



**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

## **BACHARELADO EM AGRONOMIA**

# **ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA LAGARTA DO CARTUCHO NA CULTURA DO MILHO**

**HORÁCIO FRANCISCO RODRIGUES NETO**

**Rio Verde, GO**

**2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA LAGARTA DO CARTUCHO NA  
CULTURA DO MILHO**

**HORÁCIO FRANCISCO RODRIGUES NETO**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Gontijo

Rio Verde – GO

Abril, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

RR696e Rodrigues Neto, Horácio Francisco  
Estratégias de controle da lagarta do cartucho na  
cultura de milho / Horácio Francisco Rodrigues Neto;  
orientador Pablo da Costa Gontijo. -- Rio Verde,  
2022.  
32 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Spodoptera frugiperda. 2. MIP. 3. Zea mays. 4.  
Controle químico. 5. Controle biológico. I. Gontijo,  
Pablo da Costa, orient. II. Título.

**HORÁCIO FRANCISCO RODRIGUES NETO**

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA LAGARTA DO CARTUCHO NA  
CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO E APROVADO em 19 de abril de 2022, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Dra. Valéria Moscardini  
Corteva Agriscience

---

Jéssica Lauanda Stirle  
IF Goiano – Rio Verde

---

Prof. Dr. Pablo Gontijo  
IF Goiano – Rio Verde

Rio Verde – GO

Abril 2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Aos meus pais e irmã e família, que me apoiaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Ao professor Pablo Gontijo, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica. Ao Instituto Federal Goiano que foi essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que extrai ao longo dos anos do curso.

## RESUMO

RODRIGUES NETO, Horácio Francisco. **Estratégias de controle da lagarta do cartucho na cultura do milho.** 2022. 31p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

O Brasil é um dos maiores produtores de milho do mundo, porém diversos fatores dificultam sua produção, principalmente o ataque de pragas como os que ocorrem pela lagarta-do-cartucho que se não controlada pode causar perdas de produtividade que chegam a 100%. A lagarta-do-cartucho é uma praga de difícil controle depois que está se instala na área de produção, pois as pupas podem ficar no solo aguardando variações climáticas favoráveis para dar seguimento ao seu desenvolvimento e infestar a plantação de milho novamente, principalmente o milho de segunda safra. Este e outros fatores levam aos produtores a adotar um manejo integrado de pragas. Portanto, este trabalho tem como objetivo expor estratégias de manejo para o controle integrado de pragas para a lagarta-do-cartucho, como o controle químico, controle biológico e cultural, o controle genético e os métodos de controle alternativos para esta praga que é tão importante no cenário das culturas de grande importância econômica como é o milho.

**Palavras-chave:** *Spodoptera frugiperda*; MIP; *Zea mays*; controle químico; controle biológico.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 CULTURA DO MILHO .....	9
3 LAGARTA DO CARTUCHO.....	10
4 LAGARTA DO CARTUCHO EM PLANTAS DE MILHO .....	14
5 MANEJO DA LAGARTA DO CARTUCHO.....	15
5.1 Controle Químico.....	16
5.2 Controle Biológico e Cultural .....	18
5.3 Controle genético .....	19
5.4 Controles alternativos.....	21
6 CONCLUSÃO .....	24
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	24

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae e ao gênero *Zea*. Sua origem advém Provavelmente das Américas onde se localizam seus parentes silvestres mais próximos (MÔRO & NETO, 2017). Do ponto de vista fisiológico, é considerado o cereal mais eficiente para o cultivo de grãos e possui alta capacidade de produção (FANCELLI, 2017).

O Brasil é um dos maiores produtores desse grão, ocupando a terceira posição no ranking mundial, a produtividade 2020/2021 foi de 101 milhões de toneladas, superando apenas os Estados Unidos e a China, com 347 milhões de toneladas e 254 milhões de toneladas, respectivamente. No entanto, o surto de pragas gera perdas de produção, qualidade do milho e custos de produção.

Dentre as várias pragas que atacam a cultura do milho, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), conhecida como lagarta-do-cartucho faz parte da ordem da Lepidoptera, consome as plantas de milho em todos os estágios de crescimento, preferindo cartuchos de plantas jovens, a falta de controle sobre esta praga pode causar perdas significativas na produção (CRUZ, 1995). De acordo com Gallo et al. (2002), essa praga pode causar redução de até 20% na produção de milho com a destruição de suas folhas, sendo a fase vegetativa o período mais crítico de seu ataque.

A alta suscetibilidade do milho ao ataque de *S. frugiperda* é de difícil controle devido à excelente mobilidade dos insetos e à estrutura dos cartuchos vegetais que protegem as larvas (OVEJERO, 2001). Este inseto deposita seus ovos preferencialmente na superfície do eixo adaxial das folhas (BESERRA et al., 2002) com até 300 ovos. Após a eclosão as lagartas se dispersam em direção a outras plantas, ocasionando um ataque uniforme às lavouras (CRUZ, 2013).

Com o sistema de cultivo intensivo há uma grande disponibilidade contínua de plantas hospedeiras, o que favorece a sobrevivência e o crescimento demográfico desta lagarta, que acomete culturas economicamente importantes a nível mundial (OLIVEIRA, 2015). O controle de *S. frugiperda* é um desafio para os especialistas e requer a adoção de diferentes estratégias de controle. Consequentemente, seu manejo inclui controle culturais, químicos e biológicos (CRUZ & WAQUIL, 2001).

A utilização generalizada de plantas Bt, juntamente com o baixo uso de áreas de refúgio, tornou essa estratégia de manejo vulnerável a pragas nos próximos anos. Blanco et al. (2016) estudou esse fato em seis países da América Latina, incluindo o Brasil, e constatou que

a lagarta do cartucho é uma praga que exige a aplicação de defensivos químicos mesmo com cultivos Bt.

Storer et al., (2010) relatou a primeira confirmação de uma diminuição na eficiência de algumas técnicas de Bt no controle de *S. frugiperda* em Porto Rico e relatou a resistência deste parasita a proteína Cry1F no Brasil (FARIAS et al., 2014), Cry1Ab (OMOTO et al., 2016) e à proteína piramidal Cry1 (BERNARDI et al., 2015).

Portanto, mesmo com o uso da tecnologia Bt, a utilização de agrotóxicos é o principal meio de controle em altas infestações desta praga que ataca a cultura do milho em todos os seus estágios (MORAES et al., 2015). Assim a utilização de um Manejo Integrado de Pragas (MIP) é imprescindível para se obter um controle desta lagarta para se obter uma cultura de milho bem-sucedidas (MENDES et al., 2011). Sendo que esta revisão tem como objetivo apresentar as estratégias de controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.

## 2 CULTURA DO MILHO

O milho é uma planta herbácea monocotiledônea, com um ciclo anual de 3-4 meses, pertencente a ordem das Gramineae da família das Poaceae e classificada como espécie *Zea mays* L. (GALINAT, 1995). Acredita-se que o milho tenha se originado na América do Norte, com evidências de espigas de milho antigas encontradas no sudeste do México (DE SOUZA et al., 2015). Várias hipóteses a respeito do seu declínio têm sido propostas, porém, as mais consistentes são aquelas que sugerem que o milho se originou do teosinto por meio de seleção pela prática humana (GALINAT, 1995; MARCHI, 2008).

Além de possuir um perfil genético detalhado, é considerada uma das plantas cultivadas mais antigas e uma das plantas superiores mais estudadas. Hoje, devido à sua intensa domesticação, é uma cultura inteiramente dependente do comportamento humano (COSTA SANTOS, 2009). Sua produção é destinada principalmente aos setores de suínos e aves, e sua produção vem aumentando ano a ano devido às novas variedades de sementes que são utilizadas na natureza e convertidas em ração animal. Ao longo do tempo, a domesticação desses cultivos artificiais favoreceu o uso de sementes de plantas com maiores características (como produtividade, resistência a doenças e aptidão), que são escolhas visuais para o acasalamento no campo, tem crescido cada vez mais, produzindo variedades atualmente conhecidas (LERAYER, 2006; CONTINI et al., 2019).

Sendo uma planta fisiológica C4, com mecanismo fotossintético superior na eficiência do uso da radiação solar que plantas de metabolismo C3 se torna mais eficiente na produção de

matéria seca por área de cultivo sendo considerado um dos cereais com maior capacidade de produção de grãos. Esta propriedade a torna a cultura mais importante na nutrição animal, fornecendo grandes quantidades de nutrientes à dieta e essencial no processo de rotação de culturas em plantio direto, fornecendo grandes quantidades de palha e matéria orgânica essencial para as lavouras (MIRANDA, 2002).

O milho é uma planta com ciclo vegetativo diversificado, como se tem visto desde genótipos muito precoces, que a polinização pode ocorrer 30 dias depois da emergência, inclusive aquelas cujo ciclo de vida pode ser de até 300 dias. Botanicamente, as sementes de milho são classificadas como cariopse e apresentam essencialmente três partes. O pericarpo é apenas uma película fina que envolve a semente do lado de fora. O pericarpo contém a segunda parte, o endosperma que é composto de amido e possui a maior quantidade na semente. Por fim, o embrião junto ao endosperma, que contém a base genética da planta. Quando a temperatura do solo ultrapassa 10°C, germina em média de 5 a 6 dias (BARROS; CALADO, 2014, GARCIA et al., 2020).

Possui raízes agrupadas que atingem uma profundidade de até 1 m, o que é essencial para que as culturas absorvam água e nutrientes do solo. Os embriões estão envolvidos na liberação da radícula que dão origem às raízes primárias (primárias e seminais), ganham profundidade no solo e se desenvolvem logo após o surgimento de raízes secundárias (adventícia) que liberam vários ramos. Seus caules são colmos, não ramificados, eretos, contendo nós e entrenós, esponjosos e ricos em açúcar, com cerca de 2 m de altura, dependendo dos híbridos, das condições climáticas e da disponibilidade hídrica. Alcance (BARROS; CALADO, 2014).

As folhas são de tamanho médio a grande, variando de verde escuro a verde claro, flexíveis, lisas, coriáceas, com uma nervura central bem visível de coloração branca. A planta produz flores masculinas (pendão) no ponto mais alto, onde ocorre a produção de grãos de pólen e flores femininas (espiga) em alturas intermediárias. Cada fio (cabelo) emanado da espiga está envolvido na fertilização e produção de grãos, sendo cada fio responsável pela produção de um grão (PAIVA et al., 1992; KUROZAWA, 2007).

### **3 LAGARTA DO CARTUCHO**

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) é classificada como praga chave na cultura do milho, com grande capacidade de reduzir a produção (VALICENTE, 2015). Em sua fase larval é considerada uma das principais pragas do milho,

causando sérios danos principalmente em cartuchos das plantas jovens (CRUZ et al., 2008; OTA et al., 2011). Esses ataques estão aumentando, principalmente na planta de milho de segunda colheita (VALICENTE, 2015). As lagartas invadem tanto a fase vegetativa quanto reprodutiva das culturas e fornecem mais de 180 espécies de plantas hospedeiras, como milho, sorgo, arroz, algodão, amendoim, soja, hortaliças e etc. (CRUZ, 1995; FIGUEIREDO, CRUZ, DELLA LUCIA, 1999; CAPINERA, 2002; POGUE, 2002; YU; NGUYEN; ABO-ELGHAR, 2003; SÁ et al., 2009; OLIVEIRA, 2015).

Essa espécie de lagarta cresce naturalmente nas regiões tropicais e subtropicais das Américas e são amplamente distribuídas do sul do Canadá à Argentina. Foi na Geórgia (EUA) em 1797, reconhecido pela primeira vez por J.E Smith. No Brasil, os primeiros relatos de surtos foram feitos em Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Distrito Federal, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Dependendo de condições favoráveis para o seu desenvolvimento (CRUZ et al., 2013; BARBOSA, 2016).

Seu desenvolvimento é holometabólico, ou seja, passa pelas fases de ovo, larva, pupa e adultos. Os adultos são mariposas, com envergadura de cerca de 35 mm, comprimento do corpo de cerca de 15 mm e cor cinza. As asas dianteiras dos machos têm pontos mais brilhantes para distingui-los das fêmeas. As asas traseiras de ambos os sexos são pálidas e cercadas por uma linha marrom. A abertura anal nas fêmeas é uma linha reta vertical e nos machos é uma linha reta vertical, seguida de uma curva perimetral horizontal (CRUZ, 1995; POGUE, 2002; PINTO et al., 2004).

Os adultos são noturnos e inativos durante o dia. Quando perturbado, ele voará de forma irregular até encontrar outro esconderijo próximo. Suas atividades diárias começam ao anoitecer e as mariposas se aproximam de suas plantas hospedeiras favoritas para se alimentar, acasalar e botar ovos. Essa atividade atinge o pico de 2 a 4 horas após o início e apresenta as melhores condições de temperatura (CRUZ, 1995; PINTO et al., 2004).

Após o acasalamento, as fêmeas põem ovos em grupos de 50 a 300 ovos nas cascas de milho, chegando a 1.000 ovos por fêmea, formando massas de ovos sobrepostas. O ovo é circular, com 0,39 mm de diâmetro quando visto de cima, e é um retângulo esferoidal com um contorno. Imediatamente após a desova, os ovos ficam verdes claros e 12-15 horas depois ficam laranja. Mais perto da eclosão da lagarta, as cápsulas da cabeça são de cor mais escura, fazendo com que pareçam mais escuras. A massa de ovos é coberta por uma fina camada de escamas colocadas pela fêmea durante a postura (GALLO et al., 2002).

As lagartas recém-nascidas são esbranquiçadas, suas cabeças são mais largas que seus corpos e seus pelos maiores que as lagartas mais velhas. A lagarta de primeiro ínstar tem 1,9

mm de comprimento e a cápsula da cabeça tem 0,3 mm de largura. Sua primeira alimentação é cório. Depois disso, há várias pausas de 2 horas a 10 horas. Assim que encontram um hospedeiro adequado, começam a se alimentar, preferencialmente na folha central e nas folhas novas do cartucho (CRUZ & WAQUIL, 2001; BUSATO et al., 2005). As larvas de último instar apresentam o corpo no formato cilíndrico, o dorso é marrom acinzentado, a parte ventral e subventral são esverdeadas, e também há manchas marrom avermelhadas. O comprimento do corpo principal é de cerca de 50 mm e a largura da cápsula da cabeça é de 2,7 a 2,78 mm. A duração do estágio larval varia de 12 a 30 dias (CRUZ, 1995).

No final da fase larval, as lagartas deixam a planta e cavam buracos no solo, onde se tornam pupas. As pupas são inicialmente verdes claras e a pele externa é transparente. Nesta fase, o corpo é frágil e sensível a feridas. Após alguns minutos, as pupas ficam laranja e depois marrom avermelhadas. Perto do momento do aparecimento, as pupas escurecem e tornam-se quase pretas. Seu comprimento é de aproximadamente 13 a 16 mm de diâmetro 21 x 4,5 mm (CRUZ, 1995). O período pupal dura 8 dias no verão e 25 dias no inverno, após os quais emergem os adultos (GALLO et al., 2002).

À medida que crescem, começam a furar as folhas e também penetram no caule através do cartucho, o que prejudica o crescimento das plantas e causa uma condição conhecida como “coração morto”. Esta espécie também ataca as espigas, causando malformações ou mesmo a não formação do grão. As lesões são a porta de entrada para fungos e bactérias que causam uma variedade de doenças e, à medida que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos (CRUZ, 1995).

As lagartas desenvolvidas precocemente arranham o tecido da folha de um lado, e deixando a epiderme do outro lado como está, deixando a epiderme membranosa provocando o sintoma que se chama “folhas raspadas”. No segundo/terceira instar, as lagartas que estão no cartucho, começam a perfurar as folhas do milho (VALICENTE; TUELHER, 2009) e quando atingem o quarto ou quinto instares podem destruir por completo o cartucho da planta de milho. Também, segundo este autor o canibalismo reduz a densidade de lagartas no cartucho (CRUZ, 1995).

Durante o dia, as mariposas podem ser encontradas perto do solo, ou nas folhas de milho. A distinção entre machos e fêmeas e através da coloração do primeiro par de asas. Nos machos, as asas são mais escuras, mancha e pelos cinzentos nas fêmeas. A oviposição ocorre à noite e as mariposas colocam um total de 1500 a 2000 ovos. Fica entre 100 e 200. Ovos/fêmeas por postura (CRUZ, 2008; VALICENTE, TUELHER, 2009).

Os ovos são geralmente colocados em camadas e são protegidos por escamosa. A eclosão ocorre em média entre 3-4 dias. A lagarta primeiro fica pálida e depois marrom escura do verde ao quase preto. O fio de seda para tecer lagartas recém-nascidas é usado como meio de dispersão e/ou fuga de inimigos naturais. Após o terceiro estágio da larva, a capacidade de tecelagem é perdida. Eles vão em breve eclodir na área do cartucho, onde começam a comer as folhas. Quanto maior a lagarta, maior a ferida que pode levar à morte da planta nos casos mais graves (PINTO, PARRA & OLIVEIRA, 2004; CRUZ et al., 2010).

Segundo Cruz (1995), as lagartas atingem 50 mm de comprimento no final da fase jovem. Todos os períodos larvais estão no cartucho, mas o ataque a espiga tem se intensificado. Essa praga tem hábito canibal onde se encontra apenas uma lagarta em fase adulta dentro do cartucho, mas pode-se encontrar larvas em todos os estágios de desenvolvimento dentro deste mesmo cartucho que geralmente estão separadas pelas folhas do cartucho (RUBIN, 2009).

Ao final de seu desenvolvimento as lagartas descem em direção ao solo onde passam para o estágio de pupa. A fase larval e pupal duram entre 25 e 11 dias, respectivamente, com uma temperatura ótima de 25°C. As lagartas geralmente tem preferência a solo arenoso, em algumas situações foram encontradas pupas em plantas instaladas em solo muito argiloso. A pupas apresentam cor que varia entre avermelhada para quase preto (SARMENTO et al., 2002). A queda na produtividade causada por esta lagarta varia em função do tipo do cultivar e do seu estágio de desenvolvimento, que são mais suscetíveis ao seu ataque entre os estádios de 8 a 10 folhas com formação completa (AFONSO et al., 2013; OTA et al., 2011; CRUZ & TURPIN, 1982).

O controle dessa praga exige o aumento do número de pulverizações de agrotóxicos e o uso indiscriminado desses produtos tem contribuído para a seleção de populações de insetos resistentes e causado grande preocupação aos produtores de milho (PETZOLD-MAXWELL et al., 2014). O uso de estratégias de manejo integrado deve ser incluído como uma alternativa no programa de controle desta lagarta para obter resultados econômicos e ecológicos preferenciais. Dentre essas estratégias, o uso de plantas resistentes é bastante conhecido por seus benefícios biológicos e ambientais (HAMM & WISEMAN, 1986). Substâncias resistentes interferem na biologia e no comportamento das pragas e permitem um uso mais racional dos produtos químicos para que o restante da população se torne menos ativo e comece a produzir indivíduos mais sensíveis aos agrotóxicos (VIANA & POTENZA, 2000).

A lagarta-do-cartucho por destruir as folhas da planta de milho pode reduzir sua produtividade em até 60% principalmente nas fases iniciais da cultura e na fase de florescimento. Em milho da safrinha o ataque pode ser ainda mais severo devido a estiagem

pois as lagartas podem agir como a lagarta rosca e cortar as plantas rente ao solo, no estágio final onde se tem a espiga ela pode prejudicar seu desenvolvimento através do seu ataque pela lateral que fica em contato com o colmo da planta (GALLO et al., 2002).

Vários fatores podem impedir que a produtividade de milho e de seus grãos diminua, o que independe da época de colheita, mas a maior limitação considerada pelos pesquisadores são os fatores-chave na cultura, que é a perpetuação desta praga. Principalmente na segunda safra de milho, essa lagarta é produtiva porque as plantas de milho permanecem no campo quase o ano todo, contribuindo para o nascimento de gerações, assim como os fatores climáticos que favorecem o seu desenvolvimento, tem um grande impacto. (TOSCANO et al., 2012).

A lagarta do cartucho é capaz de atacar todas as fases de desenvolvimento da planta de milho, e as perdas pelo ataque da praga podem variar de 17,7 a 55,6%. Essa perda de safra de milho relacionada a pragas é responsável por 25% da perda de safra pelo uso de pesticidas e a maior parte do custo de US\$ 38,3 milhões, resultando em uma perda anual de aproximadamente US\$ 250 milhões (OLIVEIRA, 2015).

Contudo, a lagarta-do-cartucho é uma praga muito importante para a cultura do milho que é de grande importância econômica mundial e a busca por métodos para seu controle se justifica. Nesse sentido, a utilização de manejo integrado é uma alternativa viável para esse fim e justifica a importância de novas pesquisas sobre o assunto.

#### **4 LAGARTA DO CARTUCHO EM PLANTAS DE MILHO**

Dentre os insetos praga que atacam o milho a lagarta-do-cartucho é a mais importante devido atacar esta cultura desde as plântulas após sua emergência até os grãos formados na espiga além de consumir as folhas da planta podendo levar a mesma a morte (SILVA et al., 2020). Segundo Oliveira (2015) o hábito das lagartas realizarem sua postura de forma agregada nas plantas de milho, e geralmente os ovos serem cobertos por escamas que apresentam uma camada densa no plano adaxial das folhas, onde pode estar contido centenas de ovos, que não poderão ser visualizados devido a este fator durante alguma inspeção de rotina, prejudicando assim o seu controle. Na cultura do milho, esses ataques de insetos podem ocorrer desde tenra idade até a fase de colheita. A desova foliar é a fase inicial do ataque, na qual os ovos são de cor cinza e produzem pequenas larvas que irão se alimentar através da raspagem da folha do milho. O tempo médio dessa desova é de 3 dias (RUBIN, 2009).

Inicialmente, segundo Rosa (2011), as lagartas eclodem dos ovos, arranham e comem as folhas jovens das plantas, comendo apenas um lado e deixando o outro intacto. Este é um

dano característico desta praga. Esta fase larval dura de 10 a 30 dias. Ao atingir o estágio 5, o tamanho é de aproximadamente 50mm e a profundidade da cápsula cefálica varia entre 2,70 e 2,78mm.

À medida que as lagartas crescem, também crescem os danos nas folhas e nos cartuchos de milho. Lagartas adultas com comprimento médio de 5 cm, sendo esses insetos reconhecidos por um “Y” invertido na cabeça, três linhas verticais dorsais amarelo-esbranquiçadas e pontos pretos no corpo (ROSA2011).

Conforme relatado, no início da fase larval, o inseto raspa as novas lâminas foliares, deixando apenas a membrana epidérmica, e então começa a comer as folhas do cartucho, que podem ser danificadas de forma irreversível. A lagarta de 1 a 5 instar se alimenta da seguinte forma de 0,1%, 0,6%, 1,1%, 4,7% e 16,3%. 77,2%, respectivamente (OLIVEIRA, 2015).

Na invasão lenta das plantas de milho, as larvas invadem as espigas, danificando os caules e grãos e favorecendo o aparecimento de patógenos causadores da podridão (ZARATE et al., 2009). À medida que cresce, a *Spodoptera frugiperda* torna-se mais agressiva, abrindo buracos cada vez maiores nas cascas de milho e vegetais jovens que podem ser totalmente danificados. Portanto, as lesões causadas por esses insetos na cultura reduzem significativamente a produtividade de grãos, este é um estudo durante a época de crescimento do milho e se não são tomadas medidas de controle, a perda na produtividade pode ser comprometida, podendo chegar a 100% (TOSCANO et al., 2012).

Quando o ciclo larval está completo e o solo apresenta consistência, umidade e temperatura favoráveis, os insetos invadem o solo e empupam, ficando nesta fase por 7 a 37 dias, sendo capazes de permanecer nesta fase caso as temperaturas não sejam favoráveis, voltando a superfície do solo na forma de mariposas adultas (RUBIN, 2009). No final do período pupal, aparece na forma de mariposas, com comprimento médio é de 15 mm, a largura da asa 35-40 mm, as asas dianteiras são marrom-escuras e branco-acinzentadas são as asas traseiras. A idade média dos insetos nesta fase é de 14 dias, com época média de acasalamento de 7 dias (OLIVEIRA, 2015). Durante o dia, as mariposas-cartucho são encontradas nas folhas próximas ao solo ou nas folhas cobertas dos cartuchos das plantas, onde se distinguem machos e fêmeas. Os corpos são ambos cinzas, as manchas nas asas dianteiras dos machos são mais claras e as manchas em ambos são marrons (RUBIN, 2009).

## **5 MANEJO DA LAGARTA DO CARTUCHO**

A utilização de manejo integrado de pragas para o controle da lagarta-do-cartucho do milho consiste na adoção de várias práticas em conjunto como: controle químico, uso de cultivares resistentes, rotação de cultura, controle biológico, o monitoramento e identificação de focos da praga no início da infestação, utilização de formas alternativas como silício e óleos essenciais, entre outros. Logo abaixo iremos ver alguns dos mais utilizados e seus resultados.

A amostragem avalia a injúria alimentar foliar resultante de infestações naturais de *S. frugiperda* e o número de larvas vivas são avaliados durante a fase vegetativa da planta de milho. Um total de 10 plantas de milho consecutivas por amostra, e no mínimo cinco amostragens em um talhão de 100 ha é avaliada usando uma escala de classificação de alimentação de folhas visual comumente referida como a escala de Davis (Davis et al., 1992). Esta estimativa visual varia de 0 a 9, onde 0 não visível lesão de alimentação e 9 lesões de folhas verticiladas e enroladas quase totalmente destruídas. O NDE (nível de dano econômico) atualmente utilizado no Brasil para *S. frugiperda* é alcançado quando uma média de 20% das plantas de milho não Bt no nível 3 com base na escala de Davis. O nível de limite de controle para retardar a resistência de *S. frugiperda* para o milho Bt no Brasil depende da tecnologia Bt envolvida. O limite recomendado para produtos de milho Bt contendo a tecnologia Viptera3 de gene é de 4% e para outras tecnologias de milho Bt é de 10% das plantas em um campo chegando a 3 na escala Davis (Burtet et al., 2017; IRAC-BR, 2018).

## 5.1 Controle Químico

Controlar a lagarta-do-cartucho é difícil, principalmente devido aos hábitos inerentes ao cartucho, sendo o manejo químico o mais utilizado para esta praga nas lavouras de milho brasileiras (GALLO et al., 2002).

A importância dessa praga recai na cultura do milho não só pelos danos que causam, mas principalmente pela dificuldade de controle. Decisões oportunas para controlar as lagartas dependem das taxas de penetração, custos de controle e de produção. Um maior custo de produção e um menor custo de controle levam à decisão de controlar pragas com menores taxas de infestação. Para plantas de milho com até 30 dias de idade, esses insetos devem ser verificados quando 20% das plantas forem atacadas. Para plantas com 40-60 dias, a proporção é de apenas 10% (BUSATO et al., 2005).

A taxa dessa invasão é tradicionalmente determinada pela amostragem do número de plantas atacadas. Muitas vezes, esse número é subestimado ou estimado dependendo do tempo

de amostragem. Para melhorar a precisão das decisões sobre uma determinada dimensão de controle, é necessário determinar quando a praga chega à área alvo o mais rápido possível, preferencialmente a fase do parasita antes que todos os tipos de danos ocorram deve ser detectado (CRUZ et al., 2010).

Para reduzir as populações de pragas a níveis abaixo do Nível de Dano Econômico (NDE), os produtores usam pesticidas com frequência, com muita intensidade e muitas vezes esse é o método de controle é utilizado de forma exclusiva. No entanto, a má gestão das áreas de refúgio tem reduzido a eficiência do manejo químico devido à seleção de populações resistentes, fato observado com alguns piretróides e organofosforados (OMOTO et al., 2000; DIEZ-RODRIGUES; OMOTO, 2001; CRUZ et al., 2008).

O manejo integrado do milho tornou-se especialmente crítico para as lagartas-do-cartucho, pois as pragas continuam a danificar o milho, apesar do aumento das pulverizações de pesticidas. Muitos fatores são responsáveis por explicar as causas da falha do controle, como plantio desigual, principalmente quando a aplicação está em andamento, seleção e dosagem incorreta do produto, tempo de aplicação inadequado, método de aplicação inadequado, etc (CRUZ, 1995; CRUZ, 2015).

O plantio não uniforme pode levar a grandes diferenças de espaçamento, principalmente devido a inclinações, má preparação do solo ou pouca habilidade do operador da máquina. Como resultado, ao pulverizar agrotóxicos em um trator, o cartucho do sistema e a ponta do bico não ficarão alinhados durante a pulverização, mesmo que o equipamento esteja devidamente ajustado para iniciar a pulverização sendo assim a eficiência é reduzida entre as linhas porque a dose correta não é aplicada ao alvo (CRUZ, 2015; OLIVEIRA et al., 2018).

De vez em quando a aplicação deve ser repetida, o que aumenta a perda acumulada devido aos danos causados pelo parasita. Além disso, ainda pode ter efeitos colaterais indesejados, principalmente se atingir inimigos naturais no chão ou perto de plantas. Nessas condições, a situação é agravada pelo aumento da dose em vez de resolvê-la (CRUZ, 1995; CRUZ, 2015).

A decisão de usar um determinado produto químico para o controle de pragas depende do nível de dano. A taxa de declínio da produtividade devido a danos causados por *S. frugiperda* em milho amarelo comum não flutua muito. Portanto, quanto maior a produtividade esperada, ou seja, quanto mais tecnificada for a lavoura, maiores serão os prejuízos para o produtor sem o uso de medidas adequadas de controle de pragas. Obviamente, a decisão de gerir mais cedo ou mais tarde depende do custo de gestão, do valor real obtido da produção. Com esses

parâmetros, o produtor pode determinar o nível da planta atacada para começar a controlar, dependendo da velocidade do ataque (CRUZ, 2015; OLIVEIRA et al., 2018).

## 5.2 Controle Biológico e Cultural

O controle cultural através de aração após a colheita mata as pupas do inseto diretamente, por esmagamento, ou indiretamente, pela exposição aos raios solares. Manter a cultura limpa, eliminando-se prováveis hospedeiros da praga, também ajuda a diminuir a infestação (CRUZ, 1995).

Vários fatores podem influenciar a eficiência do biocontrole através de insetos predadores no campo. Quando o controle adotado se deve à liberação de parasitas, deve-se se atentar ao número de insetos liberados, à densidade populacional dos parasitas, à espécie ou linhagem da *Trichogramma* liberada, à época e número de liberação, ao método de distribuição, o estado de desenvolvimento da cultura, a quantidade de inimigos existentes e as condições climáticas presentes na área (CRUZ & MONTEIRO, 2004). Não aderir a esses fatores pode prejudicar sua estratégia geral de gerenciamento. Podem surgir situações em que a presença de agentes de controle biológico não seja suficiente para reduzir a praga no campo. Isso se deve principalmente ao uso de defensivos químicos não seletivos para inimigos naturais e é causado por diversos fatores. Portanto, a seleção de produtos é um fator importante dentro do MIP.

Onde é utilizado o MIP, fica clara a existência de vários insetos predadores que controlam não só a *S. frugiperda*, mas também outros parasitas, o que é uma das características do manejo integrado de pragas. O comportamento dos inimigos naturais nesta área deve ser mais eficiente juntamente com a aplicação de defensivos fisiológicos seletivos em qualquer momento da aplicação (CRUZ, 2007).

Com a grande liberação de inimigos naturais da lagarta-do-cartucho, principalmente no campo dos parasitoides como *T. pretiosum* se tornam mais eficiente o parasitismo das vespinhas sob os ovos de lepidópteras, onde essas colocam seus ovos dentro dos ovos da lagarta-do-cartucho, onde permanecem por cerca de 4 dias e comendo seu conteúdo. Nesse período, os ovos da vespa parasitoide ficam pretos indicando um sinal de parasitismo (CRUZ & MONTEIRO, 2004).

A liberação de *T. Pretiosum* como controle biológico, após o uso de agrotóxicos, desde que haja um acompanhamento efetivo, tem mostrado bons resultado, desde que se detecte as lagartas ainda em seu estágio inicial de desenvolvimento a fase de ovo. Caso contrário, altos níveis de danos podem se repetir, tornando o uso impraticável e deixando a necessidade de

novas intervenções de gestão química. A eficiência dos parasitoides na lavoura continuará vinculada a utilização de armadilhas para monitorar a chegada das mariposas da lagarta-do-cartucho (FIGUEIREDO et al., 2015).

### 5.3 Controle resistência de plantas

A forma de controle que se mostra mais interessante do ponto de vista econômico é através do controle resistência de plantas por biotecnologia, que se baseia na inserção e ou seleção de genes de resistência em variedades de alto teto produtivo, para que sejam consideradas resistentes estas plantas devem promover a redução no número de lagartas e de suas lesões, gerar uma redução na taxa de sobrevivência da pupa. Através da recombinação gênica é possível utilizar genes de diferentes espécies de organismos para a obtenção de plantas transgênicas (NASCIMENTO et al., 2012; YAMANAKA et al., 2013).

A atividade patogênica de *B. thuringiensis* em insetos se deve à presença das proteínas Cry e Cyt que são produzidas durante a esporulação e fase vegetativa (proteína Vip) desse microrganismo (DE MAAGD et al., 2003). O milho Bt possui proteínas tóxicas (BOULDER, 1993), que são solubilizadas pela proteinase intestinal após sua ingestão pelos insetos e convertida em uma combinação de até quatro toxinas menores. Essas toxinas hidrolisadas se ligam a receptores específicos no intestino com alta afinidade e interferem no gradiente iônico e no equilíbrio osmótico da membrana apical. Esse distúrbio causa a formação de poros que aumentam a permeabilidade da água na membrana celular. A absorção de grandes quantidades de água pelas células causa edema e por fim a ruptura e colapso da mucosa do intestino médio, levando à morte dos insetos (COPPING; MENN, 2000; BRAVO; GILL; SOBERÓN, 2007).

Essas toxinas encontradas em plantas Bt são produzidas de forma contínua nos tecidos vegetais e são altamente específicas para alguns parasitas (SOBERÓN; GILL; BRAVO, 2009). No entanto, Lourenção, Barros e Melo (2009) afirmam que a expressão da toxina pode variar dependendo das partes da planta e dos híbridos observados. Os níveis de expressão da proteína Cry1Ab no evento MON810 foram avaliados em folhas jovens, grãos, plantas inteiras e pólen. Através desse estudo os resultados obtidos mostraram maiores níveis dessas proteínas nas folhas, seguido da planta inteira, grão e pólen, respectivamente.

O primeiro milho transgênico foi aprovado em 2007 com o objetivo de promover o controle dessas pragas, minimizando o uso de produtos fitofarmacêuticos. Aqui é introduzido o gene para a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) (ARMSTRONG et al., 1995; LIMA e TORRES, 2011), e quando ingerem o tecido da folha de milho que contém esse gene bacteriano,

as lagartas ingerem uma toxina que atua diretamente nas células epiteliais do seu trato gastrointestinal (GILL, 1995). As toxinas promovem a quebra osmótica dessas células e causam a morte dos insetos (OMOTO et al., 2012). Além de ser eficaz no combate aos parasitas, a tecnologia Bt também contribui para reduzir a frequência de pulverizações de agrotóxicos na proteção de inimigos naturais e aumentar a produtividade (BERNARDI et al., 2016; MARQUES et al., 2017). No entanto, a principal ameaça à sustentabilidade das plantas Bt é a seleção de populações menos sensíveis.

Recomenda-se fornecer refúgio em lavouras para controlar a resistência das espécies alvo de milho Bt (WAQUIL et al., 2008). A finalidade do refúgio é produzir insetos sensíveis a toxinas Bt e acasalar com indivíduos resistentes na área de milho Bt, cuja finalidade é gerar novas populações suscetíveis controladas pela tecnologia Bt (EMBRAPA, 2014). O uso de refúgios é essencial para a conservação da tecnologia Bt. No entanto, poucos produtores utilizam essa estratégia e, caso o façam, fumigam a área para aumentar a produtividade e reduzir a eficácia dessa ferramenta. Na ausência de insetos suscetíveis, insetos resistentes acasalam entre si, aumentando rapidamente a resistência e alelos ineficientes de algumas técnicas de milho usando o gene Bt (OMOTO e BERNARDI, 2015).

Estudos revelaram que a tecnologia Viptera3 apresentou maior eficiência no controle de lagartas de cartucho na avaliação de híbridos utilizando uma variedade de tecnologias (MICHELOTTO et al 2013). Da mesma forma, os resultados publicados por Moro, Palma e Seidel (2017) mostram a eficácia do controle biotecnológico Leptra® em híbridos contra o ataque dessa praga agrícola. Estudos recentes também mostraram o controle de *Spodoptera frugiperda* usando a tecnologia Viptera 3 e Leptra®. Segundo Scoton & Silva (2019, p. 25), “[...] o menor número médio de lesões em lagartas e folhas conhecidas por *S. frugiperda* foi testado com um híbrido da tecnologia Viptera 3 e Leptra®.”

Scoton & Silva (2019) encontraram uma baixa incidência de lagartas em híbridos incluindo tecnologia Leptra® e Viptera3. O estudo de monitoramento de *Spodoptera frugiperda*, desenvolvido por Dantas et al., (2016), também mostra que a tecnologia Viptera3 apresenta a menor incidência de lagartas. Portanto, isso indica a presença de lagartas que não são resistentes à atividade inseticida desse híbrido.

A utilização de milho Bt traz muitos benefícios. Entre estes está o menor uso de agrotóxicos, que pode levar à redução da exposição dos trabalhadores e do meio ambiente a esses produtos. Facilidade de logística no processamento da lavoura, redução de infecções fúngicas nos grãos e redução de perdas por danos causados pela invasão de insetos também são vantagens do uso de OGMs. No entanto, o maior risco desta tecnologia reside no seu uso

indevido como também o não cumprimento das regras de refúgio que pode resultar na seleção de indivíduos resistentes e não mais sensíveis à esta tecnologia (MENDES et al., 2011).

Para os produtores estão disponíveis novas tecnologias para reduzir os danos causados por pragas. No entanto, essas técnicas diferem em sua eficiência no controle dessa praga (MICHELOTTO et al., 2013). Além disso, algumas técnicas apresentam problemas quanto à eficácia do controle dessa lagarta (FARIAS et al., 2014; OMOTO et al., 2016).

#### **5.4 Controles alternativos**

Há muito esforço para descobrir novos produtos como alternativa aos inseticidas já existentes. Como resultado, a busca por ingredientes ativos eficientes, extraídos de plantas com ação inseticida tem sido aprimorada. Isso geralmente se deve às ineficiências dos métodos de controle químico, bem como ao potencial de uma série de efeitos ambientais adversos (GEORGES et al., 2008; AL-MAZRA'AWI & ATEYYAT, 2009; RAHUMAN et al., 2009).

Nesse sentido, o óleo de nim é importante na desinfecção, pois possui amplo espectro de ação, é compatível com outros métodos de controle, não possui efeitos fitotóxicos, é praticamente atóxico ao organismo humano e não contamina o meio ambiente. O mecanismo de ação depende principalmente dos organismos que combatem, e as plantas atuam apenas sobre os insetos alvo e protegem seus inimigos naturais (NEVES et al., 2003).

Em relação às várias alterações no metabolismo e função fisiológica dos insetos causadas pelo uso do extrato de óleo de nim para seu controle, destacam-se: efeito antialimentar, efeito regulador do crescimento e efeito reprodutivo. Em termos de efeitos antinutrientes, o extrato de óleo de nim (azadiractina) torna o alimento desagradável para os insetos por ação direta, bloqueando os quimiorreceptores larvais e estimulando certas células "supressoras", que são as células que causam efeito antagônico a alimentação, que são localizadas no aparelho bucal do inseto: os membros e tendões da maxila, e também nas pontas das pernas dos ossos do tarso (BLANEY & SIMMONDS, 1990).

Como resultado, o crescimento e desenvolvimento dos insetos é prejudicado, e todos os eventos fisiológicos que dependem da nutrição adequada, sua absorção e conversão no trato gastrointestinal, são prejudicados. A regulação do crescimento induzida pela azadiractina afeta a função das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose dos insetos e impede o desenvolvimento dos principais hormônios envolvidos na regulação do crescimento dos insetos: ecdisona e hormônio juvenil (MARTINEZ, 2002). Assim, sabe-se que a metamorfose

larval e a reprodução adulta são inibidas e o desenvolvimento dos ovos é prejudicado ou inibido (VIEGAS JÚNIOR, 2003; MORDUE BLACHWELL, 1993).

Neste último caso, a ecdise é incompleta e pode levar á deformações de diferentes propriedades como: deixar parte da casca velha grudada na nova, ou neste caso a parte da boca ou mutilar as pontas mais delicadas dos insetos como os ossos do tarso, além de ser um empecilho para a alimentação e migração dessas lagartas. Ressalta-se que os insetos que demonstram ser resistentes aos princípios ativos do óleo de nim tendem a apresentar anormalidades que impedem o crescimento populacional, pois não conseguem se alimentar, se desenvolver e se reproduzir de forma normal (MARTINEZ, 2002).

A maturidade reprodutiva dos insetos tanto machos como fêmeas é alterada pela azadiractina, retardando o início da época de acasalamento e o período de desova. Outra consequência é a redução de ovos por fêmea, afeta também a espermatogênese nos machos, atrasando o início da época de desova, reduz o número de acasalamentos, reduz a fertilidade das fêmeas acasaladas com machos tratados e completa o acasalamento devido à incapacidade dos machos de acasalar durante o tratamento com maiores concentrações (MARTÍNEZ, 2002).

Além disso, a substância penetra na cutícula dos insetos, inibe a síntese de quitina, causa efeitos como desidratação e, como resultado, tem efeitos cutâneos e repelentes que causam a morte de larvas e adultos, e a ação repelente é devido a mudanças na locomoção dos insetos e seu comportamento estacionário, portanto, afetando a comunicação sexual e o acasalamento (DUARTE et al., 2010).

Outro método de controle alternativo é a utilização do silício no controle dessas pragas. O elemento químico silício (Si) é o mais abundante na litosfera, perdendo apenas para o oxigênio (O), tendo equivalência de 27,7% na crosta terrestre e pode ser encontrado em minerais como o feldspato, augita, quartzo, mica e em rochas como a caulinita, montmorilonita, ilita e clorita (MALAVOLTA, 1980; EXLEY, 1998).

Os fisiologistas não reconhecem o silício (Si) como um elemento essencial, mesmo com muitas provas de que este mineral é muito importante para o crescimento e nutrição mineral das plantas (ALCOFORADO, 1996). Esse elemento aciona uma certa resistência a pragas como a lagarta-do-cartucho nas plantas, promove uma certa resistência à toxicidade de metais, reduz a evapotranspiração, tem efeitos na atividade enzimática dentre outros benefícios (JONES & HANDRECK, 1967; MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995). Quando se encontra na sua forma solúvel o silício, pode causar resistência às plantas, que pode ser anulada com a retirada do mesmo da dieta da planta (FAWE et al., 1998).

Segundo Epstein (1994) e Marshner (1995), a importância da aplicação do Si no caso das plantas, está relacionado principalmente ao aumento do crescimento, produção vegetal por algum comportamento indireto, mantendo as folhas mais eretas, o sombreamento é reduzido devido à redução no acamamento por proporcionar maior rigidez a planta. Acarreta na diminuição da incidência de patógenos e maior proteção contra herbívoros, incluindo insetos fitófagos como é o caso da lagarta-do-cartucho. Pois o silício promove a formação de barreiras físicas o que impede a proliferação da praga (FAWE et al., 2001).

Estudos de aplicação de silício em cana-de-açúcar, revelaram resistência a broca da cana-de-açúcar após a aplicação de silicato de sódio durante o desenvolvimento da cultura. O tratamento com silício reduziu as lesões causadas pelos insetos e reduziu seu tamanho (KEEPING & MEYER, 2000). Segundo Goussain et al., (2002) a aplicação de silício na lavoura de milho causou efeito negativo no desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda*. Onde a lagarta que se alimentou das folhas do milho tratadas com silício apresentou um desgaste na região incisal em contato com folhas com alto teor de silício. Portanto, concluíram que a aplicação de silício ajudou a dificultar a alimentação das lagartas, uma vez que os resultados mostram um crescimento na mortalidade e no canibalismo, indicando uma resistência a essa praga por parte das plantas de milho.

Outros estudos realizados para constatação da indução de resistência das plantas de milho contra a lagarta-do-cartucho, concluíram que o silício reduziu a desfolhas das plantas, aumento na defesa contra insetos por parte das plantas ajudando os inimigos naturais dessas pragas, com alto rendimento no controle biológico, como também foi constatada o menor consumo das folhas pelas lagartas, conseqüentemente houve uma redução no peso das lagartas e pupas e uma diminuição na expectativa de vida dos insetos adultos e uma redução considerável no número de ovos viáveis de primeira e segunda postura. Contudo os autores desses estudos concluíram que o silício é sim uma boa alternativa para o controle da lagarta-do-cartucho pois este interfere em seus aspectos biológicos e comportamentais (ALBUQUERQUE et al., 2015; KVEDARAS et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2014).

Parte da estratégia usada no MIP é determinar as pragas-alvo que são monitoradas para determinar se precisam ser controladas. Tradicionalmente, para fins de monitoramento, os agricultores calculavam a quantidade de plantas atacadas em cem plantas amostradas: pelo menos quatro (4) pontos por hectare. No entanto, esta abordagem também tem desvantagens, como insetos detectados já em fase adulta causando danos às plantas. Alternativas que apresentam vantagens sobre este método é utilizar armadilhas delta iscadas com feromônios sexuais sintéticos, disponíveis para comercialização no Brasil (Bio Spodoptera® - Biocontrole).

Ao se colocar as armadilhas e ser capturado três (3) mariposas por armadilha indicam que as pragas atingirão níveis de perda econômica (CRUZ, 2015). Essa abordagem também tem vantagens em termos de armadilhas luminescentes, pouco eficazes contra *S. frugiperda* (CAPINERA, 2014), incluem captura direcionada de adultos, mesmo em baixas densidades populacionais (BRATOVICH et al., 2019).

Os bio defensivos à base de óleos essenciais e extratos vegetais, patógenos de insetos, predadores, etc. estão sendo pesquisados. Entre eles, existem diversos métodos eficazes que podem ser utilizados como um controle alternativo da *S. frugiperda* (JARA et al., 2019). No entanto, ainda requer mais pesquisas, testes em diferentes regiões, trabalhos de adaptação para produção em escala comercial.

E de extrema importância a junção de métodos de controle alternativos para que se tenha um agrossistema manejado de forma correta. Em geral há comprovação da eficácia na manutenção do desse equilíbrio no agrossistema que confere resistências as plantas ao ataque de pragas como a lagarta-do-cartucho, tendo grandes chances de não atingirem o nível de danos econômicos com a utilização desse manejo integrado de pragas, utilizando inimigos naturais já presentes na própria área de cultivo, bem como aqueles introduzidos, ambos sendo conservados no mesmo agrossistema.

## 6 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho podemos concluir que a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* é de difícil controle, principalmente na cultura do milho que é de grande importância econômica e apresenta apenas algumas cultivares resistentes ao mesmo, sendo assim deve-se adotar o manejo integrado de pragas para se evitar perdas por infestação desta lagarta, sendo os mais recomendados o controle químico, manejo cultural, controle genético, controle biológico e a utilização também de métodos alternativos que tem ganhado muito espaço dentro dos métodos de controle desta lagarta.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AFONSO, A. P. S.; NAVA, D. E.; MELO, M.; MARTINS, J. F. S.; SILVA, S. D. A. A lagarta do cartucho de milho. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44083/1/a-lagarta-docartucho.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

ALBUQUERQUE, F. A.; LIMA, J. M.; CAVALCANTI, R. W. G.; BORIN, A. L. D. C.; SARAIVA, J. P. *Azospirillum* spp. como potencial indutor de resistência a *Alabama argillacea* (Hub) em plantas de algodoeiro. Resumo. Embrapa. 2015.

ALCOFORADO, P. A. U. G. Aspectos do Silício no sistema solo-planta: UFLA, 1996. 53p. (datilografado).

AL-MAZRA'AWI, M. S.; ATEYYAT, M. Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extracts *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Pest Science*, Berlin, v. 82, n. 2, p. 149-154, 2009.

ARMSTRONG, C. L.; PARKER, G. B.; PERSHING, J. C.; BROWN, S. M.; SANDERS, P.R.; DUNCAN, D.R.; STONE, T.; DEAN, D.A.; DEBOER, D.L.; HART, J. HOWE, A.F.; MORRISH, F.M.; PAJEAU, M.E.; PETERSON, W.L.; REICH, B.J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C.G.; SATO, S.J. SCHULER, W.; SIMS, S.R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L.J.; FROMM, M.E.. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science*, Madison, v. 35, p. 550-557, 1995.

BARBOSA, T. M. S. Incidência de espécies insetos fitófagos e seus inimigos naturais sobre genótipos de milho-doce e alteração no ataque da lagarta-do-cartucho do milho Monografia (Graduação) UNB, Brasília, 2016. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16491/1/2016\\_TalitaMariaBarbosa\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16491/1/2016_TalitaMariaBarbosa_tcc.pdf)>. Acesso em: 03 Abr. 2022.

BERNARDI, D.; SALMERON, E.; HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO C. Cross- Resistanc between Cry1 proteins in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) may affect the durability of current pyramided *Bt* maize hybrids in Brazil. *PLoS One*. 10, e0140130, 2015.

BESERRA, E. B.; DIAS, C. T. S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitismo of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. *Florida Entomologist*. 85, n.4, p. 588-593, 2002.

BLANCO, C.; CHIARAVALLE, W.; RIZZA, M. D.; FARIAS, J. R.; DEGANO, M. F. G.; GASTAMINZA, G.; SÁNCHEZ, D. M.; MURÚA, M. G.; OMOTO, C.; PIERALISI, B. K.; RODRÍGUES, J.; MARCIEL, J. C. R.; SANTOFIMIO, H. T.; VARGAS, A. P. T.; VALENCIA, S. J.; WILINK, E. Current situation of pests targeted by *Bt* crops in Latin America. *Current Opinion in Insect Science*. 15, p. 131 - 138, 2016.

DAVIS, F.M., NG, S.S., WILLIAMS, W.P., 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage maize for resistance to fall armyworm. *Miss. Agric. For. Exp. Stn. Res. Bull.* vol. 9 (Technical Bulletin, 186).

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. A cultura do milho. Évora, 2014. 52f. Material de apoio. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

BERNARDI O.; BERNARDI D.; HORIKOSHI R. J.; OKUMA, D. M.; MIRALDO, L. L.; FATORETTO, J.; MEDEIROS, F. C. L.; BURDC, T.; OMOTO, C. Selection and

characterization of resistance to the Vip3Aa20 protein from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda*. *Pest Management Science*, v. 72, n. 2, p. 1794-1802, 2016.

BLANEY, W. M.; SIMMONDS, M. S. J. A behavioural and electrophysiological study of the role of tarsal chemoreceptors in feeding by adults of *Spodoptera*, *Heliothis virescens* and *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Physiology*, v. 36, n. 10, p. 743-756, 1990.

BOULDER, D. Insect pest control by copying nature using genetically engineered crops. *Phytochemistry*, Elmsford, v. 34, p. 1453-1466, 1993.

BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 423-435, 2007.

BRATOVICH, C. et al. Evaluation of sex pheromone formulations to attract *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adult males in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, v.78, n.3, p. 7-14, 2019.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; STEFANELLO JR, G. J. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz. *Neotropical Entomology*, v. 34, n. 5, p. 743-750, 2005.

CAPINERA, J. L. Handbook of vegetable pests. San Diego: Academic Press, 2002. 2700 p. 2002.

CAPINERA, J. L. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). EENY098. 2014. Disponível em: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; DE MIRANDA, R. A.; DA SILVA, A. F.; DA SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; DA COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2), 2019.

COPPING, L.G.; MENN, J.J. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science*, Sussex, v.56, n.8. p. 651-676, 2000.

COSTA SANTOS, F. M. Capacidade de combinação de híbridos comerciais de milho visando à obtenção de híbridos de F2. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2009.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 98), 2004.

CRUZ, I. Novas tecnologias de manejo da lagarta-do-cartucho e broca da cana-de-açúcar em milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA: RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. Anais... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 193- 215. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89), 2007.

CRUZ, I.; WAQUIL J. M. Pragas da cultura do milho para silagem. 2001, p. 141-207. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (eds.), Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, p. 544.

CRUZ, I. Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2008. 192 p.

CRUZ, I. Desafio complexo – Manejo de lagartas no advento de tecnologias *Bt*. Revista Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, v.1, n.168, p.7-11, 2013.

CRUZ, I. A lagarta do cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. p. 45.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R. B.; SILVA, I.F.; PAULA, C.; FOSTER, J. Using sex pheromone traps in the decision-making process for chemical application against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in maize. International Journal of Pest Management. 2010. Em publicação.

CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: Milho Safrinha: XIII Seminário Nacional, 2015, Maringá, PR. Anais. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134910/1/Avancos-desafios.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.3, p.355-359, 1982.

DANTAS C. L.; OLIVEIRA, C. R.; PAIVA P. M.; ROCHA D. D.; VALICENTE, F. H. Monitoramento de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho *Bt*. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: ABMS, 2016. p. 1-4.

DE MAAGD, R. A.; BRAVO, A.; BERRY, C.; CRICKMORE, N.; SCHNEPF, E. Structure, diversity and evolution of protein toxins from spore forming entomopathogenic bacteria. Annual Review of Genetics, Palo Alto, v. 37, p. 409-433, 2003.

DE SOUZA, V. Q.; BARRETA, D.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; FOLLMANN, D. N.; KONFLANZ, V. A.; SCHIMIDT, D. Variance components and association between corn hybrids morpho-agronomic characters. Científica, v. 43, n. 3, p. 246-253, 2015.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manejo da resistência de insetos em lavouras de milho *Bt*. Brasília: Embrapa milho e sorgo, 2014.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. Journal of Inorganic Biochemistry, New York, v. 69, n. 3, p. 139-144, Feb. 1998.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: BORÉM, A. GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. 2ed, Editora UFV, 2017, p. 49.

FARIAS, J.R.; ANDROW, D.A., HORIKOSHI, R.J., SORGATTO, R.J., FRESIA, P., SANTOS, A.C., OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Crop Protection*. 64, p. 150-158, 2014.

FAWE, A.; ABOU-ZAID, M.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon –mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology*. St. Paul, v. 88, n.5, p. 396-401, maio 1998. DOI: 10.1094/PHTO.1998.88.5.396.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M. C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* NIXON. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p.1975-1982, 1999.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development*, Paris, v. 35, n. 3, p. 1175- 1183, 2015.

GARCIA, P. H. D. M. (2020). Valor nutricional da silagem de genótipos de milho e sorgo cultivados em duas densidades de semeadura. In: *Nutrição e Produção Animal*, (1a ed.), Org. Carlos Alexandre Oelke. Guarujá, SP: Científica Digital. p. 335-359. ISBN:978-65-87196-42-8.

GARCIA, J. L. M. A importância do nim indiano, o bioprotetor natural, 2000.

GALINAT, W.C. The origin of maize: grain of humanity. *New York: New York Botanical Garden Journal*, v. 44, p.3-12, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 920.

GEORGES, K.; JAYAPRAKASAM, B.; DALAVOY, S. S.; NAIR, M. G. Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. *Bioresource Technology*, Essex, v. 99, n. 6, p. 2037-2045, 2008.

GILL, S. S. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 90, n.1, p. 69-74, 1995.

GOUSSAIN, M. M; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

HAMM, J. J.; WISEMAN, B. R. Plant resistance and nuclear polyhedrosis virus for suppression of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, Gainesville, v.69, p.541-549, 1986.

JARA, J. S. et.al. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria*, v. 4, n. 10, p. 551- 557, 2019.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plant and animals. *Advances in Agronomy*, v. 19, p. 107-149, 1967.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Increased resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application. *Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists Association*, n. 74, p. 221-222, 2000.

KUROZAWA C. 2007. Glossário Globo Rural. Available in: <http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,LTP0-4373-0-L-J,00>. Accessed in Abr 04, 2022.

KVEDARAS, O. L.; AN, M.; CHOI, Y. S.; GURR, G . M. Silicon enhances natural enemy attraction and biological control through induced plant defences. *Bulletin of Entomological Research*, Londres, v. 100, n. 3, p. 367–371, set. 2010. DOI: 10.1017/S0007485309990265.

LERAYER, A. Guia do milho – tecnologia do campo a mesa. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2006. 15 p.

LIMA, M. S.; TORRES, J. B. Produção da toxina Cry1Ac e preferência para alimentação e oviposição de *Alabama argillacea* em algodão Bt sob estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 5, p. 451-457, 2011.

LOURENÇÃO, A. L. F.; BARROS, R.; MELO, E. P. Milho Bt: uso correto da tecnologia. In: *TECNOLOGIA e produção: milho safrinha e culturas de inverno*. 5. ed. Maracaju: Fundação MS, 2009. p.79-89. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br>>. Acesso em: 22 març. 2022.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of higher plants. New York: Academic Press, 887p. 1995.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica. Ceres. 251 p. 1980.

MARCHI, S. L. Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná. Dissertação. Paraná, Dez. 2008.

MARQUES, L. H.; SANTOS, A. C.; CASTRO, B. A.; MOSCARDINI, V. F.; ROSSETTO, J.; SILVA, O. A. N.; ZOBIOLE, L. H. S.; VALVERDE-GARCIA, P.; BABCOCK, J. M.; STORER, N. P.; RULE, D. M.; FERNANDES, O.A. Field evaluation of soybeantransgenic event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac proteins for the control of secondary lepidopteranpests in Brazil. *Crop Protection*, v. 96, v. 4, p. 109-115, 2017.

MARTINEZ, S. S. Composição do nim. O nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, p. 23-30, 2002.

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.3, p. 239-244, 2011.

MICHELOTTO, M. D.; CROSARIOL NETTO, J.; FREITAS, R. S.; DUARTE, A. P.; BUSOLI, A. C. Milho transgênico (Bt): efeito sobre pragas alvo e não alvo. Revista Nucleus, v. 10, n. 3, p. 67-82, 2013.

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: An Update. Journal of Insect Physiology, Oxford, v. 39, p. 903-924, 1993.

MORAES, A. R. A.; LOURENÇÃO, A. L.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Bragantia, Campinas, v.74, n. 1, p. 50-57, 2015.

MÔRO, G. V.; NETO, R. F. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, A. GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. 2ed, Editora UFV, p. 9, 2017.

MORO, L. L.; PALMA, J.; SEIDEL, G. Respostas de biotecnologias ao ataque da lagarta-docartucho em milho. In: XXII SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 22., 2017, Cruz Alta. Anais... Cruz Alta: Unicruz, 2017. p. 1-4.

NASCIMENTO, M. S.; VON PINHO, I. V.; CATELMO, N. F.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G. Detecção de eventos transgênicos de milho através do teste de tiras imunocromatográficas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindoia. Anais... Águas de Lindoia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 5.

NASCIMENTO, A. M.; ASSIS, F. A.; MORAES, J. C.; SAKOMURA, R. Não preferência a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) induzida em arroz pela aplicação de silício. 2014. Brazilian Journal of Agricultural Sciences. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 9, 215–218.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2003.

OLIVEIRA, A.A.S. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) Lepidoptera: Noctuidae em milho doce tratado com fosfito de potássio. p. 40 Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

OLIVEIRA, I.R.; ALMEIDA, J.P.S.; MENDES, S. M.; PIMENTEL, M. A. G.; CRUZ, I.; PESSOA, S. T. Associação dos controles Biológico e Químico da Lagarta-do-cartucho na Cultura do Sorgo Forrageiro. Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 9p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 234.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R. J.; DOURADO, P. M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R. A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. Pest Management Science. 72, 1727-1736, 2016.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, J. R.; BERNARDI, D. Estratégias de manejo da resistência e importância das áreas de refúgio para tecnologia Bt. In: PATERNIANI, M. E. A. G.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos. Campinas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012, p. 303-313.

OTA, É. C.; LOURENÇÃO, A. L.; DUARTE, A. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; ITO, M. A. Desempenho de cultivares de milho em relação à lagarta-do-cartucho. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 4, p. 850-859, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n4/18.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

OVEJERO, R. F. L. Controle da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*). Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.portaldocampo.com.br>>. Acesso em: 22 mar. de 2022.

PAIVA, E.; VASCONCELOS, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; GOMES, E. E.; MAGNAVACA, R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27, n. 8, p. 1213-1218, 1992.

PETZOLD-MAXWELL, J. L.; SIEGFRIED, B.D.; HELLMICH, R. L.; ABEL, C. A.; COATES, B.S.; SPENCER, T. A.; GASSMANN, A. J. Effect of maize lines on larval fitness costs of Cry1F resistance in the european corn borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 107, n. 2. p. 764-772, 2014.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. Pragas e insetos benéficos do milho e sorgo: guia ilustrado. Ribeirão Preto: AS Pinto, 2004.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoirs of the American Entomological Society*, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.

RAHUMAN, A. A.; BAGAVAN, A.; KAMARAJ, C.; VADIVELU, M.; ABDUZ-ZAHIR, A.; ELANGO, G.; PANDIYAN, G. Evaluation of indigenous plant extracts against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Journal Parasitology Research*, Berlin, v. 104, n. 3, p. 637-643, 2009.

ROSA, Ana Paula Schneid Afonso da. Monitoramento da lagarta-do-cartucho do milho. In: EMBRAPA. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37326/1/Monitoramento-dalagarta.pdf>>. Acesso em: 22 Mar. 2022.

RUBIN, L. A. Manejo Lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidade), na cultura do milho. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. Dezembro. 2009.

SÁ, V. G. M.; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuide) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38, n. 6, p.108-115. 2009.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. S.; AGUIAR, R. A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. *Bioscience Journal*, v. 18, n. 2, p. 41-48, 2002.

SCOTON, A. M. N.; SILVA, M. B. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e desempenho produtivo de genótipos de milho Bt. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SILVA, C.L.T., Paiva, L.A., Correa, F., Silva, F.C., Pelosi, A.P., Araujo, M.S., Almeida, A.C.S., Jesus, F.G. (2020) Interaction between corn genotypes with BT protein and management strategies for *Spodoptera frugiperda*(Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist, 102(4), 725-730. <https://doi.org/10.1653/024.102.0409>.

STORER, N. P.; BABCOCK J. M.; SCHLENZ M.; MEADE T.; THOMPSON G. D.; BING, J. W.; HUCKABA R. M. Discovery and characterization of field resistance to *Bt* maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 103, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

TOSCANO, L. C.; CALADO FILHO, G. C.; CARDOSO, A. M; MARUYAMA, W. I.; TOMQUELSKI, G. V. Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.79, n.2, p.223-231, 2012.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2nd Crop survey 2018/2019. Washington, D. C., 2018. p. 1. Disponível em: <<https://www.usda.gov/topics/farming/crop-production>>. Acesso em: 22 mar. 2022.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 14 p., Circular Técnica, 114.

VALICENTE, F. H. Manejo integrado de pragas na cultura do milho. Circular Técnica 208, Embrapa Milho e Sorgo, p. 01-03. Jun. 2015.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. Bragantia, Campinas, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2000.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terapia com inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. Química Nova, p. 390-400, 2003.

WAQUIL, J. M.; BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S.M. Viabilidade do uso de hospedeiros alternativos como área de refúgio para o manejo da resistência da Lagarta-do-cartucho, *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no cultivo do milho-Bt. Sete Lagoas: Embrapa, 2008.

YU, S. J.; NGUYEN, S. N.; ABO-ELGHAR, G. E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Pesticide Biochemistry and Physiology, San Diego, v. 77, n. 1, p. 1-11, Sept. 2003.

ZÁRATE, N.A.H., VIEIRA, M.C., SOUSA, T.M., RAMOS, D.D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. Semina: Ciências Agrárias. 2009.