



UTILIZAÇÃO DO PARASITOIDE *Habrobracon hebetor* (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO NA PÓS-COLHEITA

Cleder Pezzini^{1*}, Andreas Köhler¹, Simone Mundstock Jahnke²

¹ Laboratório de Entomologia, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Santa Cruz do Sul, 96816-501, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Laboratório de Controle Biológico de Insetos, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

*E-mail: cleder.pezzini@gmail.com

Recebido em: 27/07/2021

Aceito em: 18/11/2021

RESUMO

A implantação de políticas públicas que visam diminuir o uso de agrotóxicos e a valorização de alimentos produzidos sem a aplicação dos mesmos, tem levado pesquisadores e agricultores a buscarem formas alternativas para o manejo de pragas agrícolas. Dentre as técnicas, o controle biológico é uma ferramenta de manejo que utiliza meios naturais para diminuir populações de organismos que são considerados pragas, sem haver a necessidade de utilizar agrotóxicos. Entre os insetos que são utilizados como agentes de controle biológico, estão os parasitoides. Na pós-colheita, o ectoparasitoide *Habrobracon hebetor* (Say, 1857) (Hymenoptera: Braconidae) se destaca como um promissor agente controlador de traças, as quais acometem uma infinidade de produtos, como farinha, milho, tabaco, cacau, cereais e seus derivados. Quando liberados nos galpões/armazéns, as fêmeas do parasitoide localizam as larvas dos seus hospedeiros que estão consumindo o produto e depositam seus ovos sobre estas, interrompendo o desenvolvimento da praga. Portanto, com a liberação de forma aumentativa desse parasitoide ocorre a supressão no desenvolvimento da praga reduzindo a sua população e evitando assim, danos econômicos ao produtor. No entanto, fatores como fotoperíodo, temperatura, hospedeiro de origem e dieta de criação, podem afetar os processos de interação entre parasitoide e hospedeiro, interferindo no controle biológico em ambientes de armazenamento.

Palavras-chave: Controle biológico. Biodefensivo. Manejo integrado de pragas (MIP). Armazém.

1. INTRODUÇÃO

Após a colheita da produção agrícola, o período de armazenamento tem a função de manter a qualidade dos grãos ou de produtos beneficiados até o momento do seu consumo final, além de manter estoque para evitar a escassez de alimentos durante a entressafra [1-2]. Porém, caso não haja avanços nas condições de pós-colheita, os estímulos para aumento da produtividade agrícola podem estar comprometidos. Conforme Reginato et al. [3] de nada vale produzir muito no campo, se durante a armazenagem da produção ela for comprometida pela utilização de procedimentos e manejos inadequados. Estima-se que neste

período, a perda pode equivaler ou até mesmo ser superior àquela ocorrida durante o cultivo no campo [4]. Assim, existe a necessidade urgente de se aprimorar as técnicas de manejo destes produtos durante o período de pós-colheita, principalmente para diminuir as perdas causadas por insetos [5].

Inúmeros insetos são conhecidos por infestar produtos armazenados e causar injúrias, sendo os principais representados por espécies de Coleoptera (besouros, gorgulhos, carunchos) e Lepidoptera (traças) [2,6]. Embora, os danos causados por insetos sejam elevados, é difícil mensurá-los, em grandes culturas como milho, soja, trigo, podem variar de 2 a 12 % [7]. De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA), estima-se que no Brasil, em torno de 10 % de tudo que é produzido é perdido durante o armazenamento, além das perdas qualitativas, que muitas vezes comprometem o uso dos produtos [8].

As espécies mais importantes de traças que causam danos a diversos produtos armazenados são a traça-da-farinha *Ephestia (Anagasta) kuehniella* (Zeller, 1879) (Pyralidae), e outras espécies da mesma família, como a traça-do-tabaco *Ephestia elutella* Hübner, 1796, traça-do-cacau *Cadra (Ephestia) cautella* Walker, 1863 e traça-indiana-da-farinha *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813). Outra espécie também relevante é *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Gelechiidae) (traça-dos-cereais) [6,9-10].

Para o controle de insetos em ambientes de armazenamento, os agrotóxicos (produtos químicos sintéticos) ainda são os mais utilizados, devido à facilidade na aplicação, rapidez de ação e baixo preço [8,11-12]. Porém, esse método de manejo apresenta várias desvantagens, como permanência de resíduos no produto final, contaminação do meio ambiente, além da alta periculosidade aos aplicadores e trabalhadores envolvidos [13-14]. O baixo número de produtos químicos sintéticos registrados para controle de pragas em produtos armazenados é outro fator que contribui para o agravamento do problema. Isso impossibilita a alternância de produtos com diferentes modos de ação, recomendáveis para evitar a seleção de insetos resistentes [15]. Todas essas condições têm colaborado para despertar o interesse de pesquisadores por novas alternativas de manejo de insetos na pós-colheita [16].

Embora o controle biológico em produtos armazenados ainda seja incipiente, esta ferramenta possui um papel fundamental para a diminuição do uso de produtos químico sintéticos [8,17-18]. Essa técnica de manejo consiste na regulação do número de insetos considerados pragas, utilizando inimigos naturais designados agentes de mortalidade biótica [19-20].

Nos programas de Manejo Integrado de pragas (MIP) o controle biológico é um dos pilares, e junto com diferentes táticas, visam reduzir o impacto dos insetos e outros organismos pragas, minimizando o uso e os efeitos negativos de inseticidas químico sintéticos para seu manejo [17,21]. Do ponto de vista do MIP, o inimigo natural ideal é aquele que mantém a população do inseto praga abaixo do nível de ação [19,22].

Inúmeros inimigos naturais de insetos praga que acometem produtos armazenados já são conhecidos, entre eles, parasitoides e predadores, porém, frequentemente as referências se restringem apenas a identificação do agente [8]. Nesses

ambientes frequentemente são encontrados parasitoides pertencentes às famílias Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Trichogrammatidae e Bethyidae [9,11]. No entanto, para serem utilizados com sucesso em programas de controle biológico aumentativo, existe a necessidade de pesquisas para se conhecer melhor a biologia das espécies.

Entre os parasitoides que já são utilizados em programas de controle biológico na pós-colheita, destacam-se o ectoparasitoide *Habrobracon hebetor* (Say, 1857) (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 1) que ataca larvas de lepidópteros praga de produtos armazenado [9,23]. Está presente em todos os continentes [24-25], sendo registrado pela primeira vez no Brasil em 1947, parasitando larvas da traça-do-cacau [26]. Esta espécie é atraída pelos voláteis das larvas e fezes de Pyralidae, apresentando melhores resultados no controle das pragas em altas temperaturas, sendo assim, considerado um potencial agente de controle biológico [27].



Figura 1 - Fêmea de *Habrobracon hebetor*.

O ciclo de *H. hebetor* começa com a paralisação do hospedeiro, ferroando-o e injetando uma toxina que imobiliza a larva [9]. Em seguida, deposita externamente ao corpo da larva já paralisada inúmeros ovos, dos quais eclodem larvas vermiformes que se alimentam da hemolinfa do hospedeiro, no último instar larval distancia-se da larva hospedeira já seca para empupar e após emergir o parasitoide adulto [28-29]. Morfologicamente os ovos são himenopteriformes, com superfície lisa, as larvas possuem quatro instares, muito semelhantes entre si, diferindo, entretanto, no tamanho e forma dos segmentos, apresentando gradual perda de transparência e

tornando-se mais opacas a cada ínstar sucessivo [30].

O aumento da utilização de parasitoides como agentes controladores de insetos pragas em programas de MIP tem gerado uma necessidade de se produzir os inimigos naturais em escala massal em biofábricas [31-32]. Neste sentido, o desenvolvimento e aprimoramento da metodologia de criação de seus hospedeiros, como fonte contínua para multiplicação dos parasitoides, são pontos imprescindíveis para uma produção massal de qualidade, para posteriormente serem liberados em ambientes de produção [21,33].

2. METODOLOGIA

A forma mais utilizada para criação de parasitoides é sobre um hospedeiro natural, o que traz a necessidade de manutenção simultânea de duas criações (hospedeiro e parasitoide) [34-35]. O processo de criação do hospedeiro pode ser facilitado pela utilização de dietas artificiais mas, essas dietas devem ser testadas e avaliadas para averiguar a qualidade dos insetos produzidos [36-37]. Por esse motivo, as dietas são consideradas um dos componentes mais importantes em uma criação [38-39].

A alimentação dos hospedeiros é um dos principais fatores a influenciar a qualidade dos inimigos naturais produzidos em laboratório. Assim, a dieta deve possuir todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento do hospedeiro garantido que os parasitoides criados sobre este também possuam qualidade satisfatória [36,40]. Conforme Vasconcelos [41] existem diferenças significativas entre a qualidade de parasitoides criados sobre hospedeiros alimentados com diferentes dietas.

2.1 Criação do hospedeiro *Ephestia kuehniella* (Figura 2)

A criação de *E. kuehniella* segue a metodologia proposta por Parra et al. [35,42]. As larvas da traça-das-farinhas são criadas com farinha de trigo, enriquecida com levedo de cerveja (3%), distribuídas no interior de recipientes de plástico (12,8 cm de altura x 29,0 cm de largura x 40,8 cm de comprimento) com tampa de encaixe por pressão. Para haver a ventilação no interior do recipiente é feito um corte na parte superior da tampa sendo, a parte removida substituída por tecido de malha fina (organza cristal), fixado com cola quente na parte interna.

A dieta artificial (2 kg de farinha de trigo mais 60 g de levedo de cerveja) é colocada no interior do pote plástico, de maneira uniforme, com uma leve compactação para nivelar a

superfície. Sobre a superfície da dieta são espalhados cerca de 0,8 g de ovos de *E. kuehniella* (aproximadamente 28.800 ovos) e, em seguida a tampa é colocada e lacrada com fita crepe. As bandejas são mantidas em prateleiras de metal dispostas na sala de criação.

Ao observar a emergência dos primeiros insetos (cerca de 40 dias), inicia-se a coleta dos adultos diariamente, que se estende num período de 20 a 30 dias. A coleta é realizada geralmente pela manhã por intermédio de um aspirador de pó, com uma adaptação feita com garrafa pet acoplada.

Após a remoção dos insetos estes são transferidos para uma gaiola de postura, confeccionada com tubo de PVC de 250 mm de diâmetro e 25 cm de altura. Esta tem as extremidades vedadas na parte inferior por uma fita perfurante e na parte superior por um anel de PVC de 2 cm de altura (adaptador de caixa de gordura) e tela de nylon com malha de 0,5 mm de diâmetro, colada. Sob esta permanece uma bandeja de plástico para coletar os ovos.

Os adultos não recebem qualquer tipo de alimento e permanecem nas gaiolas de oviposição por cinco dias, em média. A coleta dos ovos é iniciada no dia seguinte à montagem da gaiola de postura. Os ovos obtidos passam por uma peneira de 0,50 mm, para a remoção de resíduos tais como, escamas e pernas dos insetos. Após, uma nova limpeza é feita com o auxílio de um pincel fino e uma pinça para a retirada dos resíduos ainda restantes. A produtividade diária é controlada através da pesagem dos ovos. Uma parte dos ovos é utilizada para produzir larvas destinadas ao parasitismo e outra para a criação e manutenção do hospedeiro *E. kuehniella*.

2.2 Criação do parasitoide *Habrobracon hebetor* (Figura 2)

A criação estoque do parasitoide é feita sobre o hospedeiro *E. kuehniella* em recipientes plásticos (12,2 cm de altura x 14,6 cm de largura x 16,2 cm de comprimento), com parte da tampa recortada e substituída por tecido de malha fina (organza cristal), fixado com cola quente na parte interna. Quando as larvas hospedeiras têm cerca de 30 dias e grande parte destas, estão no último ínstar, são liberados os parasitoides dentro do recipiente.

Após aproximadamente 13 dias, emergem os primeiros parasitoides da prole, os quais, são coletados diariamente, por intermédio de um aspirador de pó adaptado, como na coleta da traça-das-farinhas e transferidos para novos recipientes com larvas de *E. kuehniella*, mantendo a criação. Outra parte dos parasitoides criados é destinado a comercialização como biodefensivo aos agricultores, para ser utilizado nos ambientes

de armazenamento de produtos.

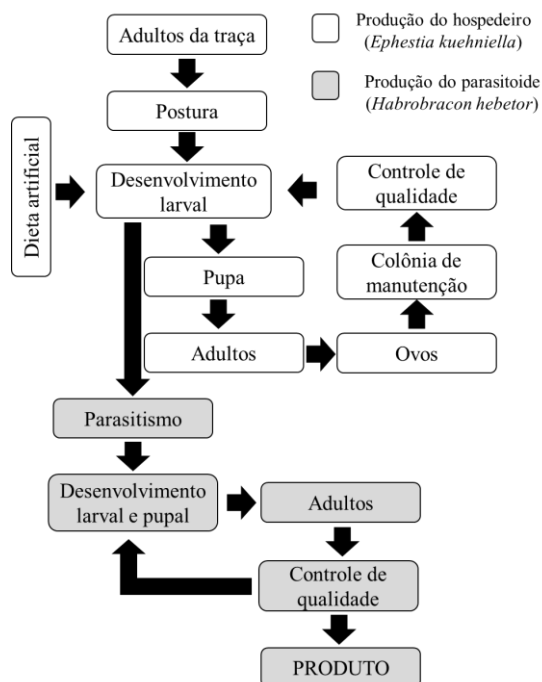


Figura 2 - Fluxograma da criação do hospedeiro *Ephestia kuehniella* e do parasitoide *Habrobracon hebetor*.

2.3 Fatores abióticos associados à criação dos insetos

Além das interações biológicas, que podem interferir em vários aspectos da biologia dos insetos, fatores abióticos como fotoperíodo, temperatura e umidade também são capazes de estimular ou limitar atividades como desenvolvimento, comportamento, metabolismo, reprodução, diapausa, fecundidade, forma, biologia estacional, distribuição geográfica e mesmo a atividade diária [43-45].

Dentre os fatores abióticos, o fotoperíodo e a temperatura, que podem ou não estar associados, são considerados os principais indícios ambientais para indução da diapausa em muitas espécies de insetos, [46] além de atuarem diretamente no tempo de desenvolvimento [47]. Porém, segundo Rossi [48] em alguns parasitoides estes fatores não tem efeito direto na indução da diapausa, mas agem principalmente na geração materna. Assim, as condições de luz e temperatura utilizadas por uma ou várias gerações ancestrais afetam a ocorrência da diapausa na prole [49].

Conhecer o efeito desses fatores bióticos e abióticos e suas interações, são fundamentais. Por isso, não é possível realizar uma criação massal sem que antes isto tenha sido feito em escala de laboratório, para conhecer melhor a biologia, ecologia, fisiologia, nutrição e comportamento, tanto do hospedeiro, como do parasitoide [34,50-51]. Após, obter o domínio da criação massal, pode-se iniciar as liberações inundativas para suprir programas de controle biológico sem correr o risco que haja uma descrença dessa técnica quando aplicada em campo [52].

3 RESULTADOS REPRESENTATIVOS

Habrobracon hebetor paralisa larvas de quarto e quinto ínstar de *E. kuehniella* e de outras traças, mas o parasitismo é maior nos hospedeiros de último ínstar [53]. Quanto à capacidade de parasitismo, *H. hebetor* deposita em média 231 ovos por fêmea e o ritmo de postura é variável, sendo maior nos primeiros dias de vida [54-55].

O parasitoide *H. hebetor* completa com sucesso seu desenvolvimento sobre larvas de *E. kuehniella* alimentadas em diferentes dietas, inclusive com tabaco. Apesar da nicotina presente na planta ser tóxica para muitos parasitoides, esse aleloquímico não afetam a capacidade de paralisação, parasitismo, fertilidade, fecundidade, viabilidade, progênie e razão sexual [56]. Além disso, fêmeas de *H. hebetor* são atraídas pelos odores de diferentes tipos de tabaco, supondo que essa atração aos voláteis do tabaco, seja porque neste produto, o parasitoide tem maior chance de encontrar seu hospedeiro [57].

Para criação do parasitoide a temperatura mais adequada é de 28 °C, podendo realizar a paralisação do hospedeiro em temperaturas superiores a 8 °C e ovipositar quando a temperatura do ambiente está acima de 14 °C [58]. O tempo de desenvolvimento varia conforme a temperatura média do ambiente e com o hospedeiro. Parasitando larvas de *E. cautela*, *H. hebetor* apresenta de 13 a 14 gerações por ano, com ciclo de vida de 8 a 12 dias em temperaturas entre 25-32 °C [59-61]. Utilizando *E. kuehniella*, o ciclo total do parasitoide pode variar de 9 a 14 dias, na mesma faixa de temperatura [54].

Quando criado durante a fase pré-imaginal com 12 e 24 h de luz, o parasitoide *H. hebetor* desenvolve-se mais rápido do que em plena escotofase, no entanto, o fotoperíodo não altera a longevidade da prole. Em vista disso, o aumento populacional de *H. hebetor* pode ser otimizado quando os parasitoides são mantidos durante a fase pré-imaginal em períodos de

fotoperíodo acima de 12 h de luz, independentemente das condições de luz na fase adulta, incrementando a sua fecundidade [47]. O fotoperíodo pode também ter efeito indireto no parasitismo de *H. hebetor* quando desenvolvido em 12 e 24 h de luz, devido a alterações na fecundidade das fêmeas, que produzem mais ovos e, conseqüentemente, parasitam maior número de larvas [45].

A eficiência no controle desta espécie já foi avaliada sobre diferentes hospedeiros, produtos armazenados e ambientes de estocagem. Como também, de forma isolada ou em combinação com outros parasitoides, considerando o parasitismo, insetos praga adultos capturados em armadilhas, forma de liberação e a capacidade de busca [62-63]. Existem estudos da utilização da espécie de parasitoide em trigo a granel [64-65], amendoim a granel [66], fubá e arroz embalados [67-68], padarias e moinhos [69] e fábricas de chocolate [70].

4 DISCUSSÃO

No Brasil, o uso de parasitoides em instalações de armazenamento ou processamento é ainda incipiente. Apesar de existir o relato da utilização de *H. hebetor* para controlar *E. elutella* em cerca de 1.500 galpões/armazéns de tabaco no Brasil [71], o autor apenas relata a utilização, sem informar dados referentes a número, época, intervalo de liberação, dose ou eficiência de controle. No entanto, a especificação de referência para registro de *H. hebetor* como produto fitossanitário, com uso aprovado para a agricultura orgânica foi publicado apenas na Instrução Normativa SDA nº 36, de 13 de dezembro de 2019 [72]. Todavia, a efetividade de *H. hebetor* tem sido registrada na Europa, especialmente em combinação com *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controlar *E. kuehniella* e *P. interpunctella* na Alemanha [69] e Itália [70].

O potencial de *H. hebetor* para controlar traças já foi quantificado em diferentes condições, como no trabalho de Trematerra et al. [70], para o controle de *P. interpunctella* em liberações dentro de uma fábrica de chocolate durante quatro anos. Os autores observaram que a ação de *H. hebetor* reduziu o número de adultos de *P. interpunctella* capturado nas armadilhas de feromônio dentro da fábrica. Adarkwah e Schöller [64], avaliaram a capacidade de parasitismo de *H. hebetor* em larvas de *P. interpunctella* em trigo armazenado a granel e verificaram o parasitismo entre 50 e 80% das larvas de acordo com a densidade de parasitoides liberados. A supressão da população de *P. interpunctella* e *E. cautella* por *H. hebetor*

também foi registrada em armazéns de amendoim, sendo de 60 e 90%, respectivamente [66].

Embora, *H. hebetor* já seja comercializado em alguns países, apenas poucas empresas vendem esta espécie de parasitoide, existindo exemplos de sucesso, somente em pequena escala [63]. Apesar do grande potencial da espécie no controle de traças, um dos entraves para o uso de parasitoides em ambientes de armazenamento é que os inimigos naturais podem ser considerados como um tipo de contaminante presente no local [73]. Porém, em alguns países, como os Estados Unidos, já existe uma legislação específica sobre isso, que permite a liberação aumentativa de insetos benéficos em produtos armazenados. De acordo com a *Environmental Protection Agency* (EPA) todos os gêneros de parasitoides e predadores comumente conhecidos por controlar insetos praga foram isentos por um requisito de tolerância em grãos inteiros armazenados e alimentos embalados em armazéns, desde que os insetos não se tornem um componente do alimento [74]. Além disso, conforme os mesmos autores, foi demonstrado que os fragmentos de insetos praga foram reduzidos em grãos tratados com parasitoides.

Apesar da liberação de parasitoides em ambientes de armazenamento seja fácil e não exija trabalhadores qualificados, as decisões sobre quando e onde liberar, não são. Como em qualquer outra técnica de controle, a situação do armazém deve ser analisada e as etapas de armazenamento ou processamento previstas devem ser levadas em consideração. Além disso, um sistema de MIP na pós-colheita deve compreender diferentes estratégias, como higiene, métodos tecnológicos e biotecnológicos, controle físico, químico e biológico. Essas técnicas devem ser harmonizadas de forma a conceder a proteção da saúde humana e do meio ambiente, juntamente com um controle eficiente das pragas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor (Processo 140622/2017-9). À *Japan Tobacco International* (JTI) pelo apoio financeiro.

USE OF THE PARASITOID *Habrobracon hebetor* (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) AS A POST-HARVEST MANAGEMENT STRATEGY

ABSTRACT: The establishment of public policies aimed at reducing the use of pesticides and valuing food produced without their application has led farmers and researchers to seek alternative ways to control agricultural pests. Among these techniques, biological control is a management tool that uses natural means to reduce populations of organisms that are considered pests, without the need to use pesticides. Among the insects that are used as biological control agents are parasitoids. In post-harvest, the ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* (Say, 1857) (Hymenoptera: Braconidae) stands out as a promising agent for the biological control of moths, which affect many of products, such as flour, corn, tobacco, cocoa, cereals and their derivatives. When released in warehouses, female parasitoids locate the larvae of their hosts that are attacking the product and lay their eggs on them, interrupting the pest's development. Therefore, with the release of this agent in an augmentative way, suppression occurs in the development of the pest, reducing its population and thus avoiding economic damage to the producer. However, factors such as photoperiod, temperature, host of origin and rearing diet can affect the interaction processes between parasitoid and host, interfering with biological control in storage environments.

Keywords: Biological control. Biodefensive. Integrated pest management (IPM). Warehouse.

REFERÊNCIAS:

- [1] LAZZARI, F. A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e ração. Curitiba: Edição do autor, 1997. 134 p.
- [2] LAZZARI, S. M. N.; LAZZARI, F. A. Insetos-praga de grãos armazenados. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). Bioecologia e nutrição de insetos, base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, 2009. p. 667-732.
- [3] REGINATO, M. P. et al. Boas práticas de armazenagem de grãos. In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 8., Dourados. Anais... Dourados: ENEPE UFGD, 2014.
- [4] LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grão armazenados. In: LORINI, I.; MILKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). Armazenagem de Grãos. Campinas: Instituto Biogeneez, 2002. p. 381-397.
- [5] PEREIRA, A. M. Processo de Ozonização: eficácia biológica, qualidade dos grãos e análise econômica. Viçosa: Editora UFV, 2006. 7 p.
- [6] LORINI, I. et al. Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento - Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 10 p.
- [7] ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Entomologia agrícola. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 139-150.
- [8] LORINI, I. et al. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. Brasília: Embrapa, 2015. 84 p.
- [9] ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação. 2. Ed. São Paulo: Varela, 2002. 237 p.
- [10] GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. F. D. Guia de identificação e manejo integrado das pragas e doenças do fumo. Santa Maria: Orium, 2006. 88 p.
- [11] SABBOUR, M. Integrated pest control of stored product insect pests. Sarbruque: Lambert Academic Publishin, 2020. 104 p.
- [12] SOARES, M. A. et al. Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil? Unimontes Científica, Vol. 11, n.º. 1/2, p. 52-59, 2009.
- [13] ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- [14] KUMAR, R. Insect pests of stored grain biology, behavior, and management strategies. Williston: Apple Academic Press, 2017. 412 p.
- [15] LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72 p.
- [16] HAGSTRUM, D. W.; ATHANASSIOU, C. G. Improving stored product insect pest management: From theory to practice. Insects, Vol. 10, n.º. 332, p. 1-7, 2019.
- [17] SCHÖLLER, M. et al. Biological control of stored-product insects. In: ATHANASSIOU, C. G.; ARTHUR, F. H. (Eds.). Recent advances in stored product protection. Berlin: Springer, 2018. p. 183-210.
- [18] ZDÁRKOVÁ, E.; LUKAS, J.; HORÁK, P. Compatibility of *Cheyletus eruditus* (Schränk) (Acari: Cheyletidae) and *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) (Hymenoptera: Bethyilidae) in biological control of stored grain pests. Plante Protection Science, Vol. 39, n.º. 1, p. 29-34, 2003.
- [19] FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília: Embrapa, 2020. 510 p.
- [20] GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. Os insetos: um resumo de entomologia. 4. Ed. São Paulo: Roca, 2012. 496 p.
- [21] PARRA, J. R. P. Comercialização de inimigos naturais no Brasil: uma área emergente. In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 343-349.
- [22] CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 543-570.
- [23] CANTORI, L. V. Potential of ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say, 1857 (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico de treze espécies de lepidópteros praga. 2019. 49 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Entomologia - Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2019.
- [24] ELIOPOULOS, P. A.; STATHAS, G. J. Life tables of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): Effect of host density. Journal of Economic Entomology, Vol. 101, n.º. 3, p. 982-988, 2008.
- [25] MBATA, G. N.; WARSI, S. *Habrobracon hebetor* and *Pteromalus cerealellae* as tools in post-harvest integrated pest management. Insects, Vol. 10, n.º. 85, p. 1-12, 2019.
- [26] SILVA, P. Controle biológico da "traça do cacau" pelo *Microbracon hebetor* (Say). Boletim Técnico Instituto do Cacau da Bahia, Vol. 7, p. 1-39,

- 1947.
- [27] MAGRO, S. R.; PARRA, J. R. P. Biologia do ectoparasitóide *Bracon hebetor* Say, 1857 (Hymenoptera: Braconidae) em sete espécies de lepidópteros. *Scientia Agricola*, Vol. 58, n.º. 4, p. 693-698, 2001.
- [28] KOOHPAYMA, F. et al. Climatically isolated populations of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) demonstrate striking differences in life history traits. *Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 22, n.º. 3, p. 747-757, 2020.
- [29] LETTMANN, J. et al. *Bracon* wasps for ecological pest control—a laboratory experiment. *PeerJ* 9:e11540, 2021.
- [30] PEZZINI, C.; JAHNKE, S. M.; KÖHLER, A. Morphological characterization of immature stages of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) ectoparasitoid of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of Hymenoptera Research*, Vol. 60, p. 157-171, 2017.
- [31] SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. *Revista Agropecuária Técnica*, Vol. 36, n.º. 1, p. 248-258, 2015.
- [32] BUENO, V. H. P. et al. Biological control in Brazil. In: LENTEREN, J. C. et al. (Eds.). *Biological control in Latin American and the Caribbean: its rich history and bright future*. Boston: Cabi Invasives series, 2020. p. 78-107.
- [33] KURTULUŞ, A. et al. Influence of different diets on some biological parameters of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, Vol. 85, p. 1-6, 2020.
- [34] PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). *Bioecologia e nutrição de insetos, base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa, 2009. p. 91-174.
- [35] PARRA, J. R. P. et al. Small-scale rearing of *Anagasta kuehniella* for *Trichogramma* production. 2 Ed. Wallingford: CABI, 2021. 32 p.
- [36] VACARI, A. M. et al. Fonte proteica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. *Bragantia*, Vol. 71, n.º. 3, p. 355-361, 2012.
- [37] MOHAMMADI, S.; MEHRKHOUB, F. Effects of various cereal flour on life table parameters of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection*, Vol. 9, n.º. 1, p. 29-39, 2020.
- [38] FAAL-MOHAMMAD-ALI, H.; SHISHEBOR, P. Biological parameters of *Bracon hebetor* (Hym.: Braconidae) parasitizing *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae): effect of host diet. *Journal of Crop Protection*, Vol. 2, n.º. 4, p. 411-419, 2013.
- [39] PARKER, A. G. Mass-rearing for sterile insect release. In: DYCK, V. A. et al. (Eds.). *Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management*. Dordrecht: Springer, 2005. p. 209-232.
- [40] AMADOU, L. et al. Development of an optimum diet for mass rearing of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae), and production of the parasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), for the control of pearl millet head miner. *Journal of Insect Science*, Vol. 19, n.º. 2, p. 1-5, 2019.
- [41] VASCONCELOS, C. J. Desenvolvimento de uma dieta artificial para criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), hospedeiro alternativo de *Trichogramma* spp. 2017. 44 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Entomologia - Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.
- [42] PARRA, J. R. P. et al. Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma*. Piracicaba: Occasio, 2014. 32 p.
- [43] BECK, S. D. *Insect photoperiodism*. 2nd ed. New York: Academic Press, 1980. 387 p.
- [44] JAWORSKI, T.; HILSZCZAŃSKI, J. The effect of temperature and humidity changes on insects development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Forest Research Papers*, Vol. 74, n.º. 4, p. 345-355, 2013.
- [45] PEZZINI, C.; JAHNKE, S. M.; KÖHLER, A. Capacidade de paralisação, parasitismo e viabilidade de *Habrobracon hebetor* sob o efeito do fotoperíodo. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences / Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 62, p. 1-8, 2019.
- [46] VAGHINA, N. P.; VOINOVICH, N. D.; REZNIK, S. Y. Maternal thermal and photoperiodic effects on the progeny diapause in *Trichogramma telengai* Sorokina (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomological Science*, Vol. 17, n.º. 2, p. 198-206, 2014.
- [47] PEZZINI, C. et al. Efeito do fotoperíodo sobre parâmetros de esperança de vida e fertilidade de *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) em larvas de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Acta Biológica Catarinense*, Vol. 7, n.º. 2, p. 28-39, 2020.
- [48] ROSSI, M. M. As interrupções no desenvolvimento de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: Fealq, 1997. p. 151-172.
- [49] SOROKINA, A. P.; POTEKINA, V. I. The peculiarities of diapause induction by photoperiod and temperature in *Trichogramma evanescens* Westw. and *T. chilonis* Ishii (Hymenoptera, Trichogrammatidae) from the south of the Russian far East. *Entomological Review*, Vol. 95, n.º. 3, p. 305-309, 2015.
- [50] ELBEHERY, H.; SALEH, M.; EL-WAKEIL, N. Propagation and application of larval parasitoids. In: EL-WAKEIL, N.; SALEH, M.; ABU-HASHIM, M. (Eds.). *Cottage industry of biocontrol agents and their applications: practical aspects to deal biologically with pests and stresses facing strategic crops*. Switzerland: Springer, 2020. p. 49-72.
- [51] MASRY, S. H. D.; EL-WAKEIL, N. Egg parasitoid production and their role in controlling insect pests. In: EL-WAKEIL, N.; SALEH, M.; ABU-HASHIM, M. (Eds.). *Cottage industry of biocontrol agents and their applications: practical aspects to deal biologically with pests and stresses facing strategic crops*. Switzerland: Springer, 2020. p. 3-48.
- [52] PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Criação massal e controle de qualidade de parasitóides de ovos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 169-197.
- [53] OU, H. D. et al. Host deprivation effects on population performance and paralysis rates of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Pest Management Science*, Vol. 77, n.º. 4, p. 1851-1863, 2021.
- [54] SERRA, H. J. P. Bioecologia do ectoparasito *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) em *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). 1992. 91 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Entomologia - Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- [55] WARSİ, S.; MBATA, G. N. Impact of peanut depth and container size on the parasitism of diapausing and nondiapausing larvae of Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) by *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, Vol. 47, n.º. 5, p. 1226-1232, 2018.
- [56] PEZZINI, C.; JAHNKE, S. M.; KÖHLER, A. Influence of a diet containing tobacco on the biology of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and its parasitoid *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, Vol. 117, p. 190-198, 2020a
- [57] PEZZINI, C. et al. Chemotaxis of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in response to larvae of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) and host food substrate with tobacco. *Journal of Stored Products Research*, Vol. 89, 101680, 2020b.

- [58] BADRAN, F. et al. Effects of prolonged mass rearing on life history traits of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *International Journal of Pest Management*, p. 1-10. 2020.
- [59] ALAM, M. S. et al. Biology of *Bracon hebetor* reared on wax moth (*Galleria mellonella*) larvae. *Persian Gulf Crop Protection*, Vol. 3, n° 4, p. 54-62, 2014.
- [60] HUANG, X. F. Use of *Habrobracon hebetor* Say in granary pest control. *Chinese Journal of Biological Control*, Vol. 2, n° 2, p. 78-80, 1986.
- [61] MAGRO, S. R. et al. Biological, nutritional, and histochemical basis for improving an artificial diet for *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Neotropical Entomology*, Vol. 35, n° 2, p. 215-222, 2006.
- [62] BELDA, C.; RIUDAVETS J. Natural enemies associated with lepidopteran pests in food and feed processing companies. *Journal of Stored Products Research*, Vol. 53, p. 54-60, 2013.
- [63] CASTAÑÉ, C.; RIUDAVETS, J.; LUCAS, E. Parasitism of single or combined pyralid populations by *Venturia canescens* and *Habrobracon hebetor* in laboratory and storeroom conditions. *Journal of Pest Science*, Vol. 91, n° 1, p. 1-8, 2018.
- [64] ADARKWAH, C.; SCHÖLLER M. Biological control of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) by single and double releases of two larval parasitoids in bulk stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, Vol. 51, p. 1-5, 2012.
- [65] PRESS, J. W.; CLINE, L. D.; FLAHERTY, B. R. A comparison of two parasitoids, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), and a predator *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) in suppressing residual population of the almond moth, *Ephesia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 55, n° 4, p. 125-128, 1982.
- [66] BROWER, J. H.; PRESS, J. W. Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing storedproduct moth populations in small inshell peanut storages. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 83, n° 3, p. 1096-1101, 1990.
- [67] ADARKWAH, C. et al. Potential of Hymenopteran larval and egg parasitoids to control stored product beetle and moth infestation in jute bags. *Bulletin of Entomological Research*, Vol. 104, n° 4, p. 534-542, 2014.
- [68] CLINE, L. D.; PRESS, J. W.; FLAHERTY, B. R. Preventing the spread of the almond moth (Lepidoptera: Pyralidae) from infested food debris to adjacent uninfested packages, using the parasitoid *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, Vol. 77, n° 2, p. 331-333, 1984.
- [69] PROZEL, S.; SCHÖLLER, M. Five years of biological control of stored-product moths in Germany. In: CREDLAND, P. F. et al. (Eds.), *Advances in stored product protection*, CABI Publishing, Wallingford, pp. 322-324, 2003.
- [70] TREMATERRA, P. et al. Controlling infestation of a chocolate factory by *Plodia interpunctella* by combining mating disruption and the parasitoid *Habrobracon hebetor*. *Insect Science*, Vol. 24, n° 3, p. 503-510, 2016.
- [71] PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: An overview. *Scientia Agricola*, Vol. 71, n° 5, p. 345-355, 2014.
- [72] MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) - Especificações de Referência. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios/especificacao-de-referencia>. Acesso em 27/07/2021.
- [73] COX, P. D.; WILKIN, D. R. The potential use of biological control of pests in stored grain: *Research Review 36*. London: Home-Grown Cereals Authority, 1996. 53 p.
- [74] FLINN, P.W.; HAGSTRUM, D.W. Augmentative releases of parasitoid wasps in stored wheat reduces insect fragments in flour. *Journal of Stored Products Research*, Vol. 37, n° 2, p. 179-186, 2001.