

# MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS EN TRIGO PARA UNA AGRICULTURA DE CONSERVACION EN EL VALLE MORELIA-QUERENDARO, MICHOACAN



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SAGARPA**

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



**Fernando Bahena Juárez  
Jaime de Jesús Velázquez García  
Aurelio Báez Pérez**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro  
Campo Experimental Uruapan  
Uruapan, Michoacán . Mayo de 2012  
Folleto Técnico 30 ISBN: 978-607-425-798-4

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda**  
Secretario

**MC. Mariano Ruiz-Funes Macedo**  
Subsecretario de Agricultura

**Ing. Ignacio Rivera Rodríguez**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**Ing. Ernesto Fernández Arias**  
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**Msc. Jesús Antonio Berumen Preciado**  
Oficial Mayor

**Biol. Esteban Cruzaley Díaz Barriga**  
Delegado Estatal en Michoacán

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**  
Director General

**Dr. Salvador Fernández Rivera**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**Msc. Arturo Cruz Vázquez**  
Coordinación de Planeación y Desarrollo

**Lic. Marcial A. García Morteo**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**Lic. Ricardo Noverón Chávez**  
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO**

**Dr. Keir Francisco Byerly Murphy**  
Director Regional

**Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez**  
Director de Investigación

**MC. Primitivo Díaz Mederos**  
Director de Planeación y Desarrollo

**Lic. Miguel Méndez González**  
Director de Administración

**Dr. Ignacio Vidales Fernández**  
Director de Coordinación y Vinculación en el estado de Michoacán  
y Jefe del Campo Experimental Uruapan

**MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS EN TRIGO PARA UNA  
AGRICULTURA DE CONSERVACION EN EL VALLE MORELIA-  
QUERENDARO, MICHOACAN**

**Dr. Fernando Bahena Juárez<sup>1</sup>, Dr. Jaime de J. Velázquez García<sup>2</sup>  
y Dr. Aurelio Báez Pérez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Investigador de la Red de Sanidad Vegetal, adscrito al Campo Experimental Uruapan

<sup>2</sup> Investigador del INIFAP hasta el 31 de diciembre del 2011

<sup>3</sup> Investigador de la Red Agua, Suelo, adscrito al Campo Experimental Bajío

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO  
CAMPO EXPERIMENTAL URUAPAN**

Folleto Técnico Núm. 30  
Uruapan, Michoacán, México.  
Mayo de 2012

Fotos: En la portada, Larva de *Hipodamia convergens* (Coccinellidae); Colonias del pulgón amarillo *Metopolophium dirhodum* (Aphididae) y trampa amarilla con agua para la captura de pulgones alados; todas del primer autor. Las fotos de los pulgones en el interior han sido tomadas de Internet y solamente se persigue ilustrar a las especies sin fines de lucro.

## **MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS EN TRIGO PARA UNA AGRICULTURA DE CONSERVACION EN EL VALLE MORELIA-QUERENDARO, MICHOACAN**

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.  
Progreso No. 5. Barrio de Santa Catarina. Delegación Coyoacán.  
C. P. 04010 México, D.F. Tel. (55) 3871 8700  
[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx) Correo-e: [contactenos@inifap.gob.mx](mailto:contactenos@inifap.gob.mx)

Centro de Investigación Regional Pacífico Centro.  
Campo Experimental Uruapan.  
Av. Latinoamericana Núm. 1101, Col Revolución.  
C. P. 60150. Uruapan, Michoacán. México.  
Tel: (452) 523 7392 Fax: (452) 524 4095

Primera edición: Mayo de 2012  
Impreso en México. *Printed in México*

**ISBN: 978-607-425-798-4**

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de mayo de 2012 en los talleres Gráficos de LÓPEZ IMPRESORES, S.A. DE C.V.  
Emilio Carranza Núm. 26, Col. Centro, C.P 60000, Uruapan, Michoacán, México.  
Tel:(452) 523 11 55 y Fax: (452) 523 11 56  
Correo electrónico: [ventas@lopezimpresores.com.mx](mailto:ventas@lopezimpresores.com.mx)

Su tiraje consta de 1100 ejemplares.

### **La cita correcta de esta publicación es:**

Bahena, J., F.; J. de J. Velázquez G. y A. Báez P. 2012. Manejo Agroecológico de plagas en trigo para una Agricultura de Conservación en el valle Morelia-Queréndaro. Folleto Técnico Núm. 30. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP. 74p.

## Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2. La región del Valle Morelia-Queréndaro</b>	<b>8</b>
<b>3. La agricultura de conservación</b>	<b>9</b>
<b>4. Biodiversidad y Labranza de Conservación</b>	<b>10</b>
<b>5. El Manejo Agroecológico de Plagas (MAP)</b>	<b>14</b>
<b>6. El trigo y sus insectos</b>	<b>18</b>
<b>6.1. Insectos dañinos (Fitófagos) en trigo</b>	<b>20</b>
<b>6.2. Insectos benéficos (Entomófagos) en trigo</b>	<b>26</b>
<b>7. Manejo Agroecológico de plagas en trigo</b>	<b>46</b>
<b>7.1. Muestreo y Monitoreo</b>	<b>48</b>
<b>7.2. Control Biológico Natural</b>	<b>53</b>
<b>7.3. Alternativas de Control</b>	<b>57</b>
<b>8. La transición hacia Agricultura de Conservación y el MAP</b>	<b>59</b>
<b>9. Retos para la adopción de la Agricultura de Conservación</b>	<b>62</b>
<b>10. Literatura citada</b>	<b>64</b>

## Índice de Figuras

Figura 1.	Ubicación de la región del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán.	8
Figura 2.	Pulgón verde del follaje <i>Schizaphis graminum</i> .	22
Figura 3.	Pulgón amarillo del follaje <i>Metopolophium dirhodum</i>	23
Figura 4.	Pulgón negro <i>Rhopalosiphum padi</i>	24
Figura 5.	Pulgón de la espiga <i>Sitobion avenae</i> .	25
Figura 6.	Larva y adulto de la catarinita <i>Hippodamia convergens</i>	27
Figura 7.	Adultos de a) <i>Coleomegilla maculata</i> y b) <i>Cycloneda sanguinea</i>	28
Figura, 8.	Larva de <i>Olla v-nigrum</i>	29
Figura, 9.	Aspecto dorsal de las dos formas de coloración en adultos de <i>Olla v-nigrum</i>	30
Figura 10.	Larva y dos especies adultas <i>Scymnus loewii</i> y <i>Scymnus</i> spp	31
Figura 11.	<i>Enoclerus</i> spp y <i>Collops</i> spp	33
Figura 12.	Diferencia de pigmentación en los élitros de dos especies de <i>Collops</i> spp	33
Figura 13.	Adulto y larva de <i>Chrysoperla</i> spp	35
Figura 14.	Ciclo de vida de una Crisopa	36
Figura 15.	Tres familias de chinches depredadoras: a) Anthocoridae; b) Nabidae; y c) Reduviidae	37
Figura, 16.	Adultos (a y b) de Syrphidae y larva (c) depredando a pulgón	40
Figura, 17.	Ciclo de vida típico de un Sífido	41

Figura, 18.	<i>Aphidius</i> (=Lysiphlebus) testaceipes, parasitando pulgones y “momias” de pulgón parasitadas en trigo	45
Figura, 19.	Trampa amarilla con agua	49
Figura 20.	Colecta de pulgones en trampa amarilla con agua	50
Figura 21.	Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Indaparapeo, Mich., con control (rojo) y sin control (azul).	51
Figura 22.	Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Queréndaro, Mich., con control (rojo) y sin control (azul).	52
Figura 23.	Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Cuamio, Cuitzeo, Mich., con control (rojo) y sin control (azul).	52
Figura 24.	Relación entre la presencia de depredadores y el tiempo mantenido en forma continua, bajo el sistema de LC. Guanajuato.	55
Figura 25.	Larvas de <i>H. convergens</i> trasladándose a pupar a la parte superior de las espigas de trigo, cultivado bajo siembra directa.	55
Figura 26.	Relación entre la presencia de poblaciones de parasitoides y el tiempo mantenido en forma continua, en parcelas manejadas bajo el sistema de LC. Guanajuato.	57
Figura 27.	La capacitación constante de los productores en los diferentes temas de agricultura conservacionista es importante para una mejor transición.	60

## Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Prácticas para un Manejo Agroecológico de Plagas	16
Cuadro 2.	Comportamiento de las poblaciones de depredadores en parcelas con diferente número de ciclos bajo el sistema de LC. Guanajuato	54
Cuadro 3.	Poblaciones de parasitoides en parcelas con diferente número de ciclos bajo el sistema de LC. Guanajuato	56
Cuadro 4.	Productos específicos para el combate de pulgones en trigo.	59



## 1. Introducción

Hay una necesidad de producir alimentos para una población creciente que se estima pasará de 6,515 millones a 9,191 millones durante el periodo 2005 a 2050 (United Nations, 2007); estas estadísticas implican un aumento promedio anual de 59.5 millones de nuevos habitantes en el planeta Tierra. En México, la población humana se estima que se incrementará en 28 millones durante el mismo periodo para alcanzar 132.3 millones de habitantes (United Nations, 2007). Una de las respuestas al problema del crecimiento poblacional ha sido la propuesta de una agricultura intensiva que se caracteriza por una labranza intensiva, la práctica del monocultivo, la aplicación de fertilizantes sintéticos, la irrigación y el combate de plagas y enfermedades en base a la aplicación de productos de síntesis química y más recientemente con la manipulación genética (Gliessman, 2002).

Este sistema “moderno” o “convencional” de hacer la agricultura, efectivamente ha incrementado los rendimientos por unidad de superficie; sin embargo, es un hecho que los costos ambientales y sociales que se han pagado a la fecha para alcanzar los niveles actuales de producción de alimentos han sido enormes, tan altos, que los científicos de todo el mundo han cuestionado la viabilidad del modelo agrícola implementado hasta ahora, para satisfacer la demanda de alimentos de la población mundial en el futuro previsible (Pretty, 1995; Tilman *et al.*, 2001). Se trata de un modelo que incrementa producción pero que es insostenible a largo plazo ya que no tiene el potencial para producir suficiente alimento como demanda la población debido, precisamente, a que está erosionando las condiciones que lo hacen posible (Gliessman, 2002; Altieri y Nicholls, 2006).

Por lo anterior, es de vital importancia para la supervivencia de la especie humana, desarrollar sistemas de cultivo más sostenibles que los que se practican actualmente. En este sentido, dado que la Agricultura de Conservación (AC) sustentada en los principios de la Agroecología, hace un uso racional de los recursos naturales (agua, suelo y biodiversidad), insumos y mano de obra, es una alternativa viable para alcanzar la demanda de producción de alimentos prevista para el año 2050, que se estima será tres veces más alta que la registrada en el año 1995 (Lele y Coffman, 1995).

La agricultura de conservación es una opción sostenible para enfrentar los problemas de degradación de recursos de la región. Con su establecimiento se busca reducir el deterioro del suelo a través de diferentes prácticas que minimicen la alteración de la composición del suelo y de su estructura, así como los efectos que se logran sobre la restauración de la biodiversidad natural.

Para lograr la sostenibilidad en la producción de trigo, se debe realizar un manejo diferente de los aspectos fitosanitarios en el cultivo y particularmente con las plagas, ya que actualmente el combate de éstas está asociado a un alto uso de insumos agroquímicos que tienen algunos efectos indeseables (ambientales, bioecológicos y de salud pública) además de incrementar los costos de producción. En México el trigo es atacado por poco más de 20 especies de insectos distintos, considerando todas las etapas del cultivo (MacGregor y Gutiérrez, 1983) y muchas de estas especies igual se encuentran presentes para Michoacán (Bahena, *et al.*, 2009). Entre estos organismos dañinos, destaca en importancia, al menos cuatro especies de pulgones las cuales causan daños en el follaje y la espiga.

El control de las plagas del trigo, se realiza con muchas deficiencias ya que no se toman en cuenta criterios mínimos como el muestreo o los Umbrales económicos y se sustenta casi exclusivamente mediante la aplicación de tratamientos con insecticidas químicos realizado por parte de los productores desde una hasta tres aplicaciones.

El tema de las plagas en los cultivos preocupa a los agricultores de la región. El uso de plaguicidas ha creado serios problemas para el ambiente, para los organismos "no blanco" y para el hombre (Martínez y Gómez, 2007). El manejo inadecuado de los productos químicos ha inducido resistencia de los insectos y efectos nocivos al medio ambiente, además de alterar los ciclos estacionales de los insectos. De acuerdo con la FAO (1996), la cantidad mundial de especies de plagas resistentes a los plaguicidas ha aumentado desde unas pocas hasta 700 en los últimos cincuenta años. En el Bajío y en otras regiones agrícolas de México se acelera la resistencia de algunas plagas a un extenso rango de agroquímicos como consecuencia del mal manejo de los productos químicos.

Para revertir la problemática antes señalada, se propone la práctica del Manejo Agroecológico de Plagas; esta estrategia es parte de un manejo diferente de los cultivos, tiene una visión integradora y holística con todo el agroecosistema, no busca exterminar insectos sino que trata de controlar sus poblaciones para que éstas no causen daños económicos significativos. Se sustenta en una restauración de la biodiversidad funcional que reactive el control biológico, y el cual se complementa con alternativas ecológicamente compatibles como pueden ser las

asociaciones y rotaciones de cultivo, manejo de arvenses, prácticas culturales, trampas, uso de entomopatógenos y extractos de plantas con propiedades adversas a las plagas, insecticidas biológicos, etc. (Bahena, 2003; Bahena *et al.*, 2009).

## 2. La región del Valle Morelia-Queréndaro

La región del Valle Morelia-Queréndaro se localiza en la parte noreste del estado de Michoacán dentro de la cuenca del Lago de Cuitzeo. Forma parte de una serie de sistemas lacustres del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. La región se encuentra afectada por sistemas de fallas con dirección E-W y NE-SW que dieron origen al valle donde se aloja el sistema acuífero de Cuitzeo (Silva-Corona y Birgit, 2001). La superficie del Valle Morelia Queréndaro es de alrededor de 590 mil hectáreas, de las cuales 106 mil hectáreas son de uso agrícola. La superficie de riego es de 40 mil ha y el resto es de temporal, esta superficie conforma el distrito de Desarrollo Rural 092 de la SAGARPA. Los cultivos predominantes con mayor superficie sembrada en el ciclo primavera-verano son el maíz y sorgo, mientras que en el ciclo otoño-invierno son trigo, avena, alfalfa y otros que ocupan menor superficie (INEGI, 2007).

El área del Valle Morelia-Queréndaro se ubica geográficamente entre los  $19^{\circ}05'40''$  de latitud Norte y los meridianos  $100^{\circ}43'13''$  y  $101^{\circ}30'13''$  de longitud oeste. Los municipios involucrados alrededor de la cuenca del Lago de Cuitzeo son: Álvaro Obregón, Cuitzeo, Indaparapeo, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro (Figura 1). En esta región las características fisiográficas son variadas por ejemplo, en el norte y centro del Valle es planicie, al oeste y sur existen suelos accidentados y pedregosos con fuertes pendientes, al este y sureste suelos accidentados y selva baja, entre otros.

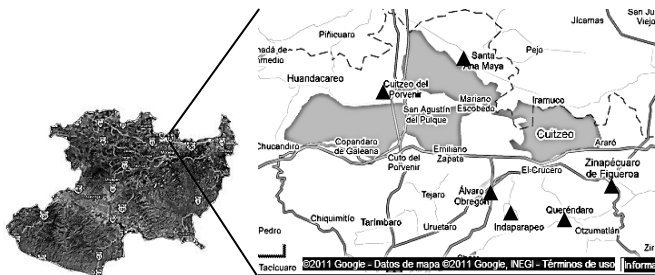


Figura 1. Ubicación de la región del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán.

El clima generalizado del lugar es del tipo semicálido templado con una temperatura media anual de 17.1°C, conformada con valores de temperatura máxima media anual de 25.1°C y de temperatura media anual de 9.2°C. La precipitación media es de 713 mm anuales donde más del 70 % se distribuye en los meses de mayo a octubre, con una altitud media del lugar alrededor de los 1850 msnm.

De acuerdo a la carta edafológica del Valle Morelia-Queréndaro, los suelos presentes en esta área son de diferentes tipos: Feozem, Luvisol, Crómico, Vertisol, Litosol y Regosol. De estos tipos de suelos el Vertisol es el que ocupa la mayor superficie seguido de los Feozems (INEGI, 1985). El contenido de arcilla de los suelos de la región varía de 33 a 51% (Velázquez-García, 2010).

La mayor parte de los terrenos del lugar han sido convertidos a la agricultura con detrimento de la vegetación natural. La vegetación existente en el lugar está formada por especies de selva baja caducifolia y mezquital localizada principalmente en superficies aisladas en las laderas, la vegetación hálofita que se establece en áreas con presencia de sales, la vegetación cultivada representada por algunos frutales y la vegetación introducida representada por especies arbóreas de reforestación (Soria-González, 2011).

La hidrología del lugar la conforma el Rio Grande de Morelia, el Rio Queréndaro y el Rio Marcos o Arroyo Guadalupe que cruzan el Valle por su parte norte y forman las presas de Cointzio y Malpais y el vaso de agua del Lago de Cuitzeo (Soria-González, 2011).

### **3. La agricultura de conservación**

La agricultura de conservación incluye cualquier práctica que reduzca, cambie/elimine el laboreo del suelo y evite la quema de rastrojos para mantener una cubierta superficial adecuada a lo largo del año (ECAAF, 2010). Lo anterior resulta más favorable si se consideran tres principios fundamentales: una perturbación mínima del suelo, la cobertura permanente del suelo por residuos y la rotación de cultivos (FAO, 2010).

Para lograr el mayor beneficio de la agricultura de conservación deben considerarse el uso prácticas como: la labranza de conservación, la rotación de cultivos, introducción de la ganadería, los abonos orgánicos, y el manejo agroecológico de plagas (Velázquez *et al.*, 1998).

Los efectos favorables de la agricultura de conservación sobre los recursos naturales son acumulables a través del tiempo. En el corto plazo se observan efectos inmediatos sobre la reducción de la erosión, la reducción de costos, la reducción en el tiempo de labor, eliminación de

las quemas agrícolas de los residuos. En el mediano y largo plazo se observan incrementos en las reservas orgánicas, mejora de la estructura del suelo alterando al mínimo su composición, y mejoramiento y recuperación de la biodiversidad.

La agricultura de conservación no se puede llevar a cabo sin la labranza de conservación como base. El no movimiento del suelo y la adición constante de los residuos de cosecha como cobertura, es esencial para sanear y fortalecer el suelo contra las eventualidades que se puedan presentar. La continua aplicación de la labranza de conservación tiene potencial extraordinario para secuestrar carbono y mejorar sustantivamente la calidad del suelo con una contribución importante en la mitigación del daño ambiental (Spargo *et al.*, 2008).

Además de las ventajas ecológicas la agricultura de conservación tiene mayor rentabilidad que la agricultura convencional debido a que reduce el tiempo de trabajo, la ocupación de mano de obra y el consumo de energía (FAO, 2003). También incide en el bienestar social mediante la reducción en el tiempo de labor que los agricultores pueden emplear para su familia y otras actividades productivas.

#### **4. Biodiversidad y Labranza de Conservación**

La biodiversidad puede definirse en forma muy simple como el número de especies de plantas, animales y microorganismos que se encuentran interactuando en un ecosistema; para el caso de los agroecosistemas podría aplicarse la misma definición pero en contraste a lo que ocurre en los ecosistemas naturales, en los agroecosistemas característicos de la agricultura convencional la diversidad de organismos se ha ido conduciendo a una simplificación extrema (por ejemplo, grandes extensiones de monocultivo) reduciendo en forma considerable el número de especies en un sitio y por ende afectando las interacciones que ahí ocurren (Altieri, 1992; Vázquez, 1999).

Los principales factores que han acelerado la pérdida de la biodiversidad en los agroecosistemas son los siguientes: 1) propagación de variedades “modernas” que han desplazado a las nativas o criollas; 2) el incremento de la extensión con monocultivo, en detrimento de los cultivos asociados que perduraron por muchos años; 3) la aplicación de paquetes tecnológicos con uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas; 4) la tecnología de cultivo que promueve la supresión total de plagas y malezas; 5) la disminución de las especies cultivadas debida a la industrialización de la agricultura, por ejemplo sólo 20 especies de plantas aportan el 90% de la alimentación humana; 6) la sobre explotación de dos o tres especies dejando de lado aquellas que no tienen un interés comercial; 7) la deforestación en selvas y bosques, a baja y alta escala; 8) la modificación de los patrones de vida y consumo

de la sociedad, buscando imitar la llamada “cultura occidental” e imponiéndose en el mercado la homogenización de los productos (Clades, 1998).

Por el contrario, para una agricultura del futuro un elemento clave es la restauración de la biodiversidad funcional, en particular por los múltiples servicios que ésta presta a los agroecosistemas. Uno de estos servicios es la regulación de la abundancia de plagas a través de la depredación, parasitismo y la competencia (Altieri, 1994). En este sentido, la biodiversidad puede ser utilizada para mejorar el manejo de plagas, pues ha sido demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño y la construcción de asociaciones vegetales que mantengan poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros plaga (Altieri, 1992; LEISA, 1998; Vázquez, 1999). Un ambiente más diverso, no se dirige a tratar de combatir una sola plaga, ya que su efecto regulador se extiende hacia todos los organismos presentes que se encuentran interactuando en el agroecosistema.

La mayor diversidad vegetal, tanto de los cultivos como la natural, favorece la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad al proveer de huéspedes o presas alternativas cuando escasea la plaga principal, al aportar alimentación (polen y néctar) para los parasitoides y depredadores y al ofrecer refugios para su hibernación o nidificación (Bahena, 1999). En la literatura existen numerosos ejemplos de experimentos que documentan cómo la diversificación frecuentemente conduce a la reducción de las poblaciones plaga, sugiriendo que entre más diverso sea el agroecosistema y mayor duración tenga inalterada esta diversidad, mayor cantidad de relaciones internas se construyen entre las poblaciones de organismos (Altieri, 1992; Nicholls y Altieri, 1997; Altieri y Nicholls, 1998; Vázquez, 1999).

En muchas regiones agrícolas de México se ha cultivado tradicionalmente al maíz asociado con frijol, haba y calabaza, y se ha demostrado como este tipo de prácticas previenen o reducen en forma natural las poblaciones de plagas como las chicharritas *Empoasca* sp y *Dalbulus* sp, el crisomelido *Diabrotica balteata*, al barrenador del tallo *Diatraea lineolata* y el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Trujillo-Arriaga y Altieri, 1990; Altieri, 1992; Cortes-Madrigal *et al.*, 1993; Vázquez, 1999).

Se sabe que la diversificación de cultivos y la presencia de cobertura en el suelo influyen de manera positiva sobre la actividad biológica, especialmente, sobre la macro fauna de artrópodos, ya que éstos contribuyen de diferentes maneras al mejoramiento del suelo, participando de manera activa en el reciclaje de los nutrientes al mineralizar la materia orgánica, y contribuyen al mejoramiento de la aireación, infiltración y enraizamiento en el suelo (Barber, 1997).

La diversidad ambiental en los agroecosistemas incluye tres componentes que puede ser factible de manejarse en nuestro beneficio, siendo estos: temporal, espacial y biológico (Altieri, 1992). En este sentido, la restauración de la diversificación en los agroecosistemas incluye prácticas como la asociación y rotación de cultivos, establecimiento de mosaicos, cultivos en franja, la labranza de conservación incorporando residuos de cosecha, policultivos, manejo de arvenses (“malas hierbas”) y de la vegetación nativa adyacente, uso de plantas productoras de néctar, cultivos de cobertera, barreras vivas, etc.

La Labranza de Conservación (LC) es una de las opciones de manejo más viables para lograr revertir la degradación de los recursos naturales, puesto que con su práctica, además de las ventajas ya nombradas, se incrementa la biodiversidad a nivel micro y macro, y se mantiene constante la temperatura (Figuroa y Morales, 1999; Velásquez *et al.*, 2005). La LC, para que pueda favorecer la recuperación de la biodiversidad deberá mantener, al menos, el 30% de la superficie del suelo cubierta por residuos de cosecha después de la siembra (CTIC, 2010).

A diferencia de lo que ha ocurrido en otros países, y a pesar de las ventajas ya demostradas, en México la adopción de la LC ha sido mínima, ya que supone menos del 4% de la superficie en nuestro país (Martínez, 2004). Este hecho se debe a varias razones, siendo una de ellas el temor, por parte de los agricultores de, a que esta práctica induzca aumentos de plagas y malezas (Fregoso *et al.*, 2006). En este sentido, para nuestro país existen varios aspectos controversiales que no han sido estudiados plenamente, ya que, mientras algunas especies insectiles pueden incrementar sus poblaciones, otras pueden verse reducidas, lo que a la vez se encuentra influenciado por el tiempo que se lleva practicando la LC de forma continua, y por la cantidad de residuos o cubierta que se ha dejado sobre el suelo (Roberts y All 1993; Figuroa y Morales, 1999; Higgins *et al.*, 1999).

Gray y Tollefson (1988), han señalado que la LC ha favorecido el incremento de la actividad por parte de las plagas, pero también se reconoce que se favorece un incremento en las poblaciones de insectos benéficos (Kocker, 1990). Sin embargo, la LC, en combinación con otras prácticas como la rotación ha demostrado, reducción en las poblaciones de diversas plagas (Higgins *et al.*, 1999). De esta forma, la LC, al favorecer incrementos en la biodiversidad propicia el establecimiento de una comunidad de organismos más compleja y, en consecuencia, una mayor estabilidad de los sistemas agrícolas. En este sentido, diversos autores sostienen que la siembra directa, como parte de la LC, generalmente se asocia con una mayor diversidad y abundancia de agentes de control biológico. En consecuencia, el incremento inicial de las especies plaga no necesariamente se traduce en mayores pérdidas

económicas. (Figueroa y Morales, 1999; Turnock *et al.*, 1993; Valdés *et al.*, 1993).

Con la agricultura de conservación se mejora la fertilidad del suelo, lo que puede influenciar la calidad de las plantas, la cual, a su vez, puede afectar la abundancia de los insectos plaga y los consiguientes niveles de daño. Las prácticas de fertilización orgánica promueven el incremento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana y una disponibilidad gradual de nutrientes por la planta, permitiendo teóricamente a las plantas derivar una nutrición más balanceada (Nicholls y Altieri, 2008). En este sentido, Kowalski y Visser (1979) observaron como en trigo fertilizado convencionalmente es más atractivo al ataque de pulgones debido a que mantiene altos niveles de aminoácidos libres en las hojas, lo que favorece el incremento del pulgón *Metopolophium dirhodum* si se compara con un trigo fertilizado orgánicamente.

En experimentos en los que se comparó el laboreo o no laboreo del suelo, las infestaciones por gusano cogollero en maíz fueron similares en ambos sistemas. Sin embargo, cuando no se labra y además se dejan residuos en la superficie del suelo, se reduce significativamente la oviposición y el daño por parte de esta plaga cuando la planta todavía es pequeña (All, 1988). Roberts y All (1993) observaron que en parcelas sin labranza se realizaba una aplicación insecticida menos para el combate del gusano cogollero, lo cual puede estar relacionado con la cobertura de residuos del cultivo del ciclo anterior, ya que permanece sobre la superficie del suelo.

El no laboreo en parcelas donde además se han dejado los residuos del cultivo anterior puede tener una importancia significativa en la reducción del daño de la plaga si tomamos en cuenta que, como el gusano cogollero del maíz, van a preferir plantas pequeñas para realizar sus oviposturas (Harrison, 1984). En este mismo sentido, es notable el incremento que ocurre de lombrices y termitas, con el consecuente beneficio que esto conlleva para el suelo, cuando se trabaja bajo dicho sistema conservacionista (Barber, 1997). El incremento de lombrices de tierra también puede reducir la presencia de nemátodos del suelo hasta en un 82% de las plantas infectadas, si bien el efecto no es en forma directa esto se logra debido a que la presencia de las lombrices en la rizósfera indica cambios sistémicos en la expresión de ciertos genes de las plantas, conllevando un incremento en la actividad fotosintética y a una mayor concentración de clorofila en las hojas (Blouin *et al.*, 2005)

Como resultado de un diagnóstico sobre la incidencia de plagas y enemigos naturales asociados a un suelo cultivado con maíz y manejado bajo diferentes sistemas de labranza en el estado de Michoacán (Nájera y Valdez, 1997; Nájera y Velásquez, 2001), se encontró que su densidad y fluctuación depende de la especie, de la época del año, de la cantidad de humedad en el suelo y de la región, ya que determinados grupos de



organismos solamente estuvieron presentes en una época y ambiente específico, mientras que otros manifiestan una distribución general y pueden comportarse como plaga en cualquiera de las regiones y sistemas estudiados. En el mismo estudio, se asume que la LC incrementa la diversidad de organismos edáficos, situación que promueve mayor estabilidad del agroecosistema al favorecer, también, la presencia de enemigos naturales de las plagas.

Sosa-Gómez y Moscardi (1994) confirmaron lo anterior al observar en Brasil que el no laboreo, en un bicultivo de trigo y soya, favoreció la permanencia de tres especies de hongos entomopatógenos de importancia en control biológico de plagas (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces* spp) cuando se comparó su presencia bajo condiciones de cultivo similares, pero con un sistema donde se hizo un manejo convencional de la labranza.

En CTIC (2010), se pueden encontrar, otros ejemplos similares a los anteriores. En este caso se dispone de un listado donde se presentan los posibles cambios, favorables o desfavorables, que ocurren en las poblaciones de diversas especies de insectos plagas de importancia económica, atribuidos estos a la práctica de la LC en los cultivos donde ellos se encuentran.

## **5. El Manejo Agroecológico de Plagas (MAP)**

La necesidad actual de reducir gradualmente en el mundo el uso de los insecticidas químicos, ha provocado que se tenga que hacer una revisión del concepto del Manejo Integrado de Plagas (MIP), retomando de éste las experiencias participativas, el reto de la conservación de los recursos naturales y la incorporación de las ciencias naturales y sociales.

Buscando una mayor claridad que no permita la confusión con la definición del MIP, se ha acuñado un nuevo concepto que trata de ser más acorde con estos principios. En países de Asia, África y América se habla ya de “Manejo Ecológico de Plagas” y “Manejo Alternativo de Plagas”, pero el concepto que mejor define esta nueva estrategia alternativa es el de “Manejo Agroecológico de Plagas”, con un enfoque integrador que no sólo involucra la producción a corto plazo, sino la sostenibilidad ecológica del sistema de producción a largo plazo (Bahena, 2003 y 2007).

En este nuevo enfoque que se conoce del MAP, se pone mayor énfasis en el carácter agroecológico y sostenible de los agroecosistemas, junto con el interés por la productividad. Se sustenta no sólo en las técnicas alternativas que sustituyen el uso de los insecticidas, sino en el papel central que tiene el Control Biológico de plagas, con una visión holística e integradora. En este caso no se busca exterminar insectos sino de regular poblaciones para que éstas no causen daños económicos

significativos. Procura la restauración de la biodiversidad funcional que reactive el control biológico, y se complementa con alternativas ecológicamente compatibles con las poblaciones de enemigos naturales.

En los sistemas de Manejo Agroecológico de Plagas que buscan la sostenibilidad, la protección de cultivos debe ser fundamentalmente preventiva, influyendo negativamente contra las condiciones que favorecen el desarrollo de las plagas, pero también haciéndolo positivamente sobre los organismos benéficos; sin embargo, el carácter preventivo que puedan tener muchas de estas acciones, no debe dejar de lado criterios estrictamente económicos pues cualquier actividad, a pesar de que no deje un impacto adverso al ambiente o los recursos naturales, implica un costo, lo cual si no es considerado le resta posibilidades de sostenibilidad a la estrategia que se propone.

Para asegurar el éxito del MAP, se requiere de una capacitación sobre principios que son elementales; es necesario conocer y comprender sobre los ciclos vitales de la plaga, la etapa del cultivo en que se producen los daños, los distintos enemigos naturales nativos que regulan las poblaciones de las plagas, las etapas de mayor susceptibilidad, y en qué momento o bajo qué condiciones ocurren los mayores índices de infestación en el cultivo. El MAP requiere de la combinación de un conjunto de controles que incluyen al cultural, legal, físico, biológico (natural y aplicado), genético y mecánico; buscando que en principio se actúe preventivamente y de este modo minimice el riesgo de la presencia de la plaga; pero además, la estrategia del MAP debe ser parte de un manejo diferente del cultivo, haciendo énfasis en la fertilización orgánica, el laboreo mínimo o labranza de conservación y la incorporación de materia orgánica así como parte de los residuos de cultivo al suelo. En el cuadro 1, se anotan una serie de prácticas o acciones que de realizarse en forma combinada y complementaria permitirán buenos resultados bajo un esquema de MAP.

El objetivo del MAP es que en el control de plagas se pueda reducir gradualmente el uso de plaguicidas de síntesis química, obteniendo rendimientos y calidad aceptable de los productos, y paralelamente minimizar los daños al ambiente y a la salud humana. Con esta estrategia de manejo de plagas, se pretende contribuir en la formación de técnicos y productores capaces de aportar soluciones bajo este nuevo esquema de manejo, dichos usuarios contarán con conocimientos referenciales y metodológicos para realizar diagnósticos de problemas fitosanitarios, y que sean capaces de proponer un manejo más racional y adecuado para contribuir integralmente a una agricultura conservacionista que este sustentada y sea más acorde con los principios del desarrollo rural sostenible.

Cuadro 1. Prácticas para un Manejo Agroecológico de Plagas

Herramientas de manejo	Prácticas o acciones a realizar
Control cultural	Rotaciones y asociaciones de cultivo, manejo de densidades y fechas de siembra, riegos y asperjado de agua, provisión de refugios y fuentes de alimento de enemigos naturales y manejo de arvenses.
Control físico y mecánico	Uso de barreras físicas y naturales, cubiertas de aislamiento y reflejantes, manejo de acolchados, uso de trampas vivas, luminosas, de color o con atrayentes como las feromonas sexuales.
Control biológico aplicado	Estrategias para la conservación de los enemigos naturales ya sea éstos nativos o introducidos. Aumento de enemigos naturales en el cultivo, pudiendo ser de tipo inoculativo o inundativo. Introducción de enemigos naturales exóticos.
Control genético	Uso de materiales con tolerancia o resistencia al ataque de organismos dañinos.
Productos alternativos	Uso de extractos de plantas con propiedades repelentes, disuasivas de alimentación o tóxicas. Aplicación de insecticidas biológicos formulados con bacterias, hongos y virus, así como otros que por su origen no resultan ser contaminantes y que tienen efecto sobre algún estado de desarrollo de los insectos como los reguladores de crecimiento de insectos y las hormonas juveniles.
Control químico selectivo	Reducir gradualmente el uso de los insecticidas de síntesis química. Estos solamente podrían ser alternativas contra plagas migrantes u otras que brotan repentinamente. En ningún caso deben de formar parte de una estrategia integral de manejo y mucho menos ser aplicados por calendario. Se debe de ir sustituyendo a la mayoría de los agroquímicos de uso actual por otros alternativos como los de efectos específicos y los de bajo impacto ambiental y sobre la fauna benéfica.

En la región del Valle Morelia-Queréndaro en general hay un desconocimiento por parte de técnicos y productores acerca del comportamiento de las poblaciones de insectos y otros artrópodos, tanto las que son de hábitos dañinos como aquellas especies que son benéficas. Esta falta de conocimiento incluye, a los productores que recién inician en la agricultura de conservación, así como los agricultores

con las parcelas que han mantenido bajo dicho sistema de cultivo por varios años, incluso los que se consideran como más avanzados.

Considerando este desconocimiento, la alternativa tecnológica que estaba disponible para el manejo de plagas por los agricultores de labranza de conservación en la zona, consistía en la aplicación de plaguicidas de síntesis química, prácticamente igual y con el mismo procedimiento y productos a como lo hacen los agricultores comerciales o convencionales. Estas aplicaciones de plaguicidas, con productos de amplio espectro eliminan efectivamente a la plaga; sin embargo, también suprimen a las poblaciones de entomófagos o insectos benéficos.

Es importante considerar que si bien con la labranza de conservación pudieran ocurrir cambios en el comportamiento de las poblaciones de insectos, no se puede depender exclusivamente de este sistema de no laboreo, para esperar reducciones que siempre puedan ser significativas con relación al daño que causan los fitófagos (insectos que se alimentan de vegetales) en el cultivo.

La agricultura de conservación con la labranza de conservación como base, aplicada en su sentido amplio, donde se considera el no laboreo en forma continua y permanente así como la cubierta con residuos de cultivo sobre el suelo; con respecto al manejo de plagas, debe tener un enfoque agroecológico, donde se involucren otros elementos de manejo en el cultivo que puedan ser desfavorables para el desarrollo de las poblaciones de insectos dañinos y favorables para el incremento y conservación de los enemigos naturales de las plagas (Bahena, 2003, Pérez, 2004 y Sánchez *et al.*, 2005).

Algunas prácticas conservacionistas que pueden ser complementarias a la labranza de conservación para reducir el daño de las plagas en el cultivo son las siguientes: incrementar la superficie agrícola donde se promueva la diversificación o asociación de cultivos (Altieri, 1980 y 1992), el uso de bioinsecticidas provenientes de extractos de plantas como por ejemplo el nim (Rodríguez, 2000; Bahena, 2002) o los formulados con entomopatógenos, el uso de semioquímicos (Nordlund y Lewis, 1976; Malo *et al.*, 2004) y todas las herramientas metodológicas con que nos provee el control biológico de plagas (Nordlund, 1996; Nicholls y Altieri 1997).

La sostenibilidad de la agricultura de conservación debe involucrar un manejo diferente de las plagas y no solamente reducirse a lo que sería la labranza de conservación. De aquí la necesidad de investigar qué es lo que está ocurriendo con dichos organismos, para lo cual es necesario hacer la cuantificación de los cambios con respecto a la incidencia de plagas y sus enemigos naturales a través del tiempo de adopción de la labranza de conservación.

Actualmente, resulta muy importante destacar el trabajo que se está realizando en el Valle Morelia-Querendaro con respecto al MAP. Entre las innovaciones que se pueden reportar se incluyen aspectos que tienen que ver con un cambio de mentalidad en términos prácticos; por ejemplo, regularmente los agricultores realizaban aplicaciones de agroquímicos con productos no autorizados y sin sustentar la aplicación en base a un muestreo.

Actualmente productores que trabajan bajo el esquema de agricultura de conservación, reconocen a insectos benéficos y dañinos que se encuentran en sus cultivos, mediante muestreos y capacitación se les ilustró sobre cuáles son benéficos y cuáles son plaga, y se ha determinado localmente para cada región el momento en que las poblaciones de plagas alcanzan niveles de población que justifican la aplicación de alguna medida de control.

A nivel local se han identificado a más de 25 especies de insectos parasitoides y depredadores para las plagas en maíz y trigo. Dentro de los muestreos realizados, se han usado umbrales de población como referencia, los que se toman como límite para que si las plagas los rebasan, se considera que éstas empiezan a generar daños en el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, se le indica al productor los días en qué se deben realizar los muestreos y evaluar si ya se encuentran en el límite del umbral.

Se ha observado que mediante esta herramienta, si hace la aplicación oportuna generalmente no se tiene que hacer otra. Productores que no han seguido este procedimiento, realizan tratamientos tardíos cuando parte del daño ya está causado o bien tienen que hacer un mayor número de aplicaciones de plaguicida, con el consiguiente incremento en los costos del cultivo y el impacto al medio ambiente.

Actualmente, para el cultivo de trigo bajo labranza de conservación, se han establecido algunos productos de bajo impacto ambiental que pueden ir sustituyendo a los agroquímicos más tóxicos que aplicaban regularmente los productores. El conocimiento de estas alternativas y su forma de uso ha sido una de las innovaciones que más han estado impactando favorablemente, a un número cada vez más grande de productores y superficie cultivada.

## **6. El trigo y sus insectos**

En México la producción de trigo en condiciones de riego se obtiene en el ciclo otoño-invierno y la de temporal en el de primavera-verano. En los ciclos agrícolas otoño-invierno 2004-2005 se cosecharon 448,825 ha., con una producción de 2'435,551 t y un rendimiento medio de 5.4 t.ha<sup>-1</sup> y en el ciclo primavera-verano, 127,611 ha con una producción de 232,650 t y 1.8 t.ha<sup>-1</sup>, el rendimiento medio nacional es de 4.6 t.ha<sup>-1</sup>(SIAP, 2006).

Durante el periodo 1990-2004 en México se sembraron 633,500 ha en promedio, de las cuales nueve estados contribuyeron con el 96%. Destacando Sonora con el 37.6% de la superficie; Guanajuato, con el 16.6%; Baja California con el 15.2%; y Sinaloa con el 12.1% (Solís *et al.*, 2006).

SIAP (2006) reporta que existe una disminución en la superficie sembrada en el ciclo que es del orden del -3.7% anual y representan 303,400 ha, en el periodo de estudio en donde Sonora (163,400 ha.) y Sinaloa (168,300 ha.) son las entidades que en mayor medida han dejado de sembrar este cereal. Le siguen Chihuahua y Baja California Sur con una pérdida de 29,100 y 12,800 ha., respectivamente lo que provocó que sus tasas cayeran en -9.5 y -8.4% en ese orden (Muñoz *et al.*, 2005).

Entre el promedio de superficie sembrada en los estados mencionados durante los periodos 1990-1998 y 1999-2004 solo Baja California registró un aumento en el área sembrada que equivale a 19,000 ha. Por otro lado, en otros estados productores de este cereal, se registró una reducción en la superficie sembrada durante este periodo (Sinaloa, 43,000 ha., Chihuahua, 28,000 y Guanajuato, 56,000), en los ciclos de otoño invierno 2004-2005 y 2005-2006 se registró un incremento en la superficie sembrada, destacando la zona del noreste (Sonora, Baja California y Sinaloa) con un promedio de 321,625 ha (61.4% de la superficie sembrada a nivel nacional), mientras que en la región del Bajío (Guanajuato, Michoacán y Jalisco) se sembraron 155,257 ha (29.6% de la superficie sembrada a nivel nacional) en esta región el estado de Guanajuato contribuyó con el 17.05% en el periodo señalado (García *et al.*, 2006).

La región triguera del Bajío, México, comprende parte de los Estados de Guanajuato, Michoacán, Querétaro y Jalisco. En los últimos 40 años ha sido la segunda región más importante en la producción nacional de trigo; se ubica en alturas entre los 1600 y 1900 msnm y se caracteriza por tener sus climas y suelos realmente homogéneos y favorables para la producción de trigo (Solís *et al.*, 2006).

En la región del Bajío el cultivo del trigo ocupa el primer lugar en cuanto a superficie sembrada durante el ciclo otoño-invierno. Este cultivo es de gran importancia económica en la región y se adapta al sistema de rotación con sorgo o maíz. Anualmente se siembran entre 60,000 y 100,000 ha., y la mayor parte de producción se destina a la industria para la elaboración de harina para panificación, la cual requiere grano con alta calidad (Medina *et al.*, 2006).

En Michoacán según datos de SIAP (2009), en el 2008 se sembraron 35,016.18 ha con una producción total de 186,706.30 ton y un rendimiento promedio de 5.33 ton. ha<sup>-1</sup> siendo el municipio de José Sixto el mayor productor con una superficie de 5,780.00 ha sembradas y las mismas cosechadas con una producción de 28,900 ton y un rendimiento promedio de 5 ton.ha<sup>-1</sup>. Dentro del Valle Morelia-Queréndaro se sembró una superficie de 3,870 ha, siendo Álvaro Obregón el municipio con mayor extensión sembrada con un total de 14,949 ha, seguido por Indaparapeo con 1014 ha, Zinapécuaro con 700 ha y Queréndaro con 500 ha sembradas, en total se produjeron 23,535 ton, y Queréndaro fue el municipio donde mayor rendimiento se tuvo con un promedio de 6.7 ton.ha<sup>-1</sup> en el valle y uno de los más altos en el estado, solo por debajo de Tuxpan y Santa Ana Maya con un promedio de 7.5 ton.ha<sup>-1</sup> cada uno.

### 6.1. Insectos dañinos (fitofagos) en trigo

A diferencia de los insectos asociados al trigo reportados por MacGregor y Gutiérrez (1983), Villaseñor y Espita (2000) mencionan que dentro de las plagas en trigo para México han sido reportadas las siguientes: gusanos blancos (*Diloboderus abderus*), barrenador menor (*Elasmopalpus lignosellus*), chinche verde (*Nezara viridula*), gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*), oruga militar verde (*Pseudaletia adultera* Schaus), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), oruga desgranadora (*Faronta albilinea*) y varias especies de áfidos (*Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae*, *Diuraphis noxia* y *Rhopalosiphum maidis*).

Gómez (2001), reporta en su estudio de afidofauna realizado en el Valle Morelia-Queréndaro la presencia de las especies: *Diuraphis noxia*, *M. dirhodum*, *S. graminum*, *S. avenae*, *R. maidis*, *R. padi*, afectando cultivos de cereales.

Lucho (2003), reporta en su estudio realizado en el Valle de Yaqui en Sonora la presencia de las siguientes especies en cereales: *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *R. maidis* y *R. rufiabdominale*. Según datos de CESAVEM (2007), en el Estado de México se reportan las siguientes especies en cultivos de trigo: el pulgón ruso (*Diuraphis noxia*), pulgón del cogollo, el pulgón del follaje, el pulgón del tallo y el pulgón de la raíz.

Solís *et al.* (2007), señalan que para el Bajío las plagas que más limitan la producción de trigo, y por consiguiente las más importantes, son el pulgón verde del follaje (*S. graminum*), pulgón de la espiga (*S. avenae*), pulgón ruso (*D. noxia*), pulgón amarillo del follaje (*M. dirhodum*), pulgón negro del follaje (*R. padi*) y el pulgón del cogollo (*R. maidis*).

Entre numerosos insectos que se encuentran sobre el cultivo del trigo, únicamente varias especies de pulgones (Hemiptera: Aphididae) pueden llegar a convertirse en plagas que causen un daño económico.

Los pulgones causan daños como ninfas o como adultos y se les puede encontrar presentes desde la emergencia del cultivo hasta la etapa de su madures o formación del grano. Los daños pueden ser de forma directa mediante la succión en la planta del trigo causando debilitamiento y malformaciones o bien en forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades virósas.

Es común observar su reproducción partenogenética, donde pueden dar origen a individuos ápteros o alados, los primeros colonizando a varias plantas vecinas y los segundos preferentemente migrando en busca de nuevos sitios de alimentación en el cultivo o en otros que se encuentran vecinos. Se caracterizan por tener altas tasas reproductivas lo que puede incrementar rápidamente a sus poblaciones.

En el contexto del MAP para el Valle Morelia-Queréndaro se ha desarrollado y divulgado información como la identificación de insectos fitófagos y entomófagos, monitoreo directo e indirecto de poblaciones, determinación de la fluctuación poblacional, estableciendo criterios para la toma de decisiones para tomar medidas de combate y evaluaciones y validaciones de productos alternativos y de bajo impacto ambiental para sustituir plaguicidas peligrosos.

Para la identificación de las especies de pulgones es importante conocer la planta hospedera de la que se están alimentando; sin embargo, características presentes en las antenas, alas, patas, sífúnculos, cabeza y cauda son determinantes para la identificación de especies, mediante claves taxonómicas lo que permite tener una mayor certeza en la identificación específica.

Una actividad inicial dentro del proyecto ha sido la identificación de las especies que están causando problemas en el cultivo del trigo (Fitófagos) y todos los insectos que se encargan de controlar biológicamente a los pulgones (Entomófagos). Paralelamente a la identificación se ha determinado la importancia de cada especie y la distribución que presentan en el Valle Morelia-Queréndaro.

En los muestreos realizados, se detectó tanto para trigo como en cebada, la presencia de un complejo de al menos cuatro especies de pulgones: El pulgón verde *Schizaphis graminum* (Rondani), el pulgón amarillo *Metopolophium dirhodum* (Walter), el pulgón de la espiga *Sitobion avenae* (Fabricius) y el pulgón del cogollo *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), éstos fueron las especies que presentaron una incidencia e



importancia de mayor a menor respectivamente en el orden antes mencionado. Dos especies presentes pero con poca relevancia particularmente para el estado de Michoacán, son el pulgón ruso *Diuraphis noxia* y el pulgón del cogollo *Rhopalosiphum maidis*.

A continuación se hace una descripción de las principales características de identificación de las cuatro especies más importantes para el Valle Morelia-Queréndaro, en base a Holman *et al.*, 1991 y Gómez, 2001.

***Pulgón verde del follaje Schizaphis graminum* (Rondani).**

Esta especie es muy abundante en trigo, es de color verde claro y se reconoce fácilmente por la franja de color verde más oscuro que se observa en la parte dorsal y a lo largo del abdomen. Cuando se alimenta inyecta toxinas que provoca manchas necrosadas o amarillentas visibles en el haz de las hojas, manchas que se agrandan al aumentar el daño y el tamaño de las hojas (Figura, 2).

Diagnosis: frente sinuosa, dorso abdominal y cauda pálida, sífúnculos oscurecidos solo en la parte terminal, cilíndricos: vena media con una bifurcación. Especies parecidas con una bifurcación de la vena media, conocidas de México, tiene sífúnculos oscurecidos o negros a todo lo largo. *M. dirhodum* es más grande, tiene la venación de las alas normal y frente acanalada.



Figura. 2. Pulgón verde del follaje *Schizaphis graminum*

***Pulgón amarillo del follaje Metopolophium dirhodum* (Walter).**

Esta especie se reconoce en su forma áptera por presentar una coloración amarillo pálido, antenas claras con puntos café y patas y sifúnculos café amarillentos. La forma alada presenta una coloración verde amarillenta en la cabeza y el tórax; abdomen amarillo verdoso pálido con una línea dorsal longitudinal media de color verde oscuro, las patas, sifúnculos y cauda son pálidos (Figura, 3).

Diagnosis. La forma áptera es de color amarillo pálido, antenas claras con los puntos café; patas y sifúnculos café-amarillentos. La forma alada presenta una coloración café-amarillento en la cabeza y tórax; abdomen amarillo verdoso pálido con una línea media dorsal longitudinal de color verde intenso; patas y sifúnculos café y cauda pálida. En ambas formas las antenas son generalmente más cortas que el cuerpo

Características morfológicas: *LC* de 2.30-2.80 mm. *Ant* con 18-25 *Sensec.* en *IIIa*, *PT/bVIa* de 33.18-3.97. *Urs/TarPII* de 0.61-0.65 *TarP*, con 5-7 sedas adicionales. *Dabd.* Con *Escmarg.* Sobre *II-IV* y una *Ftransv.* En *VIII*. *Sf/LC* de 0.13-0.19 y *Sf/cau.* De 2.19-2.93. *cau.* Con 10-13 sedas. *TibP/LC* de 0.62-0.70. Alas con venación normal.



Figura. 3. Pulgón amarillo del follaje *Metopolophium dirhodum*

***Pulgón negro Rhopalosiphum padi*** (Linnaeus).

Este pulgón es de tamaño pequeño a mediano, mide de 1.7 a 2 mm cuando es adulto. Tiene una alta tasa de reproducción y generalmente ataca las espigas del trigo con lo que afectan directamente la formación y llenado del grano. Se ha reportado su capacidad como transmisor de virus persistentes en cereales (Figura, 4).

Diagnosis: cabeza negra frente sinuosa, abdomen redondeado membranoso, con escleritos marginales, placas intersegmentales oscuras laterales y franjas anchas en los terguitos VII y VIII; proceso terminal al menos 4 veces más largo que la parte basal del último artejo antenal que es apenas 3 veces más larga que su diámetro máximo; sífúnculos ligeramente ensanchados con una constricción subapical, aproximadamente el doble del largo de cauda. Especies parecidas: *R. rufiabdominalis* tiene las antenas usualmente de 5 artejos o con los artejos III y IV solo parcialmente separados; *R. maidis* tiene el último artejo antenal más corto y el terguito VII solo con escleritos aislados. En *Lipaphis erysimi* los sífúnculos son iguales en el largo a la cauda, proceso terminal más corto y la parte basal del último artejo antenal al menos 4 veces más larga que su diámetro máximo. *Hysterononeura setariae* tiene los sífúnculos cilíndricos así como la especie de *Aphis*. (Gómez, 2001).



Figura. 4. Pulgón negro *Rhopalosiphum padi*

**Pulgón de la espiga *Sitobion avenae* (Fabricius).**

La cabeza, tórax y apéndices son de color negro u oscuro, abdomen verde oscuro y cauda pálida, antenas negras y más largas que el cuerpo, y la parte apical de las patas y sifúnculos de color negro. Generalmente se encuentran colonizando espigas y causan daños en la formación y llenado del grano. Cuando ocurren altas poblaciones y no se toman medidas de combate en forma adecuada, en tiempo y forma, se ha estimado que causan mermas en la producción del 30 al 50% (Figura, 5).

Diagnóstico: cabeza negra con la frente acanalada divergente, dorso abdominal membranoso en la parte media, con largos escleritos marginales y las placas intersegmentales en forma de estrías; negras, como máximo 1.4 veces más largos que cauda; cilíndricos, con el diámetro mínimo cerca de la mitad, ensanchándose gradualmente hacia la base y el ápice; cauda dediforme acuminada, pálida. Debido a su similitud o parecido puede ocurrir una confusión con algunas especies de *Uroleucon* de cauda pálida (*U. ambrosiae*, etc.) que tiene los sifúnculos más largos y gruesos, con el diámetro mínimo debajo el reborde.

Características morfológicas: antenas con respecto al cuerpo (*Ant/LC*) de 0.9-1.1, tercer artejo antenal (*IIIa*) con 4-20 sensoriales secundarios (*Sensec.*), cuarto artejo antenal (*IVa*) con 4-11 *Sensec.*, y quinto artejo antenal (*Va*) con 1-2 *Sensec.*; sifunculos con respecto al largo del cuerpo (*Sf/LC*) 0.13-0.19, sifunculos (*Sf*). Con reticulación apical en un 29-45%, cauda (*Cau.*) fuertemente constreñida, *Urs/tar PII* 0.7- 0.8.



Figura. 5. Pulgón de la espiga *Sitobion avenae*

## 6.2. Insectos benéficos (Entomófagos) en trigo

La diversidad de insectos que se pueden encontrar en el cultivo del trigo, además de los que son plaga y que ya han sido mencionados en la sección anterior, es importante señalar que existe un número muy amplio de insectos benéficos cuya función fundamental es la de consumir a sus presas o parasitarlas para de este modo estar haciendo una regulación natural de las poblaciones o lo que más comúnmente se conoce como Control Biológico natural.

En este apartado se describen a varias de estas especies benéficas que es común observar en parcelas de trigo del Valle Morelia-Queréndaro y de las cuales se busca que puedan incrementar su eficiencia bajo el esquema de manejo que se promueve con la Agricultura de Conservación.

### Depredadores

#### **Coccinellidae (Catarinitas)**

Las catarinitas son de la familia Coccinellidae (Coleoptera), la cual se caracteriza por incluir a especies depredadoras, muchas de las cuales son importantes para la implementación de programas de control biológico de plagas. Tanto las larvas como los adultos pueden depredar sobre insectos fitófago de cuerpo blando como áfidos, escamas, mosquitas blancas, huevecillos de insectos o algunos ácaros (Cervantes, *et al.*, 2004). En el mundo se tienen identificados a 360 géneros, para México se han reportado a 60 de estos y para el Valle Morelia-Querando se tiene identificada al menos a 24 de ellos (García, 2005).

Entre las especies de mayor importancia para Michoacán se tiene a *Hippodamia convergens*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea* y *Sycmnus* spp (Bahena *et al.*, 2005). A continuación se hace una breve descripción de estas especies.

**La catarinita *H. convergens*** es la más popular de las catarinitas en México y puede ser identificada por la mayoría de las personas sin mayor dificultad, por su tamaño y colorido es fácilmente perceptible cuando se hacen muestreos (Figura, 6). Es posible su cría en laboratorio pero en campo requiere de prácticas que permitan su conservación como puede ser la reducción del uso de agroquímicos (Loera y Kokubu, 2003).

*H. convergens* es para el bajío incluyendo al valle Morelia-Queréndaro, el depredador más importante por su abundancia y su actividad depredadora. Este coccinélido consume al menos unas 12 especies distintas de áfidos y en trigo es especialmente abundante. Se reconoce

por su forma oval, élitros anaranjados y dos franjas claras convergentes en el pronoto que es de color negro.



Figura 6. Larva (a) y adulto (b) de la catarinita *Hippodamia convergens*

***Coleomegilla maculata*** se conoce comúnmente como la catarinita rosada y también es muy frecuente observarla en el Valle Morelia-Queréndaro (Figura, 7a), presenta en México una distribución muy amplia, es de hábitos depredadores generalistas, particularmente consume ácaros, insectos pequeños de cuerpo blando, huevecillos, pequeñas larvas de lepidópteros como *S. frugiperda* y la catarinita de la papa *Leptinotarsa decemlineata* (Pereira, 1997). También consume varias especies de pulgones como *Brevicoryne brassicae* y *Rhopalosiphum maidis* (García, 2005). A este depredador se le atribuye un papel importante en la regulación natural de las poblaciones de *Ostrinia nubilalis*, *Helicoverpa zea* y de *S. frugiperda* (Hazzard *et al.*, 1991; Hoffmann y Frodsham, 1993; Pereira, 1997). Al alimentarse de polen, néctar y esporas de hongos, responde con aumentos poblacionales cuando las plantas están en plena floración; el polen, puede representar hasta el 50% de su dieta (Hoffmann y Frodsham, 1993).

***Cycloneda sanguinea*** es nativa de América donde tiene una amplia distribución que va desde Florida en E.U.A., hasta Sudamérica y todas las islas del Caribe (Michaud, 2000). Tanto las larvas como los adultos son importante depredadores; se ha cuantificado en larvas un consumo de 200 pulgones por día mientras que para adultos el consumo diario es de 20 pulgones. Cuando la disponibilidad de presas es escasa los

adultos suelen alimentarse del polen de algunas plantas silvestres, para cubrir de este modo sus necesidades de aminoácidos y carbohidratos, por lo que ciertas plantas llamadas “malezas” pueden jugar un papel importante para su supervivencia. Dada la importancia de este depredador ya se desarrolla un método para su cría artificial (Alonso *et al.*, 2003). Por el color anaranjado-rojizo se puede confundir en campo con *H. convergens*; sin embargo, en este caso *Cycloneda* tiene el cuerpo más oval y no presenta puntuaciones en los élitros (Figura, 7b).



Figura, 7. Adultos de a) *Coleomegilla maculata* y b) *Cycloneda sanguinea*

***Olla v-nigrum***, es un coccinélido. Este es un depredador primariamente de áfidos, de origen americano y nativo de los bosques caducifolios (Gordon, 1985), pero actualmente presenta una amplia distribución por diversos países desde Estados Unidos de América (EUA) hasta países de sudamérica como Paraguay, Brasil y Argentina (Michaud, 2001). Presenta dos tipos de coloración; la forma clara llamada *abdominalis* y la forma oscura llamada *plagiata*. Realiza una importante regulación de las poblaciones de pulgones en los nogales donde modifica su población en función de la presencia o ausencia de sus presas (Tarango, 2003); sin embargo, también se puede encontrar en cultivos anuales o plantas silvestres (Tarango, 1999). De noviembre a febrero inverna en forma individual en la corteza de árboles, posteriormente salen a reproducirse y en busca de alimento a plantas cultivadas, silvestres o aquellas donde se encuentran las especies de áfidos de su preferencia (Tarango, 2003).

La larva de *Olla*, muy semejante a la larva de *H. convergens*, con cuerpo gris oscuro cenizo pero en este caso las manchas son de color amarillo vista dorsalmente (Figura, 8) (Gordon, 1985). Se alimenta de varias especies de pulgones entre los que destacan algunos de importancia económica como *Toxoptera citricida*, *Aphis spiraecola*, *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Uroleucon* sp, *Brevicoryne*



*brassicae* y *Myzus* sp, pero también depreda sobre algunos Psíidos importantes como *Heteropsylla cubana* y *Diaphrorina citri* (Michaud, 2001). Esta catarinita depreda como larva y adulto con una capacidad menor a *Harmonia axyridis* pero mayor que las crisopas (Tarango, 2003).



Figura, 8. Larva de *Olla v-nigrum*

El adulto de *O. v-nigrum* es de forma hemisférica, de 3.7 a 6.1 mm de longitud corporal, presenta dos variantes en su coloración (Figura, 9); la forma oscura (*plagiata*), tiene los élitros color negro, con una mancha anaranjada-rojisa en el centro de cada uno de ellos, es muy similar al coccinelido *Chilocorus cacti* pero se diferencia de éste porque en el pronoto presenta en su borde una franja blanca mientras que el pronoto de *C. cacti* es completamente negro. La forma clara (*abdominalis*) es conocida como la catarinita gris, presenta los élitros de color gris ceniza o gris pajizo, con ocho manchas negras en cada uno de ellos y en el pronoto se observan cinco manchas negras en forma de “M” muy característico de esta especie (Frank & Slosser, 1996).

La forma oscura es más común en los EUA, mientras que la forma clara presenta una distribución más hacia al sur. En las huertas de nogal del norte de México se encuentran ambas formas (Tarango, 2003), mientras que en Michoacán usando trampas pegajosas color amarillo la captura de la forma clara correspondió al 85% de los ejemplares capturados de *O. v-nigrum*, en su mayoría en los meses de abril y mayo (García, 2005).





Figura, 9. Aspecto dorsal de las dos formas de coloración en adultos de *Olla v-nigrum*

Del genero **Scymnus** en México se encuentran al menos unas 52 especies (Gordon, 1985). Son de hábitos principalmente afidófagos, a pesar de su talla pequeña a menudo depredan áfidos de tamaño mediano cuyas hembras adultas son del mismo tamaño o más grandes; también se les puede observar depredando escamas, arañas rojas, trips, y ninfas de mosquita blanca (Pacheco, 1985). Estos coccinélidos son de cuerpo muy pequeño pero muy activos, se reconocen generalmente por su cuerpo oval y sus colores algo brillantes cuando adultos y las larvas generalmente se observan con estructuras algodonosas sobre su cuerpo (Figura, 10).

En el Valle Morelia-Queréndaro para este género se han identificado *S. loewii*, *S. huachuca*, *S. nugator* y probablemente una nueva especie de *Sycmnus* que presenta cuatro morfotipos (García, 2005; Peña *et al.*, 2006).

Observaciones realizadas en los muestreos realizados en maíz han permitido ver como especies como *S. loewii* se encuentran depredando sobre huevecillos de gusano cogollero y del gusano elotero; del mismo modo es común observar a estos insectos en la espiga del trigo o cercanos a las colonias de pulgones.



Figura, 10. Larva (a) y dos especies adultas: b) *Scymnus loewii* y c) *Scymnus* spp

### Cléridos y Melíridos

La mayoría de los miembros de la familia Cleridae se pueden distinguir por su cuerpo lleno de setas, frecuentemente de colores vistosos, antenas claviformes o con masa antenal, tarsos claramente lobulados y procoxas proyectadas (Figura, 11a). La mayoría son depredadores ya sea como larvas o adultos. Son comunes en troncos donde predan sobre barrenadores de la madera, pero también pueden observarse en el follaje de cultivos anuales como el maíz o el frijol.

En el Estado de Michoacán, particularmente en localidades de la ribera del lago de Pátzcuaro, se han observado ataques a larvas del gusano cogollero y a picudos por *Enoclerus* spp en el 90% de las plantas

muestreadas, lográndose un control casi absoluto de la plaga; en estos mismos muestreos se ha observado el comportamiento generalista de este género consumiendo a muchas especies de insectos que también se encontraban sobre el follaje del cultivo, particularmente a cicadélidos y picudos frecuentes en maíz. En el valle Morelia-Queréndaro este tipo de depredadores son observados en una menor escala a como se pueden encontrar en la región de Pátzcuaro; no obstante, se consideran importantes debido a la voracidad con que atrapan y consumen a sus presas.

Los escarabajos del género *Collops* pertenecen a la familia Melyridae, y al igual que los Cleridos presentan el cuerpo cubierto de abundante setas, y se notan de colores metálicos, las larvas son de color rosado a café-rojizo, aplanadas con patas cortas y una pinza caudal (Arnett *et al.*, 2002). Son abundantes en la mayoría de los cultivos agrícolas donde se encuentran depredando diferentes estados de desarrollo (huevos, larvas y pupas) de muchos insectos, incluyendo a adultos pequeños y de cuerpo blando. Este género es de una amplia distribución y comprende al menos unas 28 especies (Arnett, 1971), de las cuales para México se han observado al menos unas 20 de ellas (Marshall, 1952; Pacheco, 1985). El tamaño del cuerpo varía ligeramente con la especie, pero oscila entre los 4 y 8 mm de longitud (Figura, 11b).

Su ciclo de vida es poco conocido; sin embargo, se sabe que la hembra oviposita en los residuos que se encuentran en el suelo, los huevos son alargados y de color amarillo-rosado y cambian a blancos antes de la eclosión. Las larvas también viven en el suelo donde se alimentan de pequeños insectos y son raramente vistas; cuando han completado su desarrollo construyen una celda para pupar. La hibernación ocurre en ese mismo lugar pero en estado adulto (Frank & Slosser, 1996). Como adultos es frecuente observarlos en maíz, pero también en las flores comiendo del polen en otras plantas.

En el valle Morelia-Queréndaro se ha observado en forma abundante en trigo y principalmente en maíz bajo labranza de conservación a estos depredadores, comiendo presas en el cogollo de la planta y en los estigmas del elote cuando se encuentran frescos. Las especie de *Collops* que se observa en la figura 12b es la más abundante en ambos cultivos y en muchas arvenses próximas a los mismos.



Figura, 11. a) *Enoclerus* spp y b) *Collops* spp



Figura 12. Diferencia de pigmentación en los élitros de dos especies de *Collops* spp

## Chrysopidae (Crisopas)

La familia Chrysopidae es la más numerosa dentro del Orden Neuroptera, incluye 1,200 especies reconocidas, mismas que se encuentran agrupadas en unos 86 géneros y subgéneros (Brooks y Barnard, 1990). Los adultos generalmente se alimentan de néctares, polen y la mielecilla que secretan los pulgones, mientras que las larvas son activos y voraces depredadores de un gran número de insectos fitófagos entre los que prefieren a los áfidos y escamas; sin embargo, consumen a otros insectos que se encuentran en el follaje de los cultivos, como ninfas de mosquita blanca, ácaros, huevos, larvas de Lepidoptera y Coleoptera, trips y otros insectos pequeños de cuerpo blando (Freitas y Penny, 2001; López-Arroyo *et al.*, 2003).

Los adultos son de color verde claro, miden unos 15 mm de longitud y es muy característico el aspecto membranoso y multivenado de sus alas, con numerosas venas transversales y longitudinales, antenas largas, filiformes y con un aparato bucal masticado sobresaliente (Figura, 13b). Las larvas son de tipo campodeiforme, largas y con mandíbulas pronunciadas, y patas muy visibles, algunas tienen el hábito de llevar en la parte dorsal residuos vegetales o de cualquier tipo por lo que se les llama “carga basura” (Figura, 13a).

El ciclo de vida de la crisopa es de metamorfosis completa donde pasa por los siguientes cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Como en todo insecto el tiempo varía en función de la temperatura; en *C. rufilabris* a 27°C y 14 hrs luz, el huevo tarda 4 días, la larva del primer instar 3, la del segundo 2.4 y la del tercero 3 días. La pupa dura 9 días. La duración total de huevo a adulto es de 21.4 días (Perales y Arredondo S/F). Es una característica interesante como la hembra pone los huevecillos en grupos pero colocados individualmente sobre un pedicelo, se ha contabilizado que cada hembra es capaz de poner hasta 1200 huevos durante toda su vida (Figura, 14).

Las larvas son las que cumplen la función de predadora, mientras que los adultos generalmente se alimentan de polen, néctar y mielecilla que producen sus propias presas, aunque algunos adultos también tienen el hábito depredador, pero en menor medida a como lo hacen las larvas.

Por su reconocida eficiencia en el consumo de un gran número de insectos fitófagos, la reproducción masiva de algunas especies de esta familia se ha incrementado considerablemente y se usan exitosamente en programas de control biológico a nivel de campo, pequeños huertos o en invernaderos (Nordlun y Morrison, 1992; Arredondo y Perales, 2004). Al respecto, uno de los géneros más importantes es *Chrysoperla*, al cual actualmente se le reconocen 36 especies (Brooks, 1994), entre las

cuales *C. carnea* Stephens (1836) y *C. rufilabris* Burmeister (1838) han tenido la mayor atención a nivel mundial.

Estos depredadores tienen una distribución geográfica muy amplia y es posible encontrarlos en distintos tipos de hábitat. En los muestreos realizados en el valle Morelia-Queréndaro ha sido muy frecuente su observación en las parcelas de maíz y trigo bajo Labranza de Conservación.

Para propósitos de manejo es importante considerar que *C. carnea* es más apropiada para aquellas regiones más secas, mientras que *C. rufilabris* funciona mejor en regiones húmedas particularmente si se encuentran arriba del 75% de HR, de ahí que esta última especie pueda ser más apropiada para su uso en invernaderos (Tauber y Tauber, 1983).



Figura 13. Larva (a) y adulto (b) de *Chrysoperla* spp



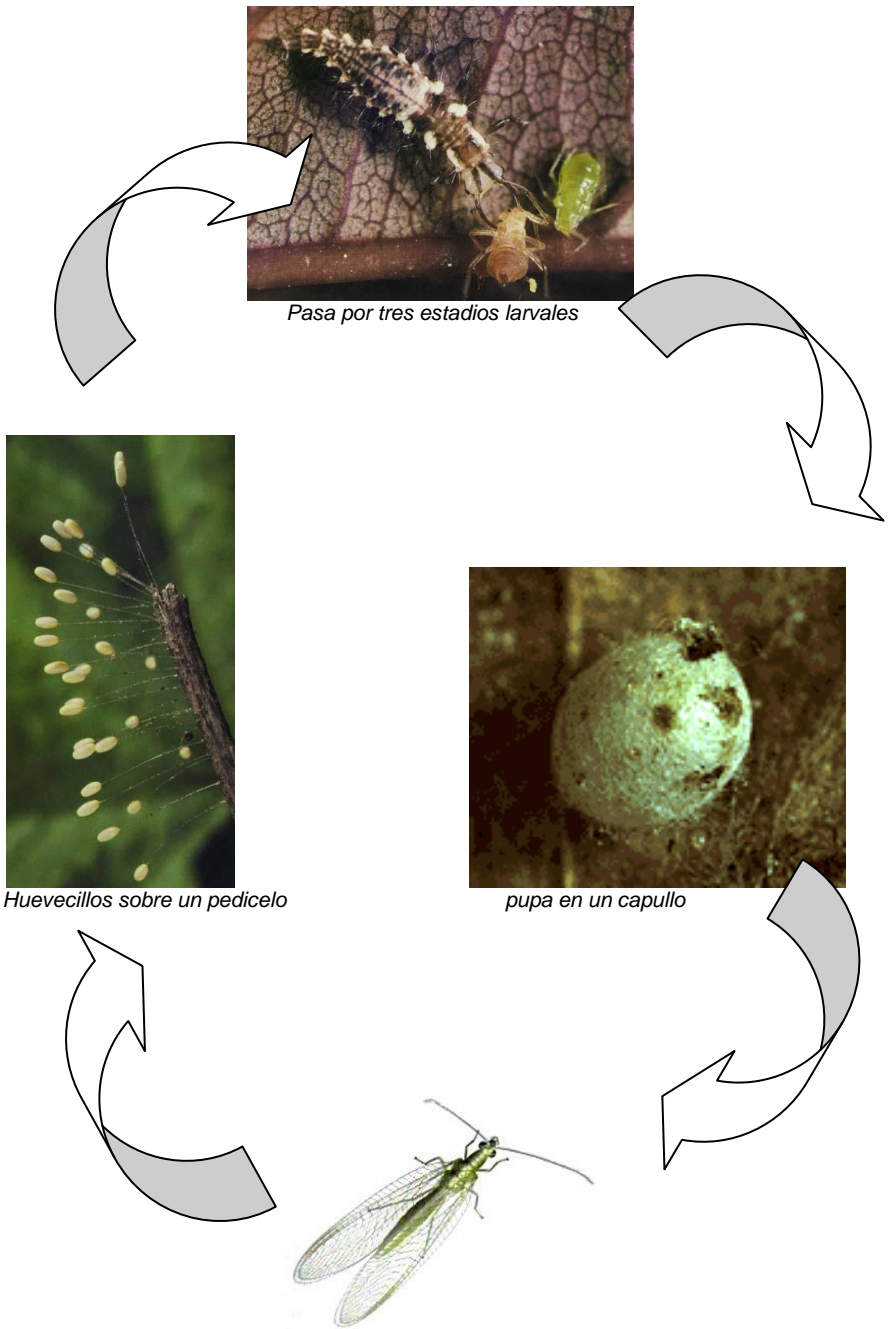


Figura 14. Ciclo de vida de una Crisopa

## Chinches

Las chinches depredadores pertenecen al orden Hemiptera y se encuentran agrupadas en varias familias que incluyen a numerosas especies de importancia para el control biológico. Entre las familias más sobresalientes se encuentran Anthocoridae, Nabidae y Reduviidae (Figura, 15).



Figura, 15. Tres familias de chinches depredadoras: a) Anthocoridae; b) Nabidae; y c) Reduviidae

Las chinches de la familia **Anthocoridae** (Figura, 15a), particularmente la subfamilia Anthocorinae, son conocidas como chinches piratas o chinches de las flores, incluye a insectos que depredan sobre trips, ninfas de mosquita blanca, larvas pequeñas de lepidópteros, pulgones, ácaros y



otros insectos pequeños; es frecuente observarlos en las flores y tejidos tiernos tanto de plantas silvestres como las cultivadas, en donde buscan con mucha movilidad tanto las ninfas como los adultos a sus presas. Su tamaño como adultos varía con las especie pero puede ir desde 2 hasta unos 5 mm de longitud.

Dos de los géneros de mayor importancia como depredadores son *Anthocoris* y *Orius*, ambos con una amplia distribución y un uso probado como agentes de control biológico, especialmente por su alta eficiencia para buscar a sus presas, habilidad para incrementarse cuando sus presas son abundantes y agregarse en áreas de alta densidad de presas.

Dentro del género *Orius*, dos especies de las más importantes son *O. insidiosus* y *O. tristicolor*, ambas muy activas en forma natural pero también disponibles comercialmente debido a que son reproducidas en laboratorio. Tanto los inmaduros como los adultos pueden consumir unos 33 ácaros o más por día, insertando su aparato bucal chupador en el cuerpo de la presa, generalmente en varias ocasiones hasta dejar completamente vaciado el cuerpo y quedando solamente los restos del exoesqueleto.

A los depredadores de la familia **Nabidae** (Figura, 15b) se les conoce como “chinchas pajizas”, son de cuerpo alargado y de un color café pajizo y su tamaño varía desde 5 hasta 10 mm, las antenas son muy largas y delgadas con cuatro o cinco segmentos, el pico es de cuatro segmentos y las patas raptoras con las delanteras muy adaptadas para capturar sus presas; el *clavo* es coriáceo y distinguible, y la membrana del hemiélitro presenta numerosas celdas apicales. La hembra coloca los huevecillos en los tejidos suculentos de las plantas (Pacheco, 1985 y Bravo *et al.*, 2000).

Tanto las ninfas como los adultos de Nabidae se alimentan de muchos insectos de cuerpo blando, entre ellos de larvas de gusano cogollero del maíz. Entre las especies más comunes que pueden ser encontradas en el maíz y otros cultivos como el algodón, alfalfa y sorgo, se tiene a *Nabies capsiformis* y *N. alternatus* (King y Saunders, 1984; Pacheco, 1985 y Bravo *et al.*, 2000).

Un tercer grupo bastante numeroso es la familia **Reduviidae** (Figura, 15c) que se encuentra muy relacionado con los Nabidae, a estos se les conoce comúnmente como “chinchas asesinas” dada su voracidad para atacar a sus presas, muchas de ellas plagas de importancia agrícola. La forma y coloración del cuerpo es muy variada, pero generalmente se les observan proyecciones espinosas en el tórax y cerdas en las patas. La longitud del cuerpo va de 10 hasta los 25 mm, con la cabeza angosta y alargada y con una sutura transversal entre los ojos, las antenas son

delgadas y largas de cuatro segmentos, el pico es corto y curvo de tres segmentos, en algunas especies el abdomen se ensancha en la parte media y queda descubierto de las alas (Bravo *et al.*, 2000).

Las ninfas y adultos de los reduvidos son depredadores de otros insectos de cuerpo suave y larvas como por ejemplo la del gusano cogollero del maíz. Matan a sus presas con su pico al succionarles los líquidos del cuerpo. Entre las especies de mayor importancia se tiene a *Sinea diadema*, *S. rileyi*, *Zelus longipes*, *Z. exanguis* y *Z. tetracanthus* (King y Saunders, 1984; Pacheco, 1985).

## Syrphidae

Los sírfidos, son moscas que se asemejan a las abejas, incluso se les conoce como “moscas de las flores”, son bastante llamativas y tienen una longitud que varía desde los cuatro hasta los 25 mm. Su coloración puede ir desde un amarillo o anaranjado brillante hasta negro o gris oscuro u opaco.

Son comunes y abundantes en numerosos cultivos, cuando son adultos se les encuentra en las flores donde se les puede ver apareándose y consumiendo polen o néctares, por lo cual se les considera como de importancia en la polinización. Las larvas se encuentran en las hojas, en los sitios próximos a donde se localizan sus presas y son abundantes cuando la presencia de pulgones es numerosa.

En el mundo se conocen unas 5,400 especies agrupadas en tres subfamilias: Microdontinae, Milesiinae y Syrphinae. En esta última se encuentran todas las especies de *Syrphus* (Alayo y Garcés, 1989).

Las larvas de Syrphidae son depredadores de artrópodos de cuerpo suave como larvas pequeñas de lepidópteros y posiblemente trips, pero su dieta principal se relaciona con el consumo de diferentes especies de áfidos, se considera que una larva para completar su desarrollo consume alrededor de 400 áfidos (Hoffmann y Frodsham, 1993) (Figura, 16c).

Estos insectos son de colores vistosos, particularmente de color negro con franjas amarillas en el abdomen, a cual se le notan visiblemente 4 a 6 segmentos, los ocelos son pequeños pero los ojos son muy grandes, contiguos en los machos, y bien separados en las hembras, las antenas son cortas y gruesas (Figura, 16a y b). Patas usualmente cortas.

Es muy útil la venación de las alas, única de los sírfidos, para separarlos de otras moscas por una combinación de características. Poseen una celda apical ( $r_4 + 5$ ) y una celda anal grande, de  $1/3$  ó más del largo del ala. Frecuentemente la literatura señala como una característica

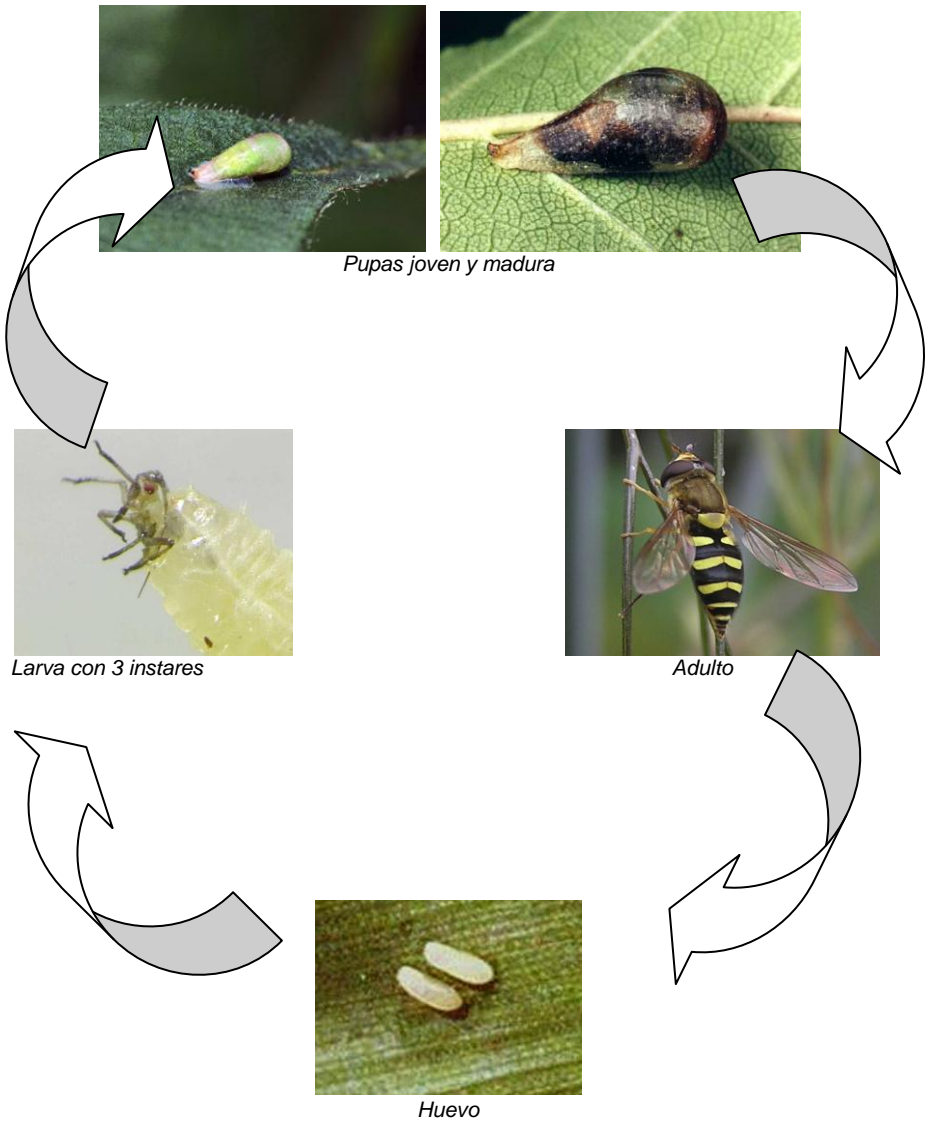
particular la presencia de una vena falsa o espúrea, que consiste de un engrosamiento longitudinal parecido a una nervadura, que se observa en las alas entre las nervaduras R y M (Alayo y Garcés, 1989); sin embargo, esto no se encuentra en todas las especies y sí lo presentan otras familias como Conopidae y Empididae.

La larva es larga color verde claro a café, sin cabeza ni patas definidas; pasa por tres estadios y cuando crece totalmente mide de 1 a 2 cm de largo, son estrechas anteriormente y aplanadas dorsoventralmente. Cuando pica a su presa la elevan mientras le succionan sus líquidos. La pupa es ovoide y generalmente se encuentra sobre la superficie de la hoja o el suelo, semejando una gota de agua, mide unos 6 mm y 2 de diámetro. Los huevos son puestos individualmente o en grupo en la superficie de las hojas, próximos a las colonias de áfidos y son blancos, alargados y de 1 mm de longitud.



Figura, 16. Adultos (a y b) de Syrphidae y larva (c) depredando a pulgón

Presenta metamorfosis completa (Figura, 17) y su ciclo de vida lo completan de 2 a 6 semanas, de huevo a adulto, dependiendo de la temperatura, la especie que se trate y la disponibilidad de su alimento preferido los áfidos, haciendo de 5 a 7 generaciones por año.



Figura, 17. Ciclo de vida típico de un Sírfido

## Parasitoides

Los parasitoides. Son insectos, generalmente monófagos, que se desarrollan como larvas sobre o dentro de un solo individuo huésped, generalmente partiendo de un huevo puesto sobre, dentro o cerca del mismo. Regularmente consumen todo o la mayor parte del huésped, al final de su desarrollo larvario le causan la muerte y forman una pupa en su interior o fuera de él (De Bach y Rosen, 1991; Cave, 1995 y Van Lenteren, 1993 y 1995). En su estado adulto son de vida libre, emergen de la pupa e inician la siguiente generación, el macho intentando aparearse, mientras que la hembra buscando activamente huéspedes a los que parasitarán; la mayor parte de ellos, tanto hembras como machos, en esta fase necesitan de alimento como miel, néctar o polen (De Bach y Rosen, 1991; y Jervis *et al.*, 1996).

La importancia de los parasitoides es evidente, debido a que según estadísticas, hasta 1990 de un total de 5500 introducciones de enemigos naturales, se menciona a 1200 especies establecidas con unos 420 casos de resultados satisfactorios y de entre los cuales, 340 (81%) corresponden a este tipo de organismos. Además, también puede señalarse como una característica importante de este grupo de organismos que, existen aproximadamente unas 300,000 especies de parásitos, de entre un millón de insectos que han sido descritos (Van Lenteren, 1995). Los principales órdenes de insectos que agrupan familias con especies de parasitoides, que son utilizados en el control biológico de insectos plaga, son los himenópteros (avispas, principalmente de las superfamilias Ichneumonoidea, Chalcidoidea y Proctotrupeoidea) y dípteros (moscas, principalmente de la familia Tachinidae) (De Bach y Rosen, 1991).

Este tipo de enemigos naturales, pueden tener una generación en un año (**univoltinos**) o bien, dos o más generaciones al año (**multivoltinos**), y tienden a atacar solamente un estado del huésped (por ejemplo: huevos, larvas o pupas), aunque en muchos casos su desarrollo inmaduro lo completan en dos, como ***Chelonus insularis*** (Braconidae), parasitoides de huevos de noctuidos, que emerge de la larva del huésped (Bahena, *et al.*, 2003). Se pueden desarrollar una o más larvas parásitas por huésped; así se tiene, **parasitismo solitario o gregario**; sin embargo, también puede ocurrir que a partir de un solo huevecillo puesto dentro del huésped, se desarrolle un gran número de individuos de un mismo sexo, lo cual se denomina **poliembriónia**. A veces, dos especies diferentes de larvas se desarrollan sobre el mismo huésped, esto es **parasitismo múltiple**, aunque en este caso generalmente solo una especie sobrevivirá hasta la madurez, mientras que la otra sucumbirá por efecto de la interacción competitiva. También puede ocasionalmente observarse el fenómeno de **cleptoparasitismo**, en este caso un parasitoides ataca a un huésped que ya ha sido parasitado por otra especie, y esa especie nueva que parasita

tiene un carácter dominante sobre la que ya se encontraba en el huésped (Van den Bosch y Messenger, 1973; y De Bach y Rosen, 1991).

Respecto al modo de reproducción, cuando las especies de parasitoides son exclusivamente partenogenéticas se le denomina **telioptoquia**. En éstas, la progenie está compuesta exclusivamente de hembras a las que se les denomina **uniparentales o inpaternadas**. Las especies que normalmente son partenogenéticas, pero que ocasionalmente producen machos se les denomina **deuterotoquia**. Sin embargo, la mayoría de las especies de parasitoides son facultativamente partenogenéticas y se les llama **arrentoquia**; en este caso, los huevecillos fertilizados dan origen a hembras y de los no fertilizados se originan los machos (Van den Bosch y Messenger, 1973; y Jervis y Kidd, 1996).

Stary (1966), menciona que en el caso de los pulgones y sus parasitoides se han observado varios tipos de relaciones que define como: a). Parasitismo primario o parasitoides: en este caso solo las larvas del parásito primario se encuentra presente en un hospedero, este es el caso de todos los aphidiidae los cuales son parasitoides exclusivos de áfidos. b). Superparasitismo: en este caso dos o más larvas de parásitos primarios se encuentran presentes en el hospedero, eso puede presentarse en parasitoides de áfidos cuando la densidad poblacional de estos es muy alta, debido a que las hembras de los parasitoides no distinguen al ovipositar entre un áfido parasitado y uno sano. c). Multiparasitismo: esto se presenta cuando se encuentra en el mismo hospedero dos o más larvas de diferentes especies de diferentes parásitos primarios, lo cual es común en especies de áfidos que presentan un amplio espectro de parasitoides. d). Hiperparasitismo I: una larva del parásito primario y una del parásito secundario (hiperparasitoides) se encuentran presentes en el hospedero. Esto es común cuando los áfidos son atacados por calcidoideos, proctotrupeoideos y cinipoideos. e). Hiperparasitismo II: las larvas de un parásito primario, uno secundario y un terciario se encuentran presentes en un mismo hospedero. Parasitoides terciarios obligados de áfidos no son conocidos, sin embargo se presentan tanto parasitoides secundarios que son externos e internos y de acuerdo a esta clasificación cuando una larva de un parásito primario es atacada por uno secundario interno y a la vez estos son atacados por uno secundario externo se daría el caso de Hiperparasitismo II.

Generalmente lo que se observa en las colectas de campo realizadas en el Valle Morelia-Queréndaro, es que las avispas colocan un huevecillo en la región abdominal de los pulgones, posteriormente en el cuerpo de éste eclosionan y emerge una larva la cual se alimenta de los fluidos del pulgón hasta completar su desarrollo y pupar también en el interior. Un pulgón parasitado permanece inmóvil y va cambiando de color hasta

quedar completamente momificado y de color café claro y un aspecto más robusto. Del cuerpo momificado emerge mediante un orificio circular que hace en la región dorsal y posterior del abdomen una avispa adulta la cual repite nuevamente el ciclo. Puede ocurrir que un pulgón parasitado nuevamente sea atacado por otra avispa pero en este caso se trata de un hiperparasito primario o incluso todavía un secundario.

Los más importantes parasitoides de áfidos son himenópteros de las familias Aphidiidae y Aphelinidae. También existen otras familias del orden himenóptera que afectan de manera indirecta la dinámica poblacional de áfidos por llegar a ser hiperparásitos de los Afidiidos y/o Afelínidos (Lomeli, 1993).

### Familia Aphidiidae (Aphidinea)

Los aphidiidos son parasitoides solitarios internos de áfidos. La hembra pone sus huevos (400 a 800 durante toda su vida, Force & Messenger, 1964) dentro de áfidos adultos o de diferentes estadios. La larva se alimenta por osmosis en el cuerpo del huésped y, antes de madurar, ataca activamente los tejidos restantes; a la muerte del áfido, teje su capullo dentro del exoesqueleto del pulgón o sea por debajo del cadáver. De la combinación de la piel del áfido y del cocón resulta el áfido modificado (llamado comúnmente “momia”) el nuevo adulto sale por un orificio recortado en la momia.

La búsqueda del huésped en estos himenópteros se caracteriza por una preferencia hacia los primeros estadios ninfales de los áfidos, y es aparentemente debido a las exigencias nutricionales y tácticas de la larva del parasitoide. Como la hembra del parasitoide prefiere atacar a los primeros estadios del áfido la mayor parte de sus hospederos mueren antes de alcanzar su madurez y de multiplicarse; raros son los pulgones que empiezan a depositar algunas ninfas antes de morir (Stary, 1970).

El ciclo anual de los aphidiidos depende mucho del tipo de clima. En general son activos durante todo el periodo de actividad de sus huéspedes; durante épocas adversas (estación seca, caliente o fría) la supervivencia de los parasitoides ocurre como larvas en diapausa.

Para México se conocen 32 especies (Stary & Remaudiere 1982). Los aphidiidos atacan a casi todos los grupos de áfidos excepto a los adélgidos, algunos son monoespecíficos y otros poliespecíficos, pero la mayoría son oligófagos. En general, numerosas especies de áfidos tiene una alta proporción de parasitoides especializados para cada uno (Stary & Remaudiere, 1988).

### *Diaeretiella rapae* (M'Intosh)

Esta avispa es un importante parasitoide de diversas especies de pulgones. La forma adulta mide más o menos 2.3 a 3 mm de longitud y de color negro o café oscuro. Durante su ciclo de vida la hembra puede depositar un promedio de 85 huevecillos en la parte interna de los pulgones, sobre todo en ninfas del segundo y tercer instar. Al eclosionar los huevecillos las larvas se alimentan del contenido del cuerpo de los áfidos hasta dejarlos completamente vacíos. A la estructura vacía se le denomina “momia”, se torna de color café claro y consistencia dura, de la que emerge la avispa adulta a través de un orificio circular en la parte posterior del abdomen. Este Parasitoide puede hibernar como larva dentro de las momias (Solís *et al.*, 2007).

### *Aphidius* (= *Lysiphlebus*) *testaceipes* (Cresson)

Es de color negro o café oscuro y su tamaño es de 2 a 3 mm de longitud, aproximadamente. La hembra deposita un solo huevecillo por áfido. Cuando está a punto de pupar la larva hace una fisura ventral en la pared del pulgón (momia) mediante la cual se fija a su hospedero. La forma adulta realiza un orificio circular para emerger en la parte posterior de la momia (Solís *et al.*, 2007).



Figura, 18. *Aphidius* (= *Lysiphlebus*) *testaceipes*, parasitando pulgones y “momias” de pulgón parasitadas en trigo

### Familia Aphelinidae

Los Aphelinidae son parásitos endófagos solitarios, su velocidad de desarrollo es influenciada por la especie hospedera y esta inversamente relacionada con la temperatura. Su periodo de desarrollo comprende menos de dos semanas bajo condiciones normales. La longevidad del adulto es en promedio de tres semanas. Los áfidos momificados son



negros, la emergencia del adulto es por la región posterior de la momia. El tamaño del adulto es variable, dependiendo del tamaño del hospedero (Stary, 1987 citado por Lomelí, 1993).

La fluctuación poblacional corresponde con la del hospedero, llegando a establecerse una sincronía en cuanto a la época en que entran en diapausa y cuando salen de ella (Lomelí, 1993).

### *Aphelinus mali*

Es un parásito muy importante del pulgón lanígero del manzano la hembra puede ovipositar un promedio de 100 huevecillos en toda su vida, oviposita preferentemente en la superficie ventral de los pulgones. El huevecillo ecuba en unos tres días, la larva se alimenta internamente durante 10 a 12 días y su ciclo de vida requiere de 20 a 25 días, presentándose de seis a siete generaciones por año. Pasa el invierno en estado de pupa en el interior de los pulgones atacados (Vélez, 1981).

## **7. Manejo Agroecológico de Plagas en trigo**

Entre numerosos insectos que se encuentran sobre el cultivo del trigo, únicamente varias especies de pulgones (Hemiptera: Aphididae) pueden llegar a convertirse en plagas que causen un daño económico.

Los pulgones causan daños como ninfas o como adultos y se les puede encontrar presentes desde la emergencia del cultivo hasta la etapa de madures. Los daños pueden ser de forma directa mediante la succión en la planta del trigo causando debilitamiento y malformaciones o bien en forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades virales.

Es común observar su reproducción partenogenética, donde pueden dar origen a individuos ápteros o alados, los primeros colonizando a varias plantas vecinas y los segundos preferentemente migrando en busca de nuevos sitios de alimentación en el cultivo o en otros que se encuentran vecinos. Se caracterizan por tener altas tasas reproductivas lo que puede incrementar rápidamente sus poblaciones.

En el proceso de cambio sobre la forma de manejar a las plagas, se debe valorar mediante muestreos directos si un insecto fitófago está incrementando su nivel de población y daño para convertirse realmente en una plaga ya que como se sabe solamente llegará a tener esta categoría cuando puede llegar a estar causando un daño económico al productor.

Son varias las razones para que un organismo llegue a convertirse en plaga; entre éstas se tienen: 1) Al ser introducida una nueva especie o al

invadir ésta una área que previamente no se encontraba colonizada (plagas exóticas). La plaga recién introducida generalmente no viene acompañada de sus enemigos naturales, 2) Cuando se introducen nuevos cultivos en una región, puede ocurrir que algunos insectos que se alimentan de plantas silvestres prefieran ahora a este nuevo cultivo que generalmente va a encontrarse cultivado en grandes extensiones, 3) Al existir un recurso alimenticio abundante y permanente. Esta situación es típica y característica de los agroecosistemas “modernos” en donde se pueden observar grandes extensiones ocupadas con un solo cultivo, 4) En los monocultivos extensos es característico la eliminación de la vegetación silvestre y con ello una fuente importante de alimento y refugio de enemigos naturales, los que de existir ayudarían a regular las poblaciones de la plaga, 5) La aplicación sistemática y desmedida de plaguicidas químicos ha provocado que plagas secundarias pasen a ser primarias fundamentalmente debido a que con esas aplicaciones también se suprimen las poblaciones de enemigos naturales, y 6) Por los cambios en los hábitos y gustos alimenticios de la sociedad, cuando se busca y prefieren los “frutos perfectos”, provocando que daños insignificantes sean considerados como importantes (Van Driesche & Bellows, 1996; Hill, 1997; Rodríguez del B. *et al.*, 2000).

Para el Manejo Agroecológico de Plagas es importante distinguir varias categorías o tipos de estas, en función de su presencia o el daño que están causando. Es importante destacar que el hecho de establecer este tipo de jerarquización permite en términos prácticos implementar estrategias de manejo las que al ser aplicadas sobre la plaga clave o primaria, establece mejoras que reducen la presencia o efecto de las plagas ocasionales o secundarias. Al respecto, se han establecido principalmente las categorías siguientes (King y Saunders, 1984; Aparicio *et al.*, 1991; Hill, 1997):

**Plaga clave** (también mencionada como principal, primaria o constante). Son aquellas que se presentan regularmente con una elevada densidad y que producen graves daños directos o indirectos. Ocurren permanentemente en el cultivo, son persistentes y requieren de la aplicación de medidas de combate, de lo contrario provocarían graves pérdidas económicas.

**Plaga ocasional** (también conocida como secundaria o de irrupción). Se incluyen aquellas plagas que en condiciones normales sus poblaciones están controladas por sus enemigos naturales, pero si por factores externos (cambios climáticos o la intervención del hombre) el equilibrio en que coexisten las diferentes especies se afecta o interrumpe, puede ocasionar graves daños en el cultivo, haciéndose necesario tomar medidas para su combate.

**Plaga potencial.** Son aquellas plagas que normalmente no ocasionan daños al cultivo, pero que como consecuencia de las medidas de control que son aplicados para combatir a las plagas clave u ocasionales, estas

podrían llegar a producir pérdidas. Los grandes monocultivos y las exageradas aplicaciones de agroquímicos pueden hacer que estas plagas cambien a una categoría donde sus daños ya representen pérdidas en el cultivo.

**Plagas migrantes.** Se trata de plagas que no se encuentran presentes en el cultivo, pero que pueden llegar a ellos por sus hábitos migratorios causando repentinamente daños muy severos.

En base a estos principios y todos los conceptos y antecedentes señalados en capítulos anteriores, como la identificación de insectos y la importancia de la restauración de la biodiversidad, se ha venido implementando una estrategia de Manejo Agroecológico de Plagas para el cultivo de trigo bajo Labranza de Conservación.

Se ha determinado que las plagas clave o primarias para el cultivo del trigo en el valle Morelia-Queréndaro, es un complejo de cuatro especies de pulgones y sobre estos es que se han hecho mucho del trabajo de investigación, asumiendo que con ello habrá un efecto benéfico contra otros organismos dañinos, en combinación con las otras estrategias que se promueven con la Agricultura Conservacionista, como son la rotación de cultivos, la fertilización orgánica y la labranza de conservación con la incorporación de residuos de cosecha al suelo.

Desde hace varios años se ha trabajado, primero con la identificación de especies dañinas, infestación de la plaga y fluctuación de sus poblaciones, monitoreo de los pulgones en trigo para varios municipios del valle Morelia-Queréndaro, identificación de organismos benéficos que ayudan a su control biológico natural y uso de trampas. Por otra parte, también se han realizado trabajos de evaluación de productos alternativos para el combate, como son plaguicidas específicos de bajo impacto ambiental como el Pirimor (Pirimicarb) y bioplaguicidas formulados a base de extractos de semillas del árbol del nim (*Meliaceae: Azadirachta indica*), los que pueden ser capaces de afectar a las plagas sin tener efectos indeseables sobre los trabajadores agrícolas, el medio ambiente y los insectos benéficos (Bahena *et al.*, 2003; Bahena, 2005).

A continuación se describen recomendaciones y resultados que se han generado localmente para el valle Morelia-Queréndaro y que aplicadas conjuntamente nos permiten tener controlado el problema que representan los pulgones al cultivo bajo el enfoque del MAP.

### **7.1. Muestreo y Monitoreo**

El monitoreo de las plagas nos permite conocer la fluctuación de sus poblaciones con respecto al tiempo. Este conocimiento es básico y de aplicación inmediata para la toma de decisiones en el manejo de la plaga,

ya que conociendo los momentos en que las poblaciones alcanzan los Umbrales Económicos preestablecidos es posible hacer una mejor planeación de una eventual aplicación de un tratamiento de control. Reconociendo la importancia que tiene el daño causado por los pulgones en trigo, en el Valle Morelia-Queréndaro, las actividades se han centrado en generar información para el manejo de dicha plaga.

Para la realización del muestreo partimos del principio que establece que entre mayor sea el tamaño de la muestra a realizar más confiables y mejores serán los resultados que se obtengan; sin embargo, sabemos que esto resulta complicado cuando se pretende hacer el muestreo en grandes extensiones o en numerosas parcelas.

El muestreo en trigo es la herramienta que nos permite conocer la presencia e incremento de las poblaciones de pulgones, lo cual será la base para la toma de decisiones sobre la implementación de alguna estrategia de manejo o la aplicación de un tratamiento de control. Cuando se realiza el muestreo de pulgones es conveniente obtener algunas muestras de colonias de pulgones, las cuales son confinadas a fin de conocer la presencia de parasitoides, las especies presentes y la cantidad de ellos. El muestreo de pulgones puede ser realizado de dos formas: directa e indirectamente.

Muestreo indirecto. Se realizará mediante el establecimiento de 2 a 4 charolas amarillas con agua por Hectárea, colocadas desde el inicio del cultivo y procurando mantenerlas al nivel del dosel del cultivo (Figura, 19 y 20). Cada charola se revisa semanalmente, colectando los pulgones capturados, se limpia y se coloca nuevamente. Los insectos colectados se separan y cuantifican por especie omitiendo la presencia de otras especies capturadas.



Figura, 19. Trampa amarilla con agua.



Figura 20. Colecta de pulgones en trampa amarilla con agua.

Muestreo directo. Se realiza a partir de los quince días después de la germinación. Se revisan para una hectárea al azar a 10 grupos de plantas al alcance de la mano, en 10 puntos distintos separados al menos por unos 10 metros entre uno y otro, a fin de detectar colonias de pulgones, anotando en cada caso la presencia de individuos, localización, cantidad y tamaño de individuos en la colonia y características morfológicas de los pulgones (color, alados o ápteros). Con este procedimiento es posible calcular un índice de infestación que nos ayudará a tomar la decisión de hacer o no una medida de control.

Se ha determinado para los muestreos un Umbral promedio entre el 15 y 20% de colonias de pulgones mayores a cinco individuos cada una, como punto máximo de población para recomendar la aplicación de algún tratamiento de control. Es importante señalar que además del número de individuos en la colonia también debe de ser tomado en cuenta el tamaño de los individuos de la colonia ya que si estos están iniciando su desarrollo (ninfas) esto nos permite contar todavía con algunos días más (3 a 5) para hacer la aplicación del tratamiento y no tener que hacerlo de forma inmediata si los individuos ya fueran de tamaño mayor o adulto.

Durante los últimos tres años se han realizado ambos muestreos en tres localidades del Valle Morelia-Queréndaro, estableciendo para cada caso la curva de fluctuación de los pulgones y definiendo el punto de

incremento de la población donde indica la necesidad de implementar una alternativa de manejo contra los pulgones. Es importante señalar que a medida que se incrementa el tiempo bajo labranza de conservación en forma continua (más de diez ciclos), se nota un incremento significativo en las poblaciones de organismos benéficos (avispas, catarinitas y crisopas), las cuales tienen un impacto directo en la reducción de las poblaciones de pulgones (Bahena *et al.*, 2009).

En la figura 21, 22 y 23 se puede observar la curva de fluctuación para los municipios de a) Indaparapeo, Mich., b) Queréndaro, Mich. y c) Cuamio, Cuitzeo, Mich.

Para el caso de Indaparapeo (Figura 21), se observa que entre fines de marzo y principios de abril es el momento en que se da el incremento de la población de pulgones y es cuando se justifica que se deba aplicar algún tratamiento de control. La línea roja en la gráfica indica el comportamiento de la población posterior a la aplicación del tratamiento de control de los pulgones. Se puede observar un comportamiento muy similar para las otras dos localidades muestreadas en la Figura 22 para Queréndaro y en la Figura 23 para Cuamio. Los datos gráficos aquí mostrados para las tres localidades, han sido consistentes en los siguientes años y con los dos métodos de muestreo empleados.

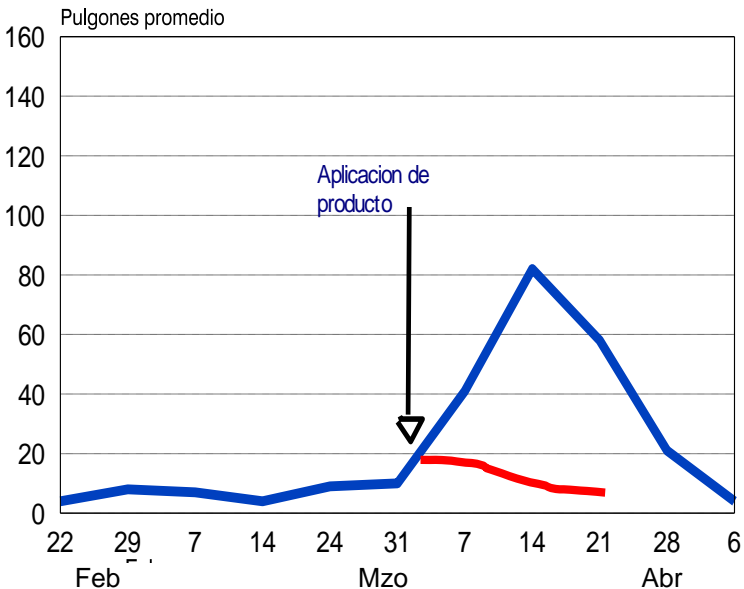


Figura 21. Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Indaparapeo, Mich., con Control (en rojo) y sin control (en azul).

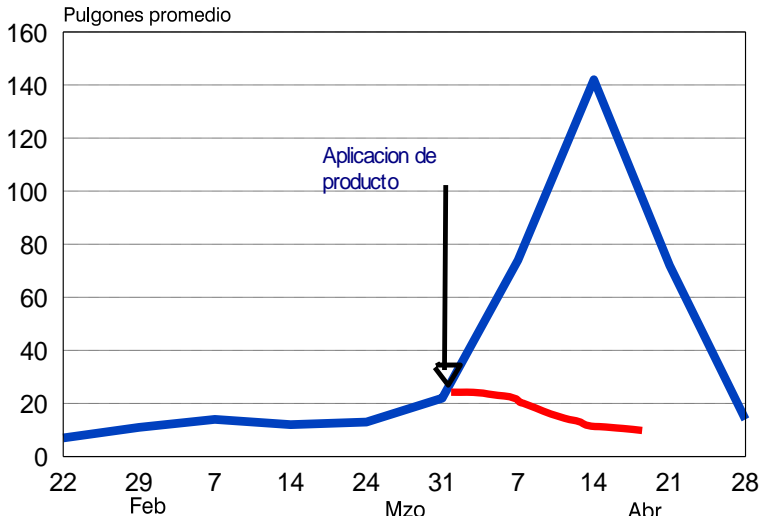


Figura 22. Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Queréndaro, Mich., con Control (en rojo) y sin control (en azul).

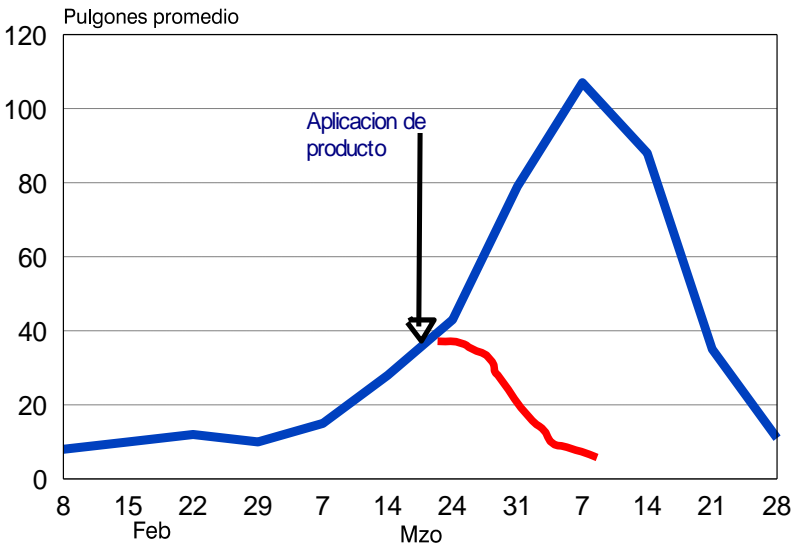


Figura 23. Fluctuación poblacional de pulgones capturados en trampas amarillas en Cuamio, Cuitzeo, Mich., con Control (en rojo) y sin control (en azul).

Con estos resultados ha sido posible definir la recomendación para cada sitio de la época en que es el mejor momento de realizar la aplicación de un tratamiento y desde que se ha mantenido este seguimiento se ha definido que haciendo esa aplicación de forma oportuna no se requiere hacer ninguna otra de forma posterior, por lo que se considera como resultado sobresaliente que con solo una aplicación es posible tener controlada a la plaga.

En términos prácticos, la definición del momento oportuno para la aplicación de un tratamiento de control, permite que no se hagan aplicaciones innecesarias e injustificadas de plaguicidas, con lo cual se tiene un beneficio ambiental y económico para el productor, además de propiciar una mayor eficiencia de los enemigos naturales de las plagas. Para el manejo Agroecológico de la Plaga, además de reducir el control químico a solo una aplicación, éste lleva implícito que el tratamiento de control que se aplique sea con un producto de bajo impacto ambiental, mediante el uso de algunos productos alternativos que se sugieren y comentarán en el apartado siguiente.

## **7.2. Control Biológico Natural**

Respecto a la presencia de organismos benéficos, es posible encontrar en forma natural a dos tipos de ellos, los cuales se encargan de regular las poblaciones de los pulgones en trigo; a) los parasitoides: Se trata de varias especies de avispas que se desarrollan dentro del cuerpo de un pulgón o huésped, al cual abandonan cuando se convierten en avispas adultas, y b) los depredadores los cuales son de vida libre y se alimentan de un gran número de presas, entre estos se incluyen a numerosas especies de catarinitas, chinches, crisopas y sírfidos.

### **Presencia de depredadores**

Para todas las localidades muestreadas en las dos zonas de estudio (Michoacán y Guanajuato), el depredador dominante que se observó fue la catarinita *Hippodamia convergens* en todas sus fases de desarrollo (con el 80% del total de depredadores observados) y con una actividad depredadora muy evidente; ésta fue seguida en importancia por varias especies de sírfidos (se observaron larvas, pupas y adultos), chinches *Orius* sp y varias especies de otros coccinélidos, y en tercer lugar un abundante número de arañas. En menor medida, también se observaron algunas especies de cléridos, maláquidos y crisopas. La presencia de otras especies de depredadores en conjunto nunca superaron el 20% del total en relación con la presencia de *H. convergens*.



En el Cuadro 2, se muestra como a diferencia de lo que ocurre con los pulgones, las poblaciones de *H. convergens* aparentemente tienen una mejor respuesta a un sistema más estable como la LC, ya que mientras las parcelas que tenían de 4 a 7 ciclos continuos no fueron diferentes entre sí estadísticamente y no se percibe todavía un efecto benéfico, sí hay una diferencia significativa cuando las parcelas ya tenían de 10 a 22 ciclos con la LC. Incluso en este mismo cuadro se puede observar como el porcentaje de otras especies de depredadores observados inicia a tener incrementos significativos a partir de que las parcelas ya tienen siete ciclos continuos bajo el sistema.

Para el caso de Michoacán la presencia de *H. convergens* es menos abundante a como se observa en Guanajuato, lo cual puede estar relacionado en principio con el poco tiempo que se lleva en la zona bajo el sistema de labranza de conservación.

En la gráfica de la Figura 24, se muestra la relación que existe entre la población media del total de las diferentes especies de depredadores con respecto al tiempo mantenido en forma continua con la práctica de la siembra directa o LC. Se observa como los valores fueron altos en aquellas localidades que tienen 10 ciclos continuos con LC manteniendo esta tendencia al menos hasta los 22 ciclos bajo el sistema.

Cuadro 2. Comportamiento de poblaciones de depredadores en parcelas con diferente número de ciclos bajo sistema de LC en Gto.

Localidades	Ciclos en LC	Cultivos	<i>Hippodamia convergens</i>	Otros depredadores
Victoria de C.	4	Cebada	5 <i>b</i>	2
El Romance	4	Cebada	12 <i>b</i>	3
El Sabino	5	Cebada	5 <i>b</i>	0
Altamira	7	Trigo	12 <i>b</i>	8
La Sarna	7	Trigo	12 <i>b</i>	14
Los Ocotes	10	Trigo	24 <i>a</i>	14
SIMCA-Cárds.	10	Trigo	31 <i>a</i>	19
Corral de Stgo.	22	Trigo	30 <i>a</i>	18
Villadiego	22	Trigo	24 <i>a</i>	25
<i>Promedio</i>	<i>10.11</i>		<i>17.22</i>	<i>11.44</i>

Ecuación de regresión:  $Y = 13.013\ln(x) - 10.339$

Coefficiente de determinación ( $R^2$ ): 0.6873\*

\*Valores medios con la misma letra son iguales estadísticamente ( $p < 0.05$ ) con Duncan

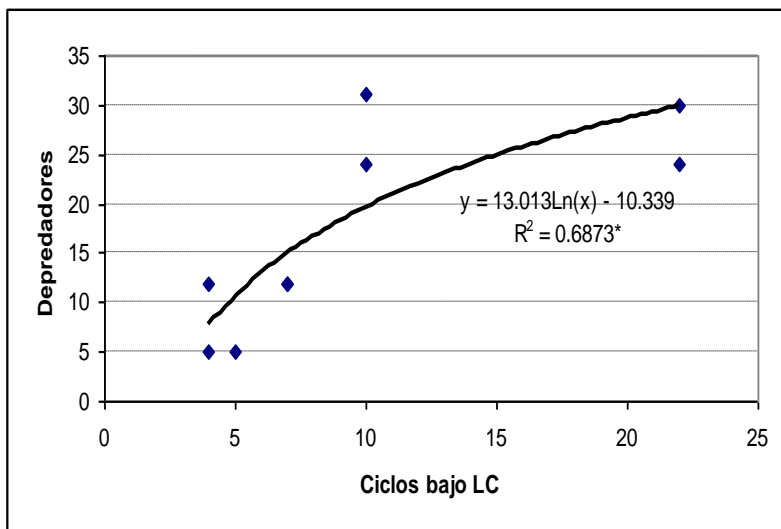


Figura 24. Relación entre la presencia de depredadores y el tiempo mantenido en forma continua, bajo el sistema de LC.

Se ha observado para la región del bajo como la presencia de catarinitas, particularmente de *H. convergens*, se incrementa significativamente a partir de la floración que es cuando las poblaciones de pulgones también son más numerosas, manteniendo un complemento importante para el control en la población de la plaga (Figura, 25).



Figura 25. Larvas de *H. convergens* trasladándose a pupar a la parte superior de las espigas de trigo, cultivado bajo siembra directa.

## Presencia de parasitoides.

En todas las parcelas se observó la presencia de parasitoides de pulgones, particularmente a varias especies de la familia Aphidiidae, siendo entre las más abundantes *Lysiphlebus testaceipes* y *Aphidius* spp, y en este caso su presencia mostró el mismo comportamiento que con los depredadores, los porcentajes de parasitismo fueron incrementándose en una forma más significativa en aquellas localidades que ya tenían 10 ciclos bajo el sistema

En este caso se observó un efecto sobresaliente que fue consistente en los muestreos, ya que a medida que las parcelas tenían mayor antigüedad bajo el sistema de LC, se daba un incremento en las poblaciones de parasitoides, llegando a ser el parasitismo hasta del 98%, como se observó en la parcela que tenía 22 ciclos de la localidad de Corral de Santiago y de 74% en la de Villadiego (Cuadro 3).

Cuadro 3. Poblaciones de parasitoides en parcelas con diferente número de ciclos bajo el sistema de LC, en Gto.

Localidades	Ciclos con LC	Cultivo	Parasitismo
Victoria de C.	4	Cebada	3 c
El Romance	4	Cebada	4 c
El Sabino	5	Cebada	2 c
Altamira	7	Trigo	5 c
La Sarna	7	Trigo	4 c
Los Ocotes	10	Trigo	24 b
SIMCA-Cárds.	10	Trigo	22 b
Corral de Stgo.	22	Trigo	98 a
Villadiego	22	Trigo	74 a
<i>Promedio gral.</i>	<i>10.11</i>		<i>26.22</i>
Ecuación de regresión:		Y = 4.8618x-22.936	
Coeficiente de determinación (R <sup>2</sup> ):		0.9503**	

Valores medios con la misma letra son iguales estadísticamente ( $p < 0.05$ ) con Duncan

Lo que se observó en la localidad de Corral de Santiago es un fenómeno poco frecuente, que debe ser destacado y profundizado en su estudio ya que aunado al alto porcentaje de parasitismo antes señalado la presencia de adultos parasitoides que se encontraban volando en busca de

huéspedes era considerablemente abundante. Aquí se cuantificó un control biológico natural de los pulgones en forma absoluta. Incluso la población de avispas se encontraba amenazada debido a la carencia de hospederos donde parasitar.

En la gráfica de la Figura 26, se puede observar la relación que existe entre el valor medio total del parasitismo registrado en las distintas localidades muestreadas, con respecto al tiempo mantenido en forma continua con la práctica de la siembra directa o LC. En este caso se puede observar como a partir de los diez ciclos continuos con LC se nota una diferencia significativa en aquellos lugares donde se tiene menos de siete ciclos, ocurriendo un incremento muy importante para cuando ya se tienen más de 20 ciclos bajo el sistema de LC.

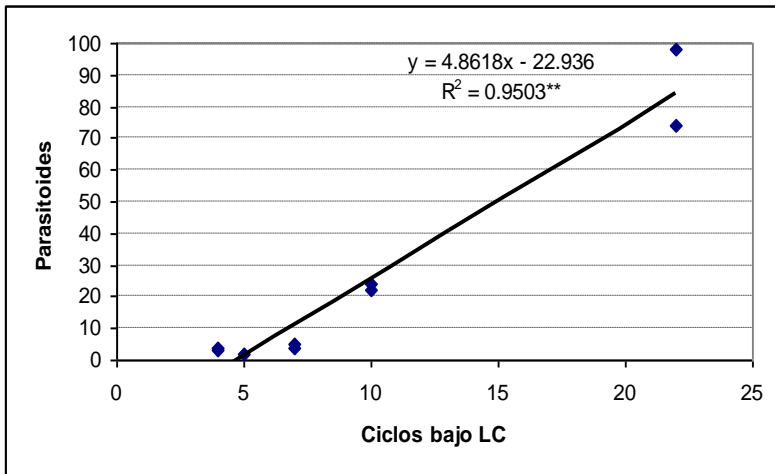


Figura 26. Relación entre la presencia de poblaciones de parasitoides y el tiempo mantenido en forma continua, en parcelas manejadas bajo el sistema de LC.

### 7.3. Alternativas de Control

Los resultados de la fluctuación de la población de pulgones y la presencia de organismos benéficos anotados en los dos incisos anteriores, justifican la implementación de una estrategia diferente para el control de los pulgones en contraste con lo practicado en la agricultura convencional y que la agricultura de conservación continuó aplicando sin ninguna diferencia. Se tiene registrado un alto número de aplicaciones de insecticidas de amplio espectro, particularmente del producto Paratión Metílico, lo que sin duda está afectando a las poblaciones de

depredadores y parasitoides, debido al tipo de producto y de la forma en que se aplica. De acuerdo a las observaciones señaladas anteriormente es injustificable hacer ese tipo de aplicaciones en parcelas que ya superan los 10 años bajo el sistema de LC, por lo que es conveniente buscar productos alternativos para aquellos casos en que las poblaciones de áfidos se salen de control, pero con productos que no impacten tanto a las poblaciones de los benéficos, pues de lo contrario es probable observar un efecto inverso al que se pretende obtener con la aplicación de dichos agroquímicos.

La conservación en campo de los entomófagos puede hacer innecesaria la aplicación de los tratamientos químicos, incluso es posible programar la liberación artificial de crisopas o coccinélidos obtenidos de laboratorios que los comercialicen.

Adicionalmente, se han iniciado ensayos en el Valle Morelia-Queréndaro, para demostrar que aplicaciones de melaza o de leche en polvo con azúcar en una proporción de 2:1, puede ser útil en la atracción de depredadores y parasitoides a fin de incrementar su presencia en el cultivo y en consecuencia su eficiencia en la regulación de las poblaciones de áfidos.

Solamente cuando en el muestreo se detecten poblaciones superiores al 15% de plantas con presencia de grupos de pulgones mayores a 5 individuos en las hojas o más de cuatro en las espigas, es necesario realizar a la mayor brevedad posible la aplicación de un tratamiento de control químico.

En varios experimentos de campo, realizados en el Valle Morelia-Queréndaro se han evaluado algunos productos alternativos para el control de los pulgones. Entre los tratamientos se ha tenido a extractos de nim, ajo, jabones y productos específicos para áfidos como el Pirimicarb, contrastados contra algunos de los químicos convencionales que aplica el productor.

La estrategia agroecológica pretende que se dejen de usar productos altamente tóxicos o de impacto generalista por otros más específicos y que tengan menor efecto sobre la fauna benéfica. Hemos insistido con buena respuesta de parte de los productores que ya nadie aplique productos como por ejemplo el Paratión M. u otros de características similares.

En caso de ser necesaria la aplicación de algún tratamiento en principio se sugiere el uso de alguno de los dos productos que se encuentran anotados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Productos específicos para el combate de pulgones en trigo.

Productos (I. A.)	Dosis y aplicación
<i>Pirimicarb 50 WG</i>	Gránulos Dispersables al 50%, usando una dosis de 300 grs./Ha. Las aplicaciones deben cubrir la planta. El producto actúa por contacto y en forma traslaminar.
<i>Imidacloprid 70 WG</i>	Gránulos Dispersables al 70%, usando una dosis de 0.5 Kg / Ha. Las aplicaciones deben cubrir la planta. El producto actúa por contacto e ingestión.
<i>Otros productos alternativos</i>	Para prescindir de los insecticidas químicos también pueden ser los tratamientos con el hongo <i>Lecanicillium (=Verticillium) lecani</i> , o productos como el extracto de nim, ajo o el uso de jabón agrícola.

## 8. La transición hacia agricultura de conservación y el MAP

La mentalidad de los productores proclive hacia implantar nuevo modelo de producción de cultivos diferente al modelo convencional, facilitó la instalación de la agricultura de conservación. Con el nuevo enfoque la conservación de los recursos naturales ocupó un lugar preferente como sistema de producción, sin embargo, el cambio planteado tuvo que ser gradual sin menoscabo de los niveles de producción de grano acostumbrados.

La etapa de transición al pasar del modelo convencional a la agricultura de conservación implica tomar en cuenta un conjunto de acciones a desarrollar, previo a la instalación de la práctica. Entre ellos está el aspecto de la capacitación en temas específicos que es fundamental para el desarrollo de la agricultura de conservación (Figura 27).

Para un buen inicio es esencial que el productor posea la información necesaria, complementando el accionar con el acompañamiento constante y la asesoría técnica especializada durante el desarrollo del cultivo, además de la investigación continua sobre las demandas locales de los productores.



Figura 27. La capacitación constante de los productores en los temas de agricultura conservacionista es importante para una mejor transición de la agricultura convencional a la de conservación.

Al pasar de la agricultura convencional a la agricultura de conservación deben tomarse las medidas necesarias en aspectos técnicos de manejo para disminuir el riesgo de fracaso y corregir los puntos débiles de su parcela y debe entenderse que esta transición es un proceso que requiere de una serie de modificaciones en el manejo del cultivo que necesariamente tendrán que ir dándose en forma gradual.

Con relación al manejo de plagas, la posibilidad de llegar a un Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) donde prácticamente sea mínima la necesidad del uso de tratamientos en base a insecticidas químicos se puede lograr si primero el agricultor, el técnico y el investigador se van involucrando en un proceso de transición como puede ser el Manejo Integrado de Plagas, donde fundamentalmente se vaya minimizando el uso de dichos plaguicidas.

Cuando nos encontramos ante extensos monocultivos, totalmente libres de “malas hierbas” y con un manejo convencional, los insectos fitófagos encuentran el medio propicio para incrementar sus poblaciones y causar daños económicos; así mismo, los insectos benéficos se encuentran en clara desventaja y aunque muchos de ellos se pueden encontrar presentes con una actividad entomófaga importante, en muchos casos no son capaces por si mismos de regular a la población de la plaga. En este caso un mal necesario puede llegar a ser el uso de tratamientos químicos que puedan reducir en forma inmediata a las poblaciones de insectos cuando éstas están llegando a niveles de población indeseables.

Los principios filosóficos que sustentan el MIP consideran como una posibilidad entre muchas otras, la de hacer aplicación de tratamientos con insecticidas químicos, siempre y cuando se consideren algunos otros elementos de manejo y se tomen en cuenta varias recomendaciones del uso de agroquímicos.

De acuerdo a como se propone en el MAP, la decisión de aplicar un tratamiento debe estar sustentada en un muestreo que evidencie la presencia del insecto fitófago y que éste como ya se mencionó se encuentre con niveles de población que estén a punto de alcanzar un daño económico.

Antes de decidir el uso de un tratamiento químico nos debemos preguntar: ¿disponemos en forma inmediata de una opción alternativa que no tenga impacto sobre las poblaciones de insectos benéficos? si la respuesta es “no”, sólo entonces se tendrá que usar un producto químico que pueda ser el más apropiado en cada caso y se tendrán que tomar necesariamente en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Usar solamente un producto que se encuentre autorizado para cada cultivo o plaga de que se trate\*.
2. No usar productos de amplio espectro y preferir aquellos con mayores propiedades de especificidad.
3. Respetar estrictamente las dosis recomendadas y los intervalos de seguridad
4. Considerar la distribución espacial de la plaga para de preferencia hacer aplicaciones dirigidas.
5. Nunca seguir calendarios de aplicaciones o tratamientos programados
6. No hacer mezclas de productos
7. No hacer aplicaciones preventivas
8. Calibrar el equipo de aplicación para determinar el gasto de agua necesario para ser usado con la dosis autorizada
9. Tomar en cuenta las medidas de seguridad recomendadas
10. Hacer una apropiada eliminación de envases vacíos

\*Nota: Para seleccionar un plaguicida contra una plaga en particular se debe usar el “Catalogo Oficial de Plaguicidas” y la “Guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola”. Ambos documentos han sido elaborados con la participación del Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA [2007] de la SAGARPA). El primer documento se encuentran disponible en la página WEB de la Comisión Federal para la Protección de los Riesgos Sanitarios COFEPRIS, en la dirección: [www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/catalogo\\_de\\_plaguicidas](http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/catalogo_de_plaguicidas) mientras que el segundo se encuentra en la página de la SENASICA [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx)



## 9. Retos para la adopción de la Agricultura de Conservación

En base a las experiencias de México y otros países podemos identificar algunos elementos que han dificultado la adopción de la LC (Bahena *et al.*, 2009). Específicamente para el caso de México, las razones en forma resumida que pudieran explicar el retraso en la adopción de LC son:

1. Insuficiencia de conocimientos técnicos. A pesar de que en general la Agricultura de Conservación (AC) se basa en los tres principios interrelacionados (No laboreo, incorporación de residuos y rotaciones de cultivo), la gran diversidad de agroecosistemas existentes en el país hace necesario el desarrollo de tecnología con viabilidad de ser adoptada para cada uno de ellos. Este reto es difícil ya que interactúan una serie de factores (problemas de manejo de residuos, disponibilidad de sembradoras apropiadas, competencia por los residuos de cultivo con fines forrajeros en áreas de baja productividad agrícola, problemas de aplicación/manejo de fertilizantes químicos y orgánicos, desarrollo potencial o la intensificación de problemas de malezas (Sayre, 1998; Martínez, 2006).
2. Falta de técnicos capacitados. La adopción de la AC requiere el acompañamiento de técnicos altamente capacitados. Sin embargo, a la fecha, las instituciones de educación agrícola superior del país han dado muy poca importancia a la implementación de planes de estudio que le permitan a los futuros Ingenieros Agrónomos adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para proporcionar asesoramiento técnico de calidad en AC (Sayre, 1998; Martínez, 2006; Pérez *et al.*, 2006).

La experiencia obtenida en Brasil señala que tomó 15 años el periodo que transcurrió entre la introducción del sistema de labranza cero con cobertura de residuos y el alcanzar una superficie de 1 millón de ha bajo este sistema en 1990 (Derpsch, 2005). El primer reto a vencer es la tradición milenaria que tienen los productores de arar y rastrear sus terrenos. Para lograr que ellos cambien su mentalidad, es necesario que se convenzan que sus rendimientos no bajarán si dejar de mover su tierra. La experiencia de los países líderes en AC indica que es necesario dejar atrás el enfoque vertical de transferencia de tecnología (Hobbs, 2007), ya que el intercambio de experiencias entre productores y técnicos es la estrategia más apropiada para avanzar en el proceso de adopción de AC, lo cual demanda un enfoque más participativo de transferencia de tecnología (FAO, 2007). Para romper la limitante de falta de sembradoras apropiadas para labranza cero con cobertura de residuos, se necesita también que los fabricantes de equipo se involucren con los agricultores para que modifiquen el equipo a medida que estos experimentan, de tal

forma que puedan hacerse modificaciones a la maquinaria para lograr un desempeño mejorado bajo las condiciones locales (Hobbs, 2007).

Otro reto importante es la falta de fondos para la investigación en AC, ya que la mayoría de las instituciones gubernamentales y civiles demandan resultados en muy corto tiempo, mientras que la introducción de la AC y la expresión de los beneficios múltiples de la AC y su adopción a gran escala toman periodos de mediano a largo plazo (mínimo cinco años). Esto significa que el financiamiento debe también ser sostenible.

Finalmente, respecto al Manejo de Plagas también es necesario romper paradigmas y esquemas dogmáticos que ha fomentado la agricultura comercial o convencional, es importante reconocer la ayuda que presta el conjunto de organismos benéficos y revertir las condiciones que han inhibido su eficiencia en el campo.

## 10. Literatura citada

- Alayo D., P. y G. Garcés G. 1989. Introducción al estudio del Orden Díptera en Cuba. Ed. Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. 223 p.
- All J. N. 1988. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations in no-tillage cropping systems. *Florida Entomologist*, 71 (3): 268 – 272
- Alonso N., G.; R. A. Munguía R. y J. A. Celmo C. 2003. Producción de *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae). Pp. 81 – 87. *In*: José. I. López-Arroyo. y M. A. Rocha-Peña. Memoria del curso nacional de Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Monterrey, N. León, México.
- Altieri M. A. 1980. Diversification of corn agroecosystems as a means of regulating fall armyworm populations. *Florida Entomologist*, 63 (4): 450 – 456
- Altieri, M. A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL. Valparaíso, Chile. 162 pp.
- Altieri, M. A. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica de Chile*, 54 (4): 371-386
- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls. 1998. Enfoque indígena y moderno del MIP en América Latina. *Boletín de ILEIA. LEISA*. Vol. 13 (4): 6 – 7
- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls. 2006. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA. UACH. México, D. F. 310 p.
- Aparicio S., V.; G. Aranda A.; J. E. Belda S.; E. Frapolli D.; E. J. García G.; C. Garito A.; M. D. Rodríguez R. y J. M. Sánchez P. 1991. Plagas del Tomate. Bases para el control integrado. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. DGSPA. Madrid, España. 194 p.
- Arnett, R. H. 1971. *The Beetles of the United States*. The American Entomological Institute. Michigan, USA. 1112 p.
- Arnett, R. H. Jr.; M. C. Thomas; P. E. Skelley; J. H. Frank (eds). 2002. *American Beetles Vol. 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CR Press. LLC, Boca Raton, FL, xiv + 861 p.
- Arredondo Bernal, H. C. y M. Perales G. 2004. Cría masiva de *Trichogramma* spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *In*: Bautista Martínez, Nestor; Hiram Bravo Mujica y C. Chavarin P. (Eds). Cría de insectos plaga y organismos benéficos. CP, CONABIO, IF. México. 151 - 176
- Bahena J., F. 1999. El manejo de plagas en una agricultura sostenible. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. Pesticide Actino Network. *Boletín*, 27 (sept.-dic.): 3 – 5
- Bahena J., F. 2002. El Nim (*Azadirachta indica*) (Meliaceae), insecticida vegetal para una agricultura sostenible en México. *In*: Aragón, A.; J. F. López-Olguín y M. Tornero C. (eds.). Métodos para la generación de tecnología agrícola de punta. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 105 – 123.

- Bahena J., F. 2003. Manejo Agroecológico de Plagas para una agricultura sostenible. En: Agricultura, ambiente y desarrollo sustentable. Tornero C. M.; J. F. López-Olguín y A. Aragón G. (eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 149 – 182.
- Bahena J. F. 2005. Alternativas agroecológicas para el control del gusano cogollero, plaga primaria del maíz en México. p. 319 – 348. *In*: Sánchez-Brito, C. *et al.* (eds.). Avances de investigación en agricultura sostenible III: Bases técnicas para la construcción de indicadores biofísicos de sostenibilidad. Libro técnico # 3. CENAPROS-INIFAP, Morelia, Michoacán, Mex.
- Bahena Juárez, Fernando; Rebeca Peña-Martínez y Rubén Sánchez Martínez. 2005. Catálogo de entomófagos para el estado de Michoacán. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Control Biológico. San Miguel de Allende, Guanajuato. pp 152 – 155
- Bahena Juárez, Fernando. 2007. Manejo Agroecológico de Plagas, una opción necesaria para la sostenibilidad de la agricultura en México. En: Lira-Saldívar, Ricardo H. (Ed). Bioplaguicidas y Control Biológico. CIQA. UAAAN. Saltillo Coach. 173 - 193
- Bahena J. F.; J. Velázquez G. y L. E. Fregoso T. 2009. Labranza de conservación y Manejo Agroecológico de Plagas para una agricultura conservacionista. *In*: Manejo Agroecológico de Sistemas Vol. 1. Aragón G., A.; M. A. Damián H. y J. F. López-Olguín (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 129 – 158.
- Barber, R. G. 1997. Potencialidad de los sistemas de labranza conservacionista y los residuos para lograr condiciones edafológicas favorables. En: Claverán A., R. y F. Rulfo V. (eds). Memorias de la IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. Morelia, Michoacán, México. CENAPROS. INIFAP. SAGAR. 1-25
- Blouin, M. , Y. Zuily-Fodil, A.-T. Pham-Thi, D. Laffray, G. Reversat, A. Pando, J. Tondoh and P. Lavelle. 2005. Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecology Letters*, 8, 202 – 208
- Bravo M., A.; Mohammad H. Badii y Adriana E. Flores. 2000. Artrópodos depredadores y control biológico. En: Badii, Mohammad H.; Adriana E. Flores y Luís J. Galan Wong. (eds). Fundamentos y perspectivas de Control Biológico. UANL. Nuevo León, México. 73 – 88
- Brooks, S. J. & P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.)* 59 (2): 117 – 286
- Brooks, S. J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.)* 63 (2): 137 – 210

- Cave R. D. 1995. Parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Zamorano, Honduras. 202 p.
- Cervantes Mayagoitia, José F.; José R. Lomelí Flores; Rebeca Peña-Martínez; Roberto A. Terrón Sierra y Silvia Rodríguez Navarro. 2004. Bioecología de ácaros y áfidos de importancia agrícola en México. Serie Académicos N° 52. CBS. UAM. México, D. F. 203 p.
- CESAVEM. 2007. Plagas enfermedades y malezas del trigo. Folleto técnico 1. Toluca estado de México, México.
- CLADES. 1998. Biodiversidad. Revista de Agroecología y Desarrollo # 13, 7 pag. WWW. CLADES.org/r13-art14.htm.
- Cortés-Madrigal, H.; J. Trujillo-Arriaga y A. González-Hernández. 1993. Incidencia del Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) y de sus enemigos naturales en tres agroecosistemas de maíz en la Chontalpa, Tabasco. En: Memorias XXVIII Cong. Nal. Entomol. Cholula, Pue. 217 – 218
- CTCI. 2010. Conservation tillage center Information. www.ctic.purdue.edu. (consultado en octubre del 2010).
- De Bach, P. & D. Rosen, 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge Univ. Press. 408p
- Derpsch R. 2005. The extent of conservation agriculture adoption worldwide: implications and impact. In Linking production, livelihoods and conservation: Proceedings of the Third World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-7 October 2005 (CD).
- ECAF. 2010. Conservation agricultura in Europe. (www.ecaf.org consultado en septiembre del 2010).
- FAO, 1996. Programa especial sobre seguridad alimentaria. Manejo de plagas. (www.fao.org/FOCUS/S/SpeclPr/sprohm-S.htm. Consultado en septiembre del 2010).
- FAO, 2003. Los aspectos económicos de la agricultura de conservación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 100 p.
- FAO. 2007. Agricultura de conservación. [on line]. Available in <http://www.fao.org/ag/ca/es/index.html>. [14 Septiembre, 2007].
- FAO, 2010. Agricultura de conservación. (www.fao.org/ag/ca/es/index.htm consultado en agosto de 2010).
- Figueroa S., B. y F. J. Morales F. 1999. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 273 p.
- Force, D. C. and P. S. Messenger. 1964. Duration of development, generation time and longevity of three hymenopterous parasites of *Therioaphis maculate* reared at various constant temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am. 57: 405-413.
- Frank, W. A. & J. E. Slosser. 1996. An illustrated guide to the predaceous insects of the Northern Texas Rolling Plains. The Texas Agricultural

- Experiment Station Collage Station, Texas. Texas A&M University. MP-1718. 24 p.
- Fregoso, L. E.; M. Najera R. y F. Bahena J. 2006. Cambios en la calidad del suelo inducidos por el uso de la labranza de conservación. 1<sup>er</sup> Foro sobre Labranza de Conservación. INIFAP. ASOSID. FP Guanajuato, FIRA, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y SAGARPA. Memoria en CD. Celaya, Guanajuato, México.
- Freitas de, S. y N. D. Penny. 2001. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian Agro-ecosystems. Proceedings of the California Academy of Sciences. Vol. 52 (19): 245 - 395
- García C., G. 2005. Monitoreo poblacional de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán, 2001. Tesis de Licenciatura. ENCB. IPN. 128 p
- García R. J. J., F. P. Gamez V. y T. Medina C. 2006. Producción de semilla básica en trigo en la región del bajo. Memorias del 1 Foro de comercialización de trigo en Guanajuato. INIFAP. Salamanca Guanajuato México Pp. 83-84.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Gómez D. N. S. 2001, Áfidos (Homoptera: Aphididae) del valle de Morelia-Queréndaro, Michoacán. Tesis de licenciatura biólogo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México D.F. México. Pp: 17 19.
- Gordon, R. D. 1985. The coccinellidae (Coleoptera) of America north of México. Jour. New York Entomol. Soc. 93 (1): 1 - 912
- Gray, M. E. and J. J. Tollefson. 1988. Emergence of the western and northern corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) for four tillage systems. Journal Econ. Entomol. 81: 1398 - 1403
- Harrison F. P. 1984. Observations on the infestations of corn by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) with referente to plant maturity. Fall armyworm Symposium. Florida Entomologist, 67 (3): 333 – 339
- Hazzard, R. V.; D. N. Ferro; R. G. VanDriesche & A. F. Tuttle. 1991. Mortality of eggs of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) from predation by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol., 20: 841 - 848
- Higgins, R. A.; H. L. Brooks and P. E. Sloderbeck. 1999. Insect factors to consider. *In*: kansas no-till handbook. Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative extensión Service. 126 p.
- Hill, D. S. 1997. The economic importance of insects. Chapman & Hall. The Institute of Biology. London. 395 p.
- Hobbs P.R. 2007. Conservation agricultura: what is it and why is it important for future sustainable food production?. Journal of Agricultural Science 145:127-137.

- Holman, J., Peña, M. R., y Bujanos, M. R. 1991. Guía para la identificación y análisis de los pulgones alados (Homóptera: Aphididae) del bajo, México. CONACYT, INIFAP-SARH, COFAA-IPN. México D.F. México. Pp: 8-11.
- Hoffmann, M. P. & A. C. Frodsman. 1993. Natural enemies of vegetable insect pests. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, N. Y. 63 p
- INEGI. (1985). Carta edafológica escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.
- INEGI, 2007. Censo agropecuario. [www.inegi.gob.mx/es/contenidos/proyectos/agro/default.aspx](http://www.inegi.gob.mx/es/contenidos/proyectos/agro/default.aspx) (consultado el mes de julio 2010).
- Jervis, M. A. & M. J. W. Copland. 1996. The life cycle. Capt. 2: 63 – 162. *In*: Jervis, M. A. & N. Kidd (Ed.) 1996. Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation. Chapman and Hall. London. 491 pp
- Jervis, M. A. & N. Kidd (Ed.) 1996. Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation. Chapman and Hall. London. 491 pp
- King, A. B. S. y J. L. Saunders. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. TDR. CATIE. ODA. 182 p.
- Kocker, F. 1990. Labranza de conservación, diagnóstico y equipo de apoyo. FIRA. Boletín Informativo N° 22, XXIII: 1 – 60
- Kowalski, R. y P. E. Visser. 1979. Nitrogen in a crop-pest interaction: cereal aphids. *En*: J. A. Lee (Ed.) Nitrogen as an ecological parameter. Blackwell Scientific Pub., Oxford, Reino Unido.
- LEISA. 1998. Contraatacando con Manejo Integrado de Plagas. Boletín de ILEIA, para la agricultura de bajos insumos externos. Vol. 13 (4): 36 p.
- Lele U. and R. Coffman. 1995. Global research on the environmental and agricultural nexos for the 21st century. A collaborative research among U.S. universities, CGIAR centres, and developing country institutions. University of Florida. Gainesville, FL 160 p.
- Loera Gallardo, Jesús y H. Kokubu. 2003. Cría masiva y liberación de *Hippodamia convergens* Guerin (Coleoptera: Coccinellidae) 88 – 96 p. *In*: López-Arroyo, José. I. y M. A. Rocha-Peña (eds.). 2003. Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Memorias del curso nacional. SENASICA. SMCB. UANL. INIFAP. 154 p.
- Lomeli F. J. R. 1993 Himenópteros Parasitoides de Áfidos en México, tesis de licenciatura biólogo, Escuela Nacional de Ciencia Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México D.F. México. Pp: 14-15.
- López-Arroyo, José. I.; L. Valencia L. y J. Loera G. 2003. Introducción a Chrysopidae (Neuroptera): Taxonomía y bioecología. Pp. 30 – 43.

- In*: López-Arroyo, José I. y M. A. Rocha-Peña (eds.). Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Memorias del curso nacional. SENASICA. SMCB. UANL. INIFAP. 154 p.
- Lucho C., G. G. 2003. Épocas de Vuelo de la afidofauna (Homóptera: Aphididae) en el valle del Yaqui, Sonora, México. Tesis de licenciatura, biólogo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México D.F. México pp.
- MacGregor, R. y O. Gutiérrez. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. 1° Edición. Edit. Alambra Mexicana, S. A., México, D. F.
- Malo, E. A.; F. Bahena; M. A. Miranda & J. Valle-Mora. 2004. Factors affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in México. Florida Entomologist, 87 (3): 288 – 293.
- Marshall, M. Y. 1952. The Malachiidae of north central México (Coleoptera). American Museum of Natural History. New York. Num. 1584: 20 p.
- Martínez, A. 2004. Labranza de conservación: un sistema de producción para reducir costos. Memoria de Jornada de Transferencia de Tecnología del cultivo del maíz. P. 9 – 14. Fundación Produce Sinaloa, A. C.
- Martínez A. R. 2006. Experiencias en la producción de trigo en labranza de conservación. Memorias del primer foro de producción y comercialización de trigo en Guanajuato. Salamanca, Guanajuato, México 119p.
- Martínez-Valenzuela C., S. Gómez-Arroyo. 2007. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Rev. Int. Contam. Ambient. 23:4.
- Medina T. C., M. A. Vuelvas C., J. Martínez S. y J. M. Arreola T. 2006. Principales especies de malezas presentes en el cultivo de trigo en el bajío y su problemática. Memorias del 1er. Foro de producción y comercialización de trigo en Guanajuato. INIFAP. Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. 44 p.
- Michaud, J. P. 2000. Biología, ecología y comportamiento de Coccinellidae y Syrphidae y su potencial en el control biológico del pulgón café de los cítricos en Florida, EUA. Pp 68 – 72. *In*: Memorias del taller “Control biológico del pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida*, vector del virus de la tristeza de los cítricos”. SAGAR. CONASAG, Mérida, Yucatán, México.
- Michaud, J. P. 2001. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of asian citrus psyllid, (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. Florida Entomologis, 84 (4): 608 - 613
- Muñoz P. D., Hernández, R. G. y Montiel, S. F. 2005. Situación actual y perspectivas del trigo 1990-2006. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. México, DF. 195 p.



- Nájera, R. M., y L. E. Valdez. 1997. Efecto de los métodos de labranza y la cobertura vegetal sobre la macrofauna edáfica asociada al maíz de temporal. *En: Avances de Investigación en Labranza de Conservación* I. Claverán, A. R. *et al.* (eds.). Libro Técnico No. 1. CENAPROS-INIFAP-SAGAR. Michoacán, México. pp. 65-76
- Nájera R. M. B. y J. J. Velázquez G. 2001. "Gallina ciega (Coleoptera Melolonthidae) y organismos asociados a sistemas de labranza de conservación en maíz. Folleto técnico N° 5. CENAPROS. INIFAP. SAGARPA. 44 P.
- Nicholls, C. I. y M. A. Altieri. 1997. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. *Agroecología y Desarrollo* # 11 y 12: 13 p.
- Nicholls, C. I. y M. A. Altieri. 2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. LEISA. *Revista de Agroecología*. Vol. 24 (Septiembre) (2): pp. 6 – 8
- Nordlund, D. A. 1996. Biological control, integrated pest management and conceptual models. *Biocontrol News and Information*, 17 (2): 35N - 44N
- Nordlund, D. A. & W. J. Lewis. 1976. Terminology of chemical releasing stimuli in intraespecific and interespecific interactions. *J. Chem. Ecol.*, 2: 211 – 220.
- Nordlund, D. A. & R. K. Morrison. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* species. Pp. 427 – 439. *In: Anderson, T. E. & N. C. Lepla (eds.) Advances in insect rearing for research and pest management.* Westview Press. USA. 521 p.
- Pacheco Mendivil, F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH. INIA. CIAN. México. 414 pp.
- Peña-Martínez, R.; J. Rojas R., M. M. Ordóñez R. y F. Bahena Juárez. 2006. Lista de Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. Memoria XXIX Cong. Nal. Control Biológico. SMCB. Colima, México. 217 - 221
- Perales G., M. A. y Hugo C. Arredondo B. S/F. Generalidades de *Chrysoperla* con énfasis en *C. rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae). Ficha técnica CB-10. SAGAR. CENASICA. CNRCB.
- Pereira N., C. J. 1997. Respuesta agregativa de adultos de *Coleomegilla maculata* a la densidad y distribución de los huevos del cogollero del maíz. *Bioagro* 9 (2): 35 - 42
- Pérez C., N. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de estudios de Desarrollo Agrario y Rural. La Habana, Cuba. 296 p.
- Pérez Nieto J., F. Urzúa Soria, J. L. Medina Pitalúa y G. Asteinza Bilbao. 2006. Labranza de conservación en el programa educativo de la Universidad Autónoma Chapingo. En Ríos Ruíz, S.A., L. E. Fregoso Tirado, J. M. Arreola Tostado (eds.). Memoria del 1er. foro sobre labranza de conservación: Educación, Investigación y Transferencia de Tecnología. Celaya, Guanajuato. pp. 1-10.

- Pretty J. N. 1995. Regenerating agriculture: Policies and practice for sustainability and self-reliance. Joseph Henry Press. Washington, D.C.
- Roberts P M. and J. N. All. 1993. Hazard for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations of maize in double-cropping systems using sustainable agricultural practices. Florida Entomologist, 76 (2): 276 – 283
- Rodríguez del B., L. A.; M. H. Badii y A. E. Flores. 2000. Bases ecológicas de Control Biológico. *In*: Badii, M. H.; A. E. Flores y L. J. Galán W. (Eds). Fundamentos y perspectivas de Control Biológico. UANL. Nuevo León, México. 19 - 31
- Rodríguez H., C. 2000. Plantas contra plagas. Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAPAM., RAAA. Texcoco, México. 133 p.
- Sánchez M., R.; L. L. Vázquez M. y F. Bahena. 2005. La agricultura, la fitoprotección y el manejo integrado de plagas. *In*: Manejo Agroecológico de Sistemas. Aragón G. A., J. F. López-Olguín y A. M. Tapia R. (eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 39 – 62.
- Sayre K.D. 1998. Ensuring the use of sustainable crop management strategies by small wheat farmers in the 21st century. Wheat Special Report No. 48. México, D.F. CIMMYT.
- SENASICA. 2007. Guía de Plaguicidas Autorizados de uso Agrícola. Servicio Nal. de San. Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SAGARPA. Consultada en Internet: 15/08/07, dirección: [http://148.245.191.4/guiaplag/\(S\(0v5ldhnf1j5lkqn5c5htff45\)\)/Inicio.a spx](http://148.245.191.4/guiaplag/(S(0v5ldhnf1j5lkqn5c5htff45))/Inicio.a spx)
- SIAP. 2006. Avances de siembra y cosecha de riego ciclo otoño invierno. Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera. México, ([www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)).
- SIAP. 2009. Ventana de Información. SIAP-SAGARPA. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- Silva-Corona J. Jesús y Steinich Birgit. 2001. Implicaciones de la geología estructural en el sistema acuífero del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. GEOS. 21 (3): 182.
- Solís M. E., A. Ramírez R., O. A. Grageda C. y M. Hernández M. 2006. Mejoramiento genético de trigo en el Bajío: respuesta de variedades a fechas de siembras y calendarios de riego. Memorias del 1<sup>er</sup> foro de producción y comercialización de trigo en Guanajuato INIFAP. Salamanca Guanajuato México. 26 p.
- Solís M. S., Ríos R. S. A., García N. H., Arevalo V. A., Grageda C. O. A., Vuelvas C. M. A., Díaz de León T. J. G., Aguilar A. J. L., Ramírez R. A., Navarro S. J., Bujanos M. R., Marín J. A., Peña M. R. 2007. Producción de trigo de riego en El Bajío. INIFAP, campo experimental bajío Celaya. Folleto Técnico núm. 3. Celaya, Guanajuato. México.

- Soria-González, N. 2011. Monitoreo, identificación y control de pulgones (Hemiptera: Aphididae) en trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo labranza de conservación en el Vale Morelia-Queréndaro, Michoacán. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Uruapan, Mich. 121 p.
- Sosa-Gómez D. R. y F. Moscardi. 1994. Effect of till and no-till soybean cultivation on dynamics of entomopathogenic fungi in the soil. *Florida Entomologist*, 77 (2): 284 – 286
- Spargo, J.T., M. M. Alley, Ronald F. Follet and James V. Wallace. 2008. Soil carbon sequestration with continuous no till management of grain cropping systems in the Virginia coastal plain. *Soil and Tillage Res.* 100 (1-2), 133-140.
- Sтары P. 1966. Aphid parasites of Czechoslovakia. W. Junk. Publ., The Hague. The Netherlands. 242 p.
- Sтары, P. 1970. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control. Dr. W. Junk N. V. The Hague. 643 p.
- Sтары P. and G. Remaudière. 1982. New genera, species and host records of aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae) from Mexico. *Annls. Soc. Ent. Fr., (N.S.)* 18(1): 107-127p.
- Sтары P. and G. Remaudiere. 1988. Los parasitoides de los pulgones en México. *Studia Ecologica, (Salamanca España)*. 5: 287-302
- Tauber, M. J. & C. A. Tauber. 1983. Life history traits of *Chrysopa carnea* and *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae): influence of humidity. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 76: 282 - 285
- Tarango R., S. H. 1999. Insectos depredadores de áfidos en plantas arvenses y cultivadas en nogaleras y cultivos vecinos. Folleto técnico N° 1. Campo Experimental Delicias. INIFAP. México.
- Tarango R., S. H. 2003. Biología y cría de la catarinita gris *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). Pp. 97 – 108. *In: J. I. López-Arroyo. y M. A. Rocha-Peña. Memoria del curso nacional de Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Monterrey, N. León, México.*
- Tilman D., J. Fargione, B. Wolf, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W. H. Schlesinger, D. Simberloff, D. Swackhamer. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281-284.
- Trujillo-Arriaga, J. & M. Altieri. 1990. A comparison of aphidophagous arthropods on maize polycultures and monocultures, in Central Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 31: 337 – 349
- Turnock, W. J.; B. Timlick and P. Palaniswani. 1993. Species and abundance of cutworms (Noctuidae) and their parasitoids in conservation and conventional tillage fields. *Agriculture, Ecosystems & Environmental*, 45 (3-4): 213 – 227

- United Nations. 2007. World population prospects: The 2006 revision population database. [on line]. Available in <http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp> [8 November, 2007].
- Valdés, G. M.; S. Álvarez y J. Ramos. 1993. La entomofauna del maíz de riego en tres sistemas de producción durante cinco años en el valle de Guadiana, Durango. P. 248. *In: Resúmenes XXVIII Congreso Nacional de Entomología*. Cholula, Puebla, México.
- Vázquez M., L. 1999. La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección. INISAV. Cuba. Boletín Técnico. Vol. 5, N° 4: 75 p.
- Van den Bosch, R. & P. S. Messenger. 1973. Biological control. Intext Press. 180 pp.
- Van Driesche, R. G. & T. S. Bellows Jr. 1996. Biological Control. Chapman & Hall. USA. 539 p.
- Van Lenteren, J. C. 1993. Biological control of pests. 179 - 187. *In: Zadoks, J. C. (Ed.). Modern crop protection developments and perspectives*. Wageningen Press. The Netherlands.
- Van Lenteren, J. C. 1995. Basis of biological control of arthropod pests in protected crops. *In: Integrated Pest and Disease Management in Protected Crops*. CIHEAM. Zaragoza, Spain. 21 p.
- Velásquez V., M. A.; J. J. Velázquez G.; M. Tiscareño L.; A. D. Báez G. y R. Molina V. 2005. Uso de residuos de maíz de temporal para controlar la erosión hídrica en la cuenca del Lago de Patzcuaro, Michoacán. P 53 – 76. *In: Sánchez-Brito et al (ed.) Avances de investigación en agricultura sostenible III: Bases técnicas para la construcción de indicadores biofísicos de sostenibilidad*. INIFAP-CENAPROS, Morelia, Michoacán, México.
- Velázquez-García J de J., M. Nájera-Rincón., J. A. Muñoz-Villalobos, J. R. Salinas-García, M. Gallardo-Valdez, D. Munro-Olmos, F. Caballero-Hernández, E. Vargas-Gómez, M. C. Arroyo-Lira, J. L. Rocha-Arroyo, J. González-Torres. 1998. Guía para producir maíz bajo labranza de conservación en tres regiones del estado de Michoacán. Agenda técnica No. 1. INIFAP-CENAPROS. Morelia, Michoacán, México. 39 p.
- Velázquez-García, J. J. 2010. Informe del proyecto Agricultura conservacionista para el Valle Morelia-Queréndaro con enfoque participativo en investigación, transferencia y asistencia tecnológica. INIFAP-SAGARPA. Uruapan, Michoacan, México. 158 p.
- Vélez L. M. 1981. Parasitismo de *Aphelinus mali* Hald. En pulgón lanífero del manzano en Zacatlan, Puebla. Memoria 9ª reunión nacional de control biológico SARH-DGSV. Oaxaca, Oaxaca México Pp: 260-270.
- Villaseñor Mir, H. E y E. Espitia Rangel (eds). 2000. El trigo de temporal en México. Libro técnico núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRCE. Chapingo, Estado de México., México. Pp: 33-34.

## Agradecimientos

A la COFUPRO por el apoyo al financiamiento del proyecto “Agricultura conservacionista para el Valle Morelia-Queréndaro con enfoque participativo para la investigación, transferencia y asistencia tecnológica”.

A los grupos de productores de Agricultura de Conservación del Valle Morelia Queréndaro, Michoacán, por las facilidades para instalar los trabajos de campo y el entusiasmo mostrado durante el desarrollo del programa.

A los ayudantes Ignacio Cabrera, Armando Jiménez y Noé Acosta por el apoyo otorgado en las actividades de campo.

A los Ing. Jorge Octavio García Santiago, Ing. Erick Ortiz Hernández, Ing. Helios Escobedo Cruz, Ing. Israel Argüello Barrera, Ing. Octavio González Cornejo responsables de la transferencia de tecnología a los grupos de productores, por el apoyo brindado en el programa de transferencia de tecnología.

Al Ing. Norberto Soria González, por las aportaciones realizadas con su tesis de licenciatura por parte de la Facultad de Agrobiología (UMSNH) que también han formado parte de este proyecto.

Quiero hacer un especial agradecimiento a los revisores técnicos de este trabajo, el **MC. Javier Ireta Moreno** y al **Dr. J. Francisco Pérez Domínguez**, por el tiempo y esmero dedicado a fin de que este trabajo llevara una mejor presentación y contenido.

EN LA REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN PARTICIPARON LAS SIGUIENTES PERSONAS:

### **REVISIÓN TÉCNICA**

MC. Javier Ireta Moreno  
Dr. J. Francisco Pérez Domínguez

### **EDICIÓN**

Ing. H. Jesús Muñoz Flores.  
Ing. Trinidad Sáenz Reyes

### **COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL URUAPAN**

Ing. H. Jesús Muñoz Flores. Presidente  
Ing. Trinidad Sáenz Reyes. Secretario  
Dr. Víctor Manuel Coria Avalos. Vocal  
Dr. Luis Eduardo Cossio Vargas. Vocal

### **SUPERVISIÓN**

Dr. Keir Francisco Byerly Murphy  
Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez

**Para mayor información acuda, llame ó escriba a:**

Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP  
Parque Los Colomos s/n. Colonia Providencia.  
Apartado Postal 6-103 CP. 44660.

Guadalajara, Jalisco, México.

Tel: (33) 36 41 69 71 y (33) 36 41 60 21

Fax: (33) 36 41 35 98

o

Campo Experimental Uruapan

Av. Latinoamericana No.1101

Col. Revolución. C. P. 60150

Uruapan, Michoacán, México

Tel: (452) 52 3 73 92

Fax: (452) 52 4 40 95

Correo-e: bahena.fernando@inifap.gob.mx

**Codificación de publicaciones UNESCO-SAGARPA:  
MX- 0-310304-50-05-27-09-30**

Impreso en los talleres de LÓPEZ IMPRESORES, S.A. DE C.V.  
Emilio Carranza Núm. 26, Col. Centro, C.P 60000  
Uruapan, Michoacán, México.  
Tel:(452) 523 11 55  
Fax: (452) 523 11 56  
Correo electrónico:ventas@lopezimpresores.com.mx

La edición consta de 1100 ejemplares

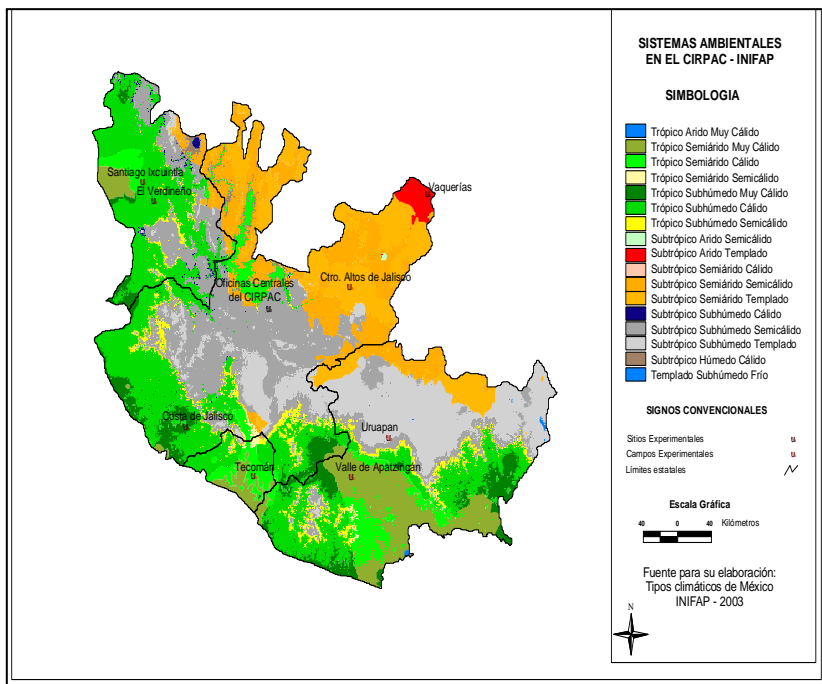
Impreso en México *Printed in México*

Mayo de 2012

# CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO (CIRPAC)

El CIRPAC comprende los cuatro estados del Pacífico Centro de la República Mexicana, que son Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit. Estos en su conjunto abarcan una superficie de 154,364 Km<sup>2</sup>, que representan 7.5% de la superficie nacional. En esta área, viven 12'235,866 habitantes (INEGI, 2005), correspondiendo más de la mitad de ellos al estado de Jalisco. Un 42.6% de la Región Pacífico Centro es apta para la ganadería; 34.56% tiene vocación forestal y 22.84% comprende terrenos apropiados para las actividades agrícolas. La región posee una gran variedad de ambientes, que van desde el templado subhúmedo frío, hasta el trópico árido muy cálido. En la figura siguiente se muestra la distribución de los ambientes en la Región Pacífico Centro.

Los sistemas producto más relevantes para la Región Pacífico Centro y para los que el CIRPAC realiza investigación y transferencia de tecnología son: aguacate, limón mexicano, mango, agave tequilana, aves-huevo, porcinos-carne, maíz, bovinos-leche, bovinos-carne, bovinos-doble propósito, ovinos-carne, melón, especies maderables y no maderables, pastizales y praderas, sorgo, caña de azúcar, copra, sandía, plátano, frijol, papaya, durazno y guayaba. El CIRPAC atiende las demandas del sector en investigación, validación y transferencia de tecnología, a través de cinco campos experimentales estratégicos, tres sitios experimentales y una oficina regional ubicada en la Cd. de Guadalajara, Jalisco. La ubicación de campos y sitios experimentales se muestran abajo.







Enlace - Innovación - Progreso

[www.gobiernofederal.gov.mx](http://www.gobiernofederal.gov.mx)

[www.sagarpa.gov.mx](http://www.sagarpa.gov.mx)

[www.inifap.gov.mx](http://www.inifap.gov.mx)

**ESTA PUBLICACIÓN ES PRODUCTO DEL PROYECTO: “AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL VALLE MORELIA-QUERENDARO CON ENFOQUE PARTICIPATIVO EN INVESTIGACION, TRANSFERENCIA Y ASISTENCIA TECNOLÓGICA”. FINANCIADO CON RECURSOS DE LA COFUPRO**

*“Este Programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa”.*

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias