

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS POSSE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE ALGODÃO BT A *Spodoptera
frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

FABYANE ALMEIDA FLEURI

**POSSE – GO
2026**

FABYANE ALMEIDA FLEURI

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE ALGODÃO BT A *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Posse, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Nogueira

POSSE - GO

2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A447a Almeida Fleuri, Fabyane
AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE ALGODÃO BT A
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) / Fabyane Almeida Fleuri. Posse Goiás 2026.
29f. il.
Orientador: Prof. Dr. Luciano Nogueira.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0720024 -
Bacharelado em Agronomia - Posse (Campus Posse).
1. Algodão Bt. 2. Lagarta Militar. 3. Suscetibilidade. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 2/2026 - GE-POS/CMPPPOS/IFGOIANO

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano

Sistema Integrado de Bibliotecas

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO- CIENTÍFICAS
NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Fabyane Almeida Fleuri

Matrícula: 2021107200240157

Título do Trabalho: **AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE ALGODÃO BT A *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/____

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro ou artigo científico? ☒ Sim ☐ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Posse, 30/3/2026.

Assinatura da Autora e/ou Detentor dos Direitos Autorais

(Assinado Eletronicamente)
Fabyane Almeida Fleuri
Matrícula: 2021107200240157

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) responsável

(Assinado Eletronicamente)
Luciano Nogueira
Orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- **Luciano Nogueira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 30/03/2026 08:28:27.
- **Fabyane Almeida Fleuri, 2021107200240157 - Discente** , em 30/03/2026 08:39:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 805410

Código de Autenticação: 9cd1785891



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 3/2026 - GE-POS/CMPPOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos vinte e sete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e seis, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) **Fabyane Almeida Fleuri**, do Curso de Bacharelado em Agronomia, cuja monografia intitula-se **Avaliação da Eficácia de Algodão Bt a *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. A defesa iniciou-se às 8 horas e 38 minutos, finalizando-se às 9 horas e 46 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO, com correções, com média 9,00 no trabalho, estando apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato digital (PDF), acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Profº. Dr. Luciano Nogueira (Orientador / Presidente da Banca)

Profª. Dra. Emiliane dos Santos Belo (Membro Titular)

Profª. Dra. Sarah Cristine Martins Neri (Membro Titular)

Fabyane Almeida Fleuri (Acadêmica)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Luciano Nogueira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/03/2026 10:01:54.
- **Sarah Cristine Martins Neri, CHEFE - FG2 - UL-POS** , em 27/03/2026 10:03:59.
- **Emiliane dos Santos Belo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/03/2026 10:06:05.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 804952

Código de Autenticação: 98695ad6da



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela vida, pela força e pela sabedoria concedida ao longo de toda esta caminhada. Em muitos momentos, foi a fé que me sustentou e me deu coragem para seguir em frente, superar desafios e chegar até aqui.

À minha família, deixo minha mais profunda gratidão por todo o amor, incentivo e apoio incondicional. Foram eles que estiveram ao meu lado em todos os momentos, acreditando em mim mesmo quando as dificuldades pareciam maiores. Este trabalho também é fruto da confiança e do suporte que sempre recebi.

Faço uma menção honrosa à minha avó Belinha, que sempre foi minha grande inspiração, exemplo de força, amor e sabedoria. Sua presença em minha vida foi essencial para que eu chegasse até aqui, e levo comigo cada ensinamento e cada gesto de carinho que me motivaram a nunca desistir.

Ao meu orientador, professor Luciano Nogueira, expresso minha sincera gratidão pela orientação, pela paciência, pelos ensinamentos e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para a realização deste estudo.

Aos amigos que a faculdade me proporcionou, agradeço por tornarem essa jornada mais leve, pelos momentos de aprendizado compartilhado, pelas conversas, risadas e pelo companheirismo durante esses anos. Em especial, deixo um agradecimento carinhoso a Emanuelle Stoco, Naene Santos Pereira e Thauany Guimarães, que estiveram presentes em tantos momentos importantes dessa trajetória.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para que este momento se tornasse possível. Cada incentivo, conselho e gesto de apoio fizeram parte desta conquista.

A todos, meu muito obrigada.

RESUMO

A cultura do algodão apresenta elevada importância econômica no Brasil, sendo frequentemente afetada por insetos-praga que comprometem a produtividade, destacando-se a lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* devido ao seu elevado potencial de dano e ampla capacidade de adaptação. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de biotecnologias de algodão contra *Spodoptera frugiperda* na região Oeste da Bahia. Os bioensaios foram conduzidos no Instituto Federal Goiano – Campus Posse, em condições de laboratório, utilizando população de campo e suscetível de referência. Lagartas recém-eclodidas com até 24 horas de vida, foram expostas a folhas e maçãs de algodão *Bacillus thuringiensis* e convencional. Foram avaliadas a sobrevivência e a mortalidade larval ao longo do período de exposição. Resultando em elevada eficiência das cultivares transgênicas. Com incremento progressivo da mortalidade das lagartas ao longo do tempo. Conclui-se que as tecnologias avaliadas são eficazes no controle da praga, contribuindo para a redução de danos à cultura, contudo, a adoção de estratégias de manejo da resistência, aliada ao monitoramento contínuo das populações, é essencial para garantir a durabilidade dessas tecnologias e a sustentabilidade do sistema produtivo.

Palavras chaves: algodão Bt. lagarta militar. plantas transgênicas. proteínas inseticidas. suscetibilidade.

ABSTRACT

Cotton cultivation has high economic importance in Brazil and is frequently affected by insect pests that compromise productivity, especially the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, due to its high damage potential and wide adaptive capacity. This study aimed to evaluate the efficacy of cotton biotechnologies against *Spodoptera frugiperda* in the western region of Bahia. The bioassays were conducted at Instituto Federal Goiano – Campus Posse, under laboratory conditions, using both field and susceptible reference populations. Newly hatched larvae up to 24 hours old were exposed to leaves and bolls of *Bacillus thuringiensis* cotton and conventional cotton. Larval survival and mortality were evaluated throughout the exposure period, resulting in high efficiency of the transgenic cultivars, with a progressive increase in larval mortality over time. It is concluded that the evaluated technologies are effective in controlling the pest, contributing to the reduction of crop damage; however, the adoption of resistance management strategies, combined with continuous population monitoring, is essential to ensure the durability of these technologies and the sustainability of the production system.

Keywords: Bt cotton. fall armyworm. transgenic plants. insecticidal proteins. susceptibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de coleta e transporte de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em área de algodão. A. Coleta de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em plantas de algodoeiro. B. Acondicionamento dos indivíduos em recipientes.....	14
Figura 2 - Lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> individualizadas em potes plásticos contendo dieta artificial.....	15
Figura 3 – Manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> nas fases de pré-pupa e adulta em laboratório. A. Lagartas em fase pré-pupa. B. Gaiola de PVC utilizada para manutenção dos adultos.....	16
Figura 4 - Etapas de estabelecimento e manejo da cultura do algodão. A. Espaçamento entre linhas e entre plantas. B. Desempenho da cultura do algodão. C. Irrigação manual.....	17
Figura 5 – Estruturas utilizadas no algodão	18
Figura 6 - A. Limpeza do material. B. Transferência das lagartas. C. Organização em bandejas.....	19

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Cultura do algodão	9
2.2 Lagarta militar	10
2.3 Estratégias de manejo	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 População de <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
3.2 Criação das lagartas	15
3.3 Tratamentos, semeadura e condução das plantas	16
3.4 Avaliação da eficácia das biotecnologias a lagartas de <i>S. frugiperda</i>	17
3.5 Análise estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tornou-se uma das principais commodities do agronegócio brasileiro, desempenhando um papel estratégico para a economia nacional (Ferreira et al., 2022). Sua produção é especialmente relevante no bioma Cerrado, que atualmente concentra a maior parte da área cultivada e da produção de algodão do país, influenciada pelas práticas de tecnologias modernas, melhoramento genético e sistemas de produção altamente mecanizados (Araújo, 2017).

A expansão do algodão para o Cerrado ocorreu principalmente a partir da década de 1980 (Araújo, 2017), quando as condições edafoclimáticas e a disponibilidade de grandes áreas mecanizáveis favoreceram o aumento da produtividade e a competitividade do algodão brasileiro no mercado internacional (Santos et al., 2020).

A cultura é altamente suscetível ao ataque de diversas pragas, que encontram no algodoeiro um ambiente propício para seu desenvolvimento e multiplicação. Entre essas pragas, destacam-se os insetos sugadores, como a mosca-branca, os tripses e o pulgão, além das pragas mastigadoras, como as lagartas, que causam danos diretos às estruturas vegetativas e reprodutivas da planta, comprometendo o rendimento e a qualidade da produção (Miranda et al., 2023).

Entre as principais pragas que afetam o algodoeiro, destaca-se a lagarta militar, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida pela capacidade de causar danos severos às plantas ao se alimentar de folhas, botões florais e maçãs (Santos, 2015), resultando em prejuízos expressivos à produção.

Como estratégia para o controle desta praga, foram desenvolvidos cultivares geneticamente modificadas, especialmente com o uso de cultivares que expressam genes de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Firmicutes: Bacillaceae). Essa bactéria é capaz de sintetizar proteínas Cry e Vip que atuam de forma seletiva no sistema digestivo das lagartas, comprometendo a integridade do epitélio intestinal e levando-as rapidamente à morte (Bravo et al., 2011; Baldin, 2025).

No Brasil, diversas tecnologias Bt foram desenvolvidas e comercializadas para a cultura do algodão, incluindo Bollgard® (I, II e III), WideStrike® (1, 2 e 3) e TwinLink® (Jesus et al., 2014; CTNBIO, 2026). Cada uma dessas biotecnologias expressa diferentes combinações de proteínas Bt, com o objetivo de ampliar o espectro de controle de insetos-praga e reduzir a probabilidade de desenvolvimento de resistência de populações de insetos-alvo (Tabashnik; Carrière, 2017).

Com a adoção dessas biotecnologias, associadas ao manejo integrado de pragas (MIP), observa-se maior eficiência no controle de lepidópteros, redução no uso de inseticidas químicos e maior sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Bueno et al., 2025).

Entretanto, a prática contínua do monocultivo, associada à ausência de diversificação nos mecanismos de controle da lagarta e a falta de refúgios adequados, tem comprometido a eficácia da tecnologia Bt, em razão da evolução da resistência da praga às proteínas inseticidas (Resende et al., 2014).

A resistência é um processo evolutivo natural, que é acelerado pelo uso prolongado de uma única tática de controle, comprometendo a eficácia da defesa no médio e longo prazo. Combinadas as condições climáticas favoráveis e a presença contínua de hospedeiros alternativos, criam um ambiente propício para o desenvolvimento e aumento de alelos resistentes nas populações de pragas (Selvarani et al., 2024).

Alguns estudos evidenciam a heterogeneidade genética das populações de *S. frugiperda* nessas regiões, revelando diferentes níveis de suscetibilidade às toxinas Cry. Essa variabilidade pode estar associada a múltiplos fatores, incluindo o histórico de uso de cultivares Bt, as práticas de manejo adotadas, a estrutura da paisagem agrícola e até mesmo as interações com inimigos naturais (Queiroz, 2020).

Por isso, avaliar a eficácia das biotecnologias de algodão a *S. frugiperda* é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes, capazes de preservar a eficácia da tecnologia Bt e garantir a sustentabilidade da produção agrícola (André et al., 2025).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de biotecnologias de algodão em população de *Spodoptera frugiperda* na região do Oeste da Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do algodão

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das fibras têxteis mais antigas utilizadas pela humanidade, com evidências de domesticação que remontam há aproximadamente 6.000 anos (Viot; Wendel, 2023). Espécies do gênero *Gossypium* foram sendo domesticadas de forma livre em diversas regiões do mundo (Moura, Landau, Silva, 2020). Naquela época destacavam-se as espécies *G. arboreum* e *G. herbaceum*, cultivadas principalmente na Ásia e na África. Com o tempo, o cultivo do algodoeiro expandiu-se para a região do Mediterrâneo, sendo inicialmente conduzido em plantas perenes com porte arbóreo, e provavelmente sua produção necessitava de pouca água do que atualmente (Borba; Rocha; Bellini, 2023).

No continente americano ocorreu a domesticação da espécie *G. hirsutum* L., originária da Mesoamérica. Essa espécie apresenta grande diversidade genética e tornou-se a principal cultivada no mundo, responsável pela maior parte da produção global de fibra de algodão. Entre suas diferentes espécies botânicas, a *latifolium* destaca-se pela ampla adaptação e elevada produtividade, sendo predominante nos sistemas modernos de produção (Dias; Santos, 2023).

O algodoeiro é caracterizado como uma planta de metabolismo fotossintético do tipo C3, pertence à família Malvaceae, se adapta bem a condições de clima quente. O seu desenvolvimento inicial ocorre de forma mais eficiente em faixas próximas de 25 °C a 30 °C, condições comuns em regiões tropicais e subtropicais onde a cultura é amplamente cultivada, como no Brasil (Krzyzanowski et al., 2011; Singh et al., 2018).

Há evidências de que o algodoeiro já estava presente no território brasileiro antes da chegada dos portugueses, sendo inicialmente cultivado em pequenas áreas para uso doméstico (Klein; Vidal-Luna, 2023). Com o processo de colonização, a cultura passou a ser explorada de forma mais organizada nas regiões Norte e Nordeste, destacando-se o estado do Maranhão, como um dos primeiros polos produtores no século XVIII. Posteriormente, o cultivo se expandiu para as outras regiões do país, incluindo o Sudeste, onde a introdução do algodão herbáceo contribuiu para o aumento da produtividade e adaptação ao sistema de cultivo anual (Moura; Landau; Silva, 2020).

Contudo, a partir da década de 1990, a cotonicultura brasileira passou por significativa modernização, com destaque para expansão da produção nas regiões do Centro-Oeste, Oeste da Bahia e região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Esse avanço foi

impulsionado pela adoção de tecnologias como cultivares melhoradas, biotecnologia, mecanização agrícola e manejo integrado de pragas e doenças, além das condições edafoclimáticas favoráveis dessas regiões (Ferreira, 2026)

Atualmente, o Brasil está entre os maiores produtores mundiais de algodão, com produção estimada em cerca de 3,9 milhões de toneladas de pluma e área cultivada de aproximadamente 2,1 milhões de hectares na safra 2024/25 (Conab, 2025). Esses números evidenciam a importância estratégica da cadeia produtiva do algodão para a economia regional e nacional (Abrapa, 2023).

2.2 Lagarta militar

A lagarta militar, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera Noctuidae), é uma praga amplamente conhecida em sua área de distribuição nativa, que abrange principalmente as regiões tropicais e subtropicais das Américas (Fakhri; Goanar, 2025). Acabou se tornando uma das principais pragas agrícolas devido à sua elevada capacidade de dispersão, adaptação a diferentes ambientes e ampla variedade de plantas hospedeiras, atacando diversas culturas de importância econômica, como milho, soja, algodão e sorgo (Santos, 2010; Casmuz et al., 2017).

A praga é considerada um inseto altamente polífago, capaz de se alimentar de mais de 350 espécies de plantas pertencentes a cerca de 76 famílias botânicas, o que contribui para sua rápida disseminação e dificulta seu controle em diferentes sistemas agrícolas (Nurkomar et al., 2023; Kartakis et al., 2025).

No Brasil, em meados do século XX foram feitos os primeiros registros da ocorrência de *S. frugiperda*, com relatos iniciais em diferentes estados, incluindo Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Distrito Federal, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Devido à sua capacidade de migrar, reproduzir e adaptação a diferentes regiões, encontra-se amplamente distribuída em todo o território brasileiro tornando-se uma das pragas mais importantes, causando danos significativos em diversas culturas agrícolas (Barcelos et al., 2013).

A espécie *S. frugiperda* é um inseto holometábolo que apresenta quatro fases no seu ciclo de vida: ovo, lagarta, pupa e adultos. A duração de cada fase pode variar de acordo com umidade e a temperatura do ambiente. Os ovos, tornam-se escuros próximos à eclosão, uma única fêmea pode colocar entre 1.500 e 2.000 ovos durante sua vida reprodutiva (Lazarotto, 2006). A fase seguinte, a de lagarta, é a que mais causa danos, pois é nesse estágio que o

inseto se alimenta intensamente das plantas. Ao eclodirem, as lagartas consomem inicialmente a casca do ovo. A partir do segundo ínstar, pode ocorrer canibalismo entre indivíduos (Abreu, 2014).

As lagartas possuem três pares de pernas torácicas e cinco pares de falsas pernas abdominais. O período larval duro, em média 23 dias, podendo variar de acordo com as condições ambientais e a disponibilidade de alimento. No último instar, apresentam coloração marrom-acinzentada, corpo medindo cerca de 35 mm e uma característica marca em forma de “Y” invertido na parte frontal da cabeça (Sarmiento, 2002).

Após a fase larval, o inseto entra em um estágio não alimentar denominado pré-pupa, com duração de 1 a 5 dias, seguido da pupação, que pode durar de 6 a 55 dias. Por fim, emerge o adulto uma mariposa de coloração cinza-escuro. O dimorfismo sexual é visível nas asas anteriores os machos apresentam coloração mais escura, com manchas brancas, enquanto as fêmeas possuem coloração mais uniforme (Sarmiento, 2002).

A *S. frugiperda* causa danos ao algodoeiro durante todo o seu ciclo de desenvolvimento. Desde a emergência das plântulas, as lagartas raspam o caule, comprometendo o vigor inicial da planta e reduzindo seu porte (Santos, 2010).

Na fase vegetativa, alimentam-se das folhas, hastes e ponteiros, diminuindo significativamente a área fotossintética e, conseqüentemente, o potencial produtivo da cultura. Já durante a fase reprodutiva, a praga ataca botões florais e, principalmente, as maçãs, onde perfura os tecidos causando orifícios grandes e irregulares, além de deixar uma quantidade expressiva de excrementos. As lagartas permanecem dentro das maçãs até entrarem no estágio de pré-pupa, quando então saem para se puparem no solo (Santos, 2010).

Dessa forma, considerando a elevada capacidade de adaptação, dispersão e o potencial de causar danos significativos à cultura do algodoeiro, *S. frugiperda* destaca-se como uma das principais pragas de importância econômica para a cotonicultura, exigindo a adoção de estratégias eficientes de manejo para reduzir perdas produtivas (Santos, 2010).

2.3 Estratégias de manejo

Diversas estratégias podem ser utilizadas de forma complementar no manejo da *S. Frugiperda*, com o objetivo de reduzir os danos causados pela praga e minimizar o uso excessivo de inseticidas químicos (Miranda, et al., 2023). Entre essas estratégias destaca-se o manejo integrado de pragas (MIP), que consiste na combinação de diferentes métodos de

controle baseados no monitoramento populacional e no nível de dano econômico (Sanches, 2024)

Entre as práticas utilizadas no manejo dessa praga, o tratamento de sementes pode atuar como uma medida preventiva importante, protegendo as plantas nos estágios iniciais de desenvolvimento e reduzindo a necessidade de aplicações foliares precoces de inseticidas. Além disso, o controle químico ainda é amplamente utilizado no controle da espécie, sendo realizada principalmente por reguladores de crescimento, quando as lagartas se encontram em estágios iniciais de desenvolvimento (Santos, 2015).

Entre os principais se destaca os inseticidas inibidores da síntese de quitina, moduladores do receptor de rianodina, além das espinosinas que são amplamente utilizados no controle de lagartas na cultura do algodão (Almeida; Soares; Albuquerque, 2019).

Outra estratégia importante no manejo é o controle biológico que utiliza inimigos naturais para reduzir as populações do inseto (Parra et al., 2014). Entre os agentes de controle biológico mais utilizados destacam-se as vespas parasitoides do gênero *Trichogramma*, que parasitam os ovos da praga, impedindo o desenvolvimento das lagartas e contribuindo para o controle populacional de forma seletiva e ambientalmente sustentável (Costa; Funichello; Busoli, 2010).

Além dos parasitoides, os predadores naturais também desempenham um papel fundamental no controle da praga, como a tesourinha *Doru luteipes*, que atua de forma sinérgica aos parasitoides.

Estudos recentes reforçam que esse dermáptero exerce uma pressão significativa sobre os ovos e lagartas neonatas de lepidópteros - alvo, como *S. frugiperda* e *Helicoverpa armigera*, sendo sua conservação no campo essencial para a regulação populacional no sistema agrícola (Mendes et al., 2021; Aguiar et al., 2023). A eficácia de *D. luteipes* é potencializada em sistemas que priorizam inseticidas seletivos, permitindo que o controle biológico natural e o aumentado coexistam na cultura (Ramalho; Jesus; Malaquias, 2014).

Além disso, a aplicação de fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* tem se destacado no controle de pragas sugadoras e do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), enquanto os Baculovírus (como SfMNPV e HearNPV) são cada vez mais utilizados pela sua alta especificidade e capacidade de causar epizootias severas nas populações de pragas remanescentes das tecnologias transgênicas (Moscardi et al., 2011).

Além dessas estratégias, o uso de cultivares transgênicas que expressam proteínas inseticidas derivadas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) tornou-se uma das principais

ferramentas no controle de lepidópteros-praga na agricultura moderna (Lacey et al., 2015). Essas plantas geneticamente modificadas produzem proteínas inseticidas que atuam no sistema digestivo das lagartas, reduzindo a sobrevivência e o desenvolvimento das populações da praga (Tabashnik; Carrière, 2017).

A bactéria *B. thuringiensis* produz, durante o processo de esporulação, cristais proteicos conhecidos como toxinas Cry. Essas proteínas apresentam atividade inseticida específica e são ativadas quando ingeridas pelas larvas de insetos suscetíveis. No ambiente alcalino do intestino médio das lagartas, os cristais proteicos são solubilizados e as toxinas ativadas ligam-se a receptores específicos presentes nas células epiteliais do intestino, causando a formação de poros na membrana celular, lise dos tecidos intestinais e, consequentemente, a morte do inseto (Baldin, 2025).

Além das proteínas Cry, algumas cultivares de algodão Bt expressam proteínas Vip, como a Vip3A, que apresentam mecanismo de ação distinto (Figueiredo et al., 2019). Diferente das proteínas Cry, as Vip são produzidas durante a fase vegetativa da bactéria e não forma cristais proteicos. Elas atuam no intestino médio das lagartas, ligando-se a receptores diferentes dos utilizados pelas toxinas Cry, o que contribui para ampliar o espectro de controle e reduzir a probabilidade de resistência cruzada (Yang et al., 2022).

Dessa forma, a integração de diferentes estratégias de manejo, incluindo controle biológico, controle químico, uso de cultivares Bt e monitoramento das populações da praga, constitui uma abordagem fundamental para garantir o controle eficiente de *Spodoptera frugiperda* e a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Alguns estudos têm demonstrado a ocorrência de populações de *S. frugiperda* com redução na suscetibilidade às proteínas Bt, especialmente em regiões com o uso intensivo dessas tecnologias (Huang et al., 2021). Trabalhos conduzidos no Brasil indicam que a exposição contínua às proteínas Cry pode selecionar indivíduos resistentes, comprometendo a eficiência do controle ao longo do tempo (Sorgatto et al., 2015).

Diante desse cenário, é fundamental a realização de estudos que avaliem a eficácia das tecnologias Bt em diferentes regiões produtoras, como o Oeste da Bahia, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes e sustentáveis.

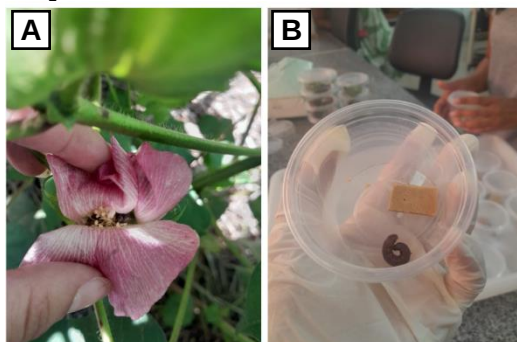
3. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram conduzidos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Posse. Os ensaios em laboratório foram conduzidos sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ \text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotoperíodo (12L: 12D h).

3.1 População de *Spodoptera frugiperda*

A população do campo (PLEM) foi estabelecida por meio da coleta de lagartas de *S. frugiperda* em área de algodão comercial, *Gossypium hirsutum* L. (Fig. 1A), na fase de desenvolvimento fenológico de produção de maçãs. A coleta das lagartas, (~ 200 lagartas) foi realizada na Fazenda Palmares, SLC Agrícola (Luís Eduardo Magalhães – BA), localizada nas coordenadas geográficas (Latitude: $11^\circ 39' 58''$ S e Longitude: $46^\circ 02' 15''$ W e altura: 819 m).

Figura 1. Etapas de coleta e transporte de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em área de algodão. **A.** Coleta de lagartas de em plantas de algodoeiro. **B.** Acondicionamento dos indivíduos em recipientes.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

As lagartas foram acondicionadas em recipientes de criação (Fig. 1B) (recipientes plásticos) com dimensões externas aproximadas de 6,2 cm de altura e 10,8 cm de diâmetro, providos de tampa, juntamente com uma parte da planta hospedeira (maçã do algodoeiro). Posteriormente, os recipientes foram acondicionados em caixa de isopor e encaminhados ao Laboratório de Biologia do IF Goiano – Campus Posse, para o estabelecimento da população de campo.

Além da população de campo, foi obtida uma população suscetível de referência (PR) proveniente de colônia do Laboratório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(Embrapa Milho e Sorgo) (Sete Lagoas, MG) que é mantida sem exposição prévia a proteínas Bt.

As lagartas foram alimentadas em dieta artificial e os adultos em solução de mel a 10% (wv -1). A criação foi mantida em laboratório sob condições controladas (Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; Umidade Relativa: $70 \pm 10\%$, e fotoperíodo de (12L: 12D h).

3.2 Criação das lagartas

As populações foram criadas separadamente, utilizando uma dieta artificial à base de feijão carioca cozido, gérmen de trigo e caseína, de acordo com a metodologia adaptada de Kasten Júnior et al. (1978).

A dieta foi preparada semanalmente em condições assépticas, utilizando ingredientes adicionais como ácido ascórbico, nipagin e formaldeído para a conservação. As lagartas eram individualizadas em potes plásticos de 50 ml, previamente higienizados e autoclavados (Fig. 2), contendo dieta suficiente para seu desenvolvimento inicial. As condições ambientais de criação foram mantidas constantes: temperatura de 25°C e a umidade relativa de 70%. mantidas em condições controladas para criação em laboratório.

Figura 2. Lagartas de *Spodoptera frugiperda* individualizadas em potes plásticos contendo dieta artificial.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

As trocas de dieta e a higienização dos recipientes foram realizadas a cada dois dias. Para a limpeza, os potes foram lavados utilizando detergente neutro, solução de água sanitária, álcool 70%, e posteriormente esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos.

Durante a fase de pré -pupa, os indivíduos eram transferidos para placas de Petri forradas com papel toalha, visando remover a umidade excessiva (Fig. 3A). Após a pupação, os insetos foram alocados em gaiolas confeccionadas com estrutura de cano PVC (Fig. 3B), revestidas internamente com folhas de papel A4 e cobertas com tecido de algodão para permitir uma ventilação adequada.

Dentro das gaiolas, foi fornecido algodão embebido em solução de mel (preparada na proporção de 9 partes de água destilada para 1 parte de mel), utilizando como fonte de carboidrato para os adultos emergidos.

Figura 3. Manejo de *Spodoptera frugiperda* nas fases de pré-pupa e adulta em laboratório. **A.** Lagartas em fase pré-pupa. **B.** Gaiola de PVC utilizada para manutenção de adultos de *Spodoptera frugiperda*.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

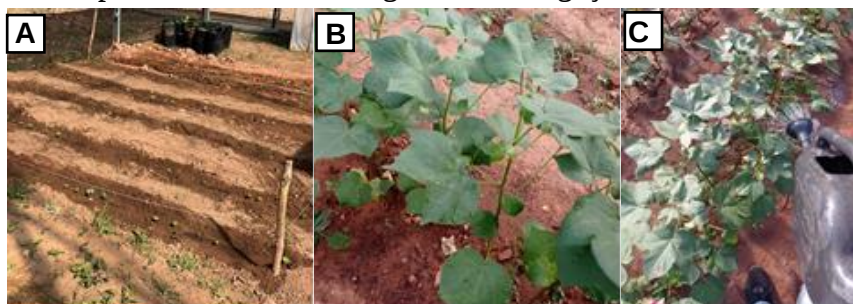
3.3 Tratamentos, semeadura e condução das plantas

Os tratamentos foram constituídos por sementes de cultivares de algodão contendo as biotecnologias utilizadas na região Oeste da Bahia: IMA5802B2RS® (Cry1Ac e Cry2Ab2), TMG31B3RF® (VIP3A, Cry1Ac e Cry2Ab2) e uma cultivar sem a biotecnologia BS2103GL®. As sementes contendo as biotecnologias de algodão foram disponibilizadas pela empresa SLC Agrícola® (Fazenda Panorama, Correntina-BA).

As sementes contendo as biotecnologias descritas anteriormente foram semeadas em casa de vegetação, localizada no IF Goiano – Campus Posse, utilizando espaçamento de 60 cm entre linhas e 20 cm entre plantas (Fig. 4A). Ao longo do desenvolvimento da cultura do algodão, foram realizadas avaliações visuais diárias nas plantas, com a finalidade de monitorar seu crescimento e desenvolvimento, bem como identificar precocemente possíveis

sintomas de doenças, presença de pragas ou quaisquer anormalidades que pudessem comprometer o desempenho da cultura (Fig. 4B).

Figura 4. Etapas de estabelecimento e manejo da cultura do algodão. **A.** Espaçamento entre linhas e entre plantas. **B.** Desempenho da cultura do algodão. **C.** Irrigação manual.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Para a semeadura, foi realizada a adubação de plantio, com aplicação do equivalente a 350 kg ha^{-1} de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK 08-20-18; Fertilizantes Heringer S/A, Brasil), acrescido de 0,5% de boro (octaborato de sódio 20%; Equilíbrio Fertilizantes, Brasil).

A irrigação foi realizada manualmente (Fig. 4C), com frequência diária durante o estabelecimento inicial das plantas. Após o desenvolvimento do sistema radicular, a irrigação passou a ocorrer a cada dois ou três dias, de acordo com a necessidade hídrica da cultura. O controle de plantas daninhas foi realizado sempre que necessário.

Na fase vegetativa (V3) foi realizada a adubação de cobertura correspondente a 250 kg.ha^{-1} da formulação mineral NPK (20-00-20; Fertilizantes Heringer S.A, Brasil). A irrigação e eliminação de plantas daninhas foram realizadas sempre que necessário.

3.4 Avaliação da eficácia das biotecnologias a lagartas de *S. frugiperda*

Para a realização dos experimentos, foram utilizadas estruturas vegetativas e reprodutivas da cultura ao longo do desenvolvimento fenológico. As estruturas foram selecionadas de modo a representar diferentes fases do desenvolvimento da planta, sendo utilizadas: I – folhas em estágio vegetativo, representando a fase inicial de crescimento da cultura; e II – maçãs pequenas, caracterizando a fase reprodutiva inicial das plantas (Fig. 5). A utilização dessas estruturas teve como objetivo avaliar o comportamento do material biológico em diferentes estágios fenológicos da cultura do algodoeiro.

Figura 5. Estruturas utilizadas do algodão.



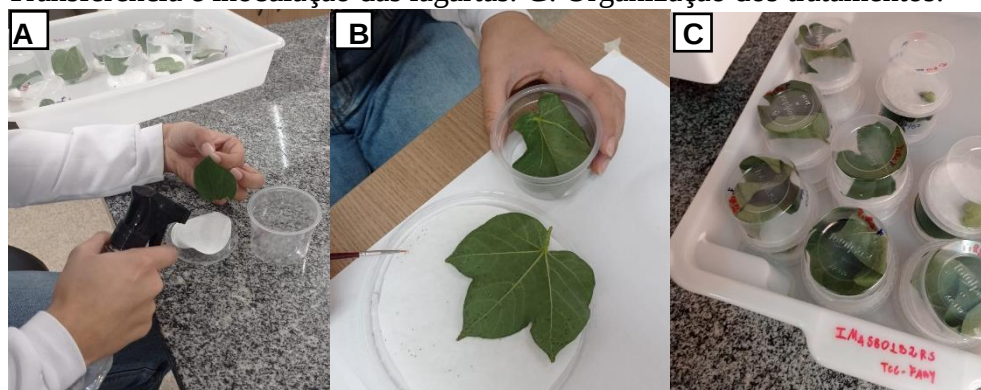
Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Os experimentos foram iniciados utilizando-se uma das estruturas descritas anteriormente. A estrutura da planta foi retirada da região apical das plantas de algodão e conduzida ao laboratório, onde passou por um processo de desinfestação superficial. Inicialmente, o material vegetal foi imerso em solução de hipoclorito de sódio a 0,075% por 30 segundos, com o objetivo de reduzir possíveis contaminantes presentes na superfície das folhas.

Em seguida, o material foi submetido a três lavagens consecutivas com água deionizada para remoção do excesso da solução desinfetante. Posteriormente, as estruturas vegetais foram cuidadosamente enxugadas com papel toalha, a fim de retirar o excesso de umidade antes da utilização nos ensaios. As folhas utilizadas como substrato alimentar das lagartas estão representadas na Fig. 6A.

Para cada tratamento, as estruturas vegetais foram acondicionadas individualmente em dez recipientes de criação confeccionados em material plástico, utilizados como unidades experimentais. Os recipientes possuíam aproximadamente 8 cm de altura por 5 cm de diâmetro.

Figura 6. Preparo do material vegetal. **A.** Limpeza das folhas e maçãs. **B.** Transferência e inoculação das lagartas. **C.** Organização dos tratamentos.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

No interior dos recipientes foi colocado papel filtro no fundo, previamente umedecido com água deionizada, com o objetivo de manter a umidade adequada no ambiente interno e evitar o ressecamento do material vegetal e dos insetos.

Em cada recipiente foram inoculadas cinco lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda*, com até 24 horas após a eclosão, provenientes de uma das populações avaliadas no estudo, denominadas PLEM e PR. As lagartas foram transferidas para os recipientes com auxílio de pincel de cerdas macias, evitando danos aos indivíduos durante o manejo.

A transferência das lagartas para os recipientes foi realizada com auxílio de pincel de cerdas macias, procedimento adotado para evitar danos aos indivíduos durante o manejo (Fig 6B). Após a inoculação, os recipientes contendo as unidades experimentais foram organizados em bandejas, facilitando o manejo e o acompanhamento durante o período experimental (Fig 6C).

Durante o período experimental, as folhas utilizadas como alimento foram substituídas a cada três dias, garantindo a disponibilidade de alimento fresco às lagartas. Nesse momento, também foram removidos resíduos presentes nos recipientes, como excrementos e exúvias resultantes do processo de muda.

Esse procedimento teve como finalidade manter condições adequadas de higiene e sanidade no ambiente de criação, evitando o desenvolvimento de microrganismos que pudessem interferir no desenvolvimento dos insetos e, consequentemente, nos resultados do experimento.

Para a avaliação eficácia das biotecnologias, foi analisada a sobrevivência larval nas biotecnologias. As lagartas foram mantidas nos tratamentos e avaliadas quanto à sobrevivência após sete dias do início dos experimentos. A sobrevivência larval foi

determinada pela contagem do número de indivíduos vivos ao término do período experimental. A eficácia das proteínas inseticidas expressas nas plantas Bt foi avaliada com base na mortalidade observada ao longo do período de exposição.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado constituído por seis tratamentos, com dez repetições, sendo cada repetição composta por um recipiente contendo cinco lagartas

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Sminorv ($P < 0,05$) e Levene ($P < 0,05$) para verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Após a verificação, foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F e no caso de efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcsen(x/100)^{1/2}$ para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA) em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As análises estatísticas dos dados foram realizadas usando o Software R versão 4.2.0 (R Core Team, 2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram efeito significativo das cultivares de algodão e do tempo de exposição na mortalidade de lagartas *Spodoptera frugiperda*, tanto para a população de campo (PLEM) quanto para a população suscetível (PR). De modo geral, foi observado o aumento progressivo da mortalidade larval ao longo do período de exposição, especialmente nas cultivares que continham as biotecnologias Bt.

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que a mortalidade das lagartas PLEM aumentou progressivamente ao longo do tempo de exposição às cultivares Bt. Nas primeiras 72 horas, a mortalidade observada foi relativamente baixa, variando entre 0% a 24%, sugerindo que o efeito inicial das toxinas pode ocorrer de forma gradual ao longo do tempo (Schnepf et al., 1998; Bravo et al., 2007). Isso pode estar relacionado ao modo de ação das proteínas Cry que atuam inicialmente no epitélio do intestino médio das lagartas, provocando a interrupção da alimentação e posteriormente a morte do inseto (Valicente et al., 2010).

Tabela 1. Mortalidade (%) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* da população de Luís Eduardo Magalhães (PLEM) em biotecnologias de estruturas vegetativas e reprodutivas de algodão. Posse – GO, 2026.

Tratamentos	Tempo de exposição		
	72h	120h	168h
IMA5802b2 FV	24,0 ± 3,73 a	57,0 ± 2,19 c	97,0 ± 1,64 a
IMA5802 Maçã	9,0 ± 2,28 bc	57,0 ± 2,63 c	100,0 ± 0,00 a
TMG31B3 FV	13,0 ± 2,19 ab	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a
TMG31B3 Maçã	9,0 ± 2,28 bc	85,0 ± 2,46 b	97,0 ± 1,64 a
BS21GL FV	0,0 ± 0,00 d	1,0 ± 1,00 d	6,0 ± 2,10 b
BS21GL Maçã	3,0 ± 1,64 cd	5,0 ± 1,99 d	6,0 ± 2,10 b
F	11,33**	338,99**	409,59**
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Dados apresentados como média ± erro padrão da média (EPM). Os dados foram transformados por arco seno $\sqrt{(x/100)}$ para realização da análise de variância.

Com o aumento no período da exposição foi observado um incremento expressivo na mortalidade das lagartas, especialmente após as 120 horas. Destacando-se a cultivar TMG31B3RF, que apresentou os maiores índices de mortalidade nas estruturas vegetais avaliadas. Esse resultado pode estar associado à presença da proteína Vip3A combinada às proteínas Cry1Ac e Cry2Ab2, que atuam de forma complementar no controle do inseto. A proteína Vip3A possui mecanismo de ação distinto das toxinas Cry, o que contribui para

ampliar o espectro de controle da *S. frugiperda* e reduzir a probabilidade da ocorrência da resistência cruzada (Figueiredo et al., 2019).

Ao final do período experimental (168 horas), as cultivares Bt apresentaram mortalidade próxima ou igual a 100%, enquanto a cultivar convencional manteve os níveis baixos de mortalidade. Resultados semelhantes foram observados em estudos recentes que avaliaram a suscetibilidade de *S. frugiperda* a cultivares Bt contendo proteínas Vip3A associadas as proteínas Cry nos quais foram observadas taxas de mortalidade superiores a 95% após alguns dias de alimentação da planta (Moreira, 2023).

Outro ponto a ser observado foi a diferença inicial entre as estruturas (folhas e maçãs). Em geral, as folhas apresentaram mortalidade ligeiramente superior nas primeiras avaliações, indicando uma maior concentração da toxina ou de menor tempo de exposição necessário para o controle. Esse padrão pode estar relacionado à variação na expressão das proteínas Bt entre diferentes tecidos da planta, uma vez que a concentração dessas toxinas pode variar ao longo do desenvolvimento fenológico do algodoeiro (Holman et al., 2025).

Essa variação de expressão em diferentes estágios é um fator a ser considerado, pois pode gerar doses subletais em certas partes da planta, favorecendo a seleção de indivíduos resistentes (Tabashnik; Brévault; Carrière, 2013).

Em contraste, a cultivar BS21GL apresentou baixos níveis de mortalidade durante todo o período experimental, variando entre 0 e 6%, o que é compatível com relatos de susceptibilidade de variedades de algodoeiro convencional a *S. frugiperda* (Jesus et al., 2014). Esse resultado evidencia que, na ausência de proteínas inseticidas, as lagartas conseguem completar seu desenvolvimento normalmente, reforçando o potencial dano econômico dessa espécie, caso medidas de manejo não sejam adotadas em campo (Sorgatto et al., 2015).

Na Tabela 2, foi observado que a população PR de *S. frugiperda* apresentou a mortalidade inicial superior à PLEM, especialmente nas biotecnologias Bt, independentemente da estrutura da planta. Após 72 horas de exposição, a cultivar TMG31B3RF apresentou a mortalidade entre 55% e 56%, valores maiores em comparação as outras cultivares, indicando maior eficiência no controle da praga.

Tabela 2. Mortalidade (%) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* da população de referência (PR) em biotecnologias de estruturas vegetativas e reprodutivas de algodão. Posse – GO, 2026.

Tratamentos	Tempo de exposição		
	72h	120h	168h
IMA5802 FV	35,00 ± 1,99 b	64,00 ± 2,34 b	98,00 ± 1,38 a
IMA5802 Maçã	33,00 ± 2,19 b	74,00 ± 2,94 b	94,00 ± 2,10 a
TMG31B3 FV	55,00 ± 2,86 a	92,00 ± 2,25 a	99,00 ± 1,00 a
TMG31B3 Maçã	56,00 ± 3,11 a	90,00 ± 2,71 a	98,00 ± 1,38 a
BS21GL FV	5,00 ± 1,99 c	6,00 ± 2,10 c	7,00 ± 2,19 b
BS21GL Maçã	4,00 ± 1,84 c	5,00 ± 1,99 c	6,00 ± 2,10 b
F	99,34**	149,09**	298,32**
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Dados apresentados como média ± erro padrão da média (EPM). Os dados foram transformados por arco seno $\sqrt{(x/100)}$ para realização da análise de variância.

Após 120 horas, a mortalidade nas cultivares contendo a proteína Vip3A ultrapassou 90%, atingindo valores próximos de 100% ao final do período experimental. Esse resultado mostra a elevada suscetibilidade da população PR às proteínas inseticidas expressas nas cultivares avaliadas.

Os resultados reforçam que populações mantidas em laboratório por várias gerações sem exposição a toxinas tendem a apresentar maior sensibilidade às proteínas, uma vez que não foram submetidas à pressão de seleção presente em ambientes agrícolas (Tabashnik, 1994), principalmente em regiões de agricultura intensiva como o Oeste da Bahia.

A pressão de seleção contínua exercida pelas culturas Bt na população de campo, associada à elevada capacidade reprodutiva e a ampla disponibilidade de plantas hospedeiras, pode favorecer o aumento da frequência de indivíduos resistentes nas populações de *S. frugiperda*, reduzindo a eficácia dessas tecnologias no campo a longo do tempo (Huang et al., 2021).

Os resultados evidenciam que as lagartas de *S. frugiperda* das populações PLEM e PR não foram capazes de sobreviver as biotecnologias de algodão quando expostas as estruturas vegetativas ou reprodutivas das plantas, sendo altamente suscetíveis aos eventos Bt avaliados.

Esses resultados reforçam a importância do uso de cultivares Bt como ferramenta eficaz de controle, ao mesmo tempo que destacam a necessidade de práticas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) para retardar a evolução da resistência, como a adoção de áreas de refúgio, o que pode reduzir a pressão de seleção imposta a espécie.

A comparação entre populações de campo e suscetível reforça a necessidade de conduzir estudos com múltiplas populações geograficamente distribuídas, dado que a pressão de seleção pode variar entre regiões produtoras de algodão e influenciar o ritmo da evolução de resistência.

Este trabalho contribui com informações que podem auxiliar na implementação de estratégias de monitoramento e manejo de resistência de *S. frugiperda* no Oeste da Bahia. Adicionalmente, o monitoramento de *S. frugiperda* visando evidenciar potenciais mecanismos de resistência (alterações nos sítios de ligação de toxinas, metabolismo detoxificante, comportamento alimentar) caso mudanças na resposta biológica venham a ocorrer.

Por fim, a adoção combinada de boas práticas de manejo e avaliação dos riscos de resistência permitirão obter informações científicas que poderão resultar em ações de campo, reduzindo o risco de evolução de resistência e o consequente, manejo sustentável de *S. frugiperda*.

5. CONCLUSÕES

As biotecnologias Bt avaliadas VIP3A, Cry1Ac e Cry2Ab apresentaram eficácia no controle de lagartas de *S. frugiperda* nas populações avaliadas.

A população de campo apresentou menor mortalidade inicial em comparação à população de referência, indicando possíveis diferenças de suscetibilidade associadas à exposição prévia às tecnologias Bt.

A rotação e diversificação de tecnologias Bt devem ser consideradas pelos produtores, especialmente utilizando eventos com combinações amplas de proteínas (Cry + Vip), que demonstraram eficácia elevada na supressão larval.

O uso de cultivares Bt é uma ferramenta eficiente no manejo de *S. frugiperda*. No entanto, o monitoramento contínuo das populações e a adoção de estratégias de manejo da resistência, como áreas de refúgio, é fundamenta para garantir a durabilidade dessas tecnologias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Anuário brasileiro do algodão 2023**. Brasília: Abrapa, 2023.

ABREU, A. P. Á. **Estudo biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes dietas artificiais e naturais**. Dissertação (Mestrado) — Embrapa Milho e Sorgo / Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

AGUIAR, A. S.; SILVA, R. A.; BARROS, R.; PONTES, M. J. S.; TORRES, J. B. Predatory potential of *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) on different prey in cotton crops. **Journal of Applied Entomology**, v. 147, n. 4, p. 312-325, 2023.

ALMEIDA, R. P. de; SOARES, J. J.; ALBUQUERQUE, F. A. de. **Manejo agroecológico de pragas do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1113757>. Acesso em: 22 mar. 2026.

ANDRÉ, T. P. P.; BARBOSA, M. G.; SILVEIRA, F. A.; SARMENTO, H. G. S.; GODOY, M. S.; PASTORI, P. L. Efficiency of Bt cotton cultivars without control of different stages of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, 2025.

ARAÚJO, A. E. de. **Cultura do algodão no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1155388>. Acesso em: 21 mar. 2026.

BALDIN, B. **Estratégias para uso de genes inseticidas em *Bacillus thuringiensis*: expressão heteróloga e análises genômicas**. Dissertação – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2025.

BORBA, C. A. M.; ROCHA, B. A. da.; BELLINI, M. Z. Propriedades fitoterápica e dislipidêmica do *Gossypium herbaceum* (algodoeiro): uma revisão bibliográfica. **Revista OMNIA Saúde**, v. 6, p. 91-100, 2023.

BRAVO, A., LIKITVIVATANAVONG, S.; GILL, S. S., SOBERÓN, M. *Bacillus thuringiensis*: a story of a successful bioinsecticide. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, p. 423-431, 2011.

BUENO, A. F.; BRAZ-ZINI, E. C. HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; ANDRADE, G.; SUTIL, W. P. Over 10 years of Bt soybean in Brazil: lessons, benefits and challenges for its use in integrated pest management (IPM). **Neotropical Entomology**, 2025.

CASMUZ, A.; JUÁREZ, M. L.; SOCÍAS, M. G.; MURÚA, M. G.; PRIETO, S.; MEDINA, S.; WILLINK, E.; GASTAMINZA, G. Review of the host plants of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 69, p. 1 37, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Portal de Informações Agropecuárias — Safra Brasileira de Grãos 2024/25**. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

DIAS, A. S.; SANTOS, C. C. **O cultivo do algodão de ponta a ponta: manejo fitotécnico, nutricional e fisiológico**. Manejo fitotécnico, nutricional e fisiológico. 2023. Ciências Florestais e Agrárias.

FAKHRI, M. S.; GOANAR, G. Current status and future prospects of the distribution and risk assessment of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Asian Journal of Biological Sciences**, v. 18, n. 4, p. 767–776, 2025.

FERREIRA, B. N.; SOUZA, M. H. de; SANTOS, G. P. dos; OLIVEIRA, L. R. de; COSTA, A. C. S. da. Cadeia produtiva do algodão no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, e298111031730, 2022.

FIGUEIREDO, C. S.; NUNES LEMES, A. R.; SEBASTIÃO, I.; DESIDÉRIO, J. A. Synergism of the *Bacillus thuringiensis* Cry1, Cry2, and Vip3 proteins in *Spodoptera frugiperda* control. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 188, p. 798–809, 2019.

HOLMAN, S.; GRUNDY, P.; SPAFFORD, P.; TABASHNIK, B. E. Lethal and sublethal effects of cotton expressing single and pyramided Bt proteins on lepidopteran pests. **Pest Management Science**, v. 118, p. 1702–1710, 2025.

HUANG, F.; ANDOW, D. A.; BUSCHMAN, L. L.; SIEGFRIED, B. D. Resistance of the fall armyworm to Bt crops and resistance management strategies. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 12, p. 574–589, 2021.

JESUS, F. G. de; BOIÇA JUNIOR, A. L.; SILVA ALVES, G. C.; BUSOLI, A. C. ZANUNCIO, J. C. Resistance of cotton varieties to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 40, p. 156–161, 2014.

KASTEN JÚNIOR, P.; PRECETTI, A. A. C. M.; PARRA, J. R. P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v. 53, p. 68–78, 1978.

LACEY, L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M. S. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1–41, 2015.

LAZAROTTO, M. L. C. **Biologia e capacidade de dano de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho no Cerrado**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) — Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2006.

MENDES, P. H. S.; BORTOLOTO, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; SILVA, G. V. Biological control of lepidopteran pests: the role of predators and parasitoids in South American cotton. **Insects**, v. 12, p. 789, 2021.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M.; TRIPODE, B. M. D.; JARDIM, V. de L.; SILVA, G. de P. **Pragas sugadoras na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023.

MOREIRA, R. O. **Toxicidade de proteínas bacterianas e análise in silico de Vip3A em população Cry-resistente de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2023. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2023.

MOSCARDI, F.; SOUZA, M. L.; CASTRO, M. E. B.; MOSCARDI, M. L.; SZEVECZEK, I.; OLIVEIRA, D. Microbial control of insect pests in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 1–12, 2011.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2014.

QUEIROZ, B. C. **Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho expressando a proteína inseticida Vip3Aa20 através da potencialização do custo adaptativo associado à resistência**. 2020. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

R CORE TEAM. **R: the R project for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, Version 4,2,0. 2022.

RAMALHO, F. S.; JESUS, F. M.; MALAQUIAS, J. B. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro**. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (org.). O agronegócio do algodão no Brasil. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2014. p. 583–640.

RESENDE, D. C.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; DUARTE, J. de O.; SANTOS, F. A. **Adoção da área de refúgio e manejo de resistência de insetos em milho Bt 1,2**. 2014. EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/985673/adocao-da-area-de-refugio-e-manejo-de-resistencia-de-insetos-em-milho-bt-12>. Acesso em: 12 mar. 2026.

SANCHES, V. S. **Atividade de inseticida biológico no manejo de *Spodoptera frugiperda* na cultura do algodão**. 2024. Trabalho acadêmico (Graduação/Pós-graduação) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2024.

SANTOS, A.; MATOS, E. S.; FREDDI, O. S.; GALBIERI, R.; LAL, R. Cotton production systems in the Brazilian Cerrado: The impact of soil attributes on field-scale yield. **European Journal of Agronomy**, v. 118, p. 126090, 2020.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodoeiro, com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília: Abrapa, 2015. p. 267–364.

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D. R.; DEAN, D. H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 62, p. 775–806, 1998.

SELVARANI, N.; RAVIKESAVAN, R.; JAYAMANI, P.; SELVAKUMAR, R.; CHITRA, N.; BOOPATHI, N. M. Emerging technological developments to address pest resistance in Bt cotton. **Journal of Cotton Research**, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s42397-024-00192-z>. Acesso em: 21 mar. 2026.

SORGATTO, R. J.; BERNARDI, O.; OMOTO, C. Survival and Development of *Spodoptera frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt Cotton and Implications for Resistance Management Strategies in Brazil. **Environmental Entomology**, v. 44, p. 186–192, 2015.

TABASHNIK, B. E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 47–79, 1994.

TABASHNIK, B. E.; BRÉVAULT, T.; CARRIÈRE, Y. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. **Nature Biotechnology**, v. 31, p. 510–521, 2013.

TABASHNIK, B. E.; CARRIÈRE, Y. Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability. **Nature Biotechnology**, v. 35, p. 926–935, 2017.

VALICENTE, F. H.; PICOLI, E. A. T.; VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P. CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. T.; LANA, U. G. Molecular characterization and distribution of *Bacillus thuringiensis* cry1 genes from Brazilian strains effective against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Biological Control**, v. 53, p. 360–366, 2010.

YANG, F.; WANG, R.; KERNS, D. L. Resistance of *Spodoptera frugiperda* to Cry and Vip3Aa proteins: a review. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, p. 1752–176, 2022.