







# El control biológico en la educación agrícola: una alternativa sustentable

Biological control in agricultural education: a sustainable alternative

Jazmín Garza-Sánchez<sup>1</sup> , Juana María Coronado-Blanco<sup>1\*</sup> ,  
Luis Ángel Rodríguez-Del-Bosque<sup>2</sup> , Eduardo Osorio-Hernández<sup>1</sup> ,  
Benigno Estrada-Drouaillet<sup>1</sup> , Andrey Ivanovich Khalaim<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos, 87149, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Av. Progreso N° 5 piso, Barrio de Santa Catarina, 04010, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México.

\*Autor de correspondencia: jmcoronado@docentes.uat.edu.mx

## RESUMEN

El control biológico es el uso de enemigos naturales, como parasitoides, depredadores y entomopatógenos, y se utiliza como una estrategia en el manejo integrado de plagas, con el fin de reducir o minimizar daños en cultivos de manera ecológica y, por lo tanto, resulta ser una alternativa sustentable. Fomenta el uso correcto de los recursos que se tienen, además de promover la práctica del cuidado ambiental en la sociedad para aspirar a un futuro sostenible. En este sentido, este trabajo es una revisión de algunas investigaciones que muestran al control biológico como parte de la agricultura orgánica y como una herramienta de control de plagas, con un enfoque en la concientización para establecer planes de acción, enfocados en la educación agrícola con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus resultados a través del tiempo.

## PALABRAS CLAVE

Insectos, agricultura orgánica, sustentabilidad.

## ABSTRACT

Biological control is the use of natural enemies such as parasitoids, predators, and entomopathogens. It is one of the strategies used in integrated pest management to reduce or minimize damage to crops in an ecological way, and, therefore, it turns out to be a sustainable alternative. It helps to promote the correct use of the resources that are available, in addition to promoting the practice of environmental care in society aiming for a sustainable future. This study is a review of some research that shows biological control as part of organic agriculture and as a pest control tool, so as to raise awareness in society to establish action plans focused on environmental education based on the Sustainable Development Goals (SDG) and their results over time.

## KEYWORDS

Insects, organic agriculture, sustainability.

### Fecha de recepción:

10 de septiembre de 2022

### Fecha de aceptación:

24 de mayo de 2023

### Disponible en línea:

27 de octubre de 2023

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



### Reconocimiento-

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0)

## INTRODUCCIÓN

El control biológico se refiere al uso de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) como estrategia para reducir los daños producidos por insectos plaga en los cultivos y minimizarlos por debajo de un punto que no afecte al productor económicamente (Bengochea et al. 2014). Para el productor, es una alternativa rentable, a partir del monitoreo en campo, para la toma de decisiones con base en parámetros como la biología y ecología tanto de la plaga, como del tipo de cultivo en que se encuentra (Norman et al. 2021).

En la agricultura orgánica, el control biológico desempeña un papel importante en el desarrollo de diversos cultivos al brindar un hábitat a los enemigos naturales, además de ser un sistema de producción con una excelente sostenibilidad. Asimismo, las normas orgánicas se pueden utilizar para generar productos de calidad, que le permitan al consumidor asegurar su bienestar en la salud (Martínez Bernal et al. 2012). Aunque los plaguicidas sintéticos son una de las armas más efectivas para el control de plagas agrícolas, no sólo provocan elevados riesgos para el ser humano y su entorno —principalmente en la salud de las personas que tienen mayor contacto con éstos y que pueden sufrir intoxicaciones—, sino que implican costos elevados para su aplicación, contaminación ambiental y, por consecuencia, disminución de enemigos naturales y especies silvestres, además del desarrollo de resistencia de las plagas (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza 2012).

En la actualidad, es de gran importancia el plan estratégico llevado a cabo en el manejo de los cultivos con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), creados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU 2021). Éstos ayudan a tratar los desafíos ambientales, políticos y económicos a nivel mundial con propuestas alternas sostenibles (Martínez-Agut 2015).

Al respecto, cabe señalar que la relación equilibrada entre la sociedad y la naturaleza es necesaria para poder implementar y alcanzar las metas propuestas; por ello, en este manuscrito se señalan como punto de partida el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables), los cuales se enfocan en el control biológico como una estra-

tegia para cuidar los agroecosistemas, concientizar a la sociedad y hacer de nuestros alimentos productos orgánicos de calidad, pues, con el tiempo, ha aumentado el deterioro ambiental y, con esto, las plagas y enfermedades en los cultivos (Powers y McSorley 2001). Por tanto, el objetivo de esta revisión es describir el control biológico como una alternativa sustentable y señalar su importancia en la educación agrícola para la producción de cultivos orgánicos.

### ¿Qué es la sostenibilidad?

El concepto de *sostenibilidad*, introducido en 1987 por la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, hace referencia al proceso en el cual se cubren las necesidades actuales sin comprometer los recursos necesarios para las generaciones futuras (Sánchez 2009). De acuerdo con otros autores, la sostenibilidad es un proceso que ayuda a la conservación de los recursos naturales a través del tiempo, y que abarca necesidades de los ámbitos económico, ecológico y social (Fallas et al. 2009; Matailo-Ramírez et al. 2019). En este contexto y dados los costos que pudiese generar el proceso de la agricultura, se plantean interrogantes sobre la viabilidad de las prácticas actuales en la agricultura referentes a la producción, pues la forma en la cual ésta se lleva a cabo repercute de manera importante en los aspectos social, económico y ambiental (Altieri y Nicholls 2000).

### Agricultura sostenible

En la agricultura, el desarrollo sostenible es conocido también como el conjunto de prácticas que pueden satisfacer las necesidades que benefician a una sociedad a través de los ecosistemas (Ruiz 1994) y, a su vez, proveer una calidad en el desarrollo de los alimentos; es decir, desarrollo sostenible es todo aquello que tenga el propósito de brindar el potencial ecológico y socioeconómico que hace posible una calidad en los alimentos que consumimos. Esta idea la comparten Pacheco-Hernández et al. (2015), quienes, además, ante la intensa explotación en los sistemas de producción agrícola, consideran la necesidad de fomentar el control biológico y de evaluar el impacto ambiental. Por lo tanto, el acercamiento inicial de la sociedad a la con-

cientización sobre los problemas del entorno requiere de un plan estratégico para el logro de un desarrollo agrario sostenible (Rivas et al. 2012).

### Agricultura orgánica

La agricultura orgánica promueve la protección de los suelos y los cultivos a través de prácticas tales como el reciclado de nutrientes y de materia orgánica (mediante el uso de compostas y coberturas de suelo), así como las rotaciones de cultivo, pero no el uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Los criterios fundamentales de la NOM-037-FITO-1995 (SG 1997) para el manejo de la producción agrícola orgánica están creados en función de ciclos naturales y prácticas que minimicen la carga ambiental del sistema productivo; por consiguiente, su principal característica es la prohibición de agroquímicos por lo menos dos años antes de la siembra en cultivos transitorios (de temporada corta) y tres años para cultivos perennes (de temporadas largas en el que se obtienen varias cosechas). Por su parte, el empleo de fertilizantes de síntesis química y la aplicación de tecnología de ADN recombinante, así como también el fomento de uso de composta están excluidos de las prácticas concernientes a los sistemas productivos orgánicos (FAO 2016).

### El control biológico y sus beneficios en la agricultura

El término *plaga* se refiere a “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales” que llega a ocasionar grandes pérdidas en la producción agrícola a nivel mundial, por miles de millones de dólares al año, lo que puede propiciar la necesidad de obtener una mayor producción de alimentos a futuro, para sustentar el consumo de la población que se incrementará exponencialmente (FAO 2016).

La Ley Federal de Sanidad Vegetal (CEUM 2011) tiene como objetivo la promoción, regulación y aplicación certificada de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción de vegetales, y menciona conceptos importantes, como: “Agente de Control Biológico: Parasitoide, depredador, entomopatógeno u organismo antagonista empleado para el control y regulación de poblaciones de plagas”; “Plaga: Forma de vida vegetal o animal o agente patógeno,

dañino o potencialmente dañino a los vegetales”. Además, define plaga cuarentenaria, plaguicida, plaga exótica, entre otros.

Arredondo-Bernal et al. (2020) mencionan también la terminología utilizada en el control biológico, junto con su terminología en inglés, con el objetivo de unificar definiciones y que sirva de apoyo a aquellos interesados en el área.

Otro concepto relacionado con el control biológico es el Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual se basa en la combinación de diferentes estrategias que proporcionan un plan para el control de plagas agrícolas (Flint y Van Den Bosch 1981); al respecto, el control biológico fue la táctica clave que tuvo éxito en el programa de MIP en cítricos (Niu et al. 2014). El control biológico es una herramienta de importancia ecológica rentable y representa una alternativa excelente; uno de sus beneficios es la disminución de densidad poblacional de la plaga (Norman et al. 2021). Además, cada vez existe una mayor demanda de métodos de control biológico por los beneficios que aporta, tanto económicos como ambientales. Por lo tanto, mientras más se utilice este método, habrá una mayor disminución de uso de plaguicidas, lo que reducirá la utilización de agroquímicos peligrosos para la salud del ser humano.

Sin embargo, nuestro esfuerzo colectivo y el conocimiento continuo sobre la aplicación del control biológico determinarán qué tan efectivamente se mantendrá como una alternativa sustentable (Jin-Zhi et al. 2014). Por lo tanto, es necesario reconsiderar los efectos que causa la implementación excesiva de plaguicidas y las posibles estrategias de equilibrio ecológico, usando el control biológico para mejorar en los aspectos agroecológicos, económicos y culturales (Zepeda-Jazo 2018). En los cuadros 1, 2 y 3, se destacan especies de enemigos naturales de las cuales se han realizado estudios respecto a las plagas que controlan. En comparación con el directorio de laboratorios reproductores y comercializadores de agentes de control biológico en México (SENASICA 2023), el cual registra 80 laboratorios en 28 estados, dedicados a la reproducción de organismos benéficos, entre los cuales se destacan con mayor reproducción los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea*, seguido de especies parasitoides como *Trichogramma* spp. y *Tamarixia radiata*, entre otras, cabe mencionar que, a pesar de existir registros de especies

depredadoras en el directorio, son limitados los laboratorios que se dedican a la reproducción de éstas. En adición a esto, Van Driesche et al. (2007) mencionan en uno de sus capítulos los aspectos importantes sobre el control biológico de plagas y casos exitosos en países de América Latina. Por otro lado, Gutiérrez-Ramírez et al. (2013) reportan un listado de especies parasitoides, sus hospederos y el cultivo en donde se encontraron; destacan dos superfamilias (Chalcidoidea e Ichneumonoidea), utilizadas en control biológico en el estado de Nayarit, mientras que Coronado-Blanco (2011) presenta una extensa recopilación de registros de braconidos, familia perteneciente a la superfamilia Ichneumonoidea, como parasitoides de diversos hospederos registrados en localidades de Tamaulipas; en este mismo estado, Ruíz (2010) presenta un listado de

especies de la familia Ichneumonidae y sus hospederos, en adición a las especies parasitoides. Trjapitzin et al. (2008) muestran un listado de hospederos de la familia Encyrtidae y la importancia agrícola en México de estas especies como agentes de control biológico. Por otra parte, Motta-Delgado y Murcia-Ordoñez (2011) describen especies de hongos entomopatógenos de mayor uso en el control biológico, así como su formulación, estudios a nivel *in vitro* e *in situ*, para concluir con su importancia ecológica para la regulación de insectos plaga y el posible impacto negativo si dichos métodos de formulación o investigación del hongo-hospedero son erróneas o mal aplicadas.

**Cuadro 1. Ejemplos de parasitoides, plagas que controlan, cultivos y localidades registradas en México y Nicaragua.**

ORDEN Superfamilia Familia Parasitoide	Plaga que controla (nombre común/científico)	Cultivo	Localidad registrada	Fuente
HYMENOPTERA				
Chalcidoidea				
Aphelinidae				
<i>Aphelinus</i> spp.	Pulgón / <i>Therioaphis trifolii</i> (Monell)	Alfalfa	México	Noyes 2011
<i>Encarsia</i> spp.	Mosca prieta de los cítricos / <i>Aleurocanthus woglumi</i> (Ashby)	Cítricos	México (Tamaulipas)	Myartseva y Ruíz-Cancino 2000
<i>Eretmocerus leucaenae</i> Myartseva	Mosquita blanca / <i>Tetraleurodes</i> spp.	Tepehuaje	México (Tamaulipas)	Myartseva et al. 2015
Trichogrammatidae				
<i>Trichogramma</i> spp.	Palomilla de los cereales / <i>Sitotroga cerealella</i> Olivier	Algodón	Nicaragua (El Viejo, Estelí)	Cano 2001; Morales et al. 2007
	Barrenador de la caña / <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius)	Caña de azúcar		
	Gusano cachudo de la yuca / <i>Manduca sexta</i> L.	Tomate		
	Oruga medidora / <i>Alabama argillacea</i> (Hübner)	Algodón		
Ichneumonoidea				
Braconidae				
<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson)	Pulgón amarillo / <i>Melanaphis sacchari</i> (Zehntner)	Sorgo	México (Colima y Tamaulipas)	Rodríguez-Vélez et al. 2019
Ichneumonidae				
<i>Bathyplectes curculionis</i> (Thomson)	Picudo egipcio / <i>Hypera brunneipennis</i> (Boheman)	Alfalfa	México	Carrillo 1985

**Cuadro 2. Ejemplos de depredadores, plagas que controlan, cultivos y localidades registradas en México y Nicaragua.**

ORDEN Familia Depredador	Plaga que controla (nombre común/científico)	Cultivo	Localidad registrada	Fuente
<b>COLEOPTERA</b>				
Coccinellidae				
<i>Cycloneda sanguinea</i> L.	Pulgón / <i>Melanaphis sacchari</i> (Zehntner)	Sorgo	México (Morelos)	Gutiérrez-Gómez et al. 2018
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas				
<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville				
<b>DIPTERA</b>				
Syrphidae				
<i>Toxomerus</i> aff. <i>pulchellus</i> (Macquart)	Pulgón amarillo / <i>Melanaphis sacchari</i>	Sorgo	México (Morelos)	Gutiérrez-Gómez et al. 2018
<i>T. pollitus</i> (Say)				
<i>T. aff. dispar</i> (Fabricius)				
<b>NEUROPTERA</b>				
Chrysopidae				
<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen)	Gusano cogollero / <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Maíz	Nicaragua (El Viejo, Estelí)	Cano 2001
	Gusano del fruto / <i>Diaphania</i> sp.	Melón		
	Pulgón / <i>Aphis gossypii</i> Glover	Algodón		
	Gusano de soya / <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner	Soya		
	Barrenador / <i>Diatraea saccharalis</i>	Caña		
	Bellotero / <i>Heliothis virescens</i> (Fabricius)	Maíz		
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Pulgón / <i>Melanaphis sacchari</i>	Sorgo	México (Morelos)	Gutiérrez-Gómez et al. 2018

### La educación ambiental

La seguridad alimentaria es importante en las comunidades rurales agrícolas, sin embargo, esta práctica no se limita únicamente a este sector, sino que incluye la responsabilidad de un desarrollo sostenible, por lo que involucra la colaboración de toda la sociedad, de ahí la necesidad de que en el sistema educativo se implementen estrategias o programas que incluyan la interacción entre ambiente y sociedad para comprender la actividad agrícola como parte de la formación ambiental (Paredes et al. 2015).

No se debe olvidar que la agricultura debe planearse de forma estratégica y, sobre todo, que sus problemas no sólo afectan a los agricultores, sino que, por sus repercusiones, se extienden en conjunto a la sociedad (Bello et al. 2008). El futuro de la agricultura está en todos y sería una alternativa excelente incluir el control biológico como parte de la educación formativa a nivel básico e incluirlo como tema de relevancia en la educación agrícola en el sistema educativo, lo que ayudaría a favorecer una futura seguridad alimentaria y salud personal, así como obtener productos de calidad y, a su vez, sostenibilidad en los agroecosistemas. Como

**Cuadro 3. Ejemplos de entomopatógenos, plagas que controlan, cultivos y localidades registradas en México.**

Orden Familia Entomopatógeno	Plaga que controla (nombre común/científico)	Cultivo	Localidad registrada	Fuente
Hypocreales Clavicipitaceae				
<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo)	Picudo del nopal / <i>Metamasius spinolae</i> (Gyllenhal)	Nopal	México (Morelos)	Orduño-Cruz et al. 2011
	Pulgón / <i>Melanaphis sacchari</i> (Zehntner)	Sorgo	México (Morelos)	Gutiérrez-Gómez et al. 2018
	Picudo de la guayaba / <i>Conotrachelus dimidiatus</i> Champion	Guayaba	México (Aguascalientes)	Cerna-Chávez et al. 2021
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschnikoff)	Langosta centroamericana / <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> (Walker)	Maíz, sorgo, caña, frijol, soya	México (Tamaulipas)	Barrientos-Lozano et al. 2005
	Pulgón / <i>Melanaphis sacchari</i>	Sorgo	México (Morelos)	Gutiérrez-Gómez et al. 2018
	Picudo del agave / <i>Scyphophorus interstitialis</i> Gyllenhal	Agave	México (Oaxaca)	Aquino-Bolaños et al. 2006
<i>Metarhizium robertsii</i> J.F. Bisch., Rehner & Humber	Gusano cogollero / <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Maíz	México (Tamaulipas)	Hernández-Trejo et al. 2019
Cordycipitaceae				
<i>Paecilomyces</i> sp. y <i>Verticillium</i> sp.	Mosca blanca / <i>Bemisia argentifolii</i> Bellows y Perring	Algodón		Ceceña-Durán et al. 2017

menciona Pérez (2014), la finalidad de la educación agrícola es reflexionar sobre la necesidad de dirigir un desarrollo formativo en las nuevas generaciones, garantizando que las prácticas realizadas demuestren el impacto en las decisiones inclusivas en un proceso sostenible; además, las actividades docentes desempeñan un papel importante en la comunidad, pues se caracterizan principalmente por llevar a cabo los contenidos académicos de forma integral, los cuales, a su vez, pueden ser utilizados en actividades agrícolas, expresados en un proceso del vínculo de la teoría con la práctica o, llamados de otra forma, aprendizaje teórico y empírico.

## CONCLUSIONES

La educación agrícola puede llevar a una construcción de la racionalidad ambiental conformada por valores, saberes y prácticas ambientales que ayudan a la sociedad en conjunto a crecer en un futuro sostenible

y garantizan el derecho a un ambiente sano y digno. El control biológico puede ser el principio de una conscientización ambiental sobre las prácticas agrícolas y una estrategia que beneficiará a la sociedad para llegar a metas basadas en los objetivos de desarrollo sostenible.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada a la primera autora. Al posgrado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT por las facilidades otorgadas.

## LITERATURA CITADA

Altieri M, Nicholls CI. 2000. Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las

- Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Distrito Federal, México.
- Aquino-Bolaños T, Ruiz-Vega J, Iparraguirre-Cruz M. 2006. Control biológico del picudo negro (*Scyphophorus interstitiales* Gyllenhal) con nematodos y hongos entomopatógenos en agave en Oaxaca, México. *Revista UDO Agrícola* 6: 92-101.
- Arredondo-Bernal HC, Tamayo-Mejía F, Rodríguez-Del Bosque LA. 2020. Fundamento y practica del control biológico de plagas y enfermedades. Colegio de Postgraduados. Azcapotzalco, México.
- Barrientos-Lozano L, Hunter DM, Ávila-Valdéz J, García-Salazar P, Horta JV. 2005. Control biológico de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker (Orthoptera: Acrididae) en el noreste de México. *Vedalia* 2: 119-128.
- Bello A, López-Pérez JA, Díez-Rojo MA, López-Cepero J, García-Álvarez A. 2008. Principios ecológicos en la gestión de los agroecosistemas. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* 729: 19-29. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i729.158>
- Bengochea P, Garzón A, Hiernaux L. 2014. Prevención del estado sanitario de cultivos ecológicos y aplicación de productos. *Parainfo*. Madrid, España.
- Cano E. 2001. Cría masiva de *Trichogramma pretiosum*, *Sitotroga cerealella* y *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 60: 93-96.
- Carrillo SJL. 1985. Evolución del control biológico de insectos en México. *Folia Entomológica* 65: 139-146.
- Ceceña-Durán C, González-Mendoza D, Grimaldo-Juárez O, Ruvalcaba P, Tzintzun O, Durán-Hernández D. 2017. Eficacia de entomopatógenos en el control de la mosca blanca en algodónero en el DDR 014. (*Bemisia argentifolli*, Bellows y Perring). *OmniaScience*. Barcelona, España. <https://doi.org/10.3926/oms.366>
- Cerna-Chávez E, De Lira-Ramos KV, Ochoa-Fuentes YM, Delgado-Ortiz JC, Cepeda-Siller M, González-Gaona E. 2021. Actividad de extractos de plantas y hongos entomopatógenos para el control del picudo de la guayaba (*Conotrachelus dimidiatus* Champion) Coleóptera: Curculionidae. *Bio tecnia* 23: 70-76.
- [CEUM] Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. [internet]. 2011. Ley Federal de Sanidad Vegetal. [citado 2023 junio 19]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131789/36.\\_LEY\\_FEDERAL\\_DE\\_SANIDAD\\_VEGETAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131789/36._LEY_FEDERAL_DE_SANIDAD_VEGETAL.pdf)
- Coronado-Blanco JM. 2011. Braconidae (Hymenoptera) de Tamaulipas. *Planea*. Ciudad Victoria, México.
- Fallas G, Chacón M, Castro J. 2009. Sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y tradicionales en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED* 12: 151-161.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [internet]. 2016. Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5. [citado 2022 julio 15]. Disponible en: [https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM\\_05\\_2018\\_Es\\_2018-07-10\\_PostCPM13.pdf](https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf)
- Flint ML, Van Den Bosch R. 1981. *Introduction to Integrated Pest Management*. Plenum Press. Nueva York, Estados Unidos.
- García-Gutiérrez C, Rodríguez-Meza GD. 2012. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai* 8: 1-10.
- Gutiérrez-Gómez EN, Carapia-Ruiz VE, Castillo-Gutiérrez A, Sánchez-Flores OA. 2018. Enemigos naturales del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) en Xalostoc, Ayala, Morelos. *Entomología Mexicana* 5: 131-135.
- Gutiérrez-Ramírez A, Robles-Bermúdez A, Santillán-Ortega C, Ortiz-Catón M, Cambero-Campos OJ. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* 2: 102-112. <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.04>
- Hernández-Trejo A, Estrada-Drouaillet B, López-Santillán JA, Ríos-Velasco C, Rodríguez-Herrera R, Osorio-Hernández E. 2019. Effects of native entomopathogenic fungal strains and neem extract on *Spodoptera frugiperda* on maize. *Southwestern Entomologist* 44: 117-124. <https://doi.org/10.3958/059.044.0113>
- Jin-Zhi N, Hull-Sanders H, Yan-Xuan Z, Jian-Zhen L, Wei D, Jin-Jun W. 2014. Biological control of arthropod pests in citrus orchards in China. *Biological Control* 68: 15-22.
- Martínez-Agut P. [internet]. 2015. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS, 2015-2030) y Agenda de desarrollo post 2015 a partir de los objetivos de desarrollo del milenio (2000-2015). [citado 2022 julio 15]. Disponible en: <https://www.quadernsanimacio.net>
- Martínez Bernal LF, Bello Rodríguez PL, Castellanos Domínguez OF. 2012. Sostenibilidad y desarrollo: el

- valor agregado de la agricultura orgánica, Bogotá D. C. Programa Interdisciplinario BioGestión. Bogotá, Colombia.
- Matailo-Ramírez LM, Luna-Romero AE, Cervantes Alava AR, Vega Jaramillo FY. 2019. Sequías: efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas* 7: 154-162.
- Morales J, Vásquez C, Pérez B, Valera-Pérez N, Valera N. 2007. Especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de lepidópteros en el Estado de Lara, Venezuela. *Neotropical Entomology* 34: 542-546. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400011>
- Motta-Delgado PA, Murcia-Ordoñez B. 2011. Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Revista Ambiente & Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 6: 77-90.
- Myartseva SN, Ruíz-Cancino E. 2000. Annotated checklist of the Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 109: 7-33.
- Myartseva SN, Ruiz-Cancino E, Coronado-Blanco JM, Thompson-Farfán RM. 2015. Registro de *Eretmocerus leucaenae* Myartseva (Hymenoptera: Aphelinidae) como parasitoide de la mosquita blanca *Tetraleurodes* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae) en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana* 3: 493-494.
- Niu J-Z, Hull-Sanders H, Zhang Y-X, Lin J-Z, Dou W, Wang J-J. 2014. Biological control of arthropod pests in citrus orchards in China. *Biological Control* 68: 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.005>
- Norman E, Giles K, Brewer M, Szczepaniec A, Knutson A, Michaud JP, Jessie C, Faris A, Elkins B, Wang H-H, Koralewski T, Grant W. 2021. Recruitment of natural enemies of the invasive sugarcane aphid vary spatially and temporally in sorghum fields in the southern great plains of the USA. *Southwestern Entomologist* 46: 357-372. <https://doi.org/10.3958/059.046.0207>
- Noyes JS. [internet]. 2011. Universal Chalcidoidea Database. [citado 2022 julio 15]. Disponible en: [nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database](http://nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database)
- [ONU] Organización de las Naciones Unidas. [internet]. 2021. Objetivos de Desarrollo Sostenible. [citado 2022 julio 14]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- Orduño-Cruz N, Guzmán-Franco AW, Rodríguez-Leyva E, López-Collado J, Valdéz-Carrasco JM, Mora-Aguilera G. 2011. Susceptibility of the cactus weevil *Metamasius spinolae* to *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* under laboratory and field conditions. *Journal of Applied Microbiology* 111: 939-948. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05097.x>
- Pacheco ML, Reséndiz JF, Arriola VJ. 2015. Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10: 4-32. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Paredes R, Acosta R, Pérez JJ. 2015. Programa de educación ambiental comunitaria en la cooperativa de producción agropecuaria, Jesús Suárez Soca. *Avances* 17: 113-123.
- Pérez AF. 2014. La educación agrícola. Un enfoque para el proceso formativo de las generaciones presentes y futuras. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. [citado 2022 julio 15]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2014/01/educacion-agricola.html>
- Powers L, McSorley R. 2001. Principios ecológicos en agricultura. International Thomson Editores-Spain Parainfo S. A. Madrid, España.
- Rivas A, Rivas R, Hinojosa D, Pérez JC, Méndez A, Martínez MA. 2012. Percepción de productores de tabaco sobre insectos plagas y su manejo en el municipio Jesús Menéndez (Las Tunas). *Revista Protección Vegetal* 27: 19-25.
- Rodríguez-Vélez B, Suaste-Dzul A, Gallou A, Rodríguez-Vélez JM, Sarmiento-Cordero MA, Arredondo-Bernal HC. 2019. Pulgones (Hemiptera: Aphididae) y sus parasitoides (Hymenoptera) en cultivos de sorgo en los estados de Colima y Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 35: 1-9. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501085>
- Ruíz E. 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) del Estado de Tamaulipas, México. *Planea*. Ciudad Victoria, México.
- Ruiz J. 1994. La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura convencional: conceptos y principales métodos y sistemas. *Ería* 35: 161-174. <https://doi.org/10.17811/er.0.1994.161-173>
- Sánchez G. 2009. Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos: aplicación empírica para los sistemas agrarios de Castilla y León. Tesis de Doctorado en. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. <http://doi.org/10.20868/UPM.thesis.5018>
- [SENASICA] Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. [internet]. 2023. Directorio



de Laboratorios Reproductores y Comercializadores de Agentes de Control Biológico en México. [citado 2023 junio 21]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/810512/DIRECTORIO\\_DE\\_LAB\\_COMERCIALIZADORES\\_15-03-23\\_jasg.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/810512/DIRECTORIO_DE_LAB_COMERCIALIZADORES_15-03-23_jasg.pdf)

[SG] Secretaría de Gobernación. [1997]. NORMA Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. [citado 2023 junio 19]. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997#gsc.tab=0)

Trjapitzin VA, Myartseva SN, Ruíz-Cancino E, Coronado-Blanco JM. 2008. Clave de géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México y un catálogo de las especies. Planea. Ciudad Victoria, México.

Van Driesche RG, Hoddle MS, Center TD. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Department of Agriculture. Massachusetts, Estados Unidos.

Zepeda-Jazo I. 2018. Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. ASyD: Agricultura, Sociedad y Desarrollo 1: 99-108.