

CONTROLE BIOLÓGICO E A IMPORTÂNCIA DE ENTENDER AS INTERAÇÕES PREDADOR-PRESA: O CASO DE JOANINHAS COCCIDÓFAGAS NO CONTROLE DE PRAGAS

Data de submissão: 10/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Nataly De La Pava Suárez

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia Recife-PE
<https://lattes.cnpq.br/7833249244000103>
Orcid: 0000-0002-3360-4172

Christian Sherley Araújo da Silva Torres

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia Recife-PE
<https://lattes.cnpq.br/6987761145766931>
Orcid: 0000-0002-2364-5421

RESUMO: O controle biológico aumentativo com insetos predadores é uma das táticas do manejo integrado de pragas. As joaninhas coccidófagas (Coleoptera: Coccinellidae), destacam-se como importantes controladoras de cochonilhas-farinhas (Hemiptera: Pseudococcidae). Dentre elas, a *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant é uma das espécies mais utilizadas comercialmente para controle de cochonilhas. A produção massal dos predadores padroniza as condições de criação, mas também gera pressão de seleção, o que pode afetar o seu desempenho em controlar a praga alvo após várias gerações em laboratório. Além

disso, as joaninhas coccidófagas produzem cera na fase imatura semelhante às suas presas, o que serve como camuflagem nas colônias da presa e favorece a predação. Assim, é crucial compreender os fatores que afetam interação presa-predador e possam alterar a eficácia das joaninhas no controle biológico.

PALAVRAS-CHAVE: Interação predador-presa, Pseudococcidae, camuflagem física, controle biológico.

BIOLOGICAL CONTROL AND THE IMPORTANCE OF UNDERSTANDING PREDATOR-PREY INTERACTIONS: THE CASE OF COCCIDOPHAGOUS LADY BEETLES IN PEST CONTROL

ABSTRACT: Augmentation biological control with insect predators is one method used in integrated pest management. The coccidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) are important predators of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). Among them, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant is one of the most used commercially. Large-scale production of predators is done in standard rearing conditions, putting some selection pressure, which can alter the performance of the

predator to control the target pest after being reared for many generations in the laboratory. In addition, coccidophagous lady beetles larvae produce body wax similar to their mealybug prey, working as camouflage within prey colonies and improving predation. Thus, it is crucial to understand the factors that may affect predator-prey interactions and the efficacy of the lady beetles in biological control.

KEYWORDS: Predator-prey interaction; Pseudococcidae, camouflage, biological control.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Controle Biológico de Pragas

O controle biológico é uma técnica que envolve o uso de organismos vivos para reduzir ou suprimir as populações de pragas que causam danos aos seres humanos devido à sua alta densidade (VAN DRIESCHE et al., 2009). Esses organismos são conhecidos como inimigos naturais, pois geram mudanças diretas ou indiretas permanentes nas teias alimentares que cercam as pragas (DEBACH, 1964). Vários organismos são considerados inimigos naturais de insetos, a exemplo das aranhas, pássaros, tamanduás, anfíbios, répteis, entomopatógenos (vírus, bactérias, fungos, nematoides, etc), além dos próprios insetos entomófagos (BELLOWS; FISHER, 1999; ALVES; LOPES, 2008, PARRA, 2014). Dentre estes, os entomopatógenos e os insetos entomófagos (predadores e parasitoides), são os mais conhecidos e usados no controle biológico de insetos pragas. Nessa revisão de literatura iremos focar nos grupos dos insetos entomófagos predadores.

Dependendo de como esses organismos são usados no controle, eles podem ser categorizados em controle biológico aplicado e controle natural (por conservação). No caso do controle biológico clássico aplicado, um inimigo natural exótico é introduzido em um determinado local (país) para controlar outra espécie também exótica, que necessita de regulação de sua população em novas áreas (FISCHBEIN; CORLEY, 2022). Além disso, o controle biológico aplicado aumentativo tem como princípio básico aumentar as populações de inimigos naturais nativos em campo ou em cultivo protegido por meio da liberação dos mesmos, de forma inundativa ou inoculativa (BUENO et al., 2009; PARRA, 2014). Um exemplo dos organismos usados neste tipo de sistema, utilizado desde 1965 até a atualidade no controle de pragas a nível comercial, é a espécie *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, liberado de forma massal em casas de vegetação para controle de moscas brancas e o ácaro rajado (VAN DRIESCHE et al., 2012).

Por último, no controle biológico natural por conservação, todas as ações são tomadas para proteger, manter e aumentar as populações de inimigos naturais já existentes nas áreas, sem a introdução de organismos exóticos (EILENBERG et al., 2001). Esse método tem por princípio utilizar espécies nativas de inimigos naturais que já ocorrem na área, através de ações de sua conservação no habitat, tais como a ecologia de paisagens com plantas atrativas ou de refúgio nas entrelinhas ou boradura, que fornecem alimento

alternativo e favorecem a permanência dos agentes de controle biológico na área na ausência da presa; bem como a redução ou modificação da utilização do controle químico, na tentativa de reduzir a exposição (no tempo e/ou no espaço) dos inimigos naturais aos compostos tóxicos (PARRA, 2014; FONTES et al., 2020). O controle biológico natural é muito importante no manejo de pragas em diversos sistemas de cultivo, sobretudo em sistemas de produção orgânica e/ou ecológica, onde existe uma restrição do uso de agrotóxicos. Dessa forma, a entomofauna benéfica nativa contribui para o equilíbrio natural das espécies e retardando os surtos de pragas (FONTES et al., 2020).

1.2 Insetos predadores

Os insetos predadores, requerem alimentar-se de outros insetos para completar seu desenvolvimento, e esses podem ser encontrados em 22 ordens de insetos (MONTGOMERY, 2011; BELLOWS; FISHER, 1999). Algumas espécies são predadores tanto na fase imatura como na fase adulta, a exemplo das libélulas, das tesourinhas, dos carabídeos, de percevejos da sub-família Asopininae (ex. *Podisus nigrispinus* DALLAS) etc, enquanto outras espécies são predadoras apenas na fase imatura, como as moscas Syrphidae, alguns espécies de crisopídeos (ex. *Cereocrysa* spp.), as formiga-leão (Myrmeleontidae), apresentado alteração na dieta na fase adulta, seja por alteração no aparelho bucal ou por mudança de preferência alimentar (BELLOWS; FISHER et al., 1999). Entre os grupos de predadores mais utilizados no controle biológico aplicado, destacam-se as famílias Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Pentatomidae: Asopininae e Anthocoridae (Heteroptera) (VAN DRIESCHE et al., 2009). Nessa revisão iremos focar nas joaninhas predadoras (Coleoptera: Coccinellidae).

2 | JOANINHAS (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

Coccinellidade é uma família de insetos da ordem Coleoptera, conhecida como joaninhas, caracterizada pela aparência vistosa dos adultos e pelos hábitos predatórios da maioria das espécies (MAJERUS, 1994; GIORGI et al., 2009). Existem entre 6000 e 7000 espécies descritas, distribuídas em 360 gêneros e 42 tribos (VANDENBERG, 2002; NEDVĚD; KOVÁŘ, 2012; SOARES et al., 2023), das quais cerca de 2000 espécies são encontradas na região Neotropical (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009; SOARES et al., 2023). Embora a maioria das espécies (> 90%) de joaninhas seja entomófaga, nem todas possuem este tipo de alimentação, havendo espécies classificadas como micófagas e fitófagas (MAJERUS, 1994; GIORGI et al., 2009). A preferência alimentar das espécies desta família pode variar de acordo com a subfamília a que pertencem. Por exemplo, as espécies de Coccinellinae são predadoras predominantes de pulgões e psílídeos; Chilocorinae de pulgões e cochonilhas; Ortaliinae de cigarrinhas, psílídeos e formigas; Sticholotidinae de pulgões e cochonilhas; Scymninae de ácaros, pulgões e cochonilhas (GIORGI et al., 2009).

As joaninhas entomófagas são altamente vorazes e ativas na busca de suas

presas, tanto na fase larval quanto adulta, sendo, portanto, muito utilizadas para controlar populações de pulgões, moscas-brancas, psílídeos, tripses, ácaros, cochonilhas, ovos de alguns lepidópteros e lagartas neonatas (HODEK, 1973; GORDON, 1985; MAJERUS; KEARNS, 1989; HODEK et al., 2012; MANI et al., 2022). Várias empresas comercializam esses agentes biológicos no mundo, em especial no continente Europeu (e.g. Koppert Biological Systems and Biobest®) e Norte Americano (e.g. Ladybug Direct, Planet Natural). No Brasil a venda de joaninhas ainda não é uma realidade pelas empresas locais (e.g. Koppert do Brasil, Promip), dessa forma sua utilização por enquanto fica restrita ao controle biológico por conservação ou clássico, a exemplo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant que foi importada do Chile para o controle da cochonilha-branca dos citros, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (GRAVENA, 2003).

Com base em seus hábitos alimentares e eficácia no controle de outros artrópodes, as joaninhas têm sido amplamente utilizadas em programas de controle biológico, através da liberação inundativas em campo (MASON et al., 2023). Por essa razão, não é surpreendente que o primeiro caso de controle biológico bem-sucedido tenha envolvido a introdução da joaninha *R. cardinalis* (Mulsant) e vários outros programas clássicos de controle biológico tenham utilizado espécies de joaninhas. A partir dessas liberações bem-sucedidas, várias espécies de joaninhas foram adaptadas e criadas em massa como uma estratégia para controlar populações de insetos-praga, que normalmente invadem novas áreas (IPERTI, 1999; OBRZYCKI et al., 2009). Alguns exemplos dessas espécies são: *Cryptognatha nodiceps* (Marshall), *Hyperaspis pantherina* (Fürsch), *Rhyzobius lophanthae* (Blaisdell), *Chilocorus nigritus* (Fabricius) e *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus), para controle de cochonilhas. *Harmonia axyridis* (Pallas), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) e *Diomus pumilio* (Weise) para controle de Sternorrhyncha (OBRZYCKI; KRING, 1998; FIDELIS et al., 2023).

No entanto, os programas de criações massais de inimigos naturais e as introduções em campo podem fracassar se não se realiza uma correta identificação do organismo a multiplicar ou se desconhece a biologia e ecologia do mesmo (PARRA, 2014). Alguns fatores reportados que levam a falhas no controle são: predação intra-guilda, competição por nicho e recursos com espécies nativas, falta de hospedeiros alternativos, falta de sincronia nos ciclos biológicos do predador e a praga, entre outros (HAJEK et al., 2016). Isto demonstra que é necessário antes da produção e liberação de inimigos naturais, conhecer a biologia do hospedeiro ou presa, e os fatores que participam e modulam a interação dos mesmos no ambiente.

Além do controle biológico clássico com espécies exóticas de joaninhas, existem outros potenciais controladores nativos que fazem parte do controle biológico conservacionista, onde através de estratégias de manejo da paisagem e controle biológico aumentativo, promove-se o aumento e estabelecimento de populações de inimigos naturais nativos das áreas de infestação da praga. Um exemplo é a joaninha *Tenuisvalvae notata*

(Mulsant), nativa da América do Sul e um importante predador de cochonilhas-farinentas, devido à sua alta voracidade tanto na fase larval quanto na fase adulta (BARBOSA et al., 2014).

2.1 Joaninhas Coccidófagas

Todos os coccinelídeos que se alimentam de cochonilhas (Hemiptera: Sternorrhyncha) são classificados como coccidófagos (FISHER et al., 1999). Essas espécies, diferentemente daquelas afidófagas (predadores de pulgões), apresentam um tempo de desenvolvimento menor, que coincide com o tempo de desenvolvimento da presa (DIXON et al., 1997; MILONAS et al., 2015). Em relação à eficiência no controle, as espécies coccidófagas também são consideradas melhores do que outros predadores dessa família, pois são mais vorazes e se alimentam constantemente, sem grandes períodos de inatividade (DIXON; DIXON, 2000). Portanto, apesar de haver um maior número de espécies de joaninhas afidófagas descritas, historicamente as espécies coccidófagas são mais usadas na liberação contra pragas Sternorrhyncha em todo o mundo (FISHER et al., 1999; FISCHBEIN; CORLEY, 2022).

Entre as joaninhas com preferência alimentar por cochonilhas, destacam-se no Brasil as espécies *C. montrouzieri* e *T. notata*. A primeira é amplamente usada em programas de controle biológico clássico em todo o mundo (JIANG et al., 2009), e a segunda espécie tem distribuição desde o planalto da Colômbia até o norte do Paraguai, apresentando alto potencial para implementação de controle biológico por conservação em áreas de ocorrência natural (BARBOSA et al., 2014). Ambas se caracterizam por apresentarem uma cobertura de secreção cerosa branca durante as fases de larva e pupa, visualmente semelhante à cera produzida pelas presas que consomem. Segundo alguns autores, essa é uma estratégia de defesa contra seus próprios predadores e parasitoides associados às presas, além de ser uma estratégia de camuflagem para facilitar a entrada na colônia das presas de forma desapercibida, como um “lobo em pele de cordeiro” (POPE, 1979; VÖLKL; VOHLAND, 1996; MAJERUS et al., 2007; PÉREZ-RODRÍGUEZ; MESSELINK, 2023). Interessantemente, estudos recentes demonstraram que não há relação na constituição química da cera destas joaninhas com a de suas presas (DE LA PAVA, 2023).

2.2 Interação Coccinellidae – Sternorrhyncha

A resposta dos coccinelídeos a esse tipo de presa é semelhante à de outros inimigos naturais. Eles seguem um padrão de procura ativa que envolve a localização inicial de habitats (plantas) onde a presa pode estar, seguida da busca de presas nessas plantas, ataque, captura, subjuga e consumo das presas (Hodek 1993; Souza et al., 2019). No entanto, algumas presas capturadas podem não ser adequadas para a sobrevivência e reprodução das espécies e até mesmo ser prejudiciais (HATTINGH; SAMWAYS, 1991; SOUZA et al., 2019). Por exemplo, a joaninha *T. notata* foi observada sobre colônias da cochonilha-do-carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), em

plantas de palma forrageira, mas essa presa não permite que as larvas completem seu desenvolvimento devido ao ácido carmínico (BARBOSA et al., 2014). Assim, condições intrínsecas do predador (e.g. idade, fome, preferência alimentar, sexo) e ambientais (e.g. disponibilidade de recurso, temperatura, risco de morte etc.) irão interferir no consumo das presas e conseqüentemente no sucesso do controle biológico com joaninhas.

A interação predador-presa, pelo menos nos adultos de coccinelídeos, é mediada pela captação de sinais visuais e químicos associados às presas, com o objetivo de fazer uma escolha mais adequada para aumentar o sucesso reprodutivo desses indivíduos. No entanto, tem sido sugerido que a busca por presas em plantas parece ser aleatória em coccinelídeos até que haja contato com uma presa (FISHER et al., 1999). Atualmente, sabe-se que os coccinelídeos podem discriminar entre estímulos coloridos (MONDOR; WARREN, 2000), orientar-se em relação aos voláteis liberados por plantas infestadas com suas presas regulares, distinguir entre plantas com danos mecânicos e plantas infestadas por presas (YOON et al., 2010) e identificar as fases de desenvolvimento de suas presas na planta (YONEYA et al., 2009).

No caso das espécies coccidófagas, as interações são mediadas não apenas pela percepção de estímulos químicos, mas também pela produção de cera, especialmente nas fases mais vulneráveis do predador, como a larva e a pupa (POPE, 1979; HODEK, 1993). A cera é usada como estratégia de defesa contra a ação de outros predadores, como as formigas (VÖLKL; VOHLAND, 1996; PÉREZ-RODRÍGUEZ; MESSELINK, 2023), e auxilia no processo de forrageamento, evitando uma resposta negativa por parte da presa (AGARWALA; YASUDA, 2001). Além disso, devido à associação dos Sternorrhyncha com as formigas, devido ao recurso açucarado que eles oferecem, conhecido como “honeydew” (MAJERUS et al., 2007; HODEK; HONEK, 2009), os coccinelídeos apresentam interações competitivas com as formigas, que podem mostrar agressividade tanto em relação aos adultos quanto às larvas. Os adultos podem ser afugentados das colônias de presas, enquanto às larvas podem ser predadas. Assim, as interações de coccinelídeos no campo não se restringem apenas àquelas ligadas às suas próprias presas, mas também às outras espécies que porventura compõem a teia alimentar onde suas presas estão inseridas.

3 | CONCLUSÃO

O controle biológico desempenha um papel importante na regulação de populações de pragas em agroecossistemas. A introdução de inimigos naturais, como os coccinelídeos, é uma estratégia amplamente utilizada para controlar várias espécies de pragas agrícolas mundialmente. Devido a modificações ambientais e introdução de novas pragas, muitas espécies de inimigos naturais requerem liberações periódicas para aumentar efetivamente as suas populações e promover o controle de pragas em áreas alvo.

Para garantir a efetividade do controle biológico com coccinelídeos, é fundamental

conhecer a biologia e ecologia desses insetos e as possíveis interações na teia alimentar que serão inseridos. Fatores como o condicionamento pré-imaginal, a experiência individual, o valor nutricional das presas e as relações mutualísticas que as presas apresentam com outros organismos podem influenciar o comportamento predatório dos coccinelídeos e consequentemente o sucesso do programa de controle biológico. A interação predador-presa é frequentemente mediada por sinais químicos e físicos, como ceras e voláteis, produzidos pelas presas. No entanto, ainda há muito a ser descoberto sobre os fatores que modulam essas interações e como o comportamento e desenvolvimento dos coccinelídeos são afetados ao se alimentarem de diferentes presas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.M., RIBEIRO-COSTA, C.S. Coleópteros predadores (Coccinellidae). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 931-968, 2009.

ALVES, S.B., LOPES, R.B. Controle Microbiano de Pragas na América Latina. **Avanços e desafios**. Piracicaba, FEALQ. p. 414, 2008.

AGARWALA, B.K., YASUDA, H. Larval interactions in aphidophagous predators: effectiveness of wax cover as defence shield of *Scymnus* larvae against predation from syrphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 100, p. 101-107, 2001.

BARBOSA, P.R.R. et al. Predatory behavior and life history of *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) under variable prey availability conditions. **Florida Entomologist**, v. 97, p. 1026-1034, 2014.

BELLOWS, T.S., FISHER, T.W. Handbook of Biological Control. San Diego, **Academic Press**, p. 1046, 1999..

BUENO, V.H.P. Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade. **Lavras, UFLA**, 2009, 429p.

DEBACH, P. Successes, trends, and future possibilities. In: DeBach P, Schlinger EI (eds) Biological control of insect pests and weeds. **London, Chapman and Hall Ltd**, p. 673-927, 1964.

DIXON, A.F.G., HEMPTINNE, J.L., KINDLMANN, P. Effectiveness of ladybirds as biological control agents: Patterns and processes. **Entomon**, v. 42, p. 71-83, 1997.

DIXON, A.F.G., DIXON, A.E. Insect predator-prey dynamics: ladybird beetles and biological control. Cambridge: **University Press**, 206 p. 2000.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **Biological Control**, Dordrecht, v. 46, p. 387-400, 2001.

FIDELIS, E. G., QUERINO, R. B., ADAIME, R. The Amazon and Its Biodiversity: a Source of Unexplored Potential Natural Enemies for Biological Control (Predators and Parasitoids). **Neotropical Entomology**, v. 107, p. 1-20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-023-00922-5>.

- FISCHBEIN, D., CORLEY, J. C. Population ecology and classical biological control of forest insect pests in a changing world. **Forest Ecology and Management**, v. 520, p. 120400, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120400>.
- FISHER, T. W. et al. Handbook of biological control: principles and applications of biological control. **Elsevier**, p. 432-434, 1999.
- FONTES, E.M.G, VALADARES-INGLIS, M.C. GALLO, D. (IN MEMORIAM), O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E.B. FILHO, J.R. P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIM, L.C. MARCHINI & J.R.S. LOPES. 2002. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920 p. Controle biológico de pragas da agricultura I, editoras técnicas. – Brasília, DF: Embrapa, p. 510, 2020.
- GIORGI, J.A., VANDENBERG, N.J., MCHUGH, J.V., FORRESTER, J.A, SLIPINSKI, S.A., MILLER, K.B., SHAPIRO, L.R., Whiting, M.F. The evolution of food preferences in Coccinellidae. **Biological Control**, v. 51, p. 215–231, 2009.
- GORDON, R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 93, p.1-912, 1985.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico da cochonilha-branca dos citros, com ênfase no controle biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. **Laranja**, v. 24, p. 71-82, 2003.
- HAJEK, A.E., HURLEY, B.P., KENIS, M., GARNAS, J.R., BUSH, S.J., WINGFIELD, M.J., COCK, M.J. Exotic biological control agents: a solution or contribution to arthropod invasions? **Biological Invasions**, v.18, p. 953-969, 2016.
- HATTINGH, V., SAMWAYS, M.J. Determination of the most effective method for field establishment of biocontrol agents of the genus *Chilocorus* (Coleoptera: Coccinellidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 81, p.169-174, 1991.
- HODEK, I. Biology of *Coccinellidae*. Prague, **Academic of Sciences**, p. 2601973.
- HODEK, I. Habitat and food specificity in aphidophagous predators. **Biocontrol Science and Technology**, v. 3, p. 91-100, 1993.
- HODEK, I., HONEK, A. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. **Biological Control**, v. 51, p. 232-243, 2009.
- HODEK I., VAN EMDEN, H.F., HONEK, A. Ecology of Coccinellidae. Dordrecht, Wiley-Blackwell, p. 600, 2012.
- IPERTI, G. Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 323-342, 1999.
- JIANG R.X., LI, S., GUO, Z.P., PANG, H. Research status of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and establishing its description criteria. **Journal of Environmental Entomology**, v. 31, p. 238–247, 2009
- MAJERUS, M.E.N., KEARNS, P.W.E. Ladybirds. 10, **Naturalists' Handbooks Series**. London, Richmond Publishing Co., p. 103, 1989.

MAJERUS, M.E.N. Ladybirds. London, **Harper Collins**, p. 367, 1994.

MAJERUS, M.E., Sloggett, J.J., Godeau, J.F., Hemptinne, J.L. Interactions between ants and aphidophagous and coccidophagous ladybirds. **Population Ecology**, v.49, p. 15-27, 2007.

MANI, M., KRISHNAMOORTHY, A., RAMANUJAM, B. Trends in the Biological Control of Horticultural Crop Pests in India. **Trends in Horticultural Entomology**, p. 243-281, 2002.

MASON, P.G., BARRATT, B.I., MC KAY, F., KLAPWIJK, J.N., SILVESTRI, L.C., HILL, M., HOELMER, K.A. Impact of Access and Benefit Sharing implementation on biological control genetic resources. **Biological Control**, p. 1-17, 2023.

MILONAS, P.G., PARTSINEVELOU, G., MARTINO, A.F. Patch assessment for oviposition by a predator: The effect of prey density and prey oviposition period. **Journal Insect Behavior**, v. 28, p. 535-543, 2015.

MONDOR, E.B., WARREN, J.L. Unconditioned and conditioned responses to colour in the predatory coccinellid, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**. v. 97, p. 463-467, 2002.

MONTGOMERY, M.E. Understanding federal regulations as guidelines for classical biological control programs. Implementation and Status of Biological control of the hemlock Woolly adelgid, p. 25, 2011.

NEDVĚD, O., KOVÁŘ, I. Phylogeny and classification I. In I. Hodek, H.F. van Emden, A. Honěk (Eds.). Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae) República Checa: Honěk, **Blackwell Publishing**. p. 1-12, 2012.

OBRYCKI, J.J., KRING, T.J. Predaceous coccinellidae in biological control. **The Annual Review of Entomology**. v. 43, p. 295-321, 1998.

OBRYCKI, J.J., HARWOOD, J.D., KRING, T.J., O'NEIL, R.J. Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. **Biological Control**. v. 51, p. 244-254, 2009.

PARRA, J.R.P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 420-429, 2014.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, J., MESSELINK, G.J. Artificial shelters enhance the establishment of the aphidophagous predator *Scymnus interruptus* on sweet pepper plants. **Biological Control**. v. 177, p.105-110, 2023.

POPE, R.D. Wax production by coccinellid larvae (Coleoptera). **Systematic Entomology** v. 4, p. 171-196, 1979.

SOARES, A.O., HAELEWATERS, D., AMEIXA, O.M., BORGES, I., BROWN, P., CARDOSO, M., LOSEY, J.E. A roadmap for ladybird conservation and recovery. **Conservation Biology**, v. 37, n.1, p. 13965, 2023.

SOUZA, B., DOS SANTOS-CIVIDANES, T.M., CIVIDANES, F.J., DE SOUSA, A.L.V. Predatory Insects. In B. Souza, L. Vázquez, R. Marucci (Eds.), Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems. **Springer**, Cham, p. 73, 2019.

VAN DRIESCHE, R., HODDLE, M., CENTER, T. Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control. Carlton, **John Wiley & Sons**, p. 17-45, 2009.

VAN DRIESCHE, R., BELLOWS J.R., THOMAS S. Biological control. **Springer Science & Business Media**, p. 13-16, 2012.

VANDENBERG, N.J. Family 93. Coccinellidae Latreille 1807, p. 371-389 In R.H. Arnett Jr, M.C. Thomas, P.E. Skelley, J.H. Frank (Eds.), American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Florida, **CRC Press LLC**, Boca Raton, p. 836, 2002.

VÖLKL, W., VOHLAND, K. Wax covers in larvae of two *Scymnus* species: do they enhance coccinellid larval survival?. **Oecologia**, v.107, p. 498-503, 1996.

YONEYA, K., KUGIMIYA, S., TAKABAYASHI, J. Can herbivore-induced plant volatiles inform predatory insect about the most suitable stage of its prey?. **Physiological Entomology**. v. 34, p. 379-386, 2009.

Yoon, C., Seo, D.K., Yang, J.O., Kang, S.H., Kim, G.H. Attraction of the predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), to its prey, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), feeding on Chinese cabbage. **Journal of Asia-Pacific Entomology**. v. 13, p. 255-260, 2010.