

INSETOS PARASITÓIDES

José Roberto Postali Parra
Valmir Antonio Costa
Alexandre de Sene Pinto

O controle biológico de pragas é um fenômeno natural em que um organismo vivo (inimigo natural) regula a população de outro organismo (praga). Os agentes de controle biológico podem ser parasitoides, predadores ou patógenos. Nesse texto, são discutidos os procedimentos e a terminologia utilizados no controle biológico, as famílias de parasitoides e os atributos de um eficiente inimigo natural, bem como a formulação de um modelo de controle biológico com parasitoide e os casos de sucesso registrados no Brasil. Um caso recente de sucesso de Controle Biológico Clássico é destacado, no qual a larva-minadora-dos-citros, *Phyllocnistis citrella*, foi eficientemente controlada pelo parasitoide ovo-larva, *Ageniaspis citricola*, nas principais regiões citrícolas do país.

Introdução

Controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. Desta forma, todas as espécies de plantas e animais têm inimigos naturais atacando seus vários estágios de vida. Dentre tais inimigos naturais existem grupos bastante diversificados, seja em termos taxonômicos, seja em termos funcionais, incluindo insetos, vírus, fungos, bactérias, nematoides, protozoários, rickettsias, micoplasmas, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.¹

O controle biológico é um fenômeno dinâmico que sofre a influência de fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, assim como de aspectos independentes e dependentes da densidade.²

Foi inicialmente utilizado para controlar insetos, ácaros e plantas daninhas. Com o tempo, a utilização do método tornou-se mais ampla e outros invertebrados, patógenos de plantas e mesmo alguns vertebrados, são agora considerados alvos.³

Portanto, para a supressão de populações de insetos-praga, por meio do controle biológico, conforme uma visão de Manejo Integrado de Pragas (MIP), objeto desta publicação, são importantes os parasitoides, predadores e patógenos.

O presente artigo tratará exclusivamente dos parasitoides. Não serão abordados os predadores e nem os patógenos, que já foram objeto de estudos bastante avançados em nosso país, podendo-se citar Alves⁴ e Alves & Lopes⁵ para patógenos e Bueno⁶ para predadores.

Procedimentos em controle biológico

Os procedimentos básicos atualmente utilizados em controle biológico são: introdução, conservação e multiplicação.

Em qualquer programa de MIP, o controle biológico desempenha papel fundamental, seja como parte do alicerce do MIP (ao lado dos níveis de controle, amostragem e taxonomia), por serem os inimigos naturais os responsáveis pela mortalidade natural no agroecossistema, seja como uma das alternativas de controle, em substituição aos agentes químicos, isoladamente ou associado a outras medidas de controle.⁷ Em programas de MIP, os três procedimentos podem e devem ser utilizados. Resumidamente, segue o que cada um dos procedimentos significa.

- ¹ PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia, Cap. 1. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.
- ² BOSCH, R. van den; MESSINGER, P. S. & GUTIERREZ, A. P. *An introduction to biological control*. New York: Plenum Press, 1982. 247 p.
- ³ NORRIS, R. F.; CASWELL-CHEN, E. P. & KOGAN, M. *Concepts in Integrated Pest Management*. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 586 p.
- ⁴ ALVES, S. B. (Ed.). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Fealq, 1998. 1.163 p.
- ⁵ ALVES, S. B. & LOPES, R. B. (Eds.). *Controle microbiano de pragas na América Latina*. Piracicaba: Fealq, 2008. 414 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 14)
- ⁶ BUENO, V. H. P. (Org.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. 1. ed. Lavras: UFLA, 2000. 215 p.
BUENO, V. H. P. (Org.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2009. 429 p.
- ⁷ GONZALES, D. Sampling as a basis for pest management strategies. In: TALL TIMBERS CONF. ECOL. ANIM. CONTROL HABITAT MANAGE., 2., 1971. *Proceedings...* Talahassee, 1971.

Controle Biológico Clássico

Importação e colonização de parasitoides ou predadores visando ao controle de pragas exóticas (eventualmente nativas). Embora originalmente fossem utilizados indivíduos exóticos, hoje, em particular no período de 2000 a 2009, predomina a utilização de inimigos naturais nativos, com 76% de inimigos naturais nativos, no referido período, contra 42% no período de 1960 a 1989.⁸ De maneira geral, as liberações são realizadas com um pequeno número de insetos (liberações inoculativas), por uma ou mais vezes no mesmo local. Por isso, o controle biológico, nesse caso, é visto como uma medida de controle em longo prazo, pois a população dos inimigos naturais tende a aumentar com o passar do tempo e, portanto, o método se aplica somente a culturas semiperenes ou perenes.

⁸ COCK, M. J. W. *et al.* Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *Bio-Control*, v. 55, p. 199-218, 2010.

Controle Biológico Natural ou Conservativo

Refere-se à população de inimigos que ocorrem naturalmente. Atendendo a um dos preceitos básicos de controle biológico, ou seja, a conservação, tais parasitoides ou predadores devem ser preservados (e, se possível, aumentados) por meio da manipulação de seu ambiente de forma favorável (usar inseticidas seletivos em épocas corretas, reduzir doses de produtos químicos, evitar práticas culturais inadequadas, preservar hábitat ou fontes de alimentação para inimigos naturais). São muito importantes em programas de manejo de pragas, pois são responsáveis pela mortalidade natural no agroecossistema e, conseqüentemente, pela manutenção do nível de equilíbrio das pragas.⁹

⁹ LETOURNEAU, D. K. & ALTIERI, M. A. Environmental management to enhance biological control in agroecosystems. *In*: BELLOWS, T. S. & FISHER, T. W. (Eds.). *Handbook of biological control: principles and applications of biological control*. San Diego: Academic Press, 1999. p. 319-354.

Controle Biológico Aplicado ou Aumentativo

Trata-se de liberações inundativas de parasitoides ou predadores, após a criação massal em laboratório, visando à redução rápida da população da praga para seu nível de equilíbrio. Esse tipo de controle biológico é bem aceito pelo usuário, pois tem um tipo de ação rápida, muito semelhante à de inseticidas convencionais. Quando apenas existia o Controle Biológico Clássico, uma vez que as técnicas de criações de insetos eram incipientes, eram apontadas algumas desvantagens desse tipo de controle, entre elas, a sua ação lenta e sua aplicação exclusivamente em culturas perenes ou semiperenes. Com o desenvolvimento do Controle Biológico Aplicado, tais desvantagens foram superadas. O Controle Biológico Aplicado refere-se ao preceito básico de controle biológico atualmente chamado de multiplicação

¹⁰ PARRA, J. R. P. *Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico*. 6. ed. Piracicaba: Fealq, 2001. 134 p.

(criações massais), que evoluiu muito com o desenvolvimento das dietas artificiais para insetos, especialmente a partir da década de 1970.¹⁰ Esses “inseticidas biológicos” são mais utilizados para parasitoides ou predadores nativos, embora possam ser aplicados a inimigos naturais exóticos. Nesse tipo de controle, não se espera estabelecimento dos indivíduos liberados nas áreas visadas. Existem muitos casos de sucesso de Controle Biológico Aplicado no Brasil, como *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), hoje liberada em três milhões de hectares para controlar a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). Ainda é bastante frequente, por exemplo, a liberação de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), de forma inundativa, em diversos países do mundo, incluindo o Brasil.

Estratégias de liberação e sistema-alvo

¹¹ WILLIAMS, D. W. & LEPPLA, N. C. The future augmentation of beneficial arthropods. In: KAUFFMAN, W. C. & NECHOLS, J. R. (Eds.). *Selection criteria and ecological consequences of importing natural enemies*. Lanham: Md. Proc. Thomas Say Pubs./Entomol.: Entomological Society of America, 1992. p. 87-102.

Segundo Williams & Leppla¹¹, existem três formas de liberação de inimigos naturais: inoculativa, inundativa e inoculativa estacional (ou sazonal), que são dependentes do sistema visado (alvo).

Assim, a inoculação é adequada para sistemas abertos com baixa variabilidade temporal. Aplica-se a culturas perenes e semiperenes e florestas. É, portanto, típica do Controle Biológico Clássico.

Já a liberação inundativa serve para sistemas (culturas) com alta variabilidade temporal (culturas anuais).

¹² LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Org.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. 1. ed. Lavras: UFLA, 2000. p. 1-19.

A liberação inoculativa estacional é normalmente feita em casa-de-vegetação, no período de ocorrência da praga (cultivos de curta duração).¹² Esperam-se efeitos por várias gerações da praga. Trata-se de uma mistura do método inundativo e inoculativo, pois é liberada uma grande quantidade de insetos para se obter um controle imediato e espera-se o crescimento das populações para controle das gerações tardias. É muito comum na Europa, por exemplo, para o controle da mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), utilizando-se *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae).¹³

¹³ LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais... *Op. cit.*

Em sistemas fechados, com baixa variabilidade temporal, como armazéns de cereais, o controle de pragas pode ser feito com liberações inundativas ou inoculativas estacionais. O mesmo se aplica a casas-de-vegetação em que as liberações podem também ser inundativas. Existem exceções, e para *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), praga de florestas, excelentes resultados são obtidos com liberações inundativas. Nas liberações inoculativas espera-

se que os inimigos naturais reproduzam-se antes de morrer, estabelecendo-se na área liberada. No caso do Controle Biológico Aplicado, não se espera a reprodução e nem que os organismos se fixem na área, pois a ação esperada é apenas momentânea, baixando rapidamente a população da praga, à semelhança de um inseticida.

Terminologia

O **parasito** é um organismo usualmente menor que o hospedeiro, e um único indivíduo não mata esse hospedeiro. Por exemplo: tênia, piolhos, pulgas e pernilongos. Os parasitos podem completar seu ciclo de vida em um único hospedeiro (piolho), ser de vida livre e não parasitar durante parte de sua vida (pernilongos e pulgas) ou ter um ciclo de vida envolvendo diversas espécies hospedeiras (tênia).

O **predador** é um organismo de vida livre durante todo o ciclo de vida e que mata a presa. Usualmente é maior do que ela e requer mais do que um indivíduo para completar o desenvolvimento.

Um **parasitoide** tem sido incluído na categoria de parasito, mas um parasitoide é muitas vezes do mesmo tamanho do hospedeiro, que ele mata e exige somente um indivíduo para completar o desenvolvimento. O adulto tem vida livre.

Quanto às categorias de parasitismo podemos ter: parasitoide primário, hiperparasitoide, endoparasitoide, ectoparasitoide, parasitismo múltiplo, superparasitismo, adelfoparasitismo, cleptoparasitismo e poliembrionia.

Parasitoide primário: espécie que se desenvolve sobre hospedeiros não parasitados.

Hiperparasitoide (ou parasitoide secundário): parasitoide que se desenvolve em outro parasitoide. Podem existir vários níveis de hiperparasitismo.

Endoparasitoide: parasitoide que se desenvolve dentro do corpo do hospedeiro, que pode ser solitário (quando uma única larva completa seu desenvolvimento em determinado hospedeiro) ou gregário (quando várias larvas se desenvolvem até a maturidade em um único hospedeiro).

Ectoparasitoide: espécie que se desenvolve fora do corpo do hospedeiro (a larva se alimenta inserindo as peças bucais através do tegumento da vítima), que pode ser solitária ou gregária.

Parasitismo múltiplo: quando mais de uma espécie de parasitoide ocorre dentro ou sobre um único hospedeiro, sendo que, na maioria das vezes, apenas uma espécie sobrevive e as outras sucumbem. Em casos raros, como

espécies de *Trichogramma* (parasitoides de ovos de Lepidoptera), mais do que uma espécie pode completar seu desenvolvimento no ovo.

Superparasitismo: quando vários indivíduos de uma espécie de parasitoide podem se desenvolver em um hospedeiro. Quando ocorre superparasitismo com endoparasitos solitários, isso pode resultar em sobrevivência de um indivíduo dominante. Em alguns casos, entretanto, o hospedeiro morre prematuramente, antes que os excedentes sejam eliminados, e todos morram.

Adelfoparasitismo (autoparasitismo): quando uma espécie de parasitoide é parasito de si mesma. Por exemplo, em *Coccophagus scutellaris* (Hymenoptera: Aphelinidae), o macho é parasitoide obrigatório da fêmea.

Cleptoparasitismo: quando um parasitoide ataca preferencialmente hospedeiros já parasitados por outras espécies. Não é um hiperparasitismo, mas no caso existe um multiparasitismo, no qual há competição entre duas espécies com a espécie cleptoparasitoide usualmente dominando. Exemplos: Apidae (Apinae e Nomadinae), Chrysididae, Pompilidae e Mutillidae.

Poliembrionia: quando um adulto coloca um único ovo por hospedeiro, o qual, posteriormente, divide-se em muitas células, cada uma desenvolvendo-se independentemente. Formam-se diversos embriões a partir de um hospedeiro parasitado.

Existem parasitoides de ovos, larvas (ou ninfas), pupas e adultos. Parasitoides que ovipositam em um estágio, mas emergem em outro, são denominados de acordo com o início e o final do parasitismo, ou seja, um encirtídeo que parasita o ovo e emerge na larva é um parasitoide ovo-larva.

Quanto às formas de exploração do hospedeiro, pode-se ter parasitoides coinobiontes ou cenobiontes e idiobiontes.

Coinobiontes ou cenobiontes: parasitoides que permitem que o hospedeiro cresça (e continue a se alimentar) em tamanho após o parasitismo.¹⁴ Os tipos mais importantes de cenobiontes são parasitoides ovo-larva e larva-pupa e aqueles parasitoides larvais que não paralisam permanentemente o hospedeiro na oviposição.

Idiobiontes: ecto ou endoparasitoides de ovos e pupas, os quais matam seus hospedeiros antes da emergência e se desenvolvem em hospedeiros mortos ou paralisados. São os parasitoides de ovos, pupas e adultos, além dos parasitoides larvais que, por meio de “picadas”, paralisam permanentemente a presa.

¹⁴ ASKEW, R. R. & SHAW, M. R. Parasitoid communities: their size, structure and development. *In*: WAAGE, J. K. & GREATHEAD, D. (Eds.). *Insect parasitoids*. New York: Academic Press, 1986. p. 225-264.

Os tipos de reprodução e as estratégias reprodutivas são discutidos a seguir. Existem variações em um fenômeno básico em todos os himenópteros, conhecido como partenogênese haploide. Portanto, um ovo não fertilizado pode desenvolver-se partenogeneticamente e produzir um adulto normal. O indivíduo haploide é um macho e o ovo fertilizado desenvolve-se em uma fêmea adulta. Entretanto, existem diferenças no modo como alguns parasitoides seguem esses padrões básicos. Essas diferenças no modo de reprodução são chamadas arrenotoquia, deuterotoquia e telitoquia.

Arrenotoquia: ovos não fertilizados produzem machos e os fertilizados, fêmeas. Conseqüentemente, fêmeas virgens podem dar descendentes, mas eles serão todos machos. Espécies que seguem esse modo de reprodução são chamadas biparentais. Em algumas espécies biparentais, a fêmea copulada pode produzir macho ou fêmea por meio de controle externo ou interno de fertilização. Em outros casos, a fêmea copulada produz somente fêmeas.

Deuterotoquia (anfitoquia): maneira pela qual fêmeas não copuladas produzem machos e fêmeas. Essas espécies são chamadas uniparentais. Os machos haploides produzidos não são funcionais (ecológica e biologicamente). As fêmeas produzem em sua progênie de fêmeas uma condição diploide por meio de vários mecanismos genéticos. Muitas vezes, em espécies que apresentam deuterotoquia, a proporção de machos produzida (em relação à progênie total) varia com condições extremas, como temperatura.

Telitoquia: as fêmeas virgens produzem somente fêmeas, e os machos são desconhecidos. Em alguns casos, espécies telíticas, sob determinadas condições de temperatura, mudam para deuterotoquia e produzem machos haploides e fêmeas diploides.

Pró-ovigenia: caso em que, quando ocorre a emergência, todos os ovos estão maduros, prontos para serem colocados, sem necessidade de seu desenvolvimento.

Sinovigenia: caso em que poucos ovos estão maduros na emergência, havendo um amadurecimento gradual. Com isso, os adultos necessitam de proteínas em sua dieta. Muitas vezes, essa proteína é obtida em uma ação predatória, matando o hospedeiro pela introdução do ovipositor para se alimentar da hemolinfa exsudada. Muitos parasitoides necessitam de carboidratos para maior longevidade e postura.¹⁵

As pesquisas com simbiontes têm sido intensificadas nos últimos anos e hoje um dos mais estudados é *Wolbachia*,

¹⁵ DRIESCHE, R. G. van & BELLOWS Jr., T. S. *Biological control*. London: Chapman & Hall, 1996. 539 p.

uma α -proteobactéria presente em grande quantidade de insetos. Essa bactéria é transmitida através do citoplasma de ovos e pode envolver vários mecanismos para manipular a reprodução de seus hospedeiros, incluindo indução de incompatibilidade reprodutiva, partenogênese e feminização. É também transmitida horizontalmente entre espécies de artrópodos e tem sido muito estudada no parasitoide de ovos *Trichogramma* spp.¹⁶

Simbiontes são estudados por grupos em diferentes partes do mundo, com destaque para livros como o de Bourtzis & Miller¹⁷. Estes simbiontes, como *Buchnera*, são muito importantes na nutrição de pulgões.

A habilidade de parasitoides e predadores em detectar pistas no ambiente e usá-las, de forma adequada, para localizar as presas, baseia-se em uma série de sinais que operam a longa, média e curta distâncias, incluindo estímulos visuais, olfativos, gustativos, mecanorreceptores e auditivos.¹⁸

Nesse contexto, os voláteis químicos têm papel muito importante¹⁹ para comunicação interespecífica. Entre eles, destacam-se:

- **alomônios**: substâncias que favorecem aquele que emite o sinal – por exemplo, venenos e secreções defensivas;
- **caiomônios**: químicos que favorecem o receptor – por exemplo, *Trichogramma* é favorecido pelas substâncias químicas presentes nas escamas das asas de lepidópteros, deixadas por ocasião da postura e que irão atraí-lo;
- **sinomônios**: voláteis químicos que favorecem tanto o emissor como o receptor, como o caso de plantas que, ao serem atacadas por herbívoros, liberam substâncias que atraem os parasitoides;
- **apneumônios**: substâncias liberadas por organismos não vivos, como, por exemplo, farinha de aveia, que atrai o parasitoide *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Nos últimos anos, tem aumentado o número de trabalhos sobre o assunto.²⁰

Os recursos nutricionais, provenientes do néctar extrafloral, são importantes para a sobrevivência de parasitoides e predadores. A emissão de voláteis do néctar extrafloral pode atrair inimigos naturais, aumentando sua longevidade e reprodução. Voláteis emitidos por herbivoria ou mesmo pela oviposição podem ser importantes para inimigos naturais.

Os parasitoides podem responder, para oviposição, a estímulos do hospedeiro e do hábitat.

¹⁶ WERREN, J. H. Biology of *Wolbachia*. *Annual Review of Entomology*, v. 42, n. 1, p. 587-609, 1997.

¹⁷ BOURTZIS, K. & MILLER, T. A. *Insect symbiosis*. Boca Raton: CRC Press, 2003. 276 p.

¹⁸ VINSON, S. B. Habitat location. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. J. & LEWIS, W. J. (Eds.). *Semiochemicals, their role in pest control*. New York: John Wiley and Sons, 1981. p. 51-77.

VINSON, S. B. How parasitoids locate their hosts: a case of insect espionage. In: LEWIS, T. (Ed.). *Insect communication*. London: Academic Press, 1984. p. 325-348.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P. & ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: Fapesp/Fealq, 1997. p. 67-119.

¹⁹ NORDLUND, D. A. Semiochemicals: a review of terminology. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. J. & LEWIS, W. J. (Eds.). *Semiochemicals, their role in pest control*. New York: John Wiley and Sons, 1981. p. 13-28.

²⁰ BENTO, J. M. S. & NARDI, C. Bioecologia e nutrição vs ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos, Cap. 8. In: PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. (Eds.). *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 277-296.

²¹ PARRA, J. R. P.; VINSON, S. B.; GOMES, S. M. & CÔNSOLI, F. L. Flight response of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in a wind tunnel to volatiles associated with infestations of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Biological Control*, v. 6, p. 143-150, 1996.

Os parasitoides larvais respondem à seda, frass²¹, compostos voláteis, componentes cuticulares e secreções glandulares dos hospedeiros. Assim, *Toxoneuron bicolor* (Hymenoptera: Braconidae) responde a hidrocarbonetos das glândulas mandibulares de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Cotesia melanoscela* (Hymenoptera: Braconidae) responde à seda produzida nas glândulas labiais de *L. dispar*.

Muitos parasitoides de ovos respondem a caimônios, associados à reprodução. *Trichogramma evanescens* é estimulado à busca por substâncias químicas (como tricossano), associadas às escamas de asas de mariposas. Em termos de MIP, este comportamento pode ser um facilitador para a eficiência do controle biológico, pois após a síntese do caimônio, ele poderá ser aplicado numa área, em pulverização, para atração dos parasitoides.

O feromônio marcador de *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) estimula a oviposição de *Opius lectus* (Hymenoptera: Braconidae).

Um fungo encontrado em pêssego podre (no solo) produz etanol e acetaldeído, que atraem *Biosteres* (Hymenoptera: Braconidae), um parasitoide de larvas da mosca-das-frutas.

Os taquinídeos podem ser larvíparos e, neste caso, para criação, há necessidade de dissecar-se o abdome para a retirada das larvas. Nas criações iniciais de taquinídeos [*Lydella minense* e *Billaea claripalpis* (Diptera: Tachinidae)] para o controle de *D. saccharalis*, os adultos eram dissecados e as larvinhas colocadas no dorso da broca-da-cana.

Famílias de parasitoides

Cock *et al.*²² referiram que, nos últimos 120 anos, pelo menos 165 pragas e plantas daninhas têm sido controladas permanente ou temporariamente por agentes de controle biológico. Durante o período, mais de 7.000 introduções de agentes de controle biológico foram feitas, envolvendo mais de 2.700 espécies. Hoje, cerca de 230 espécies são produzidas e comercializadas mundialmente para liberações e controle de mais de 100 espécies-praga.²³ Embora o número de problemas com introduções seja muito pequeno, análises de risco devem ser recomendadas em programas de controle biológico.²⁴

Dentre os parasitoides, os mais utilizados são da ordem Hymenoptera, e, em menor grau, os da ordem Diptera. Das famílias de Hymenoptera, as mais empregadas são

²² COCK, M. J. W. *et al.* *Op. cit.*

²³ LENTEREN, J. C. van. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, v. 57, p. 1-20, 2012.

²⁴ BIGLER, F.; BABENDREIER, D. & KUHLMANN, U. (Eds.). *Environmental impact of invertebrates for biological control of arthropods: methods and risk assessment*. v. 10. Cambridge: CABI Publishing, 2006. 299 p.

os representantes de Braconidae e Ichneumonidae em Ichneumonoidea, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae e Aphelinidae em Chalcidoidea e Platygastriidae em Platygastroidea. Dentre os dípteros, o grupo mais usado é o dos Tachinidae. Os representantes das ordens Strepsiptera, Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae, Meloidae e Ripiphoridae), Lepidoptera (Pyralidae e Epipyropidae) e Neuroptera (Mantispidae) são de menor importância como parasitoides.²⁵

Obviamente, existem famílias de parasitoides que parasitam ovos, como Mymaridae, Eulophidae, Aphelinidae, Evaniidae, Platygastriidae, Encyrtidae e Trichogrammatidae²⁶, e outras que parasitam larvas, ninfas, pupas e adultos, sendo alguns ecto ou endoparasitoides. Uma lista de parasitoides e respectivas fases de parasitismo foi apresentada por Berti Filho & Ciociola²⁷ (quadro 1).

Atributos para que um inimigo natural seja eficiente

Para que um agente de controle biológico seja eficiente, ele deve apresentar as seguintes características:

- especificidade hospedeira;
- sincronismo com a praga;
- potencial biótico elevado;
- habilidade de sobreviver em períodos de baixa população do hospedeiro ou mesmo na sua ausência;
- boa capacidade de busca.

Na revisão realizada por Clausen²⁸, dos programas de controle biológico até então, 76,0% foram realizados com parasitoides, sendo 84,3% com Hymenoptera e 13,8% com Díptera, com 1,9% com outros grupos.

Na relação de alguns casos de sucesso apresentada por Cock *et al.*²⁹, em trabalho visando a mostrar os problemas de Access and Benefit Sharing (ABS), os casos de sucesso, em sua grande maioria, foram realizados com parasitoides.

Das 230 espécies de inimigos naturais que são atualmente comercializadas no mundo, já citadas no presente texto³⁰, a maioria é de artrópodes, com 219 espécies (95,2%), sendo uma espécie de Mollusca e 10 de Nematoda. Deste total, 120 espécies são himenópteros (52,2%), 30 espécies são de ácaros (13,1%), os coleópteros representam 12,2% (28 espécies) e os heterópteros representam 8,3%, com 19 espécies. A especificidade dos parasitoides, com uma restrita faixa hospedeira, garante esta superioridade.³¹

²⁵ GODFRAY, H. C. J. *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*. Princeton: Princeton University Press, 1994. 473 p.

²⁶ CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. & ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. New York: Springer, 2010. 479 p. (Progress in Biological Control, 9)

²⁷ BERTI FILHO, E. & CIOCIOLA, A. I. Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens, Cap. 3. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle Biológico no Brasil... Op. cit.* p. 29-41.

²⁸ CLAUSEN, C. P. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. In: CLAUSEN, C. P. (Ed.). *Agriculture Handbook*, n. 480. Washington, D. C.: USDA. Agricultural Research Service, 1978.

²⁹ COCK, M. J. W. *et al.* *Op. cit.*

³⁰ LENTEREN, J. C. van. The state of commercial augmentative... *Op. cit.*

³¹ LENTEREN, J. C. van. The state of commercial augmentative... *Op. cit.*

Quadro 1: Ordens e famílias de parasitoides de insetos

Ordem	Família	Ordem	Família	
Hymenoptera	Ampulicidae	Hymenoptera	Pompilidae	
	Aphelinidae		Proctotrupidae	
	Apidae (Nomadinae e Apinae) ^a		Pteromalidae	
	Aulacidae		Rhopalosomatidae	
	Bethylidae		Roproniidae	
	Braconidae		Rotoitidae	
	Bradynobaenidae		Sapygidae	
	Ceraphronidae		Sclerogibidae	
	Chalcididae		Scolebythidae	
	Chrysididae		Scoliidae	
	Crabronidae		Sierolomorphidae ^e	
	Diapriidae		Signiphoridae	
	Dryinidae		Tanaostigmatidae	
	Embolemidae		Tetracampidae	
	Encyrtidae		Tiphidae	
	Eucharitidae		Torymidae	
	Eulophidae		Trichogrammatidae	
	Eupelmidae		Trigonalidae	
	Eurytomidae		Vanhorniidae	
	Evanidae		Coleoptera	Carabidae
	Figitidae			Meloidae
	Gasteruptiidae	Rhipiphoridae		
	Heloridae	Staphylinidae		
	Ibaliidae	Diptera	Acroceridae	
	Ichneumonidae		Bombylidae	
	Ismaridae ^b		Cecidomyiidae	
	Leucospidae		Conopidae	
	Liopteridae		Nemestrinidae	
	Maamingidae ^c		Phoridae	
	Megalyridae		Pipunculidae	
	Megaspilidae		Sarcophagidae	
	Monomachidae		Tachinidae	
	Mutillidae		Lepidoptera	Epipyropidae
	Mymaridae	Neuroptera	Pyralidae	
	Mymarommatidae		Mantispidae (Symphrasinae) ^f	
	Ormyridae	Strepsiptera	Corioxenidae	
Orussidae	Elenchidae			
Pelecinidae	Halictophagidae			
Perilampidae	Myrmecolacidae			
Platygastridae ^d	Stylopidae			
Plumariidae ^e				

(adaptada de GODFRAY, H. C.; PARRA, J. R. P. *et al.* e HANSON, P. & GAULD, I.)³².

^aEspécies cleptoparasíticas. ^bSubfamília de Diapriidae, elevada a família por SHARKEY, M. J. *et al.*³³. ^cCriada por EARLY, J. W. *et al.*³⁴ ^dScelionidae está incluída em Platygastridae. ^eBiologia desconhecida, mas presumivelmente parasitoides, devido à sua posição filogenética. ^fÚnica subfamília que exerce parasitismo.

- ³² GODFRAY, H. C. J. *Op. cit.* PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia... *Op. cit.* HANSON, P. & GAULD, I. Hymenoptera de la Región Neotropical. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v. 77, p. 1-994, 2006.
- ³³ SHARKEY, M. J. *et al.* Phylogenetic relationships among superfamilies of Hymenoptera. *Cladistics*, v. 28, p. 80-112, 2012.
- ³⁴ EARLY, J. W.; MASNER, L.; NAUMANN, I. D. & AUSTIN, A. D. Maamingidae, a new family of proctotrupoid wasp (Insecta: Hymenoptera) from New Zealand. *Invertebrate Taxonomy*, v. 15, p. 341-352, 2001.
- ³⁵ PARRA, J. R. P. O Controle Biológico no Brasil: para onde vamos? *G.bio*, ed. especial, p. 33-35, abr. 2010.

Das 11 espécies de inimigos naturais comercializadas no Brasil³³, quatro são parasitoides (36%) e sete são predadores (64%). Entretanto, quatro são ácaros predadores, facilmente criados em laboratório. Das 11 espécies, apenas os parasitoides são usados na agricultura em larga escala.

Formatação de um modelo de controle biológico e causas de sua pequena utilização no Brasil

Embora tenhamos uma massa crítica razoável de técnicos formados em controle biológico, ainda, em muitos locais, existe a cultura do controle químico.

A agricultura brasileira, com grandes áreas de uma mesma cultura, com o plantio sequencial das mesmas culturas, com algumas técnicas próprias (milho safrinha, por exemplo) e sem um planejamento com vistas a uma agricultura sustentável, é “perversa” para o controle biológico, principalmente pela dificuldade de se fazer o monitoramento para a liberação de inimigos naturais, além de outros problemas, como disponibilidade do insumo biológico para essas imensas áreas. Embora sejamos líderes em agricultura tropical, com uma tecnologia própria, desenvolvida especialmente nos últimos anos, com grandes avanços tecnológicos, precisamos desenvolver um modelo de controle biológico para a nossa região tropical, pois atualmente o sistema agrícola brasileiro aplica um volume muito grande de agroquímicos (a maioria não seletivo), que leva a desequilíbrios biológicos e, portanto, não compatível com o controle biológico.

Seja o controle biológico clássico ou aplicado, há necessidade de se utilizar produtos seletivos, que nem sempre estão disponíveis ou que, na maioria dos casos, demandam pesquisas mais aprofundadas.

Entretanto, houve avanços, pois os programas passaram a ser inter e multidisciplinares, envolvendo estudos desde a taxonomia até o desenvolvimento de um modelo de simulação com a praga e o parasitoide.³⁶

As pesquisas devem ter uma sequência lógica, desde a definição da cultura e do inimigo natural a ser investigado, com base em estudos de tabela de vida ecológica, até a transferência da tecnologia ao usuário, feita por um serviço de extensão competente.

São necessários estudos da praga e do inimigo natural, ao lado de diferentes etapas, envolvendo taxonomista, ecologista, biólogo, entomologista econômico, especialista em informática, entre outros. Nos dias de hoje, ainda há necessidade de se criarem duas espécies de insetos, a praga (hos-

- ³⁶ PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. Cap. 8. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle Biológico no Brasil... Op. cit.* p. 125-142.

³⁷ CÔNSOLI, F. L. & PARRA, J. R. P. Criação *in vitro* de parasitóides e predadores, Cap. 15. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle Biológico no Brasil...* *Op. cit.* p. 239-275.

CÔNSOLI, F. L. & GRENIER, S. *In vitro* rearing of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. & ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. New York: Springer, 2010. p. 293-313. (Progress in Biological Control, 9)

³⁸ SINGH, P. *Artificial diets for insects, mites and spiders*. Chicago: Plenum Press, 1977. 594 p.

SINGH, P. & MOORE, R. F. *Handbook of insect rearing*. 2 v. Amsterdam: Elsevier, 1985.

COHEN, A. C. *Insect diets: science and technology*. Cleveland: CRS Press, 2004. 324 p.

SCHNEIDER, J. C. (Ed.). *Principles and procedures for rearing high quality insects*. Mississippi: Mississippi State University, 2009. 352 p.

PARRA, J. R. P. Mass rearing of natural enemies. In: CAPINERA, J. L. (Ed.). *Encyclopedia of Entomology*. 2. ed. New York: Springer, 2008. p. 2.301-2.305.

PARRA, J. R. P. O Controle Biológico no Brasil... *Op. cit.*

³⁹ GORDH, G.; LEGNER, E. F. & CALTAGIRONE, L. E. Biology of parasitic Hymenoptera, Cap. 15. In: FISHER, T. W. & BELLOWES Jr., T. S. (Eds.). *Handbook of biological control: principles and applications*. San Diego: Academic Press, 1999. p. 355-381.

⁴⁰ PARRA, J. R. P. A prática do controle biológico de pragas no Brasil. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M. & MALERBO-SOUZA, D. T. *Controle biológico de pragas: na prática*. Piracicaba: CP2, 2006. p. 11-24.

pedeiro natural, o mais comum, ou alternativo, para poucos casos como para *Trichogramma*), e o parasitoide (ou predador), pois os estudos de criação “*in vitro*” não evoluíram como se esperava.³⁷ Porém, a criação do hospedeiro em dietas artificiais, especialmente para Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, proporcionou um grande avanço no setor, especialmente para o Controle Biológico Aplicado, com as criações massais para liberações inundativas que, no começo, eram programas financiados por órgãos governamentais e agora são comercializados por empresas, algumas delas multinacionais.³⁸

São necessários estudos da influência de fatores abióticos como temperatura (exigências térmicas), umidade relativa do ar, luz, aeração e gás carbônico (CO₂) sobre a praga (ou hospedeiro alternativo) e inimigo natural, ao lado de estudos de fatores bióticos como acasalamento, oviposição, alimentação de adultos, enzimas, simbiontes, relações tritróficas etc.

No caso de parasitoides, existem outros aspectos a serem abordados, como ovogênese, absorção de ovos, espermatogênese, estratégia de oviposição e número da prole, regulação de sexo, alimentação do hospedeiro, diapausa e aspectos genéticos, além dos intrincados mecanismos de seleção hospedeira.³⁹

Para *Trichogramma*, as linhagens da mesma espécie podem ser adaptadas às diferentes condições microclimáticas. Assim, uma linhagem para uma região com temperaturas mais altas deve ser proveniente de uma região de clima quente, o mesmo se aplicando para regiões mais frias. Detalhes como este podem levar ao insucesso de um programa de controle biológico.

Assim, são várias as razões pelas quais o controle biológico é pouco utilizado no Brasil, sendo as principais listadas a seguir⁴⁰:

- tradição de agroquímicos;
- especificidade do controle biológico;
- credibilidade do controle biológico;
- conhecimento tecnológico sobre controle biológico;
- disponibilidade do insumo biológico;
- qualidade do inimigo natural produzido;
- seletividade de agroquímicos;
- época de utilização do controle biológico;
- predação no campo dos agentes de controle biológico (a população de predadores em região tropical é muito alta);

- técnicas de liberação;
- custo/benefício;
- seleção de linhagens de inimigos naturais para determinadas áreas;
- fatores ecológicos agindo sobre insetos liberados.

Exemplos de sucesso no Brasil

Muitos exemplos de controle biológico clássico e aplicado podem ser citados para o Brasil, todos com alta eficiência e envolvendo parasitoides (quadro 2).

Quadro 2: Casos de sucesso de Controle Biológico Clássico e Aplicado no Brasil

Cultura	Período	Praga-alvo	Inimigo natural	Referências
Controle Biológico Clássico				
Pastagem	década de 1960 até hoje	Cochonilha-dos-pastos, <i>Antonina graminis</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)	<i>Neodusmetia sangwani</i> (Hymenoptera: Encyrtidae)	Gallo <i>et al.</i> ⁴¹
Trigo	década de 1970	Pulgões do trigo (Hemiptera: Aphididae)	<i>Praon</i> , <i>Ephedrus</i> e <i>Aphidius</i> (Hymenoptera: Braconidae)	Salvadori & Salles ⁴²
Mandioca	década de 1990	Cochonilha-da-mandioca, <i>Phenacoccus herreni</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)	<i>Acerophagus coccoise</i> <i>Anagrus</i> (= <i>Epidinocarsis</i>) <i>diversicornis</i> (Hymenoptera: Encyrtidae)	Bento <i>et al.</i> ⁴³
Citros	décadas de 1990 e 2000	Minador-dos-citros, <i>Phyllocnistis citrella</i> (Lepidoptera: Gracillariidae)	<i>Ageniaspis citricola</i> (Hymenoptera: Encyrtidae)	Parra <i>et al.</i> ⁴⁴
Controle Biológico Aplicado				
Tomateiro industrial	década de 1990	Traça-do-tomateiro, <i>Tuta absoluta</i> (Lepidoptera: Gelechiidae)	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Haji <i>et al.</i> ⁴⁵
Soja	décadas de 1980 e 1990	Percevejos da soja (Hemiptera: Pentatomidae)	<i>Trissolcus basalus</i> (Hymenoptera: Platygastriidae)	Corrêa-Ferreira ⁴⁶
Cana-de-açúcar	década de 1970 até hoje	Broca-da-cana-de-açúcar, <i>D. saccharalis</i>	<i>C. flavipes</i>	Botelho & Macedo ⁴⁷
Cana-de-açúcar	década de 1980 até hoje	Broca-da-cana-de-açúcar, <i>D. saccharalis</i>	<i>Trichogramma galloi</i>	Parra, Botelho & Pinto ⁴⁸

- ⁴¹ GALLO, D. *et al.* (Eds.). *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- ⁴² SALVADORI, J. R. & SALLES, L. A. B. de. Controle biológico dos pulgões do trigo. Cap. 26. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 427-447.
- ⁴³ BENTO, J. M. S. *et al.* Controle biológico da cochonilha da mandioca no Nordeste do Brasil. Cap. 24. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil...* p. 395-408.
- ⁴⁴ PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S.; CHAGAS, M. C. M. & YAMAMOTO, P. T. O controle biológico da larva-minadora-dos-citros. *Visão Agrícola*, v. 1, n. 2, p. 64-67, jul./dez. 2004.
- ⁴⁵ HAJI, F. N. P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J. da S. & ALENCAR, J. A. de. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. Cap. 28. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil...* p. 477-494.
- ⁴⁶ CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basalis* para o controle de percevejos da soja. Cap. 27. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil...* p. 449-476.
- ⁴⁷ BOTELHO, P. S. M. & MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. Cap. 25. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil...* p. 409-425.

O primeiro registro no Brasil da larva-minadora-dos-citros se deu em março de 1996, em Iracemápolis, São Paulo.⁴⁹ *P. citrella* causa danos diretos, atacando folhas novas das brotações cítricas, fazendo galerias (minas) típicas em forma de serpentina (figura 1) e atrofia do tecido foliar, que assume coloração prateada, secando posteriormente e prejudicando o desenvolvimento da planta. Indiretamente, devido às galerias abertas por esta praga, ela tem importante papel no aparecimento e aumento da fonte de inóculo da bactéria fitopatogênica *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, que causa o cancro cítrico, um fator limitante às plantas cítricas. Após o registro de *P. citrella*, houve significativo aumento desta doença em São Paulo.



Figura 1: Dano causado às folhas por *P. citrella*⁵⁰

Logo após a constatação da praga no Brasil, vários parasitoides da família Eulophidae foram encontrados parasitando a larva-minadora. Entretanto, esses parasitoides não foram suficientes para manter a população da praga em nível de equilíbrio. Dessa forma, começaram as aplicações indiscriminadas de organofosforados, piretroides, neonicotinoides e reguladores de crescimento, que muitas vezes levaram a um aumento populacional da praga por desequilíbrios biológicos causados.

Assim, importou-se o parasitoide *A. citricola* que vinha sendo criado nos EUA, no laboratório da Dra. Marjorie Hoy, da Universidade da Flórida, Gainesville. A introdução

⁴⁸ PARRA, J. R. P.; BOTE-LHO, P. S. M. & PINTO, A. de S. Controle Biológico de Pragas como um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). *Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade*. São Paulo: Blucher/Fapesp, 2010. p. 441-450.

⁴⁹ FEICHTENBERGER, E. & RAGA, A. First report of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lep.:Gracillaridae) in Brazil: In: REUNIÃO INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 42., Curitiba, 1996. *Anais...* Curitiba, 1996. p. 445.

⁵⁰ PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S.; CHAGAS, M. C. M. & YAMAMOTO, P. T. O controle biológico da larvadora-dos-citros. *Op. cit.*

⁵¹ CHAGAS, M. C. M. das & PARRA, J. R. P. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae): técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, p. 227-235, 2000.

CHAGAS, M. C. M. das *et al.* *Ageniaspis citricola*: criação e estabelecimento no Brasil. Cap. 23. In: PARRA, J. R. P.; BOTE-LHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil...* p. 377-394.

⁵² CHAGAS, M. C. M. das *et al.* *Ageniaspis citricola*: criação e estabelecimento... *Op. cit.*

foi feita em julho de 1998 por pesquisadores da USP/Esalq, Fundecitrus, Embrapa e Gravena – ManEcol Ltda., com a colaboração da referida pesquisadora americana e suporte financeiro do Fundecitrus e do CNPq.

Trata-se de um parasitoide de 0,8 a 1,1mm de comprimento, coloração preta brilhante, pelos prateados, asas hialinas e nervura marginal separada da submarginal. Parasita ovos e lagartas de 1º ínstar de *P. citrella* e é ectoparasitoide poliembriônico (3 a 10 pupas por ovo ou lagarta parasitados). Seu ciclo é variável, na faixa de 18 a 32°C, de 12 a 46 dias, e o seu limiar térmico inferior de desenvolvimento é de 13,7°C⁵¹ (figura 2).



Figura 2: Ciclo biológico de *P. citrella* e *A. citricola*⁵²

Desenvolveu-se uma técnica de criação bastante simples, mantendo-se as plantas cítricas de limão cravo em pequenos tubetes plásticos pretos, possibilitando a produção de grande quantidade de parasitoides num pequeno espaço (figura 3).

Após o período de quarentena na Embrapa de Jaguariúna, São Paulo, o parasitoide foi liberado em outubro de 1998 nos municípios paulistas de Descalvado e Nova Granada. O parasitoide se estabeleceu e se dispersou cerca de 40km em 45 dias. Daí foi distribuído em cerca de 75 municípios de São Paulo (figura 4) e nos estados de Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Piauí, Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro, e até no Uruguai.

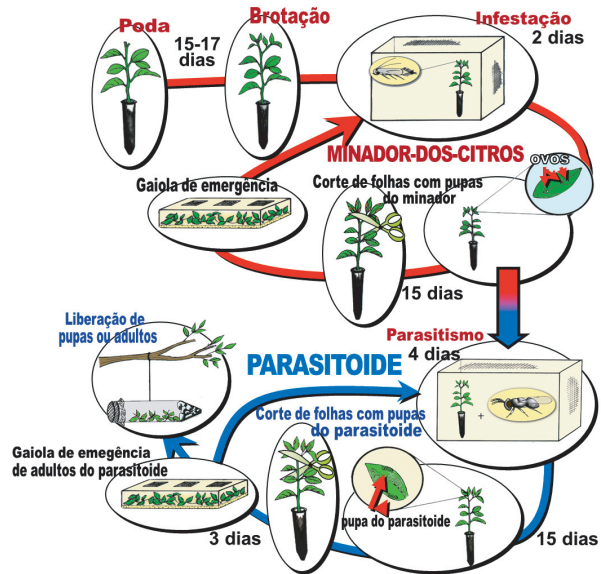


Figura 3: Esquema de produção de *P. citrella* e *A. citricola*, utilizando-se tubetes plásticos⁵³

⁵³ CHAGAS, M. C. M. das et al. *Ageniaspis citricola*: criação e estabelecimento no Brasil. *Op. cit.*

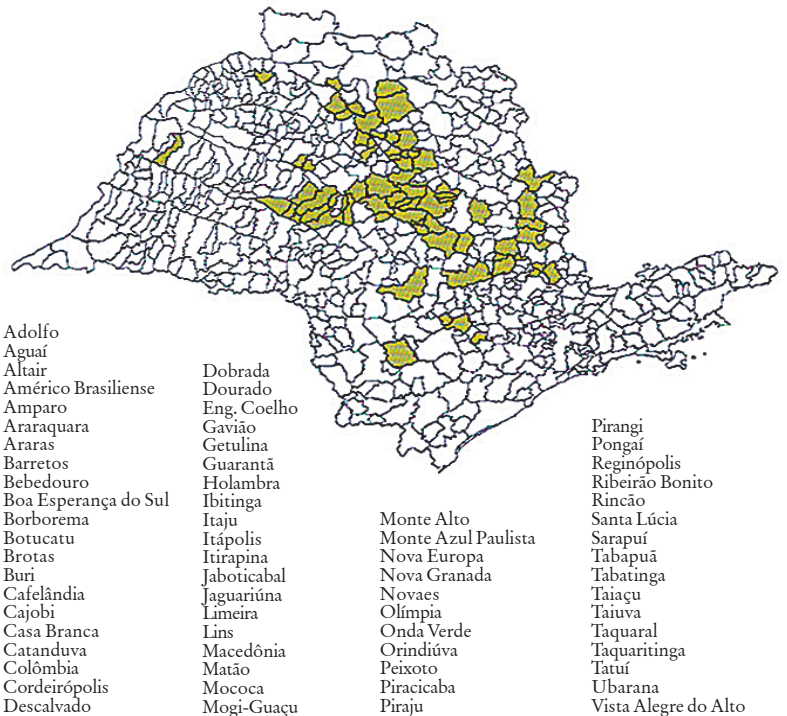


Figura 4: Locais de liberação de *A. citricola* em São Paulo⁵⁴

⁵⁴ PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S.; CHAGAS, M. C. M. & YAMAMOTO, P. T. O controle biológico da larva-minadora-dos-citros. *Op. cit.*

Em 2004, seis anos após o início das liberações, o parasitoide foi encontrado em 100% das áreas citrícolas amostradas, ou seja, em 18.500ha em 22 propriedades das regiões norte, sul, centro e noroeste do Estado de São Paulo, num total de 17 municípios. A adaptação se deu em áreas climaticamente distintas, como no Recôncavo Baiano e em Santa Catarina, no município de Chapecó. O parasitismo persistiu, mesmo em áreas com aplicações sistemáticas de produtos químicos, variando de 40 a 90%. Mesmo em áreas onde o parasitoide não foi liberado o parasitismo chegou a 97%.

Em 2003, as médias de parasitismo em São Paulo foram de 88, 61, 79 e 42%, nas regiões norte, noroeste, central e sul do estado, respectivamente. A adaptação foi maior em regiões mais úmidas. Em Chapecó, o inseto foi liberado em setembro de 2000 e em março de 2001. Os resultados mostraram um parasitismo de 87%, avançando para 90,2% em janeiro de 2002, 95% em abril de 2003 e 100% em março de 2004.⁵⁵ Na Bahia, no Recôncavo Baiano, houve redução da infestação da praga de 68,2 para 9,1%, após a liberação do parasitoide.

Trata-se, portanto, de um caso de sucesso de controle biológico no Brasil. Seis anos após a sua introdução, o parasitoide se encontrava estabelecido em 100% das áreas citrícolas de São Paulo, e permanece assim até hoje.

Em São Paulo, apesar do tamanho do parque citrícola (700.000ha), em termos médios, desde a introdução e incremento de *A. citricola*, houve redução significativa de *P. citrella* (figura 5), com uma liberação não superior a um milhão de parasitoides.

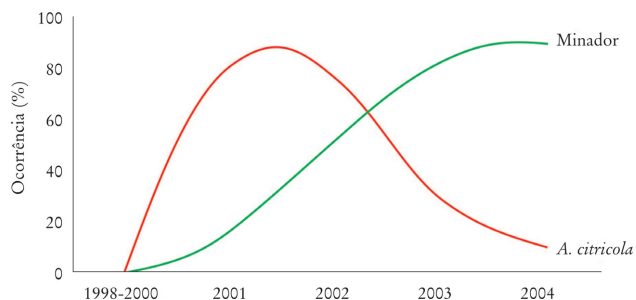


Figura 5: Redução de ocorrência de *P. citrella* após a liberação de *A. citricola*⁵⁶

Em viveiros, onde muitas vezes o parasitoide não tem muita atividade, poderá ser utilizado o feromônio sexual do minador⁵⁷, para monitoramento da praga e posterior indicação para liberação do parasitoide, como parte de um programa de MIP em citros.

⁵⁵ MILANEZ, J. M. Dados não publicados.

⁵⁶ PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S.; CHAGAS, M. C. M. & YAMAMOTO, P. T. O controle biológico da larvaminadora-dos-citros. *Op. cit*

⁵⁷ LEAL, W. S. *et al.* Identification, synthesis and field evaluation of the complete sex pheromone from the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 32, n. 1, p. 155-168, 2006.

José Roberto Postali Parra é engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia e professor da ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.

jrpparra@usp.br

Valmir Antonio Costa é engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia e pesquisador do Instituto Biológico, Campinas, São Paulo.

valmir@biologico.sp.gov.br

Alexandre de Sene Pinto é engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia e professor do Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, São Paulo.

aspinn@uol.com.br