



# CAPÍTULO 11

---

## CONTROL BIOLÓGICO

**Juliana Moraes Boldini**

**Yolvi Prada Millán, Juan Carlos Padilla Osorio**

**Sandra Patricia Montenegro Gómez**

**Mery Rocío Fonseca Lara**

**Ramón Antonio Mosquera Mena**

**Sandra Yamile Pulido Pulido<sup>21</sup>**

### 11.1. Introducción

Actualmente vivimos las consecuencias de la revolución verde en todo el mundo. Podemos observar la intensificación de la producción agrícola con el aumento del uso de diversas tecnologías, como los plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, así mismo, nuevas variedades de cultivos de alto rendimiento, con la intención de aumentar la producción alimentaria y resolver el problema de hambre del mundo después de la segunda guerra mundial (Borlaug, 2003; Suárez & Serrano, 2011).

El uso intensivo de agroquímicos sintéticos en la agricultura, ha causado diversos problemas en el medio ambiente, como la contaminación del agua, del suelo y de los alimentos, causando posiblemente problemas en la salud de los agricultores y consumidores. También la resistencia de plagas y enfermedades a variados principios activos utilizados indiscriminadamente, y desequilibrio biológico con la reducción o eliminación de organismos benéficos que consecuentemente disminuyen la biodiversidad (García, 1997a).

Diversos segmentos de la sociedad han considerado y propuesto una demanda creciente de alternativas de producción que permitan la disminución del impacto ambiental que se ha ocasionado y a su vez atiendan las restricciones ambientales, las necesidades y exigencias de los consumidores. Es así como el control biológico,

---

<sup>21</sup> Docentes Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente  
Correos electrónicos de contacto: juliana.moraes@unad.edu.co, yolvi.prada@unad.edu.co, juan.padilla@unad.edu.co

articulado en el manejo integrado de plagas y enfermedades, se constituye en una de las opciones viables para atender los anhelos de una sociedad consciente, en la búsqueda incesante por soluciones sostenibles a mediano y largo plazo.

El principio básico del control biológico es controlar plagas agrícolas e insectos transmisores de enfermedades, mediante el uso de enemigos naturales. Estos pueden ser otros insectos benéficos, como lo son los depredadores, parasitoides o también microorganismos como bacterias, hongos y virus. Por ser un método racional y amigable con el medio ambiente, no deja residuos en las plantas ni en los alimentos, protegiendo la salud de la población (EMBRAPA, 2018).

Existen al menos tres estrategias básicas para el control biológico de plagas: la *estrategia Clásica*, que consiste en la importación, donde un enemigo natural de una plaga se introduce a una región, con la esperanza de lograr el control. La *Inductiva*, en la cual una gran población de enemigos naturales es administrada para controlar rápidamente las plagas. En este método, los enemigos naturales son liberados periódicamente para restablecer un equilibrio que no haya sido naturalmente controlado, pero si intervenido por otros métodos. Finalmente, encontramos la *Inoculación*, donde la producción y liberación de los enemigos naturales se introduce en grandes cantidades para controlar la plaga rápidamente (Unruh, 1993).

La estrategia que se adopte va a permitir que se controlen las especies que están causando daño a los cultivos; para ello se deben tener en cuenta diferentes aspectos como lo son: la identificación del agente causal de daño, las condiciones ambientales, las especies que habitan en la región y las áreas productivas que están alrededor de la zona a intervenir, entre otras. Cada detalle que se tenga en cuenta proporcionará herramientas que contribuyan a disminuir el umbral de daño y potencializar la intervención natural que se logra con los insectos controladores (Melo, 1985).

La principal característica del control biológico es no causar daños acumulativos a las plantaciones ni a los enemigos naturales. Por estas condiciones, la demanda por los programas de control biológico de plagas ha crecido considerablemente en el mundo, en función de las nuevas directrices internacionales de producción agrícola de favorecer la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos, que es fundamental para el control de la biodiversidad y para provisionar el equilibrio de los ecosistemas (Badii & Abreu, 2006).

Este capítulo tiene como objetivo realizar un abordaje general sobre los conocimientos básicos del control biológico y las consideraciones que se deben tener en cuenta en las alternativas de producción que se adopten, con la idea de despertar interés en el manejo integrado de plagas, visualizando perspectivas promisorias para el futuro, que contribuyan a reducir el uso de pesticidas, mejorando la calidad de los productos agrícolas y minimizando el impacto ambiental mediante la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y la sostenibilidad de los agroecosistemas.

## 11.2. Tipos de control biológico

### 11.2.1. Control biológico clásico

Este método consiste en la introducción de enemigos naturales exóticos para control de determinada maleza, la importación y la colonización de parasitoides o depredadores, con el objetivo de controlar plagas exóticas que están eventualmente activas (Cock, 1996). Para ese caso las liberaciones, de manera general, son inoculativas en donde se hace liberación de pequeñas poblaciones de insectos para control del insecto plaga. El control biológico es considerado como una medida de control a largo plazo, que debe ser aplicado solamente en cultivos semiperenes o perennes, puesto que la población de los enemigos naturales aumenta con el paso del tiempo (Gallo *et al.*, 2002).

### 11.2.2. Control biológico natural

Se refiere al control biológico que ocurre naturalmente en los diferentes agroecosistemas. Este tipo de control se observa cuando el ambiente no es afectado por prácticas culturales erróneas, principalmente con el uso indiscriminado de productos químicos, que afecta tanto a las plagas, como los enemigos naturales disponibles en el medio ambiente (Huffaker & Messenger, 1976).

Por otro lado, puede ser favorecido cuando las prácticas agronómicas se realizan con el fin de conservar los enemigos naturales presentes o cuando se utilizan agroquímicos selectivos para el manejo integrado de plagas (MIP) (Barbosa, 1998), siendo importante por ser responsable de la mortalidad natural en el agroecosistema y, consecuentemente, por el mantenimiento del nivel de equilibrio de las plagas (Parra *et al.*, 2002). Como ejemplo se tiene el caso del depredador natural *Cryptolaemus montrouzieri*, llamado comúnmente de mariquita negra o mariquita marrón, un coleóptero que se alimentan de los áfidos, ejerciendo gran control de esta plaga, como se muestra en la Figura 11.1.



**Figura 11.1.** Adulto de mariquita negra (*C. montrouzieri*), predando áfidos.

Fuente: <https://controle-de-pragas.webnode.pt/controle-biologico-de-pragas/>

### 11.2.3. Control biológico aplicado (CBA)

Se trata de liberaciones en masa de parasitoides o depredadores (después de la creación masiva en laboratorio), buscando la reducción de la población de la plaga hasta su nivel de equilibrio. Este tipo de control es bien aceptado por el usuario, ya que presenta un tipo de acción rápida, similar a la aplicación de insecticidas convencionales. El CBA se refiere al concepto básico de control biológico conocido como multiplicación (creaciones de masas), que presentó gran desarrollo con la utilización de dietas artificiales para insectos, especialmente a partir de la década del 70 del siglo pasado (Capalbo, 2006).

Para la producción masiva y eficiente de los predadores en laboratorio, se deben tener en cuenta los factores extrínsecos, que son las técnicas utilizadas para la multiplicación de los insectos, materiales empleados, la manipulación de las fases de desarrollo, el control de calidad y los costos de producción. Los factores intrínsecos están relacionados con la fisiología del insecto, como la adaptabilidad a la dieta, el potencial reproductivo, la fecundidad y la fertilidad (Carvalho & Souza, 2000). Un ejemplo de este control se observa en el cultivo de la caña de azúcar, donde se controla *Diatraea saccharalis* con la multiplicación en laboratorio del enemigo natural *Cotesia flavipes* y su posterior liberación en campo en el cultivo de caña de azúcar (Figura 11.2).



**Figura 11.2.** Adulto de *Cotesia flavipes* parasitando larva de *D. saccharalis*.

Fuente: Vasconcelos (2012).

### 11.3. Enemigos naturales más utilizados en el control biológico

La idea de utilizar otros insectos para reducir las poblaciones de plagas en cultivos surgió desde épocas muy antiguas. En el siglo III a. C., los chinos fueron los primeros en utilizar predadores de hormigas, de la especie *Oecophylla smaragdina* (Fabr.) para el control de lepidópteros en cultivo de cítricos (Van den Bosch *et al.*, 1982). El control del "pulgón" blanco (*Icerya customaersasi* Maskell) con la introducción de *Rodolia cardinalis* (Mulsant) importada de Australia en 1888, fue el primer caso exitoso de control biológico ocurrido en California (Caltagirone, 1981).

Dentro de los enemigos naturales, el orden Hymenoptera es el más utilizado, en menor grado el orden Diptera (Greathead, 1986) y luego el orden Dermaptera (Silva & Brito, 2014). Las familias del orden Hymenoptera más empleadas para el control biológico son: Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae, Aphelinidae y Chalcidoidea. En los dípteros el grupo más utilizado es la familia Tachinidae (Greathead, 1986). Los representantes de los órdenes Strepsiptera, Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae, Meloidae y Rhipiphoridae), Lepidoptera (Pyralidae y Epi-pyropidae) y Neuroptera (Mantispidae) son de menor importancia como parasitoides (Godfray, 1994). En las familias de predadores de plagas, Anthocoridae, Pentatomidae, Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Cecidomyiidae, Syrphidae y Formicidae son comúnmente las más encontradas (Borrer *et al.*, 1989).

#### **11.4. Control biológico en Manejo Integrado de Plagas (MIP)**

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha tomado mayor importancia en la medida que se conocen diferentes alternativas de producción, las cuales integran diversas técnicas, permitiendo controlar las plagas sin el abuso de agroquímicos, enfocando el manejo y la producción hacia una agricultura sostenible. Entre los métodos de control de plagas empleados en este sistema se pueden destacar, la potencialidad en resistencia de plantas, el control cultural, físico, mecánico, por comportamiento y el biológico. En este último, el control se realiza a través de la utilización de parasitoides, predadores y hongos entomopatógenos (Nava *et al.*, 2006).

Para lograr el éxito de este método, se debe contar con previo conocimiento del grado de afectación que presenta el cultivo, el tipo de ataque y las posibles especies causantes, todo esto se puede deducir del monitoreo que se realice a la plantación; de allí la importancia que se logre con la rigurosidad en el manejo de las especies. En este caso, el control biológico se constituye, al lado de la taxonomía, el nivel de control y del muestreo, en uno de los pilares de sustentación de cualquier programa de MIP (Hagen & Franz, 1973).

Además, es importante en el MIP, articular diferentes acciones o métodos que permitan que el control biológico sea amigable con el medio ambiente, a través de prácticas culturales, agronómicas y agroecológicas; al igual que el ambiente y el lugar faciliten la adaptación de las especies encargadas de realizar el control de manera natural (Cruz, 2002).

Los programas de MIP son tratados por expertos en el área de control en función del conocimiento del agente causal, el tipo de daño, el grado de afectación de la plantación y el reconocimiento de las especies (plagas o insectos benéficos) que se encuentran en el monitoreo. Para una estrategia de manejo integrado se definen los objetivos que se pretenden alcanzar, por ejemplo: la estrategia se resume en el control de plagas basado en variables económicas, ecológicas y toxicológicas, pero que adoptan como principios, beneficiarse de los factores naturales que limitan las condiciones de las poblaciones de plagas, respetando los umbrales de tolerancia de las plantas al ataque de patógenos (Brader, 1975).

Tanto el control biológico como el MIP enfrentan serios obstáculos debido a la falta de datos biológicos fundamentales y de conocimientos necesarios para el desarrollo de sistemas de producción, económica, social y ecológicamente

adecuados (Cruz, 2002). En gran medida se atribuye al despliegue publicitario que han promovido las empresas de agroquímicos para generar la necesidad y causar el desequilibrio en los ecosistemas. La pérdida histórica de actividades que las generaciones anteriores realizaban en el campo, y el interés de retomar y adoptar prácticas que arrojen resultados beneficiosos, que sean transferidos y registrados para fortalecer los sistemas de producción; teniendo en cuenta que, como todo proceso, es de tiempo, más aún cuando se han intervenido por un largo tiempo los ecosistemas.

Para analizar mejor sobre estos problemas se debe:

- a. Desarrollar métodos eficientes, eficaces y evidenciables.
- b. Expansión e integración del control biológico dentro del sistema de MIP.
- c. Fortalecer el conocimiento del control biológico registrando, sistematizando, transfiriendo y visibilizando la información.
- d. Proposición de una visión científica, social, económica y educativa para sensibilizar a la opinión pública sobre las técnicas de MIP.

En resumen, si se informa, evidencia y sensibiliza a los autores principales del sistema de producción, inmediatamente se logra fortalecer las alternativas de producción amigables con el medio ambiente.

Alrededor de este tema surge un gran cuestionamiento, que tanto los productores como los investigadores se hacen y es ¿cómo utilizar de la mejor manera posible los agentes de control biológico contra una plaga, en situaciones en que los insecticidas químicos son necesarios para controlar otras plagas que no tienen enemigos disponibles en cantidad suficiente? En estos casos, siempre es útil tratar de protegerlos evitando el uso de prácticas inadecuadas, incluso conservando o aumentando su número en épocas críticas.

Se puede también pensar en el desarrollo de razas de enemigos naturales más tolerantes a los insecticidas. Una vez que se haya decidido por el uso del control biológico, su implementación dependerá de la conservación y la mejora de los parasitoides y predadores ya disponibles, por medio de la manipulación del ambiente de alguna manera favorable, de la importación y colonización de parasitoides y depredadores contra plagas nativas o exóticas, y de la eficiencia y economía de la creación masiva en laboratorio (Cruz, 2002).

El control biológico tiende a ser cada vez más utilizado, al lado de otras alternativas de control como feromonas sexuales, resistencia de plantas a insectos, métodos físicos, culturales, etcétera; así como la biotecnología, que contribuirá a que el control biológico desarrolle innovaciones, incluyendo plantas transgénicas con genes de patógenos, o incluso plantas transformadas que contengan inhibidores (Pompermayer *et al.*, 2001).

### **11.5. Consideraciones finales**

Por las exigencias de los mercados nacionales e internacionales en la búsqueda de productos de calidad, libres de exceso de agroquímicos o síntesis química de alta residualidad, el control biológico asume una importancia cada vez mayor por ser un método eficiente para el mantenimiento de las plagas, por debajo del nivel de daño económico. También llevando la producción de alimentos hacia una agricultura sostenible, sin impactos nefastos para el medio ambiente y la salud humana.

El control biológico viene constituyéndose en un significativo mecanismo de control, que puede asociarse a otros métodos en cualquier programa de MIP, obteniendo resultados muy eficientes. Sin embargo, es necesario que exista una política pública que proporcione un incentivo por parte de entes gubernamentales privados para la adopción de alternativas de producción sostenible, que reduzcan la utilización de agroquímicos de alto impacto; y, de esta manera, aumentar la utilización del control biológico y el MIP, tanto en Colombia como en otros países.

### **11.6. Estudio de caso**

Según García (1997b), ingeniera agrónoma de AGROSAVIA (antes Corpoica), en Colombia, específicamente en el departamento del Valle del Cauca, se han logrado implementar programas de MIP en cultivos comerciales de tomate, frijol, plátano, algodón, maíz, yuca, sorgo, soya y algunos frutales, con la finalidad de evitar el uso de insecticidas de síntesis química y permitir la restauración de los ecosistemas biológicamente alterados.

Durante los últimos veinte años, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y AGROSAVIA han concentrado la investigación entomológica en la búsqueda de alternativas tendientes a enriquecer y diversificar los programas de MIP, entre los cuales se destaca el empleo masivo y continuado de *Trichogramma pretiosum*

(Figura 11.4), conjuntamente con agentes benéficos nativos, así como medidas culturales, microbiológicas y físicas, siendo decisivas para alcanzar el equilibrio biológico, reduciendo notablemente las aspersiones de insecticidas.



**Figura 11.4.** Adulto de *T. pretiosum*.

Fuente: [http://www.nbair.res.in/Biocontrol\\_Agents/images/Tpretios1.jpg](http://www.nbair.res.in/Biocontrol_Agents/images/Tpretios1.jpg)

Las investigaciones buscan probar la efectividad del parasitoide *Trichogramma* a nivel de campo, con el fin estudiar su comportamiento y obtener los más elevados niveles de parasitismo que determinen un manejo adecuado del insumo biológico. De igual forma, la institución se preocupa por asegurar la calidad del material vendido y suministrado al agricultor, garantizando el proceso de producción del parasitoide a escala comercial.

La experiencia confirma que los parasitismos alcanzados por *Trichogramma* superan entre el 80 y 90% de las oviposiciones, indicando que el cultivo está protegido de daño por larvas, las cuales difícilmente pueden ser detectadas sobre las plantas. El uso continuo del control biológico con la liberación de *Trichogramma* en cultivos del Valle del Cauca, ha permitido dejar de aplicar insecticidas en más de 200.000 hectáreas, propiciando también el resurgimiento y la multiplicación de diversas especies de parasitoides, depredadores y entomopatógenos, que prácticamente habían desaparecido y que complementan la eficaz acción de *Trichogramma* en campo.

Por otro lado, es importante destacar la reducción económica en gasto de insumos de control químico, ya que el uso de insecticidas se estima entre 50 a 70% de los costos de inversión, presentándose situaciones en las cuales se pasó de tener más

de 20 aspersiones por cosecha de algodón a un manejo biológico de 200 pulgadas de *Trichogramma* por hectárea. ¿Cómo no reflexionar ante este tipo de evidencias que permiten comprobar que el control biológico y el MIP, son herramientas fundamentales para mitigar el impacto ambiental y lograr una producción sana?

### 11.7. Evaluación del capítulo

1. ¿Por qué es considerado el control biológico como un servicio ecosistémico?
2. ¿El control biológico es inofensivo para el medio ambiente, salud humana y animal?
3. ¿Cuándo aplicar el control biológico?
4. ¿Cuáles son las ventajas del control biológico?
5. ¿Cómo se aplican los productos para control biológico?

---

### Referencias

- Badii, M.H. & Abreu, J.L. (2006) Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biological control a sustainable way of pest control). *International Journal of Good Conscience*, 1(1), 82-89.
- Barbosa, P. (1998). *Conservation biological control*. San Diego, United States: Academic.
- Borlaug, E. (2003). The green revolution: Its origins and contributions to world agriculture. *Journal Bioresource Science*. 4,11-22.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. (1989). *An introduction to the study of insects*. Orlando, Holt: Rinehart and Winston.
- Brader, L. (1975). Integrated control, a new approach in crop protection. En C.R. Symp (Ed), *Lutte intégrée en vergers* (pp.9-16), Bolzano, Italia: OILB/SROP.
- Caltagirone, L.E. (1981). Landmark Examples in Classical Biological Control. *Annual Review of Entomology*, 26, 213-232.
- Capalbo, D.M. (2006). Comercialização de agentes microbiológicos para controle de pragas: experiências de países da América Latina. En E.C. Oliveira Filho & R.G. Monnerat (Eds.). *Fundamentos para a regulação de semioquímicos, inimigos naturais e agentes microbiológicos de controle de pragas*. (p.279-292). Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Carvalho, C.F. & Souza, B. (2000). Métodos de criação e produção de crisopídeos. En V.H.P. Bueno (Ed). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. (pp. 91-109). Lavras, Brasil: UFLA.
- Cock, M.J.W. Control biológico de malezas. En R. Labrada, J.C. Caseley & C. Parker (Eds). *Manejo de malezas para países em desarrollo* (pp. 183-190). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- Cruz, I. (2002). Controle Biológico em Manejo Integrado de Pragas. En J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa Ferreira, J.M.S. Bento (Eds). *Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. (pp. 543-579). São Paulo, Brasil.
- EMBRAPA (2018) *Biological control*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recuperado de: <https://www.embrapa.br/en/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>.
- Gallo, D.; Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., ... & Omoto, C. (2002). *Entomologia Agrícola*. Piracicaba, Brasil: FEALQ.
- García, J. E. (1997a). Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente. *Agronomía mesoamericana*. 8(1), 119-135.
- García, R.F. (1997b). Colombia, líder en control biológico de plagas. AUPEC: Universidad del Vale. Recuperado de: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/junio97/boletin41/plagas.html>
- Godfray, H. C. J. (1994) *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*. Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos: Princeton University Press.
- Greathead, D.J. (1986). Parasitoids in classical biological control. En J.K. Waage & D. J. Greathead (Eds). *Insect parasitoids*. (pp. 290-318.). New York, Estados Unidos: Academic Press.
- Hagen, K.S. & Franz, J.M. (1973). A history of biological control. *Annual Review of Entomology*, 18, 325-384.
- Huffaker, C.B. & Messenger, P.S. (1976). *Theory and practice of biological control*. New York: Academic Press.
- Melo, G.S. (1985). *Controle biológico e práticas*. (IPA. Comunicado Técnico, 27) Recife: IPA.
- Nava, D.E., Silva, E.S., Guimarães, J.A., Díez-Rodríguez, G.I., Garcia, M.S., Batista Filho, A., ... & Sato, M.E. (2006). Controle biológico de pragas de frutíferas. En A.S. Pinto, D.E. Nava, M.M. Rossi, D.T. Malerbo-Souza (Eds). *Controle Biológico na Prática* (pp. 113-129). Piracicaba, Brasil: ESALQ/USP.
- Parra, J.R.P., Botelho, P.S.M., Corrêa-Ferreira, S. & Bento, J.M.S. (2002). Controle Biológico: Terminología. En J.R. Parra, P.S. M. Botelho, S. Corrêa-Ferreira, J.M.S. Bento. *Controle Biológico no Brasil, Parasitóides e Predadores* (pp. 1-13). São Paulo, Brasil: Manole.
- Pompermayer, P.; Lopes, A.R., Terra, W.R., Parra, J.R.P., Falco, M.C. & Silva-Filho, M.C. (2001). Effects of soybean proteinase inhibitor on development, survival and reproductive potential of sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 99, 79- 85.
- Silva, A.B. & Brito, J.M. (2014). Bioecología de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabidiidae). *Revista Verde*, 9(5), p. 55-61.
- Suárez, M.D.G. & Serrano, H. (2011). *La Revolución Verde y sus consecuencias*. No. 72. Recuperado de: <https://tecnogro.com.mx/revista/no-72/la-revolución-verde-y-sus-consecuencias/>
- Unruh, T.R. (1993). *Biological control. Orchard Pest Management Online*. Washington D. C., United States: Washington State University. Recuperado de: <http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displaySpecies.php?pn=-40>.
- Van Den Bosch, R., Messenger, P. S. & Gutierrez, A. P. (1982). *An introduction to biological control*. New York, Estados Unidos: Plenum Press.
- Vasconcelos, Y. (2012). Inseto contra inseto. *Revista de Pesquisa FAPESP*, 194, 68-73. Recuperado de: [http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/05/Pesquisa\\_195-26.pdf](http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/05/Pesquisa_195-26.pdf)