

Congreso
Guadalajara
2016



XXVII Curso Nacional de Control Biológico

MEMORIAS

7 al 11 de Noviembre de 2016, Guadalajara,
Jalisco, México



Editores:

J. Refugio Lomeli Flores

Héctor González Hernández



EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN MÉXICO

J. Refugio Lomeli-Flores¹, Esteban Rodríguez-Leyva¹ y Alfonso Torres-Ruiz²

¹Colegio de Postgraduados, Posgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología, Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México. ²Koppert México S.A. de C.V. Circuito Norte 82, Parque Industrial El Marqués, 76246 El Marqués, Querétaro, México. jrlomelif@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de frutas, flores y hortalizas en ambientes protegidos es una actividad que ha tenido un incremento considerable en los últimos 15 años en México. Algunos de los grandes productores de hortalizas, principalmente jitomate, chile pimiento, y en menor escala pepino y frutillas, han incluido en sus métodos de producción el uso de invernaderos u otras estructuras que permiten el aislamiento de los cultivos de su entorno para incrementar productividad, con ello se han enfrentado a la necesidad de utilizar alternativas al control químico de plagas. Una de las razones para este cambio es que muchas de las plagas en estos sistemas son organismos de ciclo de vida corto, por ejemplo mosca blanca y araña roja, lo que puede favorecer la selección a resistencia muy rápido, otro factor importante es la búsqueda de nichos de mercado. El control biológico se ha presentado como una de las alternativas en el manejo de plagas en estos sistemas ya que además de contribuir al manejo de plagas, permite acceder a mercados que exigen productos con bajo o nulo uso de insecticidas, y permite el uso de polinizadores que incrementan de manera significativa la producción.

LA PRODUCCIÓN EN AMBIENTES PROTEGIDOS EN MÉXICO

De acuerdo a la norma de la Unión Europea UNE-EN-13031-1, "La horticultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento" (Huerta 2012). De acuerdo al estudio de Kacira (2011) a nivel mundial China es el país que más superficie dedica a la producción en ambientes protegidos con más de 2.76 millones de hectáreas, seguido por Corea y España con 57,444 y 52,170 ha respectivamente, y México ocupa el 6° lugar con 11,759 ha (datos de 2010).

En México la producción agrícola en ambientes protegidos inició hace menos de 50 años; pero, el crecimiento de la superficie dedicada a esta actividad ha incrementado vertiginosamente (Fig. 1); para 1970 se tenían menos de 100 ha, en 2001 ya se contaba con más de 1,200 ha y para 2010 Nieves *et al.* (2011) reportan más de 11,700 ha. La

SAGARPA (2012) a través del SIAP señala que para 2011 se tenían 21,531.5 ha de producción agrícola bajo algún tipo de estructura predominando los invernaderos (45%), las casas sombra (29%) y los macro túneles (16%) (Fig. 2). Los estados donde más se ha desarrollado la agricultura protegida en México son: Sinaloa con 4,743 ha; Jalisco con 3,310 ha y Baja California con 2,647 ha (Fig. 2). Además, los tres principales productos hortícolas que se cultivan en estos sistemas son: tomate (70% de la superficie cultivada), pimiento (16%) y pepino (10%) (Fig. 3). Existen otras especies de menor importancia por superficie, pero en la lista se pueden incluir berenjenas, chile habanero e incluso hortalizas de follaje como lechugas o espinacas. Con respecto a flores de corte y plantas de ornato, estas ocupan una menor superficie y se encuentran distribuidas por todo el país, pero los estados de México y Morelos continúan siendo los líderes en este rubro (Nieves *et al.* 2011).

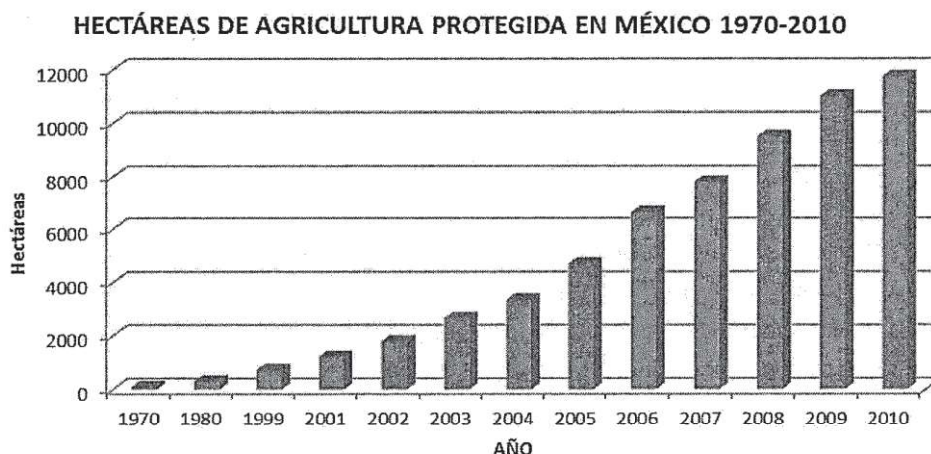


Figura 1. Superficie dedicada a la agricultura protegida en México en el periodo 1970 – 2010 (Fuente Nieves *et al.* 2011).

Estado	Superficie cubierta (Ha)	% del total
Sinaloa	4,743.73	22.0%
Jalisco	3,310.28	15.4%
Baja California	2,647.08	12.3%
Chihuahua	1,495.94	6.9%
Sonora	1,174.72	5.5%
Puebla	1,045.33	4.9%
Michoacán	1,004.07	4.7%
Otros	6,110.34	28.4%
Total	21,531.49	100%

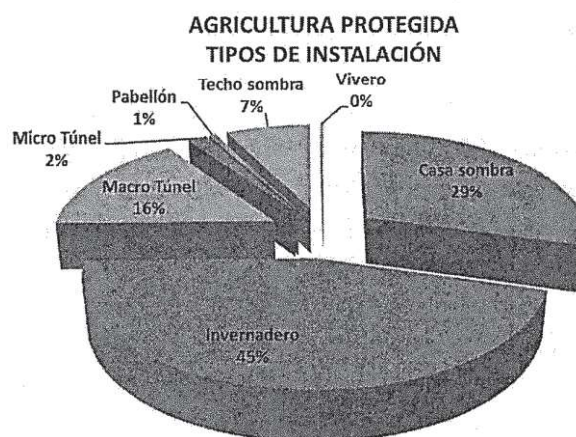


Figura 2. Estado con mayor superficie dedicada a la agricultura protegida y distribución del tipo de instalaciones que se tiene (Fuente: SAGARPA 2011).

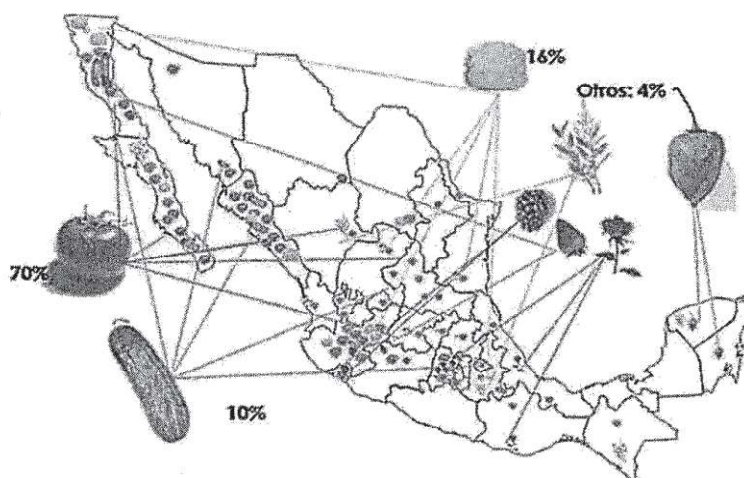


Figura 3. Distribución de los principales productos y zonas de producción en agricultura protegida (Fuente: SAGARPA, 2012).

EL CONTROL BIOLÓGICO EN AGRICULTURA PROTEGIDA

El crecimiento acelerado del área de invernaderos en el mundo, incluido el crecimiento de la horticultura protegida en México, es un reflejo de la necesidad en la mejora y control de las condiciones ambientales para el incremento de la productividad agrícola, así como asegurar la producción de alimentos y de hacer más eficiente el uso de recursos tierra, espacio, agua, energía, insumos e incluso, en algunos casos, las prácticas de manejo integrado con el componente de control biológico como uno de sus pilares.

Las prácticas de manejo, específicamente el control biológico por incremento, ayuda a disminuir e incluso eliminar los riesgos de residuos de plaguicidas. Esta práctica ayuda a cumplir con las exigencias de los mercados de exportación, donde en la mayoría de los casos se alcanzan los mejores precios por los productos. Es precisamente en el rubro de disminución de riesgos por el uso de plaguicidas donde el control biológico por incremento — como una actividad comercial de producción masiva de agentes de control biológico y liberaciones constantes en invernadero de acuerdo a información derivada del monitoreo — tiene un papel importante y aunque se usa de manera rutinaria en invernaderos de varios países (España, Holanda, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Bélgica, México, etc.) aún no se ha logrado el crecimiento deseado. Por citar un ejemplo, en EE.UU. existen alrededor de 140 proveedores de organismos benéficos (Hunter 1994) pero las áreas que empleaban dicha tecnología en 1998 en ese país probablemente no constituían el 1% del mercado de plaguicidas (King 1988). Esta proporción del uso de control biológico por aumento en su categoría de inoculativo, liberaciones de agentes de

control biológico en pequeñas cantidades para que esos adultos y su descendencia establezcan la regulación poblacional del insecto problema, tuvo un incremento significativo en varios países de Europa en las últimas tres décadas. Sólo en Almería, región al sur de España que concentra alrededor de 25,000 ha bajo cubierta plástica, en 2006-2007 se estimó que el control biológico por incremento era practicado en alrededor del 6% de los cultivos, incluyendo 650 ha de pimiento (Blom 2010), en tan solo tres años la superficie de pimiento se incrementó a 7,200 ha con control biológico que representó en el ciclo 2008-2009 el 97.3% de la superficie dedicada a este cultivo.

A pesar de las ventajas ambientales y comerciales del uso de control biológico por incremento, y la oferta de agentes de control biológico por la industria, aún se considera insuficiente al número de productores que ponen en práctica esta metodología de control de plagas en el mundo (van Lenteren 2012); una manera de favorecer el uso de esta metodología puede ser compartiendo y difundiendo información de lo que sucede en otros países, o en el propio, con los resultados de productores emprendedores y exitosos en esta metodología de control de plagas. El control biológico de plagas en ambientes protegidos en México, principalmente en sistemas de alta y mediana tecnología, se ha desarrollado como resultado de la exigencias de los mercados internacionales por productos orgánicos o que son cultivados con bajo uso de insecticidas; también como consecuencia del alto costo de las nuevas moléculas y la resistencia acelerada que desarrollan las plagas en este tipo de agricultura. Un factor más es el incremento en el uso de polinizadores (abejorros) para incrementar la productividad y que no son compatibles con el control químico tradicional.

Del estudio sobre el estado actual de la agricultura protegida en México (Nieves et al. 2011) se observa que, aunque el control químico sigue siendo la herramienta más utilizada en el manejo de plagas, el control biológico es una herramienta que se utiliza por un alto porcentaje de productores, sobresaliendo Chihuahua con 42 y 36% respectivamente, pero en otros estados con tecnologías más bajas el uso de agentes de control biológico solo representa un pequeño porcentaje, por ejemplo Puebla con solo 5%. Dicho estudio se basa en la entrevista a más de 2,900 productores en los siete estados (Cuadro 1), lo cual puede dar una idea realista del uso del control biológico en este tipo de agricultura.

Como ya se mencionó anteriormente, los principales cultivos que se producen en ambientes protegidos en México son tomate, pimiento y pepino. Estos cultivos son los que más se manejan con control biológico ya que el costo de inversión y la rentabilidad dentro de los invernaderos lo permiten. Solo para dar un ejemplo, en tomate el rendimiento en campo abierto es alrededor de 50 ton/ha mientras que en invernaderos de mediana tecnología el rendimiento supera las 300 ton/ha, y en los de alta tecnología las 450 ton/ha (Nieves et al. 2011).

Cuadro 1. Control biológico en ambientes protegidos en México (datos extraídos de Nieves et al. 2011)

Estado	Superficie cubierta (ha)	Tipo de manejo de plagas (%)			
		Químico	Orgánico	Biológico	Cultural
Sinaloa	2,490	56	0	30	14
Jalisco	1,581	60	3	30	7
Baja California	2,642	52	1	25	6
Chihuahua	1,070	53	0	42	3
Sonora	1,048	46	1	36	17
Puebla	289	87	2	5	2
Michoacán	637	76	0	23	1

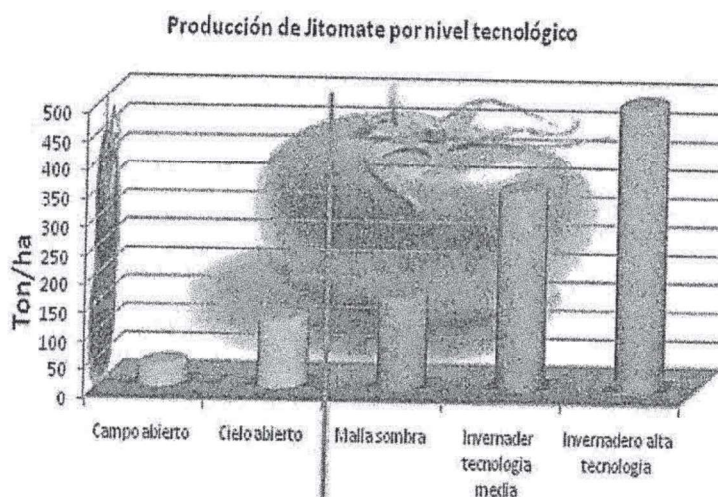


Figura 4. Comparación del rendimiento en tomate rojo bajo cinco sistemas de cultivo (Figura tomada de Nieves et al., 2011)

DISPONIBILIDAD DE AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO EN MÉXICO

A nivel mundial existen al menos 230 especies de entomófagos disponibles comercialmente (van Lenteren 2012). En México se cuenta con 74 laboratorios de producción de organismos benéficos los cuales están distribuidos en 25 estados. En ellos se producen 11 especies de parasitoides, tres de depredadores y seis de hongos entomopatógenos. Adicional a esta oferta, en México están establecidas empresas comercializadoras que importan al menos 20 especies de entomófagos (parasitoides y depredadores) para ser utilizados en agricultura protegida principalmente. Dentro de los enemigos naturales disponibles (Cuadro 2) se encuentran algunas especies de ácaros como *Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus* para el control de araña roja (*Tetranychus urticae*) y *Amblyseius swirkii* para el control de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis* y *Thrips*

tabaci). Para el control de áfidos se cuenta con parasitoides como *Aphidius colemani* y depredadores como *Aphidoletes aphidimyza* y algunas especies de coccinélidos. Para el caso de minadores de la hoja (*Liriomyza* spp.) se cuenta con el parasitoide *Diglyphus isaea* y para el control de las moscas negras o moscas del mantillo (*Bradysia* spp.) están disponibles nematodos (*Steinernema feltiae*) (Arredondo-Bernal 2014).

Cuadro 2. Plagas de importancia en cultivos protegidos y sus enemigos naturales disponibles comercialmente en México (Fuente: Arredondo-Bernal 2014).

Plaga	Agente de control biológico	Cultivo
<i>Tetranychus urticae</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> <i>Amblyseius californicus</i> <i>Delphastus pusillus</i>	Tomate, pimiento, pepino, berenjena, fresa, ornamentales.
<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Aphidius colemani</i> <i>Aphidoletes aphidimyza</i> <i>Chrysoperla rufilabris</i> <i>Chrysoperla carnea</i> <i>Harmonia axyridis</i> <i>Hippodamia convergens</i> <i>Olla v-nigrum</i>	Tomate, chile, pimiento, pepino, berenjena, fresa, ornamentales.
<i>Aulacorthum solani</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Macrosiphum rosae</i>	<i>Aphelinus abdominalis</i> <i>Aphidius ervi</i> <i>Aphidoletes aphidimyza</i> <i>Chrysoperla rufilabris</i> <i>Chrysoperla carnea</i> <i>Harmonia axyridis</i> <i>Hippodamia convergens</i> <i>Olla v-nigrum</i>	Tomate, chile, pimiento, pepino, berenjena, fresa, ornamentales.
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>	<i>Encarsia formosa</i> <i>Eretmocerus eremicus</i> <i>Amblyseius swirskii</i>	Tomate, pimiento, pepino, ornamentales
<i>Frankliniella occidentalis</i> y <i>Thrips tabaci</i>	<i>Amblyseius swirskii</i> <i>Neoseiulus cucumeris</i> <i>Orius insidiosus</i>	Pimiento, pepino, ornamentales
<i>Liriomyza</i> spp.	<i>Diglyphus isaea</i>	Tomate, ornamentales
<i>Bradysia</i> sp. (mosca negra)	<i>Steinernema feltiae</i>	Tomate, pimiento, pepino, ornamentales.
<i>Bactericera cockerelli</i>	<i>Tamariztia triozae</i>	Jitomate, Tomate de cascara, Papa y pimientos

Aunque comercialmente se encuentran disponibles otros organismos benéficos para el control de plagas en invernadero (van Lenteren 2012) su uso en México está restringido ya que se trata de especies que no se encuentran naturalmente en el país o aún no se han registrado como parte de la fauna mexicana.

En México existen soluciones biológicas para la mayoría de las plagas presentes en los principales cultivos que se tienen en agricultura protegida (tomate, pepino y pimiento). Sin embargo, aún se carece de enemigos naturales efectivos de algunas plagas clave (Rojas et al. 2015, Calvo et al. 2016), lo que trae como consecuencia que un programa de control biológico deba abandonarse cuando una de estas plagas se presenta. Por ejemplo, en pimiento aún se carece de un enemigo natural efectivo para el control del picudo del chile a pesar de los trabajos de búsqueda y biología de algunos parasitoides (Rodríguez-Leyva et al. 2012, Torres y Rodríguez 2013). El tomate también se tienen soluciones biológicas para la mayoría de las plagas, pero al establecerse el ácaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*), o introducirse el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*), el productor debe realizar acciones de control, que en muchos de los casos es químico, con lo que se detiene el programa de control biológico.

A manera de conclusión, puede decirse que el control biológico de plagas en ambientes protegidos es una realidad en México y que existe una expectativa de expansión, ya que los productores han encontrado que el manejo del cultivo con esta herramienta asegura ingreso a mercados donde hay alta demanda de productos con bajo uso o libres de plaguicidas. Adicionalmente, se ha demostrado que la producción con organismos benéficos (polinizadores y enemigos naturales de las plagas) aumenta el rendimiento y calidad de los cultivos. García y Castellum (2013) indicaron que el rendimiento de pimiento morrón con organismos benéficos fue 9.6% superior al manejo tradicional; además, no solo se incrementó el rendimiento, sino también hubo un incremento del 13% en la cantidad de frutos de alta calidad (Blocky), con ello se superó el incremento del costo de producción (5%) al pasar de control convencional a manejo con organismos benéficos. No obstante, falta una mayor difusión, capacitación, apoyos de universidades, gobierno federal, y estímulos fiscales, que ayuden a que el control biológico sea adoptado por un mayor número de productores en México.

REFERENCIAS

- Arredondo-Bernal, H.C. 2014. Directorio de laboratorios reproductores y comercializadores de agentes de control biológico. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Consultado en Línea en: file:///C:/Users/CUCO/Downloads/DIRECTORIO_LRACB2014(1).pdf. 10 de septiembre de 2015.
- Blom, J. Van der, A. Robledo, S. Torres y J.A. Sánchez. 2010. Control biológico en horticultura en Almería: un cambio radical, pero racional y rentable. Cuadernos de estudios agroalimentarios, noviembre 2010: 45-60.
- Calvo, J., A. Torres-Ruiz, J.C. Velázquez-González, E. Rodríguez-Leyva, and J.R. Lomeli-Flores. 2016. Evaluation of *Dicyphus hesperus* for biological control of sweetpotato whitefly and potato psyllid on greenhouse tomato. BioControl ...Submitted June 20, 2015.
- García, S. y J. Gastellum. 2013. Programa general de control biológico, caso de éxito. Pp 34-37. In: Torres Ruiz, A. y E. Rodríguez Leyva. 2013. Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero, con énfasis en el picudo del chile. Koppert México S.A. de C.V.

- Huerta Hernández, A. 2012. Agricultura protegida (primer parte). Consultado en Línea en Agroentorno. <http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf> 10 de septiembre de 2015
- Hunter, C.D. 1994. Suppliers of beneficial organisms in North America. California Environmental Protection Agency. Department of pesticide regulation. Environmental monitoring and pest management branch. 30 p.
- Kacira, M. 2011. Greenhouse Production in US: Status, Challenges, and Opportunities. Conference on Sustainable Bioproduction WEF 2011, September 19-23, 2011 • Tower Hall Funabori, Tokyo, Japan.
- King, E.G. 1988. Perspectivas del control biológico por incremento. *Vedalia*, 5: 91-95.
- Nieves, G.V., O. van der Valk, and A. Elings. 2011. Mexican protected horticulture; Production and market of Mexican protected horticulture described and analysed. Wageningen UR. Rapport GTB_1126.
- Rodríguez-Leyva, E., J.R. Lomeli-Flores, J.M. Valdez-Carrasco, R.W. Jones, and P.A. Stansly. 2012. New records and locations of parasitoids of the pepper weevil in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 37: 73-83.
- Rojas, P., E. Rodríguez-Leyva, J.R. Lomeli-Flores, and T.X. Liu. 2015. Biology and life history of *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *BioControl*, 60: 27-35.
- SAGARPA 2011. Agricultura Protegida. Consultado en Línea en <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/agricultura-protegida>. 2 de octubre de 2014.
- SAGARPA, 2012. Agricultura Protegida 2012. Consultado en línea en <http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>. 2 de octubre de 2014.
- SIAP. 2013. Agricultura protegida: productos-todo el año. SIAP Informa Julio 8, 2013. Número 2. México. <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html>. Consultado en línea el 2 de octubre de 2014.
- Torres Ruíz, A. y E. Rodríguez Leyva. 2013. Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero, con énfasis en el picudo del chile. Koppert México S.A. de C.V. 48 pp.
- van Lenteren, J.C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57: 1-20.
- Williams, T., H.C. Arredondo-Bernal, and L.A. Rodríguez-del-Bosque. 2013. Biological pest control in Mexico. *Annual Review of Entomology*, 58: 119-401.