

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

UTILIZAÇÃO DE *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* SMITH, 1797 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) - UMA REVISÃO

*Jéssyca Ketterine Carvalho , Adriana Aparecida Sinópolis Giglioli² 

1 Universidade Federal do Paraná

2 Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil

RESUMO: A produção de alimentos no Brasil é reconhecida globalmente, devido às vastas áreas cultiváveis, avanços tecnológicos e exportação de commodities agrícolas. Nesse cenário, o destaque vai para a produção de milho que apesar de considerado uma cultura de subsistência, a modernização agrícola tem impulsionado melhorias na produção, incluindo o uso de tecnologia de precisão, biotecnologia e controle de pragas. No entanto, a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma praga prejudicial à cultura do milho, causando danos que afetam a qualidade e a produtividade, portanto, o controle eficaz dessa praga é crucial para os agricultores. Atualmente, o método mais comum de controle é o uso de defensivos químicos, mas seu uso indiscriminado pode causar resistência em insetos, danos à saúde humana e ao meio ambiente. Nesse contexto, surgem alternativas sustentáveis, como o controle biológico, que utiliza inimigos naturais, como parasitoides e entomopatógenos para combater as pragas. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da vespa *Trichogramma pretiosum* no controle biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* na cultura de milho. Foram utilizadas bases de dados como Google Scholar, Mendelej, Science direct e Web of Science com palavras-chave *Spodoptera frugiperda* no milho, controle biológico da *Spodoptera frugiperda*, *Trichogramma pretiosum* como biocontrolador, características da cultura do milho, controle biológico no Brasil. O uso do *Trichogramma pretiosum* no controle da praga *Spodoptera frugiperda* destaca a eficácia dos agentes biológicos em comparação aos agrotóxicos. No entanto, desafios como recursos limitados, técnicas de produção e conscientização precisam ser superados para promover sua adoção como alternativa sustentável.

Palavras-chave: Pragas agrícolas; controle de pragas; lagarta-do-cartucho; cultura de milho; agentes biológicos.

USE OF *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN THE BIOLOGICAL CONTROL OF *SPODOPTERA FRUGIPERDA* SMITH, 1797 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) - A REVIEW

ABSTRACT: Food production in Brazil is recognized globally in cultivable areas, technological advances and exports of agricultural commodities. In this scenario, the highlight is corn production, which despite being considered a subsistence crop but agricultural modernization has driven improvements in production, including the use of precision technology, biotechnology and pest control. However, the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is a harmful pest of corn crops

* Autor correspondente:

???


Recebido: 04/11/2022.

Aprovado: 10/11/2023.

Como citar: : Carvalho, J. K., & Giglioli, A. A. S. . UTILIZAÇÃO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* SMITH, 1797 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) - UMA REVISÃO. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal.

Editores:

Dra. Vanessa Cristina Caron 

Dr. Igor Souza Pereira 

Copyright: este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição, e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



causing damage that affects quality and productivity and effective control of this pest is crucial for farmers. Currently, the most common control method is chemical pesticides, but their indiscriminate uses can cause resistance in insects and damage human health and the environment. In this context, sustainable alternatives are emerging such as biological control, which uses natural enemies, such as parasitoids and entomopathogens to combat pests. Thus, this study aimed to evaluate the effectiveness of the wasp *Trichogramma pretiosum* in the biological control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in corn crops. Databases such as Google Scholar, Mendeley, Science direct and Web of Science were used with keywords *Spodoptera frugiperda* in corn, biological control of *Spodoptera frugiperda*, *Trichogramma pretiosum* as a biocontroller, characteristics of corn crops, biological control in Brazil. The use of *Trichogramma pretiosum* to control the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* highlights the effectiveness of biological agents in comparison to pesticides. However, challenges such as limited resources, production techniques and awareness need to be overcome to promote its adoption as a sustainable alternative.

Keywords: Agricultural pests; pest control; fall armyworm; corn cultivation; biological agents.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos no Brasil é reconhecida mundialmente, isso devido a disponibilidade de grandes áreas cultiváveis, bem como, avanços tecnológicos e exportação de *commodities* agrícolas, e dentre as principais culturas produzidas no país, destaca-se o milho, *Zea mays* L (Santos *et al.*, 2019). A produção nacional na safra 2021/2022 é estimada em 272,5 milhões de toneladas, com um crescimento de 6,7% em relação a produção de 2020/2021, e a estimativa de produção da safra de milho 2021/2022 é de 115,6 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento, 2022).

Embora ainda seja classificada como cultura de subsistência (pois grande parte do plantio ocorre em pequenas propriedades), a modernização agrícola, tem proporcionado avanços no sistema de produção com resultados positivos na produção das culturas (Rangel; Vogl, 2019). Dentre eles, a divulgação de informações no processo de manejo, técnicas de plantio direto, otimização de insumos, tecnologia de precisão, avanços na biotecnologia e investimentos no controle de pragas agrícolas (Guimarães; Brandão, 2020).

Dentre as pragas que atacam a cultura do milho, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como lagarta-do-cartucho é uma das mais nocivas do mundo e está amplamente distribuída nas Américas, e, recentemente, sua ocorrência foi relatada em 43 países da África e Ásia (Jaraleño-Teniente *et al.*, 2020). A fêmea vive em média 12 dias, porém, no terceiro dia já inicia a ovoposição e pode depositar entre 100 a 200 ovos em grupos de duas camadas sobre as folhas do milho (Jing *et al.*, 2020). Os ovos possuem coloração verde claro e, após eclosão, as lagartas raspam a epiderme da folha sem perfura-la e na medida em que se desenvolvem danificam e destroem o cartucho da planta (Harrison *et al.*, 2019).

Os danos causados por esta praga variam de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, tipo de cultivo, local de plantio e práticas agrônômicas, tais como, dessecação antecipada, uso de semente certificada, tratamento de sementes, adoção de áreas de refúgio, controle de plantas daninhas ou voluntárias e monitoramento de pragas (Supartha *et al.*, 2021). Mas, de modo geral, os danos físicos e a perda na qualidade dos grãos contribuem para a redução na produtividade do milho comercializado, resultando em prejuízos que podem atingir 400 milhões de dólares por ano (Jing *et al.*, 2020).

Devido às perdas quantitativas e qualitativas na produção decorrentes da infestação dessa praga, o controle é uma operação importante, pois visa minimizar os prejuízos dos produtores (Overton *et al.*, 2021). Dentre os diferentes métodos, a aplicação de defensivos químicos ainda é a estratégia mais utilizada devido ao baixo custo quando comparados aos agentes biológicos e fácil acesso, no entanto, a aplicação indiscriminada destes químicos contribui para seleção de insetos mais resistentes, causa danos à saúde do homem e outros animais, além de bioacumular no ambiente, reduzindo populações de insetos não alvos, incluindo inimigos naturais das pragas agrícolas (Harrison *et al.*, 2019).

Com isso, abordagens que minimizem os efeitos dos pesticidas vêm sendo cada vez mais estudadas. Dentre as alternativas ecológicas e sustentáveis, podemos destacar o controle biológico (CB) que faz uso de inimigos naturais como insetos predadores, parasitoides e entomopatogênicos (vírus, bactérias, fungos e nematóides) produzidos em larga escala por empresas especializadas (Supartha *et al.*, 2021). Esta técnica apresenta uma base sólida para o programa de manejo integrado de pragas, demonstrando resultados satisfatórios e uma oportunidade de inovação e competitividade no mercado agrícola (Varshney *et al.*, 2021).

Dentre esses inimigos naturais, espécies de parasitoides pertencentes ao gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), tais como, *T. pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), tem-se mostrado eficientes e são usados mundialmente para controle de pragas agrícolas, parasitando ovos de grandes variedades de insetos que causam prejuízos às lavouras (Lindsey *et al.*, 2018).

Sendo assim, diante da busca de alternativas sustentáveis e ecológicas para o controle de pragas agrícolas, este trabalho teve como objetivo de fazer um levantamento da eficácia da vespa *Trichogramma pretiosum* no controle biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* na cultura de milho *Zea mays* L.

DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho teve natureza qualitativa de caráter exploratório, o que facilitou descrever a complexidade das hipóteses e a compreensão e formação de opinião acerca do assunto. A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de consultas a publicações de artigos

publicados em periódicos internacionais e artigos publicados em periódicos nacionais. Foram utilizados sites de busca acadêmica como Google Scholar, Mendeley, Science direct e Web of Science, com período de busca limitado de 2016 a 2022. As palavras-chave utilizadas para a busca de artigos científicos foram: *Spodoptera frugiperda* no milho, controle biológico da *Spodoptera frugiperda*, *Trichogramma pretiosum* como biocontrolador, características da cultura do milho, controle biológico no Brasil.

Cultura do milho e as características da praga agrícola *Spodoptera frugiperda*

Zea mays L. (milho) é uma monocotiledônea, possui os dois sexos em diferentes inflorescências da mesma planta e apresenta um ciclo de vida de aproximadamente quatro a cinco meses e é composto por caule, folha, sabugo e casca (Gumber *et al.*, 2019). A parte comestível da planta (espiga) representa 20% e os outros 80% são considerados resíduos (Smyth *et al.*, 2017).

Esta espécie é originária das regiões nativas tropicais e subtropicais da América, e no Brasil possui uma produção superior a 200 milhões de toneladas por ano, produzindo em duas épocas, sendo a primeira safra ou plantio de verão (agosto a novembro) e segunda safra ou safrinha (janeiro a março) (CONAB, 2020). A cultura do milho é de grande relevância nos países latino-americanos devido aos valores históricos e sociais, além da sua forma de produção variar entre agricultura familiar, cultivo orgânico e sistemas integrados (Souza *et al.*, 2019).

Este produto possui grande importância econômica, sendo utilizada na indústria de alta tecnologia, produção de biocombustíveis e, a maior parte da produção, destinada à alimentação animal, inclusive na alimentação humana, devido ao seu alto valor nutricional (Mazhar *et al.*, 2020).

Apesar da importância econômica do milho, existem muitos problemas relacionados aos custos da produção e ao ataque de pragas agrícolas, cujas perdas podem atingir aproximadamente 7% da produção (Souza *et al.*, 2019). Dentre as principais pragas agrícolas, podemos destacar a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (Fernandes *et al.*, 2019).

A lagarta-do-cartucho ataca cerca de 353 espécies de plantas e esse inseto é nativo da região tropical e subtropical da América, porém, se espalhou por vários continentes nos últimos anos, devido à alta capacidade de migração e proliferação da espécie, o que consequentemente, gerou perdas substanciais na produção do milho (Firake; Behere, 2020). Só no Brasil, há um gasto de cerca de 600 milhões por ano na tentativa de controlar este inseto (Jing *et al.*, 2021).

A *S. frugiperda* foi detectada pela primeira vez em janeiro de 2016 na África ocidental, atingindo 44 países Africanos em 2 anos, e em julho de 2018, foi introduzido em Karnataka, na Índia, infestando cultura de milho, e posteriormente, vários outros países asiáticos foram

rapidamente invadidos, ameaçando com isso a produção agrícola de alimentos (Baloch *et al.*, 2020). Recentemente, estudos comprovaram que as perdas mais severas ocorrem em países menos desenvolvidos, como Honduras e Argentina onde os danos na produção do milho podem chegar em até 40% (Firake; Behere, 2020).

O ciclo de vida da lagarta-do-cartucho ocorre em aproximadamente 30 dias, além de ser um inseto holometábolo, portanto, apresenta quatro estágios: ovos, lagartas, pupa e adulto (mariposa) (Malo; Hore, 2020). A mariposa possui envergadura de 35 mm, asas anteriores com coloração parda-escura e posteriores branco-acinzentada com pontos claros na região central (Malo; Hore, 2020). A fêmea adulta ovoposita geralmente na parte inferior das folhas, próximo à base (Higo *et al.*, 2022) um conjunto de ovos com algumas centenas de ovos, geralmente na face inferior das folhas (Kasige *et al.*, 2022).

Os ovos possuem coloração branca, rosa ou verde claro e formato circular e a produção de ovos de uma fêmea varia de 1500 a 2000 durante sua vida e o período de incubação dura em torno de 3 a 5 dias sob uma temperatura média de 25 a 30°C, podendo se prolongar em até 10 dias sob temperaturas inferiores (Malo; Hore, 2020).

O estágio larval dura em torno de 14 a 22 dias (6 instares). Os insetos jovens possuem coloração verde e cabeça preta, já as lagartas maduras apresentam um comprimento de 30 a 40 mm e uma coloração que varia de castanho claro, verde a preto (Kalqutny *et al.*, 2021). Neste estágio, os insetos se alimentam do tecido vegetal, raspando as folhas sem perfurá-las, e, a partir da fase larval, migram para a região do cartucho, onde permanecem se alimentando das partes mais macias (Higo *et al.*, 2022).

Após o sexto instar L, as lagartas se dirigem ao solo onde ocorre a fase de pupação em uma profundidade de 2 a 8 cm, com duração de 7 a 13 dias no verão e de 20 a 30 dias no inverno, até chegarem a fase adulta de mariposa (Malo; Hore, 2020). O fator temperatura influencia o desenvolvimento da *S. frugiperda* que quando submetidas a regiões com maiores temperaturas, tendem a aumentar a taxa reprodutiva (Kalqutny *et al.*, 2021).

Controle biológico no Brasil

Com a intensa expansão das áreas cultiváveis no Brasil, o país se tornou um dos maiores produtores de alimento do mundo, mas, juntamente com esse crescimento, espécies de insetos pragas atingiram alta densidade populacional, gerando prejuízos consideráveis à produção agrícola (Oliveira *et al.*, 2013).

Sendo assim, o controle das pragas é essencial para minimizar os danos causados por insetos pragas às culturas agrícolas, no entanto, o uso intensivo de defensivos químicos tem resultado na seleção de espécies resistentes, mortalidade de insetos benéficos considerados inimigos naturais das pragas e surgimento de pragas secundárias causando desequilíbrio ecológico, bem como, impactos ao ambiente, saúde humana e sociedade (Togni *et al.*, 2019).

Diante do exposto, o interesse por novas táticas que substituam o uso de pesticidas para controle de pragas vem aumentando em todo o mundo, com destaque ao Manejo Integrado de Pragas, que consiste na integração de vários métodos de controle, levando em consideração interesses ecológicos, econômicos e sociais (Rampelotti-Ferreira *et al.*, 2017; Salomão *et al.*, 2020;). Dentre esses, o controle biológico pode ser visto como uma forma menos agressiva do ponto de vista ambiental, já que utiliza inimigos naturais para o controle das pragas agrícolas, e, conseqüentemente, reduz efeitos adversos (Das Chagas *et al.*, 2016).

A expansão do controle biológico no Brasil ocorreu entre 1960 e 1970, devido ao desenvolvimento de pesquisas em diferentes áreas e programas (Parra, 2019). Dentre eles, o Programa de controle de praga da cana-de-açúcar iniciado pelo professor Domingos Gallo, com a criação da *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae), em dieta artificial, com objetivo de produzir *Lydella minense*, Townsend, 1927 (Diptera: Tachinidae) e *Billaea claripalpis*, Wulp, 1895 (Diptera: Tachinidae), ambos a serem utilizados no controle biológico da própria *D. saccharalis*, popularmente conhecida como broca da cana-de-açúcar (Parra; Coelho, 2019).

Mesmo com a crescente evolução da utilização de CB no Brasil, nosso país ainda enfrenta vários problemas que limitam seu uso como as extensas áreas de plantio de uma mesma cultura pertencentes a um único proprietário, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas de monitoramento para a liberação dos inimigos naturais no momento certo (Parra; Coelho, 2019).

Além disso, há outros fatores que influenciam como a falta de informação do produtor rural sobre o CB, tecnologias mais eficazes para a distribuição dos inimigos naturais em campo, métodos para monitoramento das pragas independentemente do tamanho da mesma, utilizando técnicas de feromônios e sensores, bem como, aumento das empresas especializadas em agentes biológicos para suprir a demanda do mercado (Parra, 2014).

E ainda há outros fatores como a falta de controle de qualidade dos insetos controladores, melhoria na logística, transporte e armazenamento dos agentes para que eles cheguem no seu destino em condições adequadas para o uso, seletividade química através do manejo integrado de pragas para que não atinja os inimigos naturais. (Parra, 2014; Parra, 2019).

Tipos de controle biológico e inimigos naturais

Aqui iremos mencionar os tipos de controle biológico. O primeiro consiste em controle biológico natural que ocorre naturalmente em diferentes ecossistemas, sem intervenção humana, sendo uma forma econômica de controle de pragas (Rusch *et al.*, 2017). O segundo é o controle biológico de conservação, o qual envolve a interferência do homem e funciona no sentido de incrementar as interações entre parasita e hospedeiro e é

direcionada para melhorar o potencial de controle de pragas (Kwenti, 2017; Stenberg *et al.*, 2021).

Já os outros tipos envolvem métodos de aplicação direta de microrganismos, sendo eles: o clássico que consiste na importação de inimigos naturais e a liberação em áreas atingidas pela praga, podendo ocorrer redução permanente das mesmas, resultando em benefícios econômicos (Escobar-Ramírez *et al.*, 2019). E o aumentativo onde ocorre criação massal dos inimigos naturais para posterior liberação em grande escala no campo (Heimpel; Mills, 2017).

Existem três classes de inimigos naturais que podem ser utilizados no controle biológico de pragas, sendo eles: entomopatógenos, predadores e parasitoides. Os entomopatógenos incluem os vírus, fungos, bactérias e nematoides que causam doenças nos insetos e por se assemelham mais com os inseticidas, são comumente os mais utilizados no CB (Stenberg *et al.*, 2021).

Dentre os entomopatógenos, podemos destacar *Bacillus* spp. (Bacillales: Bacillaceae) utilizados no controle da mancha-aquosa do melão, *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hypocreales: Cordycipitaceae) para o controle da broca-do-café, *Trichoderma harzianum* Rifai (Hypocreales: Hypocreaeaceae) como controlador do mofo-branco no feijão e *Deladenus siricidicola* (Tylenchida: Neotylenchidae) para controle de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: siricidae), praga de Pinus (Fira *et al.*, 2018; Raymaekers *et al.*, 2020).

Já os predadores possuem vida livre e normalmente são maiores que as presas, requerendo mais de um indivíduo para completar seu ciclo de vida, este grupo é composto por insetos, roedores, pássaros, entre outros (Garcia *et al.*, 2020). Os predadores possuem alguns representantes como a *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) que são predadores de ovos e lagartas da lagarta-do-cartucho e o ácaro das famílias Phytoseiidae, Stigmaeidae e Iolinidae são predadores de microácaros de tomateiros (Carrillo *et al.*, 2015).

Os parasitoides possuem tamanho inferior ao seu hospedeiro, sendo necessário apenas um inseto praga em qualquer fase de desenvolvimento (ovo, larva, pupa ou adulto) para completarem seu ciclo de vida (Escobar-Ramírez *et al.*, 2019). Dentre eles, destacam-se *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) que controla a broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), *Prorops nasuta* Waterson, 1923 (Hymenoptera: Bethyliidae) que controla a broca-do-café *Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867 (Coleoptera: Scolytidae) e *Ageniaspis citricola*, Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae) que controla *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) conhecida como praga minadora-das-folhas-dos-citros (Van Lenteren *et al.*, 2018).

Os parasitoides que pertencem ao gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são utilizados com destaque para o controle da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta*, Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), controle da broca-da-cana *Diatraea saccharalis*, Fabr, 1794 (Lepidoptera: Pyralidae) e no milho controlando a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Parra; Coelho, 2019).

Trichogramma pretiosum

Várias espécies de parasitóides são utilizados para controlar pragas do milho, soja, cana-de-açúcar, algodão, beterraba, hortaliças, maçã, bem como, em áreas em reflorestamento (Lindsey *et al.*, 2018). Dentre eles, os pertencentes ao gênero *Trichogramma* são comumente usados nas pesquisas de controle biológico (Coelho *et al.*, 2017).

O gênero *Trichogramma* spp. Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) conta com aproximadamente 210 espécies identificadas, destas, 26 são encontradas no Brasil, sendo liberadas em milhões de hectares nas mais diversas culturas para parasitar ovos de Lepidopteros em programas de biocontrole (De Souza *et al.*, 2016) em diversos lugares da Rússia, China, Taiwan, México, EUA, Europa Ocidental, Índia, África e América do Sul controlando pragas das mais diversas culturas, entre elas o milho (Martins *et al.*, 2011).

Dentre as espécies, o *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresenta ciclo de vida curto, geralmente de 10 dias dependendo das condições climáticas (temperatura, fotoperíodo e umidade) (Parra *et al.*, 2014). E seu desenvolvimento embrionário e larval ocorre no interior do ovo da praga hospedeira, e ao eclodirem, as larvas se alimentam da massa vitelina do embrião deste hospedeiro, interrompendo o seu desenvolvimento antes que eles possam e causar danos a cultura (Schafer; Herz, 2020).

O parasitóide adulto mede menos de 1 mm de comprimento, sua coloração é amarelada e são as vespas fêmeas que fazem a ovoposição nos hospedeiros, além do controle da prole, priorizando a criação de maior número de fêmeas, e para isso, há a fertilização dos ovos resultando em insetos fêmeas e a não fertilização dos ovos para resultar os insetos machos (Ebrahimi *et al.*, 2019).

A liberação do parasitóide *T. pretiosum* em diversas lavouras, incluindo de milho tem se mostrado muito eficiente e apresentando ótimos resultados, pois reduz a população de insetos causadores de pragas como a *S. frugiperda* antes desse inseto entrar na fase larval, atacando diretamente seus ovos (Dequech *et al.*, 2013; Cruz, 2014).

A eficiência deste parasitismo varia em uma taxa de 0,06 a 98%, sendo influenciado por diversos fatores, tais como, características de postura (camadas de ovos e presença de escamas), criação da vespa no hospedeiro alternativo, capacidade reprodutiva e tamanho da área, liberação do parasitóide no tempo certo (pois o período de incubação dos ovos da *S. frugiperda* dura em torno de três dias durante a safra do milho), bem como, na intensidade apropriada (Pantoja *et al.*, 2010).

Em países latino americanos o parasitóide *T. pretiosum* é o mais utilizado no controle biológico devido a sua capacidade de parasitar as camadas internas do ovos dos hospedeiros (Li *et al.*, 2023). podemos observar a eficiência da técnica em trabalhos como de Varshney *et al.* (2020), após 60 dias de tratamento exibiram uma redução de 76,25% na massa de ovos e 80% da população larval do

parasita *S. frugiperda* utilizando o *T. pretiosum* no controle biológico da cultura de milho. Autores como De Lourdes Correia Figueiredo *et al.* (2019) ao utilizar *T. pretiosum* na lavoura de milho, apresentou um aumento de produtividade da cultura em 19,4%, em que 79,2% das massas de ovos do *S. frugiperda* foram parasitadas.

Perspectivas futuras e desafios no uso de controle biológico

Diante do aumento da população mundial, vivemos em uma situação que exige mudanças e adaptações quanto à produção de alimentos, aliando o desenvolvimento econômico com o aumento da produção agrícola sustentável. Assim, a utilização de controladores biológicos torna-se ecologicamente mais viável, podendo contribuir para a redução dos impactos negativos da agricultura e do meio ambiente (Parnell *et al.*, 2016).

Embora o controle biológico (CB) proporcione uma maior proteção da biodiversidade e ecossistema, colaborando para o equilíbrio ambiental, além, da melhoria na qualidade de vida por diminuir os riscos à saúde, eles ainda apresentam problemas quanto sua eficiência e utilização, além disso, as empresas responsáveis pela fabricação de controladores biológicos são reduzidas em relação às empresas fabricantes de outros de tipos de defensivos agrícolas (Locatelli, 2020).

Dentre as questões envolvidas na problemática da difusão mais eficiente do CB, podemos ressaltar as grandes áreas plantadas com transgênicos, uso excessivo de defensivos químicos, dificuldades em transferência de tecnologia aos produtores rurais, falta de legislações apropriadas para produtos biológicos, logística, transporte e armazenamento dos controladores biológicos, mas ainda assim, o principal problema está na disponibilidade desses agentes biológicos para suprir a necessidade atual nas lavouras (Guimarães; Brandão 2020).

Este fato pode ser observado no ocorrido em 2013 com a lagarta do algodão *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), onde não havia defensivos químicos para combater a praga, sendo assim necessário o uso de agente biológico (Vírus ou *T. pretiosum*). Diante desse fato, os produtores foram obrigados a aderir ao uso do CB, porém, devido à alta demanda, não havia quantidade de controladores biológicos suficientes para abastecer todos os produtores, pois as empresas ainda não eram suficientes para suprir a demanda do mercado (Parra; Coelho, 2019).

Já para a criação massal há uma necessidade de cuidados e conhecimento em diversas áreas, tais como biologia, ecologia, comportamento, fisiologia e nutrição da espécie criada. Além disso, a comercialização de inimigos naturais ainda é um desafio devido ao alto custo da criação e a busca em aperfeiçoar as técnicas já utilizadas, bem como, um custo/benefício mais atrativo quando comparado aos pesticidas (Guimarães; Brandão, 2020). O comércio já é uma realidade mundial,

porém, o acompanhamento na qualidade da criação desses controladores biológicos é imprescindível para a prosperidade da técnica (Locatelli, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os agentes biológicos desempenham um papel importante no controle de pragas agrícolas, e um exemplo notável é o uso da espécie *Trichogramma pretiosum* como controlador biológico da praga *Spodoptera frugiperda*, que ataca a cultura do milho. Os resultados obtidos destacaram a eficácia dos agentes biológicos em comparação com o uso de agrotóxicos. No entanto, ainda existem desafios significativos a serem enfrentados no que diz respeito à criação, comércio e implementação desses agentes. A escassez de recursos e investimentos, juntamente com análises de técnicas eficientes de produção e liberação para maximizar a taxa de parasitismo e diminuir os danos causados nas culturas por pragas agrícolas ainda são obstáculos a serem superados. É fundamental promover conscientização, promover aprimoramento de novas técnicas e estudos sobre o tema e acesso a informações sobre os benefícios e a viabilidade do uso de agentes biológicos, a fim de incentivar sua adoção como alternativa aos agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

- BALOCH, M. N.N.; FAN, J.; HASEEB, M.; ZHANG, R. Mapping potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in central Asia. *Insects*, v. 11, n. 3, p. 172, Mar., 2020. DOI: 10.3390/insects11030172. Acesso em: 09 março 2022
- CARRILLO, D.; DE MORAES, G.; J.; PEÑA, J.; E. (Ed.). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer: v. 19, p. 337, 2015. Disponível em: DOI 10.1007/978-3-319-15042-0. Acesso em: 09 março 2022
- COELHO, A. J.; GEREMIAS, L. D.; ALVES, G. R.; DA ROCHA, A. C. P.; PARRA, J. R. P. The biology of *Trichogramma pretiosum* as atmospheric O₂ becomes depleted and CO₂ accumulates. **Biological Control**, v. 105, p. 1-5, Feb., 2017. Disponível em: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.11.005. Acesso em: 03 fevereiro 2022
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020**. Disponível em: conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020. Acesso em: 08 outubro 2021.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de grãos é estimada em 272,5 milhões de toneladas com clima favorável para as culturas de 2ª safra**. Disponível em: conab.gov.br/ultimas-noticias/4684-producao-de-graos-e-estimada-em-272-5-milhoes-de-toneladas-com-clima-favoravel-para-as-culturas-de-2-safra. Acesso em: 08 jul. 2022.
- CRUZ, I. Manejo de lepidópteros-praga. In: CRUZ, I. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2014, 9 p.
- DAS CHAGAS, F.; POLONIO, J. C.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; PAMPHILE, J. A.; CONTE, H. Biological control on organic agriculture by growers of the city of Maringá (Paraná, Brazil). **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, p. 637, 2016.
- DE LOURDES CORRÊA FIGUEIREDO, M., CRUZ, I., DA SILVA, R. B., FOSTER, J. E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p.1175-1183, 2015. Disponível em: doi.org/10.1007/s13593-015-0312-3. 08 julho 2022
- DE SOUZA, A. R.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 2, p. 221-225, 2016. Disponível em: doi.org/10.1653/024.099.0210. Acesso em: 11 julho 2022
- DEQUECH, S. T. B.; CAMERA, C.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. D. P.; QUERINO, R. B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 295-300, 2013. Disponível em: doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769. Acesso em: 08 agosto 2022
- EBRAHIMI, V.; ASHOURI, A.; RUGMAN-JONES, P. F.; LINDSEY, A. R.; JAVAN-NIKKHAH, M.; STOUTHAMER, R. Using parthenogenesis-inducing *Wolbachia* for the selection of optimal lines of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* for use in biocontrol. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 167, n. 3, p. 241-251, 2019. Disponível em: doi.org/10.1111/eea.12755. Acesso em: 03 agosto 2022
- ESCOBAR-RAMÍREZ, S.; GRASS, I.; ARMBRECHT, I.; TSCHARNTKE, T. Biological control of the coffee berry borer: main natural enemies, control success, and landscape influence. **Biological control**, v. 136, p. 103992, Sept., 2019. Disponível em: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.011. Acesso em: 15 agosto 2022
- FERNANDES, F. O.; ABREU, J. A.; CHRIST, L. M.; ROSA, A. P. S. A. Efficacy of insecticides against *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 1, p. 494-503, 2019. Disponível em: doi:10.5539/jas.v11.n.1.p.494. Acesso em: 02 setembro 2022
- FIRA, D.; DIMKIĆ, I.; BERIĆ, T.; LOZO, J.; STANKOVIĆ, S. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. *Journal of biotechnology*, v. 285, p. 44-55, 2018. Disponível em: doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.07.044.

Acesso em: 30 agosto 2022

FIRAKE, D. M.; BEHERE, G. T. Natural mortality of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize agroecosystems of northeast India. *Biológica Control*, v. 148, p. 104303, Sep., 2020. Disponível em: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104303. Acesso em: 18 setembro 2022

GARCIA, F. R.; OVRUSKI, S. M.; SUÁREZ, L.; CANCINO, J.; LIBURD, O. E. Biological control of tephritid fruit flies in the Americas and Hawaii: a review of the use of parasitoids and predators. *Insects*, v. 11, n. 10, p. 662, Sep., 2020. Disponível em: doi.org/10.3390/insects11100662. Acesso em: 02 outubro 2022

GUIMARÃES, D. P.; BRANDÃO, G. R. Variação geográfica da agricultura irrigada. In: **Dinâmica da Produção Agropecuária e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. p.38

GUMBER, H. K.; MCKENNA, J. F.; ESTRADA, A. L.; TOLMIE, A. F.; GRAUMANN, K.; BASS, H. W. Identification and characterization of genes encoding the nuclear envelope LINC complex in the monocot species *Zea mays*. *Journal of Cell Science*, v. 132, n. 3, Feb., 2019. Disponível em: doi.org/10.1242/jcs.221390. Acesso em: 18 setembro 2022

HARRISON, R. D.; THIERFELDER, C.; BAUDRON, F.; CHINWADA, P.; MIDEGA, C.; SCHAFFNER, U.; VAN DEN BERG, J. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of environmental management*, v. 243, p. 318-330, Aug., 2019. Disponível em: doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011. Acesso em: 05 outubro 2022

HEIMPEL, G. E.; MILLS, N. J. Biological control: ecology and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. Disponível em: books.google.com.br/books?id=1VdEDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 18 janeiro 2022.

HIGO, Y.; SASAKI, M.; AMANO, T. Morphological characteristics to identify fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from common polyphagous noctuid pests for all instar larvae in Japan. *Applied Entomology and Zoology*, p. 1-12, 2022. Disponível em: doi.org/10.1007/s13355-022-00781-x. Acesso em: 13 abril 2022

JARALEÑO-TENIENTE, J.; LOMELI-FLORES, J. R.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; BUJANOS-MUÑIZ, R.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, S. E. Egg parasitoids survey of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize and sorghum in Central Mexico. *Insects*, v. 11, n. 3, p. 157, 2020. Disponível em: doi.org/10.3390/insects11030157.

Acesso em: 02 maio 2022

JING, D. P.; GUO, J. F.; JIANG, Y. Y.; ZHAO, J. Z.; SETHI, A.; HE, K. L.; WANG, Z. Y. Initial detections and spread of invasive *Spodoptera frugiperda* in China and comparisons with other noctuid larvae in cornfields using molecular techniques. *Insect Science*, v. 27, p. 780-790, June, 2020. Disponível em: doi.org/10.1111/1744-7917.12700. Acesso em: 05 maio 2022

JING, W.; HUANG, C.; LI, C. Y.; ZHOU, H. X.; REN, Y. L.; LI, Z. Y.; XING, L. S.; ZHANG, B.; QIAO, X.; LIU, B.; LIU, C. H.; XI, Y.; LIU, W. X.; WANG, W. K.; QIAN, W. Q.; MCKIRDY, S.; WAN, F. H. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*, v. 20, n. 3, p. 646-663, Mar., 2021. Disponível em: [doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63367-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63367-6). Acesso em: 18 agosto 2022

KALQUTNY, S. H.; NONCI, N.; MUIS, A. The incidence of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* JE Smith (FAW) (Lepidoptera: Pyralidae), a newly invasive corn pest in Indonesia. In: **IOP Conference Series: earth and environmental science**. IOP Publishing, 2021. p. 012056.

KASIGE, R. H.; DANGALLE, C. D.; PALLEWATTA, N.; PERERA, M. T. M. D. R. Egg cluster characteristics of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Sri Lanka under laboratory conditions. *Journal of Agricultural Sciences*. Sri Lanka, v. 17, n. 1, 2022. Disponível em: doi.org/10.4038/jas.v17i1.9620 Acesso em: 10 junho 2022

KWENTI, T. E. Biological control of parasites. **Natural Remedies in the Fight Against Parasites**. 2017, 23 p.

LI, T. H.; DE FREITAS BUENO, A.; DESNEUX, N.; ZHANG, L.; WANG, Z.; DONG, H.; WANG, S.; ZANG, L. S. Current status of the biological control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* by egg parasitoids. *Journal of Pest Science*, p. 1-19, June, 2023.

LINDSEY, A. R.; KELKAR, Y. D.; WU, X.; SUN, D.; MARTINSON, E. O.; YAN, Z.; WERREN, J. H. Comparative genomics of the miniature wasp and pest control agent *Trichogramma pretiosum*. *BMC biology*, v. 16, n. 1, p. 54, May., 2018. Disponível em: doi.org/10.1186/s12915-018-0520-9. Acesso em: 15 outubro 2022

LOCATELLI, G. O. Biological Control as a Tool for Sustainable Development: for increase the distribution and income generation. In: **Bioeconomy for Sustainable Development**. Singapore: Springer, 2020. p.53-63.

MALO, M.; HORE, J. The emerging menace of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in maize: A call for attention and action. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 8, p. 455-465, 2020. Disponível em:

doi.org/10.1186/s12915-018-0520-9. Acesso em: 18 outubro 2022

MARTINS, A. L.; ZAMPIERON, S. L. M.; CRUZ, I. Eficiência *Trichogramma galloi* no combate à *Diatraea saccharalis* na cana-de-açúcar em Passo -MG- Brasil. **Revista Verde**, v.6, n.4, p. 190 – 195, 2011.

MAZHAR, T.; ALI, Q.; MALIK, M. Effects of salt and drought stress on growth traits of *Zea mays* seedlings. **Life Science Journal**, v. 17, n. 7, p. 48-54, July, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. *Journal of Applied Entomology*, v. 137, n. 1-2, p. 1-15, 2013. Disponível em: doi.org/10.1111/jen.12018. Acesso em: 21 julho 2022

OVERTON, K.; MAINO, J. L.; DAY, R.; UMINA, P. A.; BETT, B.; CARNOVALE, D.; EKESI, S.; MEAGLER, R.; REYNOLDS, O. L. Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. **Crop Protection**, v. 145, p. 105641, 2021. Disponível em: doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105641. Acesso em: 12 agosto 2022

PANTOJA, M. L. A.; QUINTELA, E. D.; MARQUES, M. D. A.; NASCIMENTO, J. B. Eficácia de *Trichogramma pretiosum* sobre ovos da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*. In: SEMINÁRIO DE JOVENS TALENTOS, 4, 2010, Santo Antônio de Goiás. Anais[...], Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010.

PARNELL, J. J.; BERKA, R.; YOUNG, H. A.; STURINO, J. M.; KANG, Y.; BARNHART, D. M.; DILEO, M. V. From the lab to the farm: an industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Frontiers in plant science*, v. 7, p. 1110, 2016. Disponível em: doi.org/10.3389/fpls.2016.01110. Acesso em: 12 agosto 2022

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil Overview. *Scientia agrícola*, v. 71, n. 5, p.420-429, 2014. Disponível em: doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167. Acesso em: 13 abril 2022

PARRA, J. R. P.; COELHO, A. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. *Journal of Insect Science*, v. 19, n. 2, p. 5, 2019. Disponível em: doi.org/10.1093/jisesa/ley112. Acesso em: 20 julho 2022

PARRA, J. R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. *Entomological Communications*, v. 1, 2019. Disponível em: doi.org/10.37486/2675-1305.ec01002. Acesso em: 30 julho 2022

RANGEL, M. A.; VOGL, T. S. Agricultural fires and health at birth. *Review of Economics and Statistics*, v. 101, n. 4, p. 616-630, 2019.

RAMPELOTTI-FERREIRA, F. T.; COELHO JR, A.; PARRA, J. R. P.; VENDRAMIM, J. D. Selectivity of plant extracts for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 138, p. 78-82, 2017. Disponível em: doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.12.026. Acesso em: 01 outubro 2022

RAYMAEKERS, K.; PONET, L.; HOLTAPPELS, D.; BERCKMANS, B.; CAMMUE, B. P. Screening for novel biocontrol agents applicable in plant disease management – a review. *Biological Control*, v. 144, p. 104240, 2020. Disponível em: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104240. Acesso em: 18 outubro 2022

RUSCH, A.; BOMMARCO, R.; EKBOM, B. Conservation biological control in agricultural landscapes. *Advances in botanical research*, v. 81, p. 333-360, 2017. Disponível em: doi.org/10.1016/bs.abr.2016.11.001. Acesso em: 22 agosto 2022

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 2, 2020. Disponível em: doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1990. Acesso em: 13 maio 2022

SANTOS, R. N.; MERCANTE, E.; JOHANN, J. A.; DE SOUZA, C. H. W.; CATTANI, C. E. V.; PALUDO, A. Mapping of winter crops and second-crop corn in the Paraná State-Brazil, using multitemporal images from MODIS sensor. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 2, p. 477-488, 2019. Disponível em: doi:10.5539/jas.v11n2p477. Acesso em: 15 abril 2022

SCHÄFER, L.; HERZ, A. Suitability of European *Trichogramma* Species as Biocontrol Agents against the Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta*. *Insects*, v. 11, n. 6, p. 357, 2020. Disponível em: doi.org/10.3390/insects11060357. Acesso em: 02 julho 2022

SMYTH, M.; GARCÍA, A.; RADER, C.; FOSTER, E. J.; BRAS, J. Extraction and process analysis of high aspect ratio cellulose nanocrystals from corn (*Zea mays*) agricultural residue. *Industrial Crops and Products*, v. 108, p. 257-266, 2017. Disponível em: doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.006. Acesso em: 25 setembro 2022

SOUZA, I. L.; VAZQUEZ, L. L.; MARUCCI, R. C. Maize. *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems: biological control and functional biodiversity*. Switzerland: Springer Cham, 2019. p. 329-339. Disponível em: Doi: 10.1007/978-3-030-24733-1. Acesso em: 13 fevereiro 2022

STENBERG, J. A.; SUNDH, I.; BECHER, P.G.; BJÖRKMAN, C.; DUBEY, M.; EGAN, P. A.; FRIBERG, H.; GIL, J. F.; JENSEN, D. F.; JONSSON, M.; KARLSSON, M.; KHALIL, S.; NINKOVIC, V.; REHERMANN, G.; VETUKURI, R. R.; VIKETOFT, M. When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science*, v. 94, n. 3, p. 665-676, 2021. Disponível

em: doi.org/10.1007/s10340-021-01354-7. Acesso em: 15 junho 2022

SUPARTHA, I. W.; SUSILA, I. W.; SUNARI, A. A. A. S.; MAHAPUTRA, I. F.; YUDHA, I. K. W.; WIRADANA, P. A. Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, v. 22, n. 6, 2021. Disponível em: Doi: [10.13057/biodiv/d2206xx](https://doi.org/10.13057/biodiv/d2206xx). Acesso em: 12 agosto 2022

TOGNI, P. H. B.; VENZON, M.; LAGÔA, A. C. G.; SUJII, E. R. Brazilian legislation leaning towards fast registration of biological control agents to benefit organic agriculture. *Neotropical entomology*, v. 48, n. 2, p. 175-185, 2019. Disponível em: doi.org/10.1007/s13744-019-00675-8. Acesso em: 06 outubro 2022

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *Bio Control*, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018. Disponível em: doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4. Acesso em: 16 março 2022

VARSHNEY, R.; POORNESHA, B.; RAGHAVENDRA, A.; LALITHA, Y.; APOORVA, V.; RAMANUJAM, B.; RANGESHWARAN, R.; SUBAHARAN, K.; SHYLESHA, A. N.; BAKTHAVATSALAM, N.; CHAUDHARY, M.; PANDIT, V. Biocontrol-based management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on Indian Maize. *Journal of Plant Diseases and Protection*, p. 1-9, 2021. Disponível em: doi.org/10.1007/s41348-020-00357-3. Acesso em: 18 outubro 2022