (Figura 10). As placas foram mantidas em condições controladas em câmara B.O.D., a $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Como controle, utilizou-se água destilada estéril acrescida de Tween 80 (0,1%).

Tabela 1. Concentrações das suspensões fúngicas (conídios mL⁻¹).

Isolados Fúngicos	Concentração de conídios mL ⁻¹
BV1	2,09 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
BV3	2,67 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
V.M01	1,14 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
V.M05	1,58 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
F:06(2015)	2,55 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
F:24(2016)	1,0 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹
F:01(2015)	2,5 x 10 ⁸ conídios mL ⁻¹

**Figura 9.** Pupas de *Spodoptera frugiperda* dispostas em placa de Petri no interior da Torre de Potter.**Fonte:** Autor (2025).

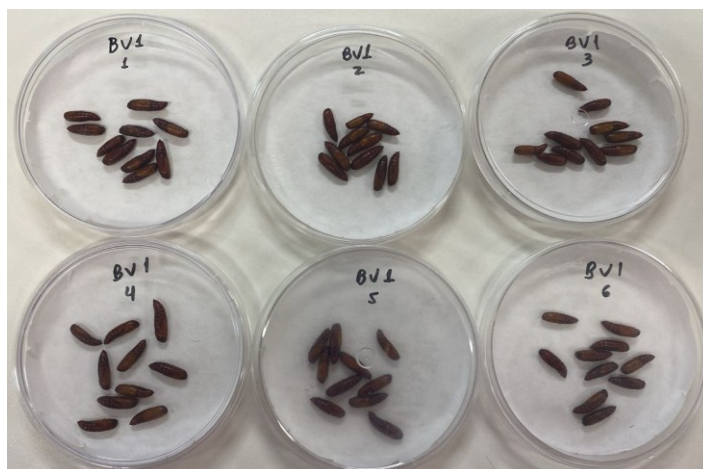


Figura 10. Disposição de pupas de *Spodoptera frugiperda* por placa de Petri em cada repetição experimental.

Fonte: Autor (2025).

A avaliação de mortalidade, foi realizada após dez dias da inoculação, verificando-se a quantidade de pupas mortas. Após a avaliação, estes foram colocados em câmara úmida para confirmar que a morte foi causada pelo fungo inoculado.

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com um esquema de avaliação 10 dias x 8 cepas + tratamento. Os dados de mortalidade foram analisados por meio de deviance, utilizando um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição binomial e função de ligação probit, testando os parâmetros com o teste do Qui-Quadrado a 0,05 de significância, entrando-se como fator fixo o tempo de avaliação, as cepas, assim como sua interação; e como fator aleatório a coleta dos dados nas duas datas de avaliação na mesma parcela. Se os efeitos fossem significativos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey com ajuste de Sidak a 0,05 de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à mortalidade de pupas de *S. frugiperda*, observou-se que a maioria dos isolados avaliados apresentou patogenicidade (Figura 11), com diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2). Os cinco primeiros isolados: BV3, F: 24(2016), V.M01, V.M05 e F:

06(2015) não diferem significamente entre-si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Entretanto, o isolado do fungo *B. bassiana* (BV3) destacou-se, apresentando o maior percentual de mortalidade (54,2%), seguidos pelos tratamentos F: 24(2016) e *M. anisopliae* (V.M01 e V.M05) (50%, 43,3% e 39,7%, respectivamente).

Tabela 2. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* após 10 dias da aplicação de fungos entomopatogênicos em condições de laboratório.

Tratamento	Mortalidade (%)
BV3	54,2 + 12,22 a
F:24(2016)	50,0 + 12,45 ab
V.M01	43,3 + 16,62 ab
V.M05	39,7 + 15,15 ab
F:06(2015)	37,2 + 12,04 abc
BV1	32,4 + 9,19 bc
Controle	20,8 + 3,07 c
F:01(2015)	0,0 + 0,0 d

Médias seguidas com letras iguais não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. M $\pm$ EP (M).

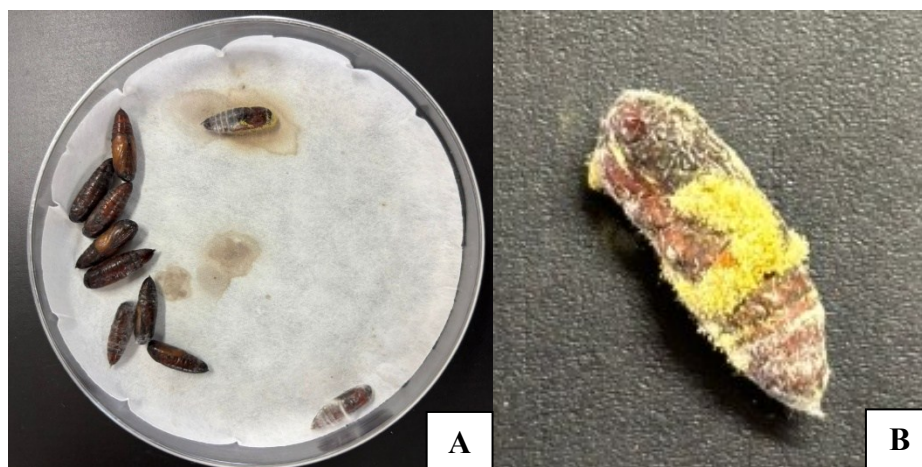


Figura 11. A) Repetição experimental, evidenciando pupas de *Spodoptera frugiperda* infectadas por fungo entomopatogênico. B) Pupa de *S. frugiperda* infectada por fungo entomopatogênico, apresentando esporulação fúngica externa.

Fonte: Autor (2025).

Carneiro et al. (2008) e Thomazoni et al. (2014), realizaram estudos sobre a suscetibilidade de fungos entomopatogênicos no controle de *S. frugiperda*. Ambos os trabalhos relataram variância significativa na eficiência de *B. bassiana* como agente patogênico, registrando como maiores taxas de mortalidades de 11,7% e 44,5%, respectivamente, em ensaios realizados com os estágios larvais da praga.

Estudos que avaliaram a virulência de *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre *Spodoptera litura* demonstraram que a mortalidade dos insetos depende tanto da dose do fungo quanto do instar larval. Observou-se que a maior concentração de *M. anisopliae* testada, 1×10^7 , resultou na maior taxa de mortalidade, especialmente nos ínstaes larvais mais jovens (SAHAYARAJ; BORGIO, 2010)

A variação na patogenicidade entre isolados é frequentemente observada em estudos de seleção, sendo influenciada pela virulência do isolado, pela especificidade e tolerância do hospedeiro, e pela diversidade genética inerente a cada isolado (ALVES, 1998). Polanczyk e Alves (2005) ainda destacam a importância de realizar estudos em condições de campo, para que possa verificar se a interação de entopatógenos também ocorre na presença de fatores bióticos e abióticos.

6. CONCLUSÃO

O isolado BV3, do fungo *B. bassiana*, apresentou o maior índice de patogenicidade contra pupas de *S. frugiperda*, destacando-se significativamente em relação aos demais isolados, conforme análise pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A mortalidade das pupas variou entre os diferentes isolados testados, indicando que a escolha do agente entomopatogênico é determinante para a eficácia do controle biológico de *S. frugiperda*. Além disso, as suspensões fúngicas aplicadas em diferentes concentrações demonstraram eficácia variável, reforçando a importância de otimizar a dose e o método de aplicação para maximizar o efeito entomopatogênico.

REFERÊNCIAS

AEGRO. Pragas agrícolas: guia rápido para identificar e controlar. São Paulo: Aegro, 2025. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/pragas-agricolas>. Acesso em: 4 set. 2025.

ALVES, Tayline. Insetos-praga e os impactos na lavoura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 53, out. 2023. Disponível em: <https://www.ufsm.br/siterevista/cienciarural/2023/10/23/insetos-praga-e-os-impactos-na-lavoura>. Acesso em: 4 set. 2025.

ALVES, R. T.; FARIA, M. R. de. Pequeno manual sobre fungos entomopatogênicos. Embrapa Cerrados, 2010. 50 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/884758>. Acesso em: 20 ago. 2025.

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.). Controle microbiano de insetos. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998.

BIANCO, Rodolfo. Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho - *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), na cultura do milho. 1995. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995. doi:10.11606/T.11.1995.tde-20210104-193123. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Agrofit: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: MAPA, 2003. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 set. 2025.

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. 1970. Tese (Doutorado em Área não especificada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970. doi:10.11606/T.11.1900.tde-20240301-143656. Acesso em: 20 ago. 2025.

CARNEIRO, A. A. et al. Molecular characterization and pathogenicity of isolates of *Beauveria* spp. to fall armyworm. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 4, p. 513–520, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000400010. Acesso em: 20 ago. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. PIB do agronegócio brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 4 set. 2025.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Embrapa-CNPMS, 1995. 45 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/475779>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CRUZ, I. Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/487241>. Acesso em: 20 ago. 2025.

EMBRAPA. Bioinsumos [aplicativo móvel]. Versão 3.0.6. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/bioinsumos/id1511601228>. Acesso em: 4 set. 2025.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C.. Amostragem Sequencial (Presença-Ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura do Milho. *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 4, p. 691–695, dez. 2001. Acesso em: 4 set. 2025.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (org.). Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, 2020. 510 p. ISBN 978-65-86056-01-3. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1121825>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GARAVAZI, F.; PATRONI, B. H.; BALIEIRO, C. de C. Comparativo do Controle Biológico e Químico de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. *Revista Ensaios Pioneiros*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 89–98, 2020. DOI: 10.24933/rep.v4i1.210. Disponível em: <https://ensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/article/view/210>. Acesso em: 20 ago. 2025.

IRAC-BR - Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Inseticidas. *Spodoptera frugiperda*: monitoramento da resistência. São Paulo: IRAC-BR, 2025. Disponível em: <https://www.irac-br.org/spodoptera-frugiperda>. Acesso em: 4 set. 2025.

KUMAR, R. M.; GADRATAGI, B.-G.; PARAMESH, V.; KUMAR, P.; MADIVALAR, Y.; NARAYANAPPA, N.; ULLAH, F. Sustainable management of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Agronomy*, v. 12, n. 9, p. 2150, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12092150>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MADDALENA, A.; ABREU, K. G.; BRITO, C. H. de; SANTANA, R. F. de; SANTOS, J. P. de O.; SALUSTINO, A. da S.; MORAIS, M. de M. D.; RIBEIRO, L. S.; SILVA, R. B. da. Avaliação do efeito de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). *Journal of Environmental Analysis and Progress*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 060–064, 2024. DOI: 10.24221/jeap.9.1.2024.6577.060-064. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/6577>. Acesso em: 20 ago. 2025.

POLANCZYK, Ricardo A.; ALVES, Sérgio B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, v. 74, n. 1, 2005.

ROHRIG, B. Lagarta-das-folhas (*Spodoptera eridania*): identifique e controle na lavoura. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/lagarta-das-folhas>. Acesso em: 20 ago. 2025.

ROSA, A. P. S. A. da; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Embrapa Clima Temperado, 2012. 30 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/935552>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SAHAYARAJ, K.; BORGIO, J. F. Virulence of entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin on seven insect pests. *Indian Journal of Agricultural Research*, v. 44, n. 3, p. 195–200, 2010. Disponível em: <https://arccarticles.s3.amazonaws.com/webArticle/articles/ijar2443006.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2025.

TEODORO, A. V.; SILVA, S. S.; PASSOS, E. M. dos; SANTOS, J. M. dos; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; GUZZO, E. C. *Biologia e reconhecimento das principais lagartas-praga do milho de ocorrência no agreste e zona da mata de Alagoas, Bahia e Sergipe*. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Comunicado Técnico, 173).

THOMAZONI, D.; FORMENTINI, M. A.; ALVES, L. F. A. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo*, v. 81, n. 2, p. 126–133, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/vXVpy4N4fHzzwznVzqWmNVc/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2025.

THOMAZONI, D. et al. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* visando o controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 4, n. 2, 2009. Disponível em: <https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/4418>. Acesso em: 20 ago. 2025.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 30, n. 251, p. 48-55, jul./ago. 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/574316>. Acesso em: 20 ago. 2025.

VENÂNCIO, Maria Gabriela. *Spodoptera frugiperda*: uma ameaça significativa para a agricultura brasileira. *Revista Cultivar, São Paulo*, 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/index.php/artigos/spodoptera-frugiperda-uma-ameaca-significativa-para-a-agricultura-brasileira>. Acesso em: 4 set. 2025.