



**ALINE CRISTINA BARBOSA SANTOS**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera,  
Noctuidae) NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA CULTURA DO MILHO  
(*Zea mays*): UMA REVISÃO**

Ji-Paraná

2020

**ALINE CRISTINA BARBOSA SANTOS**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*): UMA REVISÃO**

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Ji-Paraná  
2020

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

<p>S237 Santos, Aline Cristina Barbosa Controle biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E Smith) (<i>Lepidoptera Noctuidae</i>) no manejo integrado de pragas da cultura do milho (<i>Zea mays</i>): uma revisão / Aline Cristina Barbosa Santos. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas, 2020. 22 f. : il.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Me. Marcos Giovane Pedroza de Abreu Artigo Científico - Graduação em Engenharia Agrônoma – Centro Universitário São Lucas, Ji-Paraná/RO.</p> <p>1. MIP. 2. Lagarta do cartucho. 3. Monitoramento de pragas. 4. Milho. I. Título. II. Abreu, Marcos Giovane Pedroza de.</p> <p style="text-align: right;">CDU 632</p>
---

**Bibliotecária Responsável**  
*Herta Maria de Açucena do N. Soeiro*  
CRB 1114/11

**ALINE CRISTINA BARBOSA SANTOS**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*): UMA REVISÃO**

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Ji-Paraná, \_\_\_\_\_ de 2020.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Orientador

Prof<sup>o</sup>. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Centro Universitário São Lucas

\_\_\_\_\_

Membro da Banca

Prof<sup>o</sup>. Msc. Alan Antônio Miotti

Centro Universitário São Lucas

\_\_\_\_\_

Membro da Banca

Prof<sup>o</sup>. Msc. Celso Pereira De Oliveira.

Centro Universitário São Lucas

# CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*): UMA REVISÃO

Aline Cristina Barbosa Santos<sup>1</sup>

**RESUMO:** O homem enfrenta grandes desafios para controlar as pragas que atacam as culturas econômicas, pois existem pragas de difícil controle, como no milho um exemplo que é clássico é a *S. frugiperda*, que tem hábitos alimentares de fácil adaptação de acordo com a disponibilidade ofertada. Por ser uma cultura extremamente importante para os seres vivos, produzir tantos derivados necessários a sobrevivência, é indispensável que se faça um monitoramento intenso no controle das pragas que atacam a cultura do milho. No entanto a utilização de defensivos químicos se torna cada vez mais prejudicial, tanto para a saúde humana, animal, quanto para o meio ambiente. Isso faz com que se torne cada vez mais urgente a utilização de técnicas sustentáveis e viáveis economicamente que consigam controlar as pragas e manter baixos os níveis de dano, sem causar impactos. Portanto, objetivou-se através desta revisão, apresentar os principais métodos de controle biológico para *S. frugiperda*, e comprovar sua viabilidade. Para execução deste artigo, foram utilizados bancos de dados científicos, onde se empregaram palavras-chave para realizar a busca por estudos relacionados ao tema. Os trabalhos foram selecionados de acordo com o objetivo da revisão no qual foi demonstrar as principais formas de controle biológico para *S. frugiperda* dentro do manejo integrado para a cultura do milho, e comprovar a viabilidade ambiental, econômica e social dessas técnicas de controle. Conclui-se que os métodos de controle biológico analisados, com os inimigos naturais utilizados possuem eficiência significativa, são viáveis economicamente, socialmente e ambientalmente.

**Palavras-chave:** MIP. Lagarta do cartucho. Monitoramento de pragas.

**ABSTRACT:** The man faces great challenges to control the pests that attack the economic cultures, because there are pests that are difficult to control, as in S. maize an example that is classic is *S. frugiperda*, which has eating habits that are easy to adapt according to the availability offered. As it is an extremely important crop for living beings, producing so many derivatives necessary for survival, it is essential to carry out an intense monitoring in the control of the pests that attack the corn crop. However, the use of chemical pesticides becomes increasingly harmful, both for human and animal health, and for the environment. This makes it increasingly urgent to use sustainable and economically viable techniques that can control pests and keep damage levels low, without causing impacts. Therefore, the aim of this review was to present the main methods of biological control for *S. frugiperda*, and prove its viability. For the execution of this article, scientific databases were used, where keywords were used to search for studies related to the theme. The works were selected according to the objective of the review, which was to demonstrate the main forms of biological control for *S. frugiperda* within the integrated management for the corn crop, and to prove the environmental, economic and social viability of these control techniques. It is concluded that the biological control methods analyzed, with the natural enemies used have significant efficiency, are economically, socially and environmentally viable.

**Keywords:** MIP, Cartridge caterpillar. Pest monitoring.

## 1. INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Agronomia pelo Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná, 2020.

Um dos principais desafios para o homem em relação ao manejo do agro ecossistema, buscando a sustentabilidade, e o controle das pragas nas culturas (WAQUIL; VIANA; CRUZ, 2003).

O aumento da demanda por grãos e seus subprodutos para atender à crescente necessidade por alimentos, tanto para o consumo interno quanto externo do nosso país têm impactos diretos sobre o agro ecossistema. Este fato está ligado ao uso intenso de insumos que visam minimizar as perdas, causadas por fatores bióticos e abióticos, no decorrer da produção. Entre estes fatores, merecem destaque os insetos-praga. Desenvolvem-se em praticamente todos os ambientes e há muito tempo o homem luta principalmente contra os que se alimentam de vegetais, especialmente aqueles destinados à alimentação humana e animal (NEGREIRO et al. 2004).

A *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), é uma das mais importantes pragas da cultura do milho no Brasil, e se alimenta de todas as fases de crescimento dessa cultura (CRUZ, 1988).

Devido à alimentação variada, diversificada e acessível durante todo o ano, condições climáticas favoráveis, esta praga está em praticamente, todas as regiões do Brasil (SÁ et al., 2009).

Os prejuízos na produção irão variar de acordo com o tipo de cultivar, o estágio fenológico, local a ser realizado o plantio, e práticas agrícolas adotadas (VALICENTE & TUELHER, 2009).

Cruz (1997) afirmou que em milho doce os danos podem chegar até 60%, pois é muito sensível ao ataque da praga, e de acordo com o autor, essa praga tem o potencial de reduzir a produção de grãos do milho comum em até 34%, e que o método de controle mais utilizado até hoje para deter as pragas da cultura do milho é o controle químico.

No entanto, fatores como a má utilização dos equipamentos, e a escolha equivocada de produtos químicos, tem aumentado a quantidade de aplicações por ciclo para que o objetivo seja atingido. Valicente (2015) acrescenta que existem regiões do Brasil, que durante o ciclo completo de produção do milho, são feitas até 15 aplicações de inseticidas.

Segundo Cruz (1998), essa quantidade de aplicações excessiva pode estar acontecendo devido a extinção de seus inimigos naturais, da resistência contra os inseticidas ou mesmo pela aplicação de forma errônea. Estima-se que anualmente o

prejuízo acarretado pela *S. frugiperda* na cultura do milho seja de mais de 200 milhões de dólares.

Diante desta situação, a utilização do controle biológico em conjunto com outros métodos integrados, vem sendo a cada ano mais estudada e novos métodos vem sendo criados para causar o menor impacto possível. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar os principais métodos de controle biológico para *S. frugiperda* em programas de manejo integrado na cultura do milho, e comprovar a viabilidade ambiental, econômica e social dessas técnicas de controle.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Dimensão dos danos da *Spodoptera frugiperda***

De acordo com Cruz (1995), durante o seu ciclo de vida, a mariposa deposita seus ovos diretamente na folha do milho. Ao eclodirem, as larvas de primeiro instar sempre destroem primeiramente um dos lados da folha, ficando o outro lado intacto, causando uma notável raspagem na folha, sendo essa característica uma indicação de que naquele local há presença de larvas.

No estágio mais avançado as Lagartas maiores irão fazer furos na folha (segundo e terceiro instares), e ao completarem de 8 a 14 dias (quarto e sexto instares), já possuem capacidade de destruir completamente plantas menores e também causar danos intensos em plantas mais desenvolvidas (PRASANNA et al., 2018).

O dano mais prejudicial na planta é deixado por larvas do quinto e sexto instares. o colmo também pode ser atingido. Quando o milho é muito precoce ou a infestação acontece de forma mais tardia, a larva vai direto para a espiga, atacando o pedúnculo, impedindo que os grãos sejam formados. Ela Também é encontrada na base da espiga, podendo deteriorar os grãos. Em uma única espiga já foram encontradas 7 larvas de *S. frugiperda* (CRUZ, 1995).



**Figura 1.** Danos iniciais provocados por lagartas de *S. frugiperda* (folhas raspadas). **Fonte:** CRUZ, 1995.



**Figura 2.** Lagarta-do-cartucho (danos nas folhas). **Fonte:** MOREIRA, 2009.

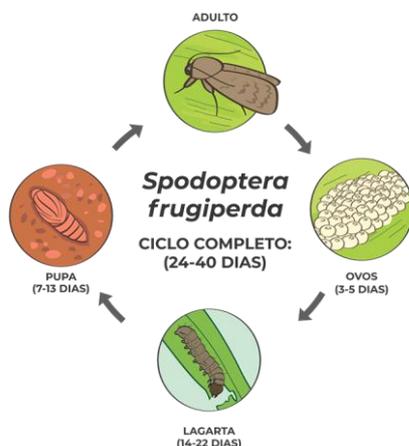


**Figura 3.** Danos nas folhas e redução no número de plantas de milho provocados pela lagarta-do-cartucho. **Fonte:** CRUZ, 1995.

## 2.2 Aspectos morfológicos da *S. frugiperda*

De acordo com Wordell Filho et al. (2016), a fase pupal da *S. Frugiperda* ocorre em média com 14 dias de vida. As mariposas medem de 30 a 40mm, possuem as asas posteriores mescladas de branco e as anteriores de coloração marrom-acinzentada.

Cada fêmea tem capacidade para ovopositar até 2 mil ovos, sendo depositados, de 150 a 200 unidades por postura. O ciclo biológico de *S. frugiperda* se completa geralmente com 25 dias, permitindo que durante o ano, muitas gerações causem prejuízos. Seu hábito alimentar é polífago, portanto, ela consome gramíneas (Poaceae), leguminosas (Fabaceae), solanáceas, crucíferas e outras plantas. Prasanna, et al. (2018) acrescenta ainda que a *S. Frugiperda* normalmente pupa no solo a uma profundidade de 2 a 8 cm.



**Figura 4.** Ciclo completo da *S. frugiperda*. **Fonte:** PROMIP, 2020.

### **2.3 Uso do controle biológico versus o controle químico no milho**

Nos últimos anos, a sociedade vem se preocupando de forma cada vez mais crescente, com as questões de conservação da qualidade do meio ambiente, inclusive com relação aos abusos na exploração agropecuária. Como resultados, tem-se buscado neste setor, meios para implantação de sistemas de produção mais ecológicos, socialmente justos e que continuem a ser rentáveis. Sendo assim, a pesquisa científica tem avançado para desenvolver técnicas, estratégias e soluções para que se possa atingir esses objetivos (MENEZES, 2006).

Como resultado do uso excessivo de defensivos químicos, somam-se diversos impactos negativos que podem ocorrer no meio ambiente, tais como: afetar os organismos não-alvo, contaminar os agroecossistemas (ROEL, 2001), selecionar populações resistentes, aumentar os custos de produção (DIÉZ-RODRÍGUEZ & OMOTO 2001) e contaminar os grãos de milho com resíduos tóxicos. Assim, a adoção de práticas eficientes e de baixo impacto ambiental são de extrema importância para se obter êxito no controle de pragas (PARRA et al. 1987; BASEDOW, 2002).

Pedigo (2001) também confirma que o uso desordenado de controle químico causou diversos impactos no meio ambiente como: indivíduos mais resistentes, ressurgimento de espécies controladas, ataques intensos de pragas de ordem secundária, redução dos inimigos naturais nas lavouras, concentração maior de resíduos tóxicos no solo, nos alimentos e na água, dentre outros.

A agricultura sustentável se embasa em práticas que irão promover equilíbrio ambiental, produtividade, retorno financeiro, tendo por base o menor custo de insumos externos (SANTOS, 2011). Sendo assim, o controle biológico é um caminho promissor para o manejo de pragas com práticas sustentáveis, por ser constituído dentro de um processo natural de indivíduos chamados de agentes de controle biológico ou inimigos naturais da população da praga que se deseja minimizar para diminuir os danos causados pela mesma (MENEZES, 2006).

Santos et al. (2011) concluíram que o controle biológico pode ser chamado de fenômeno natural com o objetivo de regular e promover o equilíbrio das pragas (animais ou plantas) prejudiciais à cultura. Dentre tais inimigos naturais estão os predadores, parasitoides fungos e outros.

O controle biológico não representa riscos ao meio ambiente ou efeitos nocivos à saúde humana; além disso, possui controle adequado e fortalece as práticas de manejo integrado de pragas (RIOS et al., 2017).

De acordo com Cruz (1995 b) o MIP (Manejo Integrado de Pragas) tem por base a racionalização do uso de produtos químicos, pois visa à preservação dos inimigos naturais, diminuição dos riscos de contaminação ambiental, e a redução dos custos de produção. Sterling et al. (1989) na mesma linha de pensamento afirmou que a base do manejo integrado de pragas é o controle biológico.

O MIP abrange duas vertentes: a integração e o manejo. A integração pode ser definida no MIP como o uso de diversas estratégias de proteção das plantas, e o manejo já está ligado a um conjunto de regras baseadas em considerações econômicas, sociais e ambientais, para que seja tomada a melhor decisão, com finalidade de que seja mantida uma quantidade do organismo nocivo a níveis abaixo do limiar prejudicial (KOGAN, 1998).

O manejo exige que seja feito um monitoramento constante, tanto das pragas como também dos inimigos naturais, para que sejam tomadas as melhores decisões durante o ciclo da cultura (PEDIGO; ZEISS, 1996).

#### **2.4 Uso do controle biológico no MIP contra *S. Frugiperda* utilizando parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos**

Embasado na conscientização da sociedade e preocupação ambiental, é que o MIP está ganhando cada vez mais apoiadores objetivando uma produção mais sustentável (KOGAN, 1998).

Sendo assim, insetos parasitoides, predadores e microrganismos patogênicos são utilizados para minimizar as populações de insetos-praga a um nível menos danoso economicamente. (Ramírez et al., 2015).

#### **2.5 Controle de *S. Frugiperda* por Parasitoides de ovos e predadores de ovos e larvas**

Esse tipo de parasitoide atua exclusivamente no início da vida da praga, e são conhecidos como os principais agentes de controle biológico, por agirem na fase inicial, conseguindo assim, evitar que os ataques causem danos econômicos significativos. Esses parasitoides são criados em larga escala com facilidade, em biofábricas inclusive no Brasil, sendo disponibilizados facilmente para comercialização (CRUZ, 2007).

Segundo Chambers (1977), a criação massal proporciona uma produção com maior custo-benefício, o que é favorável ao produtor. De acordo com (LENTEREN.,2000), o desenvolvimento de técnicas de produção massal, controle de qualidade, armazenamento, envio e liberação de inimigos naturais proporciona redução de custos na produção e produtos com qualidade superior aos que se faz uso de defensivos químicos, viabilizando sua utilização.

#### 2.5.1 *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

O *Trichogramma* spp. é frequentemente utilizado para o controle biológico através do parasitismo em ovos de lepidópteros pragas (SOARES et al., 2007).

De acordo com (Parra, 2002), o *Trichogramma* spp. possui fácil multiplicação massal em laboratório, com um custo que compensa ao produtor, além de promover o controle da praga antes que o dano se alastre e cause prejuízos econômicos graves. (PRATISSOLI et al., 2007).

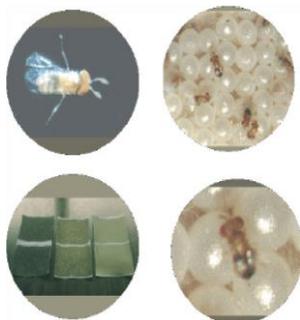
Na cultura do milho, o uso desses organismos consegue minimizar os danos que são causados pela praga *S. frugiperda*, pois, ao parasitar seus ovos, evita que a praga chegue ao ciclo completo de vida (GARDNER et al., 2011).

Para alcançar êxito no controle de pragas através do parasitoide *Trichogramma*, é necessário que se faça a escolha correta da espécie a se utilizar, pois mesmo sendo classificado como parasitoide generalista, pesquisas já comprovaram que as espécies e linhagens podem apresentar afinidade por determinados hospedeiros, devido as características nutricionais e morfológicas do ovo, o comportamento de busca orientado por estímulos, , além de fatores abióticos como condições climáticas (VINSON, 1997).

As espécies de *Trichogramma* são representadas por insetos minúsculos, com menos de 1 milímetro, onde a fêmea deposita seus ovos dentro dos de seu hospedeiro. Ao nascer, a larva se alimenta da parte interna do ovo do hospedeiro. O ciclo completo do parasitoide acontece dentro do ovo de *S. frugiperda*. De dentro dele, sairá a vespa adulta, onde instantaneamente, começa a se preparar para uma nova postura, para que a propagação da espécie não pare (CRUZ, 2007).

Martinazzo et al, (2007) avaliando as liberações de *T. pretiosum* no controle biológico de *S. frugiperda* na cultura do milho no paraná, concluiu então que a liberação de *T. pretiosum* provocou redução significativa na quantidade de plantas danificadas, comprovando sua eficiência no controle da praga.

Em um estudo realizado por Bueno et al. (2010), o desenvolvimento e o parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* foram mais favoráveis a temperatura de 28°C, umidade relativa de 70±10% e fotoperíodo de 14/10h (L:E). Nesta temperatura se obteve uma média de 30,10±0,95 ovos de *S. frugiperda* parasitados/fêmea do parasitóide.



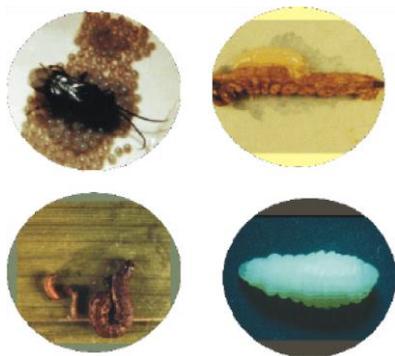
**Figura 5.** Fases biológicas de *Trichogramma pretiosum*, vespinha que parasita ovos de Lepidoptera: acima, fêmea adulta em close e sobre ovos de *S. frugiperda* e, abaixo, detalhe do parasitismo (direita) e cartela com fases do parasitismo. **Fonte:** CRUZ, 2007.

### 2.5.2 Parasitoide de ovo-larva *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae)

De acordo com CRUZ (2007), *Chelonus insularis* é uma vespa que mede 20 mm. A fêmea deposita os seus ovos dentro dos ovos de *S. frugiperda*. O ovo, que está parasitado, passa aparentemente pelo processo de incubação, e irá dar origem à lagarta da praga, que estará a partir de agora carregando em seu organismo o parasita.

Durante a fase de parasitismo, quando a larva do parasitoide estiver praticamente desenvolvida, a larva de *S. frugiperda* deixa a planta e se direciona para o solo, onde constrói uma câmara, que será usada pelo *Chelonus insularis*, para sair de dentro do corpo da lagarta perfurando seu abdômen. Em seguida ela tece um casulo, passa para a fase de pupa, em algumas horas e depois, em adulto (CRUZ, 2007).

Resende et al (1991) estudaram o potencial do parasitoide como agente de controle biológico de *S. frugiperda*, onde posturas dessa praga foram submetidas a casais do parasitoide. Uma observação sobre os aspectos biológicos do parasitoide e da praga foi realizada. o resultado obtido mostrou que o parasitismo pode atingir em laboratório até 97% de sucesso. Nesse estudo foram analisadas mais de 15 mil lagartas dessa praga, sendo que o parasitismo médio em porcentagem foi de 81,67%.



**Figura 6.** Fases biológicas de *C. insularis*, vespa que parasita ovos de *S. frugiperda*, mas que mata a lagarta: acima, fêmea adulta sobre ovos de *S. frugiperda* e larva do parasitoide saindo do corpo morto da lagarta-do-cartucho e, abaixo, pupa da vespa (direita) e comparação entre larva sadia e parasitada. **Fonte:** CRUZ, 2007.

### 2.5.3 Predador de ovos e larvas *Doru luteipes* (Tesourinha)

De acordo com Cruz (1995), além das ninfas os adultos de *D. luteipes* são predadores dos ovos e das lagartas dos primeiros instares da *Spodoptera frugiperda*, sendo um inimigo natural muito importante no milho. A quantidade média de ovos por postura é de 25. Depois da fase de incubação, em torno de sete dias, as ninfas vão eclodir e começar a se alimentar dos ovos e das lagartas menores de *S. frugiperda*. A fase de ninfa é de 35 a 40 dias, sendo a vida dos adultos muito longa.

Segundo REIS (1988), alguns indivíduos de *D. luteipes* vivem até um ano, porém em laboratório, essa média diminui para 135 dias. A média consumida, em estudos no laboratório, é de 12,5 e 21 de ovos ou pequenas larvas de *S. frugiperda*, nas fases de ninfa e adulta, respectivamente.

Este predador é encontrado constantemente em plantios de milho, sendo sua postura feita na parte interna do cartucho, ou nas primeiras camadas de palha, locais onde a umidade geralmente é maior propondo uma condição ideal para realizar a incubação. No Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo com o milho sendo cultivado durante todo o ano, a presença do inseto é constante. A quantidade de plantas com pelo menos um indivíduo, ultrapassa 70% (CRUZ, 1995).

Reis et al. (1988) realizaram um trabalho no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG, buscando entender os fatores biológicos e a capacidade em condições de laboratório do predador *Doru luteipes*. As análises bioecológicas mostraram que as posturas possuem uma média de 26,6 ovos, sendo o tempo de incubação de 7,31 dias quando alimentados com larvas de *S. frugiperda*. Os autores chegaram à conclusão de que *D. luteipes*, em condições de laboratório é eficiente no controle de *S. frugiperda*, apresentando grande potencial no controle deste inseto no milho, em condições de campo.

Em trabalhos realizados em laboratório e a campo, foi comprovada sua eficiência no controle de *S. Frugiperda* (Reis et al., 1988; Cruz, 1991) e sua suscetibilidade a diferentes inseticidas, o que reforça a sua viabilidade no controle desta praga (Cruz, 1994).



**Figura 7.** Fases biológicas de *Doru luteipes* (tesourinha predadora de ovos, larvas e pulgões: acima, casal adulto e ovos e, abaixo, ninfa (direita) e fêmea e ninfa. **Fonte:** CRUZ, 2007.

#### 2.5.4 Parasitoide de ovos: *Campoletis flavicineta*

De acordo com Matos Neto (2002), O parasitoide *Campoletis flavicineta* é uma vespa que mede em torno de 15 mm. A fêmea põe os seus ovos no interior de larvas de 1° e 2° instares de *S. frugiperda*, parasitando e completando seu ciclo de vida se nutrindo do interior do hospedeiro.

O momento que antecede a saída da larva de parasitoide do hospedeiro faz com que a praga mude seus hábitos, deixando o cartucho, e indo para as folhas mais altas. Quando estiver próximo ao período de pupa, a larva sai do corpo da lagarta e constrói seu casulo na parte externa. A larva do parasita penetra internamente o abdome, perfurando o hospedeiro, que morre em seguida (CRUZ, 1995).

Matos Neto (2002) buscando melhorar o processo de criação em laboratório da *Campoletis flavicineta* para ser utilizada na cultura do milho, contra larvas de *S. frugiperda*, e ainda analisar, em laboratório e em campo, a capacidade de parasitismo em controlar essa praga realizou testes como a liberação do agente avaliado a campo numa área infestada. Os resultados dessa liberação foram satisfatórios, pois reduziram o número de larvas nas plantas. A associação dos resultados comprovados a campo, juntamente com os de laboratório, comprovam o potencial de *C. flavicineta* no controle de *S. Frugiperda*.



**Figura 8.** Fases biológicas de *Campoletis flavicincta*, vespa que parasita larvas pequenas de *Spodoptera frugiperda*: acima: adulto e pupa (esquerda) e larva do parasitóide saindo do corpo morto da lagarta-do-cartucho e, abaixo, pupa da vespa (direita) e comparação entre larva sadia e parasitada. **Fonte:** CRUZ, 2007.

## 2.6 Controle de *S. Frugiperda* por fungos entomopatogênicos

De acordo com ALVES (2010), os fungos entomopatogênicos dos gêneros *Metarhizium*, são facilmente cultivados em diferentes meios de cultura artificiais. Para que esse cultivo em laboratório seja realizado da forma correta, a higienização é essencial para uma produção escalável. É Sempre importante limpar bem o local com álcool 70%, os materiais e equipamentos que irão ser utilizados.

Após a deposição do produto sobre a praga, vegetação ou alguma outra superfície, ocorre uma interligação entre o produto e a praga, podendo acontecer por meio de contato com seus esporos ou cutícula, através de absorção, ingestão, inalação ou outros (ALVES,1998).

Sendo as etapas mencionadas anteriormente executadas com êxito, o resultado almejado terá grandes chances de ocorrer. É importante que quando as formulações são criadas, que seja pensado com antecedência sobre o modo de utilização das mesmas, para aumentar o estímulo do produtor a utilizar, visto que já possui equipamentos convencionais em sua propriedade, que poderão ser usados nessa aplicação (ALVES, 2010).

### 2.6.1 *Metarhizium anisopliae*

De acordo com Wordell Filho et al. (2016), os fungos entomopatogênicos são os mais utilizados dentre os agentes microbianos no controle biológico. Eles possuem características de ação por contato e ingestão, e são encontrados na natureza em abundância, sendo no solo a sua maior concentração, apresentando também uma enorme variabilidade genética.

Ao penetrar na praga, dá-se o início do crescimento e colonização dentro do inseto, paralisando sua alimentação. Em seguida, ao atingir seu sistema nervoso, paralisa o inseto, deixando-o rígido. Ao alcançar a traqueia, sai do corpo do inseto para se reproduzir (WORDELL FILHO et al., 2016).

Shah (2003) ressalta que, se caso a umidade externa não esteja de acordo com a umidade ideal para a realização da esporulação, ele pode realizá-la no organismo da praga.

Ao fazer a análise sobre a eficiência de *M. anisopliae* para controlar *S. frugiperda* na cultura do milho “safrinha”, CANINI et al. (2010) obtiveram em seus resultados menores danos nas folhas do cartucho, menor porcentagem média de área danificada dos pendões, menor porcentagem de espigas com área danificada com relação ao tratamento controle, resultados esses que refletem de forma positiva, diretamente na produção.



**Figura 9.** Larva de *S. frugiperda* morta pelo parasita. **Fonte:** Defesa vegetal, 2020.

## **2.7 A importância da utilização consciente de defensivos químicos no manejo de pragas**

É extremamente importante que se realize amostragens da intensidade de ataque das pragas à cultura, para que o controle químico seja empregado da forma correta e na época certa, evitando aplicações equivocadas. No emprego de controle químico, alguns aspectos são importantes como: prevenção e cuidados para se evitar intoxicações, seletividade de inseticidas, descarte correto de embalagens, uso de espalhante adesivo na calda, rotação de produtos, emprego de equipamento de proteção individual pelos aplicadores, armazenamento adequado dos produtos, e treinamento dos aplicadores (PICANÇO & GUEDES, 1999).

Segundo Gravena (1976), a utilização de inseticidas seletivos é muito importante para que os inimigos naturais não sejam prejudicados. Inseticidas seletivos, para Broadbente (1984) são tóxicos as pragas e não causam danos significativos sobre parasitoides e predadores.

Valicente (2015) também ressalta que Inseticidas químicos com amplo espectro de ação causam danos aos inimigos naturais, além de proporcionar o surgimento de insetos resistentes e de pragas secundárias.

Para fazer o uso do controle químico e biológico juntos, no plantio do milho, é extremamente importante que se utilize defensivos químicos seletivos para não prejudicar os inimigos naturais (DELPUECH et al. 2005).

Em um trabalho feito por Simões et al.(1998), com objetivo de avaliar o potencial de seletividade de 5 inseticidas químicos e 2 microbianos, sendo utilizados sobre os ovos diretamente, em instares diferentes do predador *Doru luteipes* (tesourinha), observou-se que de uma forma geral, ficou comprovado que os inseticidas biológicos foram seletivos em todas as fases do inseto predador.

Já os inseticidas seletivos químicos demonstraram instabilidade nas fases mais jovens do predador, diminuindo sua viabilidade. Portanto, devido a maior seletividade dos produtos microbianos, deverão ser os escolhidos para utilização em programas de manejo de *S. frugiperda* para o milho. (SIMÕES et al. 1998).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica. Sua realização foi através de plataformas científicas, com planejamento e demarcação do assunto a ser abordado. As plataformas utilizadas para a seleção do material a ser analisado juntamente com as palavras chaves são descritas na tabela 1.

**Tabela 1:** Quantidade de trabalhos encontrados em plataformas on-line.

TERMOS	SCIELO	PUBMED	SCIENCE DIRECT	EMBRAPA PUBLICAÇÕES
Biological control of <i>S. frugiperda</i>	106	161	3.892	8.166
Integrated pest management in corn	22	263	5.414	22.460
Manejo integrado de pragas	245	8	21	11.314
Controle biológico da lagarta do cartucho	28	-	-	8.499
MIP no controle de <i>S. frugiperda</i>	2	-	-	10.169
Biological control	6.139	245	2.137	7.029

Legenda: SciELO = Scientific Electronic Library Online; PubMed = National Library of Medicine; Science Direct = E-Books Backlist e livros em Português - ELSEVIER; Embrapa= Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fonte: Próprio autor, 2020

Os documentos selecionados, foram publicados entre 1976-2020, estes sendo em idioma nacional (português) e inglês.

O material foi organizado em pastas, de acordo com a plataforma em que o download foi realizado. No total, 80 arquivos foram selecionados a princípio, onde estes tratavam os assuntos relacionados às palavras-chave da busca realizada, onde foram selecionados artigos e livros.

Dentre os 80 arquivos selecionados, 52 foram descartados, utilizando-se 31 arquivos. Após todos serem lidos, foram utilizados para estruturar a revisão sobre o assunto.

Os trabalhos foram selecionados de acordo com o objetivo da revisão no qual foi demonstrar as principais formas de controle biológico para *S. frugiperda* dentro do manejo integrado para a cultura do milho, e comprovar a viabilidade ambiental, econômica e social dessas técnicas de controle.

O critério para serem realizados os descartes, foram o não entendimento claro do assunto e a não abordagem do tema.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com o que foi abordado na revisão de todos os trabalhos mencionados, conclui-se que os métodos de controle biológico analisados, com os inimigos naturais citados (os predadores e parasitóides *T. pretiosum*, *Chelonus insularis*, *Doru luteipes*, *Campoletis flavicincta* e o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*), possuem eficiência significativa, comprovação científica através dos experimentos realizados que o comprovam, são viáveis economicamente, socialmente e ambientalmente.

Martinazzo et al, (2007) concluiu então que a liberação de *T. pretiosum* provocou redução significativa na quantidade de plantas danificadas, comprovando sua eficiência no controle da praga; Resende et al (1991) mostrou através do experimento que o Parasitoide de ovo-larva *Chelonus insularis* pode atingir em laboratório até 97% de sucesso.

Com relação ao predador de ovos e larvas *Doru luteipes* em trabalhos realizados em laboratório e a campo, foi comprovada sua eficiência no controle de *S. Frugiperda* (Reis et ai., 1988; Cruz, 1991) e sua suscetibilidade a diferentes inseticidas, o que reforça a sua viabilidade no controle desta praga (Cruz, 1994).

Matos Neto (2002) comprovaram que a associação dos resultados comprovados a campo, juntamente com os de laboratório, comprovam o potencial de *C. flavicincta* no controle de *S. Frugiperda*.

Ao fazer a análise sobre a eficiência de *M. anisopliae* para controlar *S. frugiperda* na cultura do milho “safrinha”, CANINI et al. (2010) obtiveram em seus resultados menores danos nas folhas do cartucho, menor porcentagem média de área danificada dos pendões, menor porcentagem de espigas com área danificada com relação ao tratamento controle, resultados esses que refletem de forma positiva, diretamente na produção.

Isso nos mostra que a integração dos meios de controle, se realizadas com manejo correto, são efetivas no controle da principal praga da cultura do milho: a *S. Frugiperda*.

Sendo assim a utilização intensa dos defensivos químicos se faz cada vez menos necessária, pois contamos com outros meios de controle que trazem resultados ótimos e não causam impactos como o controle químico.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Roberto Teixeira. **Pequeno manual sobre fungos entomopatogênicos** / Roberto Teixeira Alves, Marcos Faria – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 50 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081; documentos 286).

ALVES, R. T.; BATEMAN, R. P.; PRIOR, C. Performance of *Metarhizium anisopliae* formulations with oil adjuvants on *Tenebrio molitor* In: SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 15., 1998. Proceedings... Memphis, USA, 1998a. p. 170-175.

BASEDOW, T. Uso de insecticidas en agricultura de algunos países del mundo, métodos para reducir su uso y realizar una protección del cultivos más favorable para el ambiente. **Natura**, 10: 50-58, 2002.

BROADBENT, AB. & D.J. PREE. 1984. Effects of diflubenzuron and BAY SIR 8514 on beneficial insects associated with peach. **Enviro. Entornol.**, College Parle, 13 (1): 133-36.

BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; PARRA, J. R. P.; Vieira, S. S.; Oliveira, L. J. 2010. Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Rev. Bras. Entomol.** 54: 322-327.

CANINI, Fábio L. S.; et al. O fungo *Metarhizium anisopliae* no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho “safrinha”. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom, p.567-563,2010.

CHAMBERS, DL Controle de qualidade na criação massal. **Annual Review of Entomology**, v.22, p.289-308, 1977.

CRUZ, I. **Potencial de Doru luteipes como predador de Spodoptera frugiperda em condições de campo**. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1985/1987, Sete Lagoas, v.4, p.85-86,1991.

CRUZ, I. **Aplicação de inseticidas para o controle da lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda, e sua ação sobre o inimigo natural Doru luteipes**. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992/1993, Sete Lagoas, v.6, p82, 1994.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA ICNPMS, 1995a. 45p. (EMBRAPA ICNPMS. Circular Técnica, 2 1). ISSN 0100 – 8013

CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995b, Campinas. **Anais**. Campinas: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 48-92, 1995b.

CRUZ, I. **Controle Biológico de Pragas na Cultura de Milho para Produção de Conservas (Minimilho), por Meio de Parasitóides e Predadores**. (P.) Sete Lagoas, MG. Ago., 2007. (Circular técnica, 91) ISSN 1679-1150.

CRUZ, I. Manejo de pragas de milho no Brasil. In: Instituto Interamericano De Cooperación para la Agricultura. Control de plagas em mau y sorgo. Montevideo, Uruguay: IICA/BIDIPROCISUR, 1988. p. 17-31. (Diálogo, 25)

CRUZ, I. **Influência do equipamento de aplicação e do estágio de desenvolvimento da planta na eficiência de inseticidas no controle de lagartas de Spodoptera frugiperda**. EMBRAPA-CNPMS, 1998. 6p. (Pesquisa em Andamento, 30)

CRUZ, I. Manejo integrado da lagarta-do-cartucho do milho. In: IV seminário sobre a cultura do milho "safrinha". Centro Nacional de Milho e Sorgo/EMBRAPA, Sete Lagoas (MG). 7P. 1997.

DELPUECH J. M.; BARDON, C.; BOULÉTREAU, M. Aumento da resposta comportamental aos kairomones pela vespa parasitoide *Leptopilina heterotoma* sobrevivendo inseticidas. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, 49: 186-191, 2005.

DIÉZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. 2001. Herança da resistência de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotrop. Entomol.** 30: 311-316.

**EXPLOSÃO produtiva: plantio na safrinha bate recordes**. Anuário Brasileiro do milho, Santa Cruz do Sul, p. 12-14,2010.

GARDNER J, HOFFMANN MP, PITCHER SA, HARPER JK. Integração de inseticidas e *Trichogramma ostriniae* no controle da broca-do-milho em milho doce: análise econômica. **Biol. Control.** 56: 9-16, 2011.

GRAVENA, S. & F.M. LARA 1976. Efeito de alguns inseticidas sobre predadores entomofagos em citrus. **Anais, Soci. Entomol. Bras.**, 5 (1): 39-42.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Ann. Rev. Entomol.**, v.43, p.243-270, 1998.

LENTEREN, J.C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade.** Lavras: Ufla, 2000a. p.1-19.

MARTINAZZO, T. et al. Liberação de *Trichogramma pretiosum* para controle biológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.l.], v. 2, n. 2, P.1657-1660. sep. 2007. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7042>>. Acesso em: 03 sep. 2020.

MATOS NETO, Fausto da Costa. **Estudos sobre *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitóide de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (*Zea mays*).** 2002. 95f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002. Disponível em <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10211>> Acesso em: 03 sep. 2020.

MENDES, Simone Martins et al . Custo da produção de *Orius insidiosus* como agente de controle biológico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 40, n. 5, p. 441-446, May 2005 . DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500003>.

MENEZES E.L.A. Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Uberlândia: **Campo e negócios**, 2006.

NEGREIRO, M.C.C., F.G. Andrade & A.M.F. Falleiros. 2004. Sistema imunológico de defesa em insetos: uma abordagem em lagartas da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), resistentes ao AgMNPV. **Semina: Cienc. Agr.** 25: 293-308.

PARRA, J.R.P., R.A. Zucchi & S. Silveira Neto. 1987. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 82: 153-160.

PARRA, J.R.P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p.143-161.

- PRASANNA, B.M.; HUESING, J. E.; EDDY, R.; PESCHKE, V. M.; CRUZ, I.; PARENTONI, S. N. (eds). Lagarta do funil do milho em África: Um guia para o manejo integrado de pragas. México, **CDMX: CIMMYT**, 1ª edição. Set., 2018, 121 p.
- PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S. de A.; COCHETO, J.G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.286-290, 2007.
- PEDIGO, L. P. ZEISS, M. R. **Analyses in insect ecology and management**. Ames, Iowa State University Press, 168p. 1996.
- PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. 4th ed., Prentice Hall, 2001, 742p.
- PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C. Manejo integrado de pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. **Ação Ambiental**, Viçosa, v.2, n.4, p. 23-27, 1999.
- RAMÍREZ-DÍAZ, JL; et al. Seleção de milho nativo como doador de características agrônomicas úteis em híbridos comerciais. **Rev. Fitotec. Mex.**, 38 (2): 119-131.
- REIS, L. L.; OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Biologia e potencial de doru luteipes no controle de *Spodoptera frugiperda*. In: Congresso Nacional De Milho E Sorgo, 15., 1984, Maceió. Resumos dos trabalhos. Brasília: Embrapa-DDT, 1984. P. 47. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 23(4): P.333-342, abr. 1988. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46958/1/Biologia-potencial-1.pdf>> Acesso em: 10.09.2020.
- REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. 1988. Biologia e potencial de Doru luteipes no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesq. Agropec. Bras.** 23: 333-342.
- RESENDE, M.A.A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.S. Potencial de Parasitóide *Chelonus (Chelonus) Insularis* como agente de controle biológico De *Spodoptera Frugiperda*. 1991. In: Congresso brasileiro de entomologia, 13.; Simpósio Internacional Sobre Bicudo De Algodoeiro, 1.; Encontro Sobre Conchonilha Da Palma Forrageira, 2.; Encontro Sobre Moscas-Das-Frutas, 3., 1991, Recife. Resumos. Recife: Sociedade Entomologia do Brasil, 1991. v. 1, p. 265.
- Rios, VC; et al. **Manual de uso e aplicação de bioinseticidas microencapsulados para o manejo de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea***. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Alimentos, Unidade AC Cuauhtémoc 56 p., 2017.
- Roel, A. R. 2001. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Rev. Int. Desenv. Local** 1: 43-50.
- SÁ, V.G.M.; FONSECA, B.V.C.; BOREGAS, K.G.B.; WAQUIL, J.M. 2009. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotrop. Entomol.** 38: 108-115.

SANTOS E. D., HENDGES E. A., MOREIRA E. F. Controle biológico de pragas agrícolas no Brasil. In: V Colóquio Internacional “Educação e contemporaneidade”. São Cristovão, 2011.

SHAH, P. A.; PELL, JK. Fungos entomopatogênicos como agentes de controle biológico. **Appl Microbiol Biotechnol** 61, 413–423 (2003). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1240-8>

SIMOES, Juliana C.; CRUZ, Ivan; SALGADO, Luis O. Seletividade de inseticidas às diferentes fases de desenvolvimento do predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil.**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 289-294, junho 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000200016>.

SOARES, M. A.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO JC; ROCHA, S. L.; SÁ, V. G. M.; SERRÃO JE. Capacidade de voo, parasitismo e emergência de cinco espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em áreas florestais no Brasil. **Phytoparasitica**, 2007; 5: 31-318.

STERLING, W.L.; EL-ZJK, K.M.; WILSON, L.T. **Biological control of pest population** In: FRISBIE, R.E. (Ed.). **Integrated pest management systems and cotton production**, New York: John Wiley, 1989. P. 155-188.

Valicente, F.H. & E.S. Tuelher. 2009. **Controle biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 14p.

VALICENTE, F. H. **Manejo Integrado de Pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 208). 13P.

VAN DEN BOSH, R.; ESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A. P. **An Introduction to Biological Control**. New York, Plenum Press, 1982, 247 p.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: Fealq, 1997. p.67-120.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. **Manejo de pragas na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 27). 25 P.

WORDELL FILHO, J.A.; RIBEIRO, L. do P.; CHIARADIA, L.A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C.N.; **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo**. Florianópolis: Epagri, 2016. 82p. (Boletim Técnico, 170) ISSN 0100-7416