

8. Prácticas Culturales y Físicas

M. B. NÁJERA-RINCÓN¹, A. CASTRO-RAMÍREZ² Y A. ARAGÓN-GARCÍA³

¹INIFAP-Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No. 1101, Col Revolución, Uruapan, Michoacán, MEXICO. C. P. 60500. minaj47@hotmail.com

²Departamento de Agroecología. El Colegio de la Frontera Sur. A. P. 63. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, MEXICO

³Departamento de Agroecología y Ambiente. Instituto de Ciencias, BUAP. 14 Sur 6301, San Manuel, Puebla, Puebla. 72570, MEXICO.

RESUMEN

Se presenta una revisión de las prácticas culturales y físicas más utilizadas para el control de plagas del suelo en México con algunos ejemplos de otros países. A través de diversas experiencias bajo condiciones de campo, se analiza el efecto de la fecha de siembra, rotación de cultivos, manejo del suelo, uso de trampas de luz, recolecta manual de insectos así como el uso de barreras físicas, sobre la densidad de adultos y larvas rizófagas de importancia económica. Se hace énfasis en la importancia de los métodos de labranza de conservación como elemento fundamental para el manejo agroecológico de plagas del suelo, en particular, debido a su efecto positivo sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas, dentro de las cuales destaca el incremento de la materia orgánica y la restitución de la biodiversidad funcional de la mesofauna (artrópodos, anélidos y crustáceos) y microbiota (hongos entomopatógenos) edáficos. En un breve análisis, se presenta la diversidad de estudios efectuados en México para el manejo de plagas rizófagas. Se enfatiza la necesidad de realizar trabajos de investigación orientados a la diversificación y manejo de cultivos, que contribuyan al diseño de agroecosistemas sostenibles y al manejo agroecológico de las plagas del suelo.

ABSTRACT

The most common cultural and physical practices for soil insect pests control in Mexico are reviewed. Strategies such as sowing date, crop rotation, soil management, light traps, manual insect collection and physical barriers for adults and larvae management are analyzed. The importance of soil tillage conservation practices is emphasized, because of the benign effect on physical, chemical and biological soil properties, such as soil organic matter and functional mesofauna (arthropods, annelids and crustaceans) and microbiota (entomopathogenic fungi). Soil tillage conservation represents a basic element for agroecological management of soil dwelling pests. Research on soil pest management in Mexico is discussed. The need to develop new options for sustainable agroecosystems through crop diversification for pest management is emphasized.

INTRODUCCIÓN

El control cultural de plagas se realiza a través de prácticas agronómicas que contribuyen a mantener un agroecosistema menos favorable para el establecimiento, desarrollo y supervivencia de organismos dañinos. Por otra parte, el control físico y mecánico se refiere al uso de aparatos o fuentes de energía para atraer y eliminar las plagas o alterar su hábitat. Es difícil distinguir los métodos de control cultural de los mecánico-físicos y frecuentemente se engloban como “prácticas culturales”. Sin embargo, el control mecánico y físico requieren de medidas o mecanismos especiales, muchas veces imprácticos a nivel comercial por el tiempo y mano de obra que utilizan, en comparación con las prácticas agronómicas normales (Johansen 1985).

El control cultural es básicamente preventivo, es decir se efectúa aún antes de que las plagas se presenten. Mediante la aplicación de diversas técnicas, se establecen las bases para impedir el desarrollo de los insectos, que empieza con la incorporación de materia orgánica al suelo. Un suelo rico en materia orgánica contiene un gran número de microorganismos benéficos que controlan diversas plagas que se alimentan del sistema radical de las plantas y permite que los cultivos se desarrollen bajo condiciones óptimas de agua, aire y nutrientes. Esto hace que las plantas crezcan sanas y como consecuencia, relativamente más tolerantes al ataque de plagas (Villalobos 1995).

Las prácticas de manejo agronómico son tan antiguas como el desarrollo mismo de la agricultura y el surgimiento de las plagas del suelo, aunque es necesario adecuarlas en función de las tendencias económicas, tecnológicas, ambientalistas y sociales de la producción. La gran mayoría de los agroecosistemas tradicionales se caracterizan por su bajo impacto ecológico como resultado de su complejidad, diversidad y adaptación a las condiciones locales de producción, entre las que destacan ingeniosas prácticas que reducen riesgos en la producción, proporcionan

seguridad alimentaria y contribuyen a la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales de las comunidades. Diversos avances en el diseño de agroecosistemas modernos surgen como resultado del estudio de sistemas de producción tradicional exitosos (Altieri y Nicholls 2005a).

El presente capítulo aborda de manera general algunas de las prácticas culturales y mecánico-físicas más comunes para el manejo de plagas del suelo. Sin pretender ser un estudio detallado o una guía, proporciona información de utilidad que deberá analizarse para su adopción de acuerdo a los cultivos y condiciones locales de producción. En el marco de la discusión y análisis, a través de algunos ejemplos se pretende impulsar el estudio y comprensión de los sistemas agrícolas y estimular la creatividad de los lectores para el desarrollo y diseño de sistemas de producción sostenibles, con énfasis en prácticas culturales y físicas que permitan la conservación y el manejo de la biodiversidad edáfica.

PRÁCTICAS CULTURALES

Fecha de Siembra

La elección de una fecha de siembra apropiada, y su realización durante un corto intervalo de tiempo, permite en algunos casos escapar a ciertas plagas. Adelantar o retrasar la siembra o cosecha de cultivos anuales permite evitar un fuerte ataque de plagas, al sembrar en la época del año en que las plagas se encuentran ausentes, o cuando el estado más susceptible del cultivo coincide con la época del año en que la plaga es menos abundante. Una cosecha temprana puede impedir que la plaga se desarrolle completamente y baje su población, debido a que la temperatura y la humedad son inapropiadas para que se complete su desarrollo (Castro-Ramírez y Silva 2002). Por otra parte, una siembra tardía puede evitar la oviposición del 80-90% de hembras grávidas de *Phyllophaga lalanza* (Saylor) en cañaverales de Nayarit (Morón *et al.* 1998).

En algunas ocasiones es difícil cambiar la fecha de siembra, ya que están bien definidas para varias regiones agrícolas de México, puesto que dependen de la época de lluvias. Sin embargo, basta con anticipar un mes dicha actividad para que las plantas respondan en forma eficiente al daño ocasionado por plagas rizófagas, y al mismo tiempo, escapen o resistan a la etapa más voraz de las larvas. Como un ejemplo de lo anterior, en la producción de maíz de temporal en el municipio de San Miguel Xoxtla en el estado de Puebla, adelantar la fecha de siembra, efectuada a mediados de marzo, registró menos problemas de “gallina ciega” en comparación a las siembras efectuadas a mediados de abril, diferencia que se explica debido a que la especie más dañina en la zona es *Phyllophaga vetula* (Horn), la cual realiza sus actividades de vuelo y reproducción a finales de abril. De acuerdo al ciclo de vida de ésta especie, el periodo de incubación de los huevos es de 12 días aproximadamente y la larva pasa por tres estadios: el primero se desarrolla en un promedio de 24 días, el segundo requiere en promedio 30 días, mientras que la larva más voraz (tercer estadio), crece y se alimenta en un periodo de 100 días, ya que el tiempo promedio para su desarrollo es de 131 días (Aragón-García *et al.* 2005).

Bajo este esquema, se ha observado que en las siembras tardías de maíz, entre el 15 y 30 de abril, la germinación de la planta coincide con la época de vuelo de *P. vetula* y el estadio de desarrollo más voraz de la larva se presenta cuando el maíz se encuentra en estado de plántula, etapa de desarrollo reconocida como una de las más susceptibles al daño. Como una práctica cultural orientada a disminuir el daño por “gallina ciega” en cultivos de maíz de temporal, se ha sugerido adelantar un mes la fecha de siembra, entre el 15 y 20 de marzo, para asegurar que cuando se presenten las larvas de tercer estadio, la planta este más desarrollada y pueda responder mejor al daño ocasionado por las larvas. Por otra parte, debido a que los vuelos de *P. vetula* se inician cuando aún no hay cobertura vegetal sobre los

terrenos de cultivo y dicha especie prefiere ovipositar bajo éste tipo de condición, se ha observado un incremento de larvas en parcelas donde la fecha de siembra fue tardía.

En el norte de Tamaulipas, las siembras de maíz durante el ciclo de “tardío” (agosto) son significativamente más dañadas por la “gallina ciega” *Phyllophaga crinita* (Burmeister) que las siembras de “temprano” (enero-febrero). A pesar que ambas siembras coinciden con la presencia de larvas de tercer estadio, el período en que provocan los daños es diferente. Las siembras de enero-febrero no son tan afectadas, ya que las larvas pronto dejan de alimentarse y pupan cuando apenas inicia el desarrollo del cultivo (marzo-abril), mientras que en las siembras de agosto, las larvas recién acaban de cambiar a tercer estadio y su período de daño es desde la siembra hasta la cosecha (Rodríguez-del-Bosque 1988). En esta misma región durante el ciclo “temprano” los daños por el gusano trozador, *Agriotis ipsilon* (Hufnagel) al maíz son más intensos en las siembras retrasadas de marzo, comparadas con las siembras recomendadas para esta región en enero-febrero, cuando las plantas escapan de la presencia más abundante del insecto (Rodríguez-del-Bosque y Loera 1993).

Rotación y Asociación de Cultivos

La rotación de cultivos es una propagación secuencial de cultivos, de los cuales uno o más están exentos del ataque de una o más plagas (Villani y Wright 1990). Algunas estrategias para el control de insectos que dañan el sistema radical de las plantas pueden ser complementarias a prácticas que inciden sobre la conservación de enemigos naturales. Por ejemplo, la rotación de cultivos y la adición de abonos orgánicos pueden tener un efecto negativo sobre las plagas y positivo sobre los entomopatógenos (Villalobos 1995). Desde el punto de vista fitosanitario, una de las prácticas culturales más antiguas y difundidas es la rotación de cultivos, su principal objetivo es separar en el tiempo o espacio a las plagas de sus hospederos, este método consiste en alter-

nar siembras con cultivos de diferente familia botánica, que no sean atacados por los mismos insectos. Si un cultivo susceptible es seguido por otro igualmente susceptible, se favorece el desarrollo de la plaga y sus daños se acentúan. Con la rotación de cultivos se interrumpe el ciclo de vida de las plagas que no son comunes a los otros cultivos en rotación, y en consecuencia, la plaga no se puede reproducir por falta de alimento (Anónimo 1992).

Al mismo tiempo, con la rotación y asociación de cultivos, además de mejorar la incorporación de nutrientes, como en el caso de la siembra de leguminosas, se enriquece la biodiversidad de los agroecosistemas, al favorecer el incremento de los organismos benéficos. Bajo sistemas de cultivos asociados, la propagación de las plagas se reduce, ya sea por limitaciones alimenticias, por la dificultad para encontrar a la planta hospedera debido a confusiones de olor, o por el efecto visual que ocasiona la diversidad de cultivos. En contraste, en un monocultivo las plagas tienden a propagarse en grandes cantidades debido a la alta densidad de hospederos vegetales de la misma especie (Villalobos *et al.* 2003). En el norte de Tamaulipas, se ha demostrado que *P. crinita* prefiere ovipositar en maíz y sorgo que en frijol; por tal motivo, el monocultivo de estas dos gramíneas en dicha región por casi cinco décadas ha provocado un aumento considerable en las poblaciones de la plaga (Rodríguez-del-Bosque 1984).

Al evaluar el efecto de las prácticas convencionales de producción de maíz en monocultivo, en comparación con sistemas alternativos con la rotación maíz-avena (*Avena sativa*) y maíz-veza (*Vicia sativa*), así como su aplicación como abono verde incorporado o acolchado, Pérez-Agis *et al.* (2001) determinaron que la estructura de la comunidad de Melolonthidae edáficas varió en función del sistema de producción. La abundancia porcentual de *Paranomala* fue mayor en la producción convencional de maíz (82%) y menor (22%) cuando se utilizó avena acolchada, mientras que *Diplotaxis* fue más abundante

(75%) cuando se acolchó la avena, en comparación con la avena incorporada, donde registró únicamente el 14% de abundancia. Con respecto a la rotación maíz-veza, la mayor abundancia de *Diplotaxis* (42%) se registró cuando la leguminosa fue acolchada. Los tratamientos con avena y veza acolchada registraron la mayor abundancia de larvas de *Diplotaxis* y *Phyllophaga*. La diversidad genérica de Melolonthidae se incrementó cuando se rotó el maíz con los cultivos de invierno (avena o veza). En términos de abundancia genérica, los tratamientos con la rotación maíz-gramínea (avena) favorecieron el incremento de larvas de *Paranomala* y *Phyllophaga*; en contraste, la rotación maíz-leguminosa (veza) disminuyó la abundancia de ambos géneros. Al considerar la importancia agrícola que tienen como plagas del suelo diversas especies de *Phyllophaga* y *Paranomala*, la rotación maíz-veza incorporada representan una alternativa viable para el manejo de plagas rizófagas (Pérez-Agis *et al.* 2002, 2004a).

Para evitar los daños que ocasiona la “gallina ciega” (*Phyllophaga ravidata* (Blanchard) y *Phyllophaga obsoleta* (Blanchard) en cultivos de maíz en la región mixteca de Puebla, se realiza la rotación maíz-jamaica (*Hibiscus sabdarifá*), ya que este último cultivo es menos susceptible al daño de la plaga debido a que su raíz es leñosa y en consecuencia, menos apetecible para dichas especies. La jamaica se siembra en junio, prácticamente cuando están volando las especies de *Phyllophaga* y en algunos casos, cuando ya depositaron sus huevos, lo que ocasiona que los insectos adultos no tengan opción para elegir entre el cultivo de maíz y el de jamaica.

Una práctica de asociación de cultivos que cada vez es más frecuente observar en la mixteca poblana es la de maíz – amaranto (*Amaranthus* sp.), donde los daños al sistema radical de estos cultivos son atribuidos a *P. ravidata*, *P. obsoleta*, *Phyllophaga ilhuicaminai* Morón, *Phyllophaga cuicateca* Morón & Aragón y *Diplotaxis angularis* LeConte (Aragón-García *et al.* 1998). En dicha región, el amaranto es más importante económi-

camente, y la asociación de los dos cultivos permite que las especies de *Phyllophaga* prefieran las raíces del maíz, con lo que se minimiza el daño al cultivo de amaranto.

Manejo del Suelo y Agua

Las condiciones prevaletentes en el suelo, tales como textura, humedad, temperatura, o disponibilidad de alimento, son algunos de los factores más importantes para el establecimiento y desarrollo de las especies rizófagas, ya que influyen sobre la densidad de especies que ocasionan daño a los cultivos agrícolas (Castro-Ramírez *et al.* 1999). En Cuba, Vázquez *et al.* (2005) recomiendan la inversión del prisma del suelo en cultivos organopónicos de agricultura urbana para el manejo de estados inmaduros de *Phyllophaga*.

Una práctica común en la agricultura convencional es el barbecho y rastreo de los terrenos de cultivo, actividades que en ocasiones se realizan con doble propósito, ya que además de preparar el terreno para la siembra, eliminan algunas plagas que invernan o viven en él, un ejemplo de ello fue la recomendación de voltear cepas después de la cosecha para realizar inmediatamente labores de subsuelo y barbecho en cañaverales de Nayarit. Mediante estas prácticas culturales, se expusieron las celdas pupales a la desecación y acción mecánica ocasionada por un paso de rastro, con lo que se consiguió destruir hasta un 80% de las pupas y adultos tenerales (Morón *et al.* 1998). Sin embargo, en la mayoría de los casos estas actividades se realizan en fechas cercanas a la siembra, época en que los adultos de diversos insectos se encuentran en posibilidad de emerger del suelo o tienen suficiente movilidad para introducirse nuevamente en el mismo, a diferencia de las pre-pupas o pupas, sin movilidad y por lo tanto más susceptibles a la acción de los depredadores (generalmente aves), desecación por efecto de la temperatura y por la acción contundente de los implementos de cultivo (Fig. 1), por lo que diversos autores recomiendan realizar un barbecho profundo en la época que los insectos están en estado de pupa. No obstante, debido



Figura 1. Labores culturales y control biológico (aves) para el manejo de plagas rizófagas en la agricultura convencional.

a la gran diversidad de suelos y especies de insectos rizófagos, es fundamental conocer la identidad de las especies y su ciclo de vida, con el objeto de poder definir el momento más adecuado para realizar dicha actividad (Aragón-García *et al.* 2001).

En contraste, los métodos de labranza cero o mínima, permiten el establecimiento y desarrollo de la fauna benéfica, de forma tal que los diversos agentes de control natural puedan actuar eficientemente en la regulación de las plagas rizófagas. Al respecto, en la sierra norte de Puebla se determinaron diferencias significativas al comparar la incidencia del complejo “gallina ciega” en parcelas bajo labranza convencional y labranza mínima, las mayores densidades fueron registradas en parcelas bajo labranza convencional.

Por otra parte, Villalobos *et al.* (2003) al investigar el desarrollo de cultivos de maíz en el estado de Morelos, registraron que los mayores daños ocasionados por plagas del suelo se asociaron con parcelas que tenían los más bajos niveles de materia orgánica y concluyen que el incremento de la materia orgánica y otros factores que favorecen la fertilidad del suelo, como la aplicación de estiércol bovino e incorporación de rastrojos como abono verdes, contribuyen positivamente al equilibrio entre poblaciones de insectos

tos y enemigos naturales, lo que trae como consecuencia una reducción de daños a la producción de maíz.

El manejo deficiente del suelo, acentuado por la práctica del monocultivo bajo el sistema de roza, tumba y quema, propicia el establecimiento de nuevas plagas que pueden resultar más dañinas a los cultivos; a manera de ejemplo, Castro-Ramírez *et al.* (1999) mencionan que en una parcela donde no se incorporaron los residuos de cosecha anterior como abono verde, o bien no se aplicó materia orgánica al suelo, se contribuyó al empobrecimiento del mismo y se favoreció el predominio de especies de “gallina ciega” con importancia económica, en consecuencia, se generó un mayor riesgo de los cultivos al daño por la plaga. Así mismo, la cantidad de humedad y temperatura del suelo son importantes para que se establezcan altas poblaciones de plagas del suelo. Para el estado de Jalisco, se ha determinado que un porcentaje de humedad del suelo entre el 12 y 28% y una temperatura entre 12 y 25°C favorece altas densidades de “gallina ciega” (Nájera-Rincón 1988, Pérez-Domínguez y Álvarez-Zagoya 2003).

La práctica de inundar el suelo para el control de plagas se ha utilizado como un método cultural. Los invertebrados que habitan el suelo, dentro de los cuales se incluyen los insectos, están sujetos a limitaciones de oxígeno cuando éste se satura o se cubre completamente por agua. En un estudio para determinar la supervivencia de larvas de *Diabrotica balteata* (LeConte), *D. undecimpunctata undecimpunctata* (Barber) y *D. virgifera virgifera* (LeConte) bajo condiciones de inmersión (oxígeno disuelto <0.3 ppm) a diferentes temperaturas, se determinó que las especies responden de diferente manera ante la falta de oxígeno. El TL₅₀ fue significativamente diferente entre especies, el tercer estadio de *D. u. undecimpunctata* fue el más sensible a la inmersión a 25 °C (TL₅₀= 9 h), mientras que las larvas de *D. v. virgifera* fueron las más resistentes (TL₅₀= 23 h); por otra parte, el segundo estadio de *D. v. virgifera* fue significativamente más tole-

rante a la inmersión que el resto de las demás especies (TL₅₀= 56 h). Al mismo tiempo, se determinó que la mortalidad de larvas durante la inmersión se relacionó con el incremento de ácido láctico y que la supervivencia de todas las especies se redujo a medida que se aumentó la temperatura (Hoback *et al.* 2002). En un estudio similar con dos especies de “gallinas ciegas” de la caña de azúcar, Cherry (1984) determinó que *Ligyris subtropicus* Blatchley resultó más susceptible a la inundación que *Cyclocephala parallela* Casey. Al igual que el estudio anterior, la mortalidad se incrementó al aumentar la temperatura. Los estados de *L. subtropicus* más susceptibles a la inundación fueron las larvas y pupas y los más tolerantes los adultos y huevos.

Observaciones sobre el efecto de inundaciones naturales en larvas de *P. vetula* en la ciénega de Zacapu, Michoacán, permiten establecer la hipótesis de que la población local de ésta especie se ha adaptado a suelos saturados de agua por períodos superiores a las dos semanas. Como ejemplo de ésta adaptación, se destaca la dominancia relativa de sus larvas (>90%) en cultivos de maíz de La Ciénega (Nájera-Rincón *et al.* 2003).

En otro caso, con la finalidad de romper el ciclo de vida y eliminar por inundación a las “gallinas ciegas” que se establecen en la caña de azúcar, en los estados de Puebla y Morelos se practicó durante mucho tiempo la rotación caña de azúcar–arroz–maíz–caña de azúcar; desafortunadamente, en la actualidad esta práctica ya no se realiza por falta de agua para el cultivo de arroz, lo que ha propiciado que en algunas zonas cañeras bajo monocultivo y sin rotación ya se presenten problemas con “gallina ciega” que antes no se tenían (Aragón-García 1997).

Biofumigación

Este método práctico y económico permite aprovechar la producción de gases con efecto biocida (p. ej. amonio, nitrato, sulfito de hidrógeno) así como un gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos producidos como resultado de

la descomposición de residuos de cosecha de crucíferas (p. ej. col o repollo), los cuales son incorporadas al suelo y contribuyen de manera directa al control de plagas, en Cuba es común su aplicación en pequeñas extensiones, especialmente para el manejo agroecológico de plagas del suelo en programas de agricultura urbana (Vázquez, 2003; 2004; Vázquez *et al.* 2005).

Métodos de Labranza

Tradicionalmente se reconoce que una de las formas de control cultural de plagas del suelo es la labranza (barbecho y rastreo) así como la destrucción de los residuos de cosecha. Según algunos autores, dichas prácticas se consideran indispensables en las recomendaciones orientadas al manejo integrado de plagas (Musick y Petty 1974). En contraste, otros autores afirman que la labranza de conservación o siembra directa, representa una opción tecnológica con amplias posibilidades para realizar un manejo eficiente de la energía, agua, suelo y organismos de la meso y microfauna edáfica (Scopel y Chávez 1997, Barber 1998, Veiga 1998, Fregoso *et al.* 2006). Posiciones encontradas como las anteriores son abordadas como nuevos paradigmas en la producción agrícola, donde se destaca que los sistemas convencionales, caracterizados por el laboreo intensivo y uso de insumos químicos contribuyen a la degradación del suelo; en cambio, con la agricultura sostenible, basada en la práctica de labranza de conservación y uso de rastrojos en forma de arroje o “mulch” (cubierta vegetal o de estiércol) se favorece el mejoramiento de la calidad química, física y biológica del suelo (Derpsch 1998, Altieri y Nicholls 2005c).

Es de suponerse que al disminuir o suprimir las labores de preparación de la cama de siembra, así como mantener los residuos de cosecha y maleza sobre la superficie del suelo se provoque una alteración en la diversidad y abundancia de artrópodos y microbios asociados, no solo de los insectos considerados como plaga, sino de la fauna benéfica, como los entomófagos, degradadores de materia orgánica y entomopatógenos. Al

respecto, la información sobre los efectos de labranza de conservación sobre las plagas y sus enemigos naturales a nivel mundial es contrastante. Autores como Gray y Tollefson (1988) afirman que la labranza de conservación incrementó la actividad de insectos perjudiciales al maíz, mientras que Turnock *et al.* (1993) señalan un incremento de “gusanos trozadores” y sus parasitoides en terrenos con mínima labranza. Por otra parte, Carballo y Saunders (1990) encontraron mayor densidad de larvas de tercer estadio de *Phyllophaga* en maíz bajo cero labranza, en comparación con parcelas con labranza convencional, resultados que coinciden con lo citado por Shannon *et al.* (1992) quienes reportan mayor mortalidad de plántulas de maíz en parcelas sembradas bajo labranza cero en relación a las parcelas que fueron aradas.

Otros resultados de investigación indican que en cultivos de maíz bajo labranza convencional, donde la maleza fue removida, hubo mayor densidad de “gallina ciega” en comparación con mínima labranza, donde solo se removió una faja de césped. Este efecto se debió a que las larvas prefirieron alimentarse de las raíces de las gramíneas silvestres y no del maíz (Rivers *et al.* 1977). En El Salvador, Shannon *et al.* (1989) determinaron que en sistemas de maíz sin laboreo, sin remoción de residuos y con siembra entre los surcos de la cosecha anterior, el daño por “gallina ciega” fue bajo, no obstante las altas densidades de larvas de *Phyllophaga*. Por otra parte, el no laboreo del suelo y diversas prácticas que incluyen el manejo de residuos, tuvieron un efecto positivo sobre las poblaciones de termitas en suelos deteriorados de Australia (Holt *et al.* 1993). En otros estudios, se determinó que labranza de conservación favoreció el incremento de las poblaciones de insectos benéficos (Kocher 1990) y la abundancia de artrópodos (Rodríguez *et al.* 2006), mientras que en agroecosistemas de maíz, especialmente los sembrados con labranza cero y residuos de cosecha se ha registrado mayor presencia y eficacia del hongo entomopatógeno

Beauveria bassiana (Bing y Lewis 1993, Nájera-Rincón y Velásquez-García 2005).

En el sur de Brasil, donde la labranza de conservación o siembra directa se ha practicado desde hace 30 años, se registró que la presencia y daños por larvas de *Diloboderus abderus*, “gallina ciega” nativa, depende de la cantidad de rastrojo en el suelo. Al mismo tiempo, bajo sistemas con cero labranza se demostró el efecto benéfico de dichas larvas ya que al analizar la fertilidad del suelo tanto en las capas superficiales como en las celdas pupales, se determinó que las larvas desempeñan un papel fundamental en la distribución y movimiento de residuos orgánicos y fertilizantes al interior del suelo, además de abrir túneles que permiten el flujo de aire y agua (Gassen 1993). En soya, las larvas de *Phyllophaga*, *Plectris* y *Liogenys* se han registrado en densidades similares en sistemas de siembra directa y labranza convencional (Oliveira *et al.* 2004), mientras que en trigo se han registrado resultados contrastantes para el control de *Phyllophaga tritricophaga* al utilizar sistemas de plantío directo y labranza convencional (Salvadori y Braga da Silva 2004).

En México, en un estudio realizado durante cinco años en el estado de Durango, Valdés *et al.* (1993) determinaron que la entomofauna del maíz en condiciones de riego bajo tres sistemas de producción (labranza convencional, labranza de conservación con aplicación de herbicidas y labranza de conservación con cobertura perenne de trébol) fue más diversa y abundante respecto a los otros dos métodos de manejo de suelo, lo que provocó una mayor estabilidad en el agroecosistema. Para la región de El Bajío michoacano, en cultivos de maíz bajo condiciones de temporal y suelos vertisoles, se evaluó el efecto de tres métodos de labranza y cuatro porcentajes de cobertura vegetal sobre la incidencia de la mesofauna edáfica, con énfasis en las plagas del suelo y sus enemigos naturales. Los resultados indicaron que el complejo “gallina ciega” fue el más abundante (69%) respecto al total de organismos identificados, representado principalmente por larvas de

Phyllophaga misteca y diversos géneros de Scarabaeidae (consumidores de materia orgánica), otras plagas del suelo estuvieron representadas en menor proporción por estados inmaduros de *Diabrotica* y *Colaspis*. Respecto al efecto de los métodos de labranza, se determinó que labranza cero sin residuos de cosecha favoreció el incremento de plagas rizófagas; en contraste, labranza de conservación con cobertura de residuos incrementó tanto la densidad de plagas rizófagas como la de fauna benéfica (anélidos, quilópodos y depredadores). Al propiciar una estructura de la comunidad edáfica más diversa, se favoreció un mayor equilibrio (Nájera-Rincón y Valdez-Díaz 1997).

En un estudio en andosoles de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, se demostró que al aplicar el índice de similitud de Sorenson para comparar el efecto acumulativo (dos años) de diferentes métodos de labranza sobre la incidencia de plagas del suelo (Melolonthidae) y mesofauna benéfica asociada (Scarabaeidae), los sistemas con mayor similitud fueron el de “año y vez” (siembra anual de cultivos seguida de un periodo de descanso de un año) y labranza de conservación con 66% de cobertura de residuos. En ambos sistemas se registró la mayor diversidad de géneros de insectos edafícolas (plaga y benéficos), en cambio, labranza convencional registró la menor diversidad (Nájera *et al.* 1998). Posteriormente, en una síntesis de trabajos en relación a la agricultura de conservación y su influencia sobre la diversidad de la macrofauna edáfica en el estado de Michoacán, Nájera-Rincón y Velásquez-García (2005) concluyeron que el efecto de la agricultura conservacionista sobre la estructura de las comunidades edáficas está en función de la localidad, de las especies de insectos asociados y del tiempo bajo el sistema de labranza. Por otra parte, señalaron que la agricultura conservacionista incrementó en forma general la diversidad y abundancia de “gallinas ciegas” en el agroecosistema, al incluir tanto especies plaga (rizófagas) como benéficas (saprófagas y detritófagas). Al mismo tiempo, invertebrados

del grupo de los anélidos, miriápodos, isópodos, carábidos y otros organismos benéficos se registraron con mayor abundancia en agricultura de conservación.

Resultados similares fueron obtenidos al estudiar la dinámica poblacional de insectos del suelo y lombrices de tierra en sorgo del norte de Tamaulipas (Rodríguez-del-Bosque y Salinas-García 2006, 2008). Al comparar cuatro métodos de labranza: convencional, reducida con subsuelo y bordeo, reducida con destronque y bordeo, así como labranza cero, se determinó que labranza cero registró la mayor densidad de lombrices de tierra, resultado que podría interpretarse como un indicador de sostenibilidad. El hecho de que labranza cero registrara la menor densidad de las plagas rizófagas *Phyllophaga crinita* y *Paranomala flavipennis* (Burmeister) se debió probablemente a la baja población de plantas de sorgo, ya que se ha demostrado que los adultos de “gallina ciega” prefieren ovipositar en cultivos con mayores densidades de plantas (Rodríguez-del-Bosque y Rosales-Robles 1992). En dicho trabajo se destaca el efecto positivo de las labores de cultivo efectuadas en los tratamientos con barbecho y labranza reducida sobre la reducción de larvas (entre el 73 y 90%) en contraste con labranza cero, que solamente registró una reducción del 10% en la población atribuido al efecto de la mortalidad natural de las especies.

En un estudio dirigido al monitoreo de la calidad del suelo para evaluar el impacto y pro-

blemas de manejo asociados con labranza de conservación en cultivos de invierno en El Bajío de Guanajuato (Nájera-Rincón *et al.* 2006a) seleccionaron 11 parcelas sembradas con la rotación trigo-maíz o trigo-sorgo; o bien, cebada-maíz y cebada-sorgo, las cuales se estratificaron sobre la base del tiempo de adopción ininterrumpida bajo labranza de conservación (LC), a manera de testigo, en cada parcela seleccionada se incluyó una adyacente que siempre estuvo manejada con labranza convencional (LConv.). De las 22 parcelas muestreadas, se colectó un total de 357 organismos edáficos ubicados en cinco grupos de invertebrados (Cuadro 1). El análisis estadístico registró diferencia significativa entre ambos sistemas de labranza al considerar al grupo de los insectos, crustáceos (Isopoda) conocidos como “cochinillas” o “puerquitos” y al total de organismos de la mesofauna. En el caso de las “cochinillas”, la densidad registrada bajo LC fue más de siete veces la obtenida en LConv., mientras que el total de organismos en LC representó más de cuatro veces lo obtenido en LConv.

Dentro del grupo de los insectos, destacó la presencia del Orden Coleoptera, en particular las familias Melolonthidae, Curculionidae, Elateridae y Chrysomelidae debido a que pueden comportarse como plagas agrícolas. Por otra parte, los Carabidae, colectados únicamente en la localidad de Villadiego (con 22 ciclos bajo LC), fueron los insectos depredadores con mayor importancia en

Cuadro 1. Promedio de organismos en dos sistemas de labranza en trigo y cebada.

Grupo	Labranza de Conservación	Labranza Convencional
Insectos	74 a	34 b
Crustáceos	161 a	19 b
Anélidos	47 a	13 a
Arañas	5 a	1 a
Miriápodos	2 a	1 a
Total	289 a	68 b

Letras iguales entre columnas unen valores estadísticamente no diferentes (prueba de $t < 0.05$).

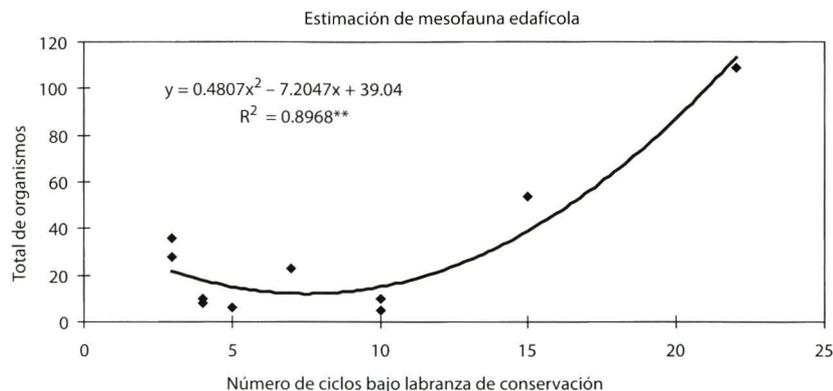


Figura 2. Organismos de la mesofauna edáfica y su relación con labranza de conservación en función del tiempo.

la región. Otros insectos benéficos de la familia Bibionidae (Diptera) solamente fueron colectados en una localidad bajo el sistema de LC. Estos dípteros son conocidos como “moscas de marzo”, sus larvas viven y se alimentan de vegetales en descomposición, materia orgánica, estiércol y raíces de pastos, cereales y otros vegetales. En escasa densidad fue colectada la familia Forficulidae (Dermaptera) conocidos como “tijerillas” de hábitos omnívoros (se alimentan de follaje de plantas, polen y flores del maíz, de otros insectos o de materia orgánica en descomposición). Finalmente, representantes de las familias Scolytidae, Melyridae, Erotylidae, Bostrichidae y Staphylinidae (Coleoptera); Aphididae (Hemiptera) y Formicidae (Hymenoptera) fueron colectados en baja densidad.

El efecto del tiempo bajo LC sobre el total de la mesofauna edáfica registró un coeficiente de determinación altamente significativo al detectarse un marcado aumento de sus poblaciones a medida que se incrementó el tiempo de cultivo bajo LC (Fig. 2).

En cuanto a la microfauna edáfica, evaluada por la incidencia del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, el análisis de regresión registró un coeficiente de determinación significativo, dado que las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por gramo de suelo se incrementaron a medida que

las parcelas tuvieron mayor tiempo bajo LC (Fig. 3). Las parcelas con un rango entre cinco y 10 años bajo LC registraron más de cuatro veces la concentración de *B. bassiana* obtenida en el rango entre tres y cuatro años, mientras que las localidades ubicadas en el rango de mayor antigüedad (15 a 22 años) bajo LC registraron una concentración de *B. bassiana* cerca de ocho veces mayor con relación a la obtenida en el rango entre tres y cuatro años y alrededor de tres veces más que la registrada en el rango entre cinco y 10 años bajo LC.

No obstante que la evaluación se efectuó durante el ciclo otoño invierno, época con menor diversidad y abundancia de organismos edáficos, los resultados apoyan, con datos experimentales, la hipótesis de que LC favorece el incremento de las poblaciones de la meso y microfauna y propicia el equilibrio en los agroecosistemas (Figueroa y Morales 1992, Turnock *et al.* 1993, Nájera-Rincón y Velásquez 2001, Villalobos *et al.* 2003).

Diversificación de Agroecosistemas

Se entiende por agroecosistema a un ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos con el fin de producir alimentos (Fig. 4), materias primas o bienes (agricultura,

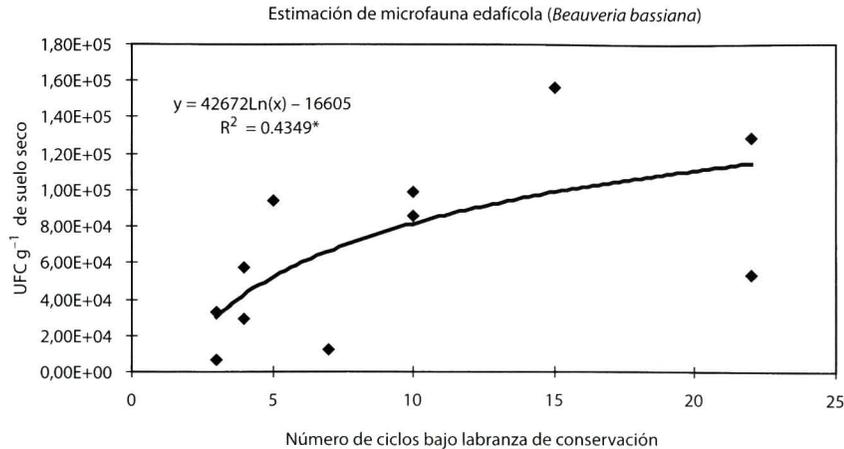


Figura 3. Incidencia de *B. bassiana* en cultivos de trigo y cebada bajo diferente tiempo de manejo en labranza de conservación. Ciclo O-I 2005.

ganadería, bosques artificiales o plantaciones). A la vez, es un proceso social ya que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforman el medio natural para el fin señalado y está integrado por: (1) el (los) cultivo (s); (2) la flora y fauna asociados natural o intencionalmente (incluyendo maleza, plagas, parasitoides, enemigos naturales); (3) las prácticas culturales; y (4) las condiciones de temperatura, humedad, suelo y fertilización de un determinado lugar o ecosistema.

Los agroecosistemas tradicionales funcionan con base en los sistemas biológicos, físicos y sociales propios de un lugar, los cuales han configurado la cultura del mismo en periodos más o menos prolongados. Se han caracterizado por ser extensivos, con menor disturbio ecológico, aplicar un bajo nivel técnico, y ser de autosubsistencia. Los cambios tecnológicos surgidos a mitad del siglo pasado provocaron la transformación de la mayoría de los agroecosistemas tradicionales, a través de la reducción de su diversa estructura y composición, en busca de una mayor producción (máximos rendimientos de un solo cultivo), se intensificaron las labores mediante el uso de agroquímicos, se utilizaron costosos medios de producción para obtener excedentes (agricultura

de mercado) y se incorporó el uso de tecnología avanzada (Altieri y Nicholls 2005a).

Sin embargo, los agroecosistemas modernos han demostrado ser incapaces de mantener el equilibrio ecológico, el ser sistemas artificiales y simples los ha hecho más frágiles y vulnerables (Altieri y Nicholls 2005b). La simplificación del sistema en monocultivos y la aplicación de plaguicidas contra plantas y animales retroalimentan



Figura 4. Diversidad y rotación de cultivos en agricultura de conservación, elementos fundamentales para el manejo agroecológico de plagas en Erongaricuaro, Michoacán.

positivamente la probabilidad de aumentar el número e impacto de las plagas (Rodríguez-del-Bosque 1993). Por lo que es conveniente mantener sistemas agrícolas complejos, aunque sean de alta tecnología (Romero 2004).

Para el caso de las plagas del suelo, un agroecosistema moderadamente estable debiera incluir, como complejidad mínima, un monocultivo resistente o tolerante, una densidad de plagas por abajo del umbral económico, diversidad de enemigos naturales (entomopatógenos, parasitoides, depredadores) con potencial para mantener baja la densidad de plagas, así como maleza u otras plantas ecológicamente útiles, que atraigan o alberguen insectos benéficos (Gurr *et al.* 2004). No obstante, el sistema agrícola ideal sería más complejo ya que debería incluir varios cultivos, tolerancia o manejo no competitivo de otras plantas, protección del suelo por acolchado y su enriquecimiento al incorporar material orgánico, de tal forma que permita restituir los nutrientes utilizados (extraídos) por los cultivos, y albergar organismos y condiciones que ejerzan un control natural (biótico y abiótico) sobre las

poblaciones de especies que, bajo otras situaciones, pudieran producir daños económicos (una misma especie puede ser beneficiosa o perjudicial para un cultivo en situaciones distintas).

Respecto a las investigaciones sobre el manejo de las plagas del suelo en México, se cuenta con alrededor de 280 publicaciones, de las cuales la mayoría se refiere al control químico (con plaguicidas sintéticos) siendo pocos y, generalmente recientes, los que abordan algún tipo de táctica o práctica de manejo distinto (Fig. 5). En ésta figura resalta el hecho de que la diversificación de cultivos o de sistemas (categoría 2) se ha atendido poco. Sin embargo, dada la complejidad que impone la condición subterránea de las plagas del suelo, se han realizado importantes avances, principalmente en agroecosistemas de maíz.

La asociación de especies de Melolonthidae con factores agroclimáticos se ha estudiado por varios autores (Castro-Ramírez *et al.* 2005, Díaz-Mederos *et al.* 2006), así como en diversas condiciones de suelo (Nájera-Rincón 1993, Gómez *et al.* 1999, Méndez-Aguilar *et al.* 2003). Por otra parte, el efecto de algunas prácticas de manejo

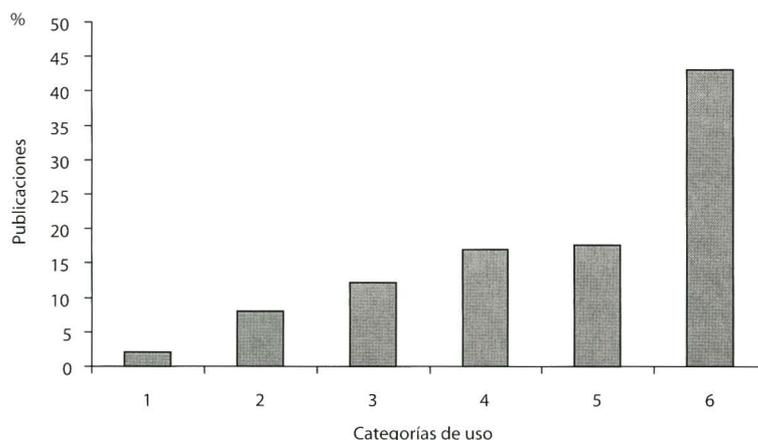


Figura 5. Porcentaje de publicaciones, por categoría, sobre el manejo de plagas del suelo en México. Categoría de manejo: 1 polvos o extractos vegetales, 2 diversificación de cultivos o sistemas, 3 métodos de labranza, 4 tácticas de manejo integrado o manejo integrado de plagas, 5 control biológico, 6 insecticidas químicos.

sobre la población de plagas del suelo se ha desarrollado principalmente en los estados de Guanajuato, Jalisco, y Chiapas (García-Leaños *et al.* 1989, Nájera-Rincón 1994, Castro-Ramírez *et al.* 1998, Díaz-Mederos *et al.* 2006), mientras que el uso de la biodiversidad o el impacto diferencial entre especies vegetales se ha investigado básicamente en Jalisco, Michoacán y Chiapas (Moya-Raygoza 1987, Pérez-Domínguez 1987, Velázquez-García *et al.* 1997, Nájera-Rincón *et al.* 2006b, García-López *et al.* 2006). Ejemplos sobre el efecto de diversos sistemas de producción sobre los artrópodos asociados pueden consultarse en Nájera-Rincón (1994), Pérez-Agis *et al.* (2002, 2004b) y Méndez-Aguilar (2003, 2005).

El diseño de agroecosistemas que permitan el manejo de plagas edáficas requiere de la generación de conocimientos científicos sobre la interacción entre los subsistemas agronómico y ecológico, para entender las bases de la dinámica de poblaciones potencialmente perjudiciales, así como la de su control natural. En el caso de la “gallina ciega”, hasta la fecha se han definido diversos problemas entomológicos, pero, en general, no se ha realizado suficiente investigación básica orientada al manejo de sus poblaciones, por lo que no se cuenta con alternativas agroecológicas validadas y en la mayoría de los casos, únicamente se han aplicado remedios experimentales (Castro-Ramírez *et al.* 2007).

PRÁCTICAS MECÁNICO-FÍSICAS

Trampas de Luz

Como una forma de aprovechar el fototropismo positivo de algunos insectos, las trampas de luz (mercurial, fluorescente blanca, ultravioleta o negra) se han utilizado para la captura de adultos de Melolonthidae con fines taxonómicos, para estudios de su fluctuación y seguimiento de poblaciones (Marín y Bujanos 2003). Sin embargo, existen registros de su uso como medida de control al incrementar el número de trampas a medida que aumenta el número de

insectos recolectados en éstas (Rodríguez 1997). Para el control de *Phyllophaga* en cañaverales de Costa Rica, Badilla (1995) menciona el uso eficiente de trampas de luz tipo “Luiz de Queiroz” con lámpara de luz blanca de 12 voltios asociadas con árboles de “malinche” (*Caesalpinia pulcherrima*) y “guácimo” (*Guazuma* spp), al registrar un promedio de captura de 2,648 adultos por trampa en una noche, con valores máximos de 8,287 adultos por trampa. Las mayores capturas se lograron entre el cuarto y el octavo día después de iniciadas las lluvias, entre las 18:15 y 20:00 horas.

En México, con el objetivo de determinar la eficiencia de trampas de luz para el manejo de la “gallina ciega” en Teopisca, Chiapas, Castro-Ramírez *et al.* (2001) evaluaron el efecto de trampas de luz ultravioleta (120 voltios) encendidas durante toda la noche y concluyeron que no son una alternativa eficiente, ya que atrajeron tanto especies de *Phyllophaga* y *Paranomala* consideradas plaga, como a una gran diversidad de organismos, de los cuales, muchos pueden ser fauna benéfica. En contraste, en un estudio piloto sobre control integrado de “gallina ciega” en cañaverales de Nayarit que incluyó el uso de trampas de luz tipo “Luis de Queiroz” modificadas, provistas de una lámpara de luz fluorescente blanca de 12 voltios, colocadas sobre árboles de “guácimo” (*Guazuma ulmifolia*), así como “encinos” y “robres” (*Quercus* spp.) donde los insectos se alimentan y aparean entre las 19:30 y 20:30 horas, se demostró que una sola trampa puede atraer hasta 722 ejemplares de *P. lalanza* lo que provoca una disminución de 8,100 individuos en la siguiente generación, equivalentes a la población promedio de larvas en casi media hectárea (Morón *et al.* 1998). Por otra parte, investigaciones desarrolladas en la región maicera de Santa Cruz Alpuyecá, Cuautinchan, Puebla, demostraron la eficacia de utilizar trampas de luz fluorescente negra (20 watts) para el control del “complejo gallina ciega”, las cuales únicamente permanecieron encendidas durante un lapso de dos horas. Al colocar en forma experimental un

total de ocho trampas tipo embudo en una superficie aproximada de 1.5 ha se registraron diferencias significativas en comparación con un testigo sin uso de trampas. Durante el tiempo que duró la colecta (junio a septiembre) se obtuvo un total de 91,486 individuos, de los cuales *P. ravida* representó el 99%. El efecto de la colecta de adultos en las trampas de luz se vio reflejada en una menor incidencia de larvas por muestra (30x30x30 cm) de suelo (0.7 larvas/muestra en el tratamiento con trampas de luz en comparación a 2.2 larvas/muestra en la parcela testigo), mayor diámetro de tallo y mayor peso seco de raíces (Nochebuena-Trujillo y Aragón-García 2005).

Recolecta Manual

Esta labor se realiza especialmente en cultivos que requieren de mucha mano de obra, tales como la fresa, flores u otras hortalizas. En cultivos de rosas en Cundinamarca, Colombia, infestados por “gallina ciega” se determinó la conveniencia de levantar los rosales, efectuar la recolecta manual de larvas, aplicar un insecticida químico granulado, y posteriormente volver a sembrar las plantas, dicho tratamiento resultó más económico que el uso permanente de insecticidas (Rodríguez 1997).

Otra experiencia sobre recolecta manual de insectos se registró en Guatemala, como parte de un programa de control de adultos de *Phyllophaga* spp. se capacitó a 500 agricultores, maestros, niños de escuelas y técnicos en regiones agrícolas, el resultado fue la captura de 36 millones de “ronrones” en el lapso comprendido entre los años 1990 a 1993 (Hernández 1994). Una campaña similar, pero de menores dimensiones se efectuó en el municipio de Amatenango del Valle, Chiapas. El trabajo se orientó a la capacitación de 83 niños de la escuela primaria de la comunidad para que conocieran la biología de la plaga (*Phyllophaga* spp.) mediante el uso de carteles ilustrativos y ejemplares entomológicos, que a su vez, fueron de utilidad para el reconocimiento de las especies dañinas, benéficas o ino-

cuas. Como resultado de esta estrategia preventiva de control, efectuada durante cuatro semanas (abril-mayo) en 27 ha de maíz entre las 7:30 y 9:00 P. M. se logró recolectar un total de 40,995 ejemplares adultos de los géneros *Phyllophaga* y *Paranomala*. En dicho trabajo se concluye que la captura masiva de adultos de “gallina ciega” representa una alternativa de manejo de la plaga, ya que es económica, eficiente al no coleccionar insectos benéficos o inocuos y no contaminante. Se reconoció que el éxito de la campaña se basó en la capacitación, el trabajo organizado, sistemático y colectivo de la comunidad (Cruz-López *et al.* 2001).

Es importante destacar que en campañas de recolecta manual como las anteriores, con frecuencia se comete el error de no evaluar su efecto sobre los estados inmaduros de la plaga (caso de Guatemala) o hacer evaluaciones sin un riguroso procedimiento metodológico al no incluir parcelas testigo en las localidades donde se efectuaron las recolectas masivas (caso de Chiapas). De ésta forma, es imposible determinar la eficacia de dicha práctica.

Barreras Físicas

Un estudio interesante sobre el uso de cubiertas (malla anti-insectos y polietileno de 0.5 mm de grosor) para evitar la oviposición de *Phyllophaga* en cultivos de fresa en Honduras, demostró la conveniencia de utilizar la cobertura de plástico durante ocho meses, al cubrir el cultivo diariamente, durante el tiempo que los adultos presentan actividad de vuelo y descubriendo el cultivo a partir de las primeras horas del día siguiente. Las parcelas cubiertas tanto con polietileno como con malla anti-insectos registraron menor densidad de larvas (1-2/m²) en comparación con las parcelas sin cobertura (23-24/m²) y tuvieron menor porcentaje de pérdida de plantas (9-11%) que las parcelas sin cobertura (94%). Por otra parte, las parcelas cubiertas permanentemente con malla anti-insectos presentaron 60% más frutos deformes que las parcelas sin protección y las parcelas cubiertas con polietileno solo

por la noche, debido a que la abertura de la malla (1 mm^2) no permitió la entrada de polinizadores. Desde el punto de vista económico, el uso del plástico fue solamente 3% más alto que el costo del combate químico, pero presentó un combate más eficiente. Adicionalmente al control efectuado, el uso de polietileno no favoreció mecanismos de resistencia de la plaga, no provocó intoxicación de la fauna ni contaminó fuentes de agua (Toledo 2002).

Solarización

Esta táctica de control físico puede emplearse con éxito para reducir poblaciones de estados inmaduros de insectos y otras plagas del suelo. Se basa en el principio de atrapar la energía calórica procedente de los rayos solares debajo de una lámina de polietileno transparente que se deposita sobre un suelo acanterado y previamente humedecido, lográndose elevar la temperatura a niveles que resultan mortales para ciertas plagas. Su uso puede combinarse con la adición, antes de tapar, con residuos de cosecha u otras materias orgánicas sin descomponer, ya que el proceso de descomposición de estas libera calor y sustancias tóxicas (biofumigación). En Cuba se recomienda utilizarla en cultivos organopónicos de agricultura urbana (Vázquez, 2004; Vázquez *et al.* 2005).

RETOS Y PERSPECTIVAS

Con el objeto de restituir la biodiversidad funcional de la meso y microbiota edáficas, será indispensable generar información básica para el diseño de agroecosistemas que favorezcan el equilibrio entre las poblaciones plaga y benéficas, en combinación con prácticas orientadas a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mediante el incremento de la materia orgánica a través del uso de recursos locales o regionales. En este proceso, será fundamental el conocimiento, análisis y rescate de prácticas culturales tradicionales sostenibles.

En el corto y mediano plazo será necesario continuar el estudio del efecto de diferentes métodos de labranza sobre la estructura de las comunidades edáficas asociadas a los cultivos. Se deberá hacer énfasis en la determinación taxonómica de las especies plaga, el conocimiento de su ciclo de vida y fluctuación de poblaciones, así como de sus enemigos naturales y fauna benéfica asociada, ya que las modificaciones ocasionadas por dichos métodos de siembra, pueden requerir ajustes en las estrategias de control convencionalmente aceptadas, pues las diversas prácticas de la agricultura conservacionista implican cambios en las características físicas y químicas del suelo (Ávila y Postali 2004) e interacciones entre las plagas y los microorganismos edáficos (Simões *et al.* 2004) entre los que destaca la presencia de diversos agentes de control microbiano (Jackson y Glare 1992).

Para el desarrollo de alternativas de manejo integrado, será fundamental establecer y validar resultados de investigación en superficies comerciales donde se pueda evaluar el efecto conjunto de todas las técnicas posibles para disminuir los daños por plagas del suelo, de forma tal que se pueda transferir uno o varios modelos para el manejo de este complejo de plagas, en el marco de una agricultura participativa y holística.

Tomando como base los diversos trabajos efectuados tanto en México como en diversas partes del mundo, las perspectivas para la investigación y uso de prácticas culturales para el manejo agroecológico de plagas del suelo son alentadoras. La integración de diversas instituciones e investigadores de diferentes especialidades para el desarrollo de proyectos que den respuesta a las demandas de los productores es cada vez más frecuente en nuestro país. Confiamos en la capacidad, conocimientos y compromiso del grupo de investigadores mexicanos que han trabajado sistemáticamente con plagas del suelo desde hace más de 25 años para que sigan adelante, e integren a jóvenes investigadores en ésta área del conocimiento.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. and C. I. Nicholls. 2005a. A dialogue of wisdoms: Linking ecologists and traditional farmers in the search for a truly sustainable agriculture. En: M. Altieri and C. I. Nicholls (eds.), *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. 1st Edition, United Nations Environment Programme. pp. 73-98.
- Altieri, M. A. and C. I. Nicholls. 2005b. Modern agriculture: Ecological impacts and the alternatives to conventional farming. En: M. Altieri and C. I. Nicholls (eds.), *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. 1st Edition, United Nations Environment Programme. pp. 13-28.
- Altieri, M. A. and C. Nicholls. 2005c. Agroecology: Principles and strategies for designing sustainable farming systems. En: M. Altieri y C. Nicholls (eds.), *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. 1st Edition, United Nations Environment Programme. pp. 29-38.
- Anónimo. 1992. Control de plagas, de plantas y animales, Manejo y control de plagas de insectos primera parte. Natinal Academy of Sciences. Limusa 3^a reimpression. México. 264 p.
- Aragón-García, A. 1997. Estudio de los coleópteros melolontidos asociados a la rizosfera de la caña de azúcar de la zona de Atencingo, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 56 p.
- Aragón-García, A., M. A. Morón, A. M. Tapia R. y R. Rojas G. 1998. Las especies de Coleoptera Melolonthidae relacionadas con plantas cultivadas en el estado de Puebla, México. En: *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. Morón M. A. y A. Aragón G. (eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México. pp. 131-142.
- Aragón-García, A., M. A. Morón, J. F. López-Olguín y B. C. Pérez T. 2001. Fundamentos para el manejo integrado de las especies del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en agricultura sostenible. En: C. J. Ruiz y E. Torres (eds.), *Manejo Sostenible de los Suelos, Avances en el Estudio de los Suelos*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto de Suelos de Cuba. Puebla, Pue. México. pp. 135-144.
- Aragón-García, A., M. A. Morón, J. F. López-Olguín, y L. M. Cervantes P. 2005. Ciclos de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 21: 87-99.
- Ávila, C. J. y J. R. Postali P. 2004. Influência de fatores físicos edáficos sobre pragas de solo. En: J. R. Salvadori, C. J. Ávila y M. T. Braga da Silva (eds.), *Pragas de Solo no* Brasil. EMBRAPA-CEP. Passo Fundo, RS. Brasil. pp. 69-98.
- Badilla, F. 1995. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp. (Scarabaeidae) en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 37: 26-33.
- Barber, R. G. 1998. Potencialidad de los sistemas de labranza conservacionista y los residuos vegetales para lograr condiciones edafológicas favorables. En: R. Claverán y F. Rulfo (eds.), *Memoria IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista*. Estudios de Caso en América Latina. Morelia, Michoacán, México. pp. 1-25.
- Bing, L. A. and L. C. Lewis. 1993. Occurrence of the entomopathogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in different tillage regimes in *Zea mays* and virulence towards *Ostrinia nubilalis* (Hubner). *Agr. Ecosyst. Environ.* 45: 147-156.
- Carballo, M. y J. L. Saunders. 1990. Manejo del suelo, rastrojo y pajas: interacciones y efecto sobre el maíz. *Turrialba* 40: 183-189.
- Castro-Ramírez A. E., C. Ramírez-Salinas y L. Ruiz. 1998. Evaluación del daño en maíz causado por "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle, Chiapas, México. En: M. A. Morón y A. Aragón (eds.), *Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos*. Pub. Esp. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología. México. pp. 107-120.
- Castro-Ramírez, A. E., Cruz-López, J., Ramírez-Salinas, C. y Gómez, J. 1999. Cambio de prácticas agrícolas y biodiversidad en el cultivo de maíz en la región Altos de Chiapas. *Memorias del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina*. México. pp. 47-53.
- Castro-Ramírez, A. E. J. A. Cruz-López, C. Ramírez-Salinas, H. Perales-Rivas y J. A. Gómez. 2001. Eficiencia de las trampas de luz en el manejo de la "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en Teopisca, Chiapas. *Memorias V Reunión Latinoamericana de Escarabeidología*. Quito, Ecuador. pp. 1-7.
- Castro-Ramírez, A. E. y A. M. Silva. 2002. Hacia la producción sustentable de maíz de temporal en Los Altos de Chiapas. En: A. Aragón, J. F. López-Olguín y M. Tornero, M. (eds.), *Métodos para la Generación de Tecnología Agrícola de Punta*. Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 159-170.
- Castro-Ramírez, A. E., H. Delfin González, V. Parra Tabla y M. A. Morón. 2005. Fauna de melolontidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al maíz (*Zea mays* L.) en Los Altos de Chiapas, México. *Folia Entomol. Mex.* 44: 339-365.

- Castro-Ramírez, A. E., M. J. Méndez-Aguilar y C. Ramírez-Salinas. 2007. Herramientas metodológicas para el estudio agroecológico de melolontidos (Coleoptera). En: J. F. López-Olguín, A. Aragón y A. M. Tapia (eds.), Avances en Agroecología y Ambiente Vol. I. Pub. Esp. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp. 297-311.
- Cherry, R. H. 1984. Flooding to control the grub *Ligyris subtropicus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Florida sugarcane. *J. Econ. Entomol.* 77: 254-257.
- Cruz-López, J. A. A. E. Castro-Ramírez, C. Ramírez-Salinas y B. Gómez y Gómez. 2001. Supresión manual de adultos de *Phyllophaga* spp y *Anomala* spp en maíz en México. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 59: 41-47.
- Derpsh, R. 1998. Nuevos enfoques (paradigmas) en la producción agrícola. En: R. Claverán y F. Rulfo (eds.), Memoria IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista. Estudios de Caso en América Latina. Morelia, Michoacán, México. pp. 327-328
- Díaz-Mederos, P., M. B. Nájera-Rincón, R. Lezama-Gutiérrez, O. Rebolledo-Domínguez, H. E. Flores-López y J. A. Martínez-Sifuentes. 2006. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en Los Altos de Jalisco, México. *Fitosanidad* 10: 209-215.
- Figueroa, B. y F. J. Morales. 1992. Manual de Producción de Cultivos en Labranza de Conservación. SAGAR-CP. Texcoco, México. 273 p.
- Fregoso, L. E., M. B. Nájera y F. Bahena. 2006. Cambios en la calidad del suelo inducidos por el uso de labranza de conservación. Memorias 1er Foro sobre Labranza de Conservación. Educación, investigación y transferencia de tecnología. INIFAP-ASOCID-FIRA-Fundación Produce Guanajuato. Celaya, Guanajuato. México. pp. 47-66.
- García-Leaños, M. L., J. A. Meza, R. Paredes, F. J. Rivera, A. Ramírez y E. Villarreal. 1989. Algunas prácticas de manejo y su efecto en la reducción de población de plagas del suelo en maíz de temporal. Memoria XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Mor., México. p. 248.
- García-López, O., Castro-Ramírez, A. E., Flores-Ricárdez, A. G. y Ramírez-Salinas, C. 2006. Evaluación del daño a las raíces de leguminosas y solanáceas por "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae). En: A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón-García (eds.), Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edáficos. ECO-SUR, Fundación PRODUCE Chiapas, BUAP. Puebla, México. pp. 135-146.
- Gassen, D. N. 1993. *Diloboderus abderus* (Coleoptera: Melolonthidae) in no-tillage farming in southern Brazil. En: M. A. Morón (comp.), Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México. pp. 129-141.
- Gómez, B., F. J. Villalobos, L. Ruíz, A. Castro y J. Valle. 1999. El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz en Los Altos de Chiapas, México: su relación con el tiempo de uso agrícola y la materia orgánica del suelo. *Folia Entomol. Mex.* 107: 1-20.
- Gray, M. E., and J. J. Tollefson. 1988. Emergence of the western and northern corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) for four tillage systems. *J. Econ. Entomol.* 81: 1398-1403.
- Gurr, G. M., S. D. Wratten y M. A. Altieri. 2004. Ecological engineering for pest management, advances in habitat manipulation for arthropods. Cornell University Press. USA. 232 p.
- Hernández, D. A. 1994. El manejo integrado de la plaga (*Phyllophaga* spp.) en Guatemala. Memoria de Seminario Taller Centroamericano sobre Biología y Control de los Insectos del Género *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica. PRIAG-CATIE. 111 p.
- Hoback, W. W. T. L. Clark, L. J. Meinke, L. G. Higley, and J. M. Scalzitti. 2002. Immersion survival differs among three *Diabrotica* species. *Entomol. Exp. Appl.* 105: 29-34.
- Holt, J. A., L. N. Robertson & B. J. Radford. 1993. Effects of tillage and stubble residue treatment on termite activity in two Central Queensland Vertosols. *Australian Journal of Soil Research* 31: 311-317
- Jackson, T. and T. R. Glare. 1992. Use of pathogens in scarab pest management. Intercept. Andover, Hampshire. England. 298 p.
- Johansen, C. 1985. Principles of insect control. En: R. E. Pfadt (ed.), Fundamentals of Applied Entomology. Macmillan, New York. pp. 162-178.
- Kocher, F. 1990. Labranza de conservación. Diagnóstico y equipo de apoyo. FIRA. Boletín Informativo No. 22. México. 60 p.
- Marín, J. A. y R. Bujanos. 2003. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociado al cultivo de maíz de temporal en Guanajuato, México. En: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín (eds.), Estudio sobre Coleópteros del Suelo en América. Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 79-95.
- Méndez-Aguilar, M. J. 2003. Preferencias de hábitat de las especies de "gallina ciega" (Coleoptera) en cuatro municipios de Chiapas. Tesis Ing. Agr. Fitotecnista. Instituto Tecnológico de Comitán. Comitán, Chiapas.
- Méndez-Aguilar, M. J. 2005. Macrofauna edáfica presente en cultivos de maíz en la región Altos de Chiapas, México. *Entomología Mexicana* 4.
- Méndez-Aguilar, M. J., A. E. Castro-Ramírez, C. Ramírez-Salinas y M. A. López-Anaya. 2003. Preferencias de hábitat de las especies de "gallina ciega" (Melolonthidae)

- en parcelas agrícolas de Oxchuc, Chiapas. En: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín J. (eds.), Estudios sobre Coleópteros del Suelo en América. Publ. Esp. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 149-165.
- Morón, M. A., S. Hernández-Rodríguez y A. Ramírez-Campos. 1998. Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) con importancia agrícola en Nayarit, México. En: M. A. Morón y A. Aragón (eds.), Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edáficos Americanos. Publ. Esp. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mex. Entomol. A. C. Puebla, México. pp. 79-98.
- Moya-Raygoza, G. 1987. Comparación del daño de los insectos rizófagos sobre *Zea mays* (Graminae) y *Zea diploperennis* (Gramineae) en estado natural en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Memoria XXII Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. Entomol. Cd. Juárez, Chih., México. pp. 124-125.
- Musick, K. J. H. B. Petty. 1974. Insect control in conservation tillage. Soil Conservation Society of America: A handbook for farmers. pp. 47-52.
- Nájera-Rincón, M. B. 1988. Control de plagas que afectan al sistema radicular del maíz en Jalisco. Memoria Tercera Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo. Soc. Mex. Entomol.-ICI. México. pp. 249-269.
- Nájera-Rincón, M. B. 1993. Evaluación de daños por plagas rizófagas del maíz en dos municipios del Centro de Jalisco. Resúmenes XXVIII Congr. Nal. Entomol. Cholula, Pue. Soc. Mex. Entomol. y Univ. de las Américas. México. p. 249.
- Nájera-Rincón, M. B. 1994. Sistemas de producción en maíz y artrópodos asociados. Resúmenes Segundo Simposio La Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Michoacán. Morelia, Mich. UMSNH-CONACYT. p. 100.
- Nájera-Rincón, M. B. y L. E. Valdez. 1997. Efecto de los sistemas de labranza y la cobertura vegetal sobre la macrofauna edáfica asociada al maíz de temporal. Avances de Investigación en Labranza de Conservación I. Libro Técnico No. 1 Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible (CENAPROS)- INIFAP. México. pp. 65-76.
- Nájera-Rincón, M. B., M. Tiscareño-López y M. A. Velásquez-Valle. 1998. Scarabacoidea (Insecta: Coleoptera) asociados a sistemas de labranza en agroecosistemas de maíz del estado de Michoacán, México. Memorias de la IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. Morelia, Michoacán, México. CENAPROS-INIFAP. SAGAR. pp. 333-336.
- Nájera-Rincón, M. B. y J. J. Velásquez. 2001. "Gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) y organismos asociados a sistemas de labranza de conservación en maíz. Folleto Técnico No. 5. CENAPROS-INIFAP-SAGARPA. México. 44 p.
- Nájera-Rincón, M. B., T. A. Jackson y J. D. López Mora. 2003. Especies de "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de maíz en tres localidades de la Ciénega de Zacapu, Michoacán, México. En: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín (eds.), Estudio sobre Coleópteros del Suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 215-230.
- Nájera-Rincón, M. B. y J. J. Velásquez García. 2005. Diversidad de macrofauna edáfica en cultivos de maíz bajo sistemas de agricultura convencional y de conservación en el Estado de Michoacán. En: C. Sánchez-Brito, L. E. Frago-Tirado y F. Rulfo-Vilchis (eds.), Avances de Investigación en Agricultura Sostenible III. Bases técnicas para la construcción de indicadores biofísicos de sostenibilidad. Libro Técnico No. 3. INIFAP-CENAPROS. Morelia, Michoacán. México. pp. 287-318.
- Nájera-Rincón, M. B., L. E. Frago-Tirado, J. D. López-Mora y T. A. Jackson. 2006a. Alternativas para el manejo agroecológico de *Phyllophaga* spp (Coleoptera: Melolonthidae) en cultivos básicos. Memorias XXXII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. San Miguel de Allende, Guanajuato, México. pp. 164-173
- Nájera-Rincón, M. B., J. A. Carrera V., M. C. Arroyo L., M. Arreola Z., T. A. Jackson, M. Gallardo V. y R. Sánchez. 2006b. Conservación y uso de la biodiversidad local para la producción sustentable del maíz de temporal y humedad residual en el estado de Michoacán. Memoria Primer Congreso IDEAR para el Futuro de Michoacán. CONACYT-COECYT Michoacán-Gob. Edo. Michoacán. pp. 282-289.
- Nochebuena-Trujillo, C. D y A. Aragón-García. 2005. Control del complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) utilizando trampas de luz flúor, en la zona maicera de Santa Cruz Alpuycá, Cuautinchan, Puebla. Entomología Mexicana 4: 590-594.
- Oliveira, L. J. B. Santos, J. R. Postali P., C. B. Hoffman-Campo. 2004. Coro-da-soja. En: J. R. Salvadori, C. J. Avila y M. T. Braga da Silva (eds.), Pragas de Solo no Brasil. EMBRAPA-CEP. Passo Fundo, RS. Brasil. pp. 167-190.
- Pérez-Agis, E., M. Vázquez-García y M. Nájera-Rincón. 2001. Identificación y abundancia de géneros de Melolonthidae (Insecta: Coleoptera) en un sistema alternativo para la producción de maíz (*Zea mays*). Memorias XXXVI Congreso Nacional de Entomología. Querétaro, Qro. 15 al 18 de julio de 2001. p. E 102.
- Pérez-Agis, E., M. Vázquez G., E. Pimienta B., D.R. González E., M. Nájera R., y G. Virgen C. 2002. Identificación y abundancia de géneros de Coleoptera (Melolonthidae) en diferentes sistemas de producción de maíz (*Zea mays* L.). Scientia-CUCBA 4:11-17.

- Pérez-Agís, E., M. Vázquez García y M. B. Nájera Rincón. 2004a. Respuesta de Coleoptera: Melolonthidae a diferentes sistemas de manejo conservacionista para la producción de maíz (*Zea mays* L.) en ladera en el Centro Occidente de México. Memorias: II Congreso Nacional y VII Reunión de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista. San José, Costa Rica. pp. 182-185.
- Pérez-Agís, E., M. Vázquez-García, D. González-Eguiarte, E. Pimienta-Barrios, M. B. Nájera-Rincón y P. Torres-Morán. 2004b. Sistemas de producción de maíz y población de macrofauna edáfica. *Terra* 22: 335-341.
- Pérez-Domínguez, J. F. 1987. Manejo de malezas como huéspedes alternantes de plagas de la raíz del maíz en el centro de Jalisco. Memorias XXII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Cd. Juárez, Chih., México. pp. 88-89.
- Pérez-Domínguez, J. F. y R. Álvarez-Zagoya. 2003. Influencia de factores ambientales sobre el desarrollo y fluctuación poblacional de gallina ciega (*Phyllophaga* spp. y *Cyclocephala* spp.) (Coleoptera: Melolonthidae) y gusano alfilerillo *Diabrotica virgifera zea* (Coleoptera: Chrysomelidae) en el centro de Jalisco. En: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín (eds.), Estudios sobre Coleópteros del Suelo en América. Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 231-250.
- Rivers, R. L., K. S. Pike, and Z. B. Mayo. 1977. Influence of insecticides and corn tillage systems on larval control of *Phyllophaga anxia*. *J. Econ. Entomol.* 70: 794-796.
- Rodríguez, D. A. 1997. Biología y manejo de chisas. Boletín de Sanidad Vegetal 21. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Prodimedios. Santafé de Bogotá, DC, Colombia. 31p.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1984. Oviposición de *Phyllophaga crinita* Burmeister sobre diferentes cultivos en el norte de Tamaulipas, México. *Southwest. Entomol.* 9: 184-186.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1988. *Phyllophaga crinita* (Coleoptera: Melolonthidae): Historia de una plaga del suelo (1855-1988). Tercera Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología. pp. 53-79.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1993. Abundancia estacional y ecología de coleópteros rizófagos: un estudio durante 15 años en agroecosistemas del norte de Tamaulipas. En: M. A. Morón (comp.), Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. Pub. Esp. Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Veracruz, México. pp. 7-15.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. and E. Rosales-Robles. 1992. Corn insect pests and pathogenic diseases in relationship to shatercane populations. *Southwest. Entomol.* 17: 209-214.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. and J. Loera. 1993. Influence of corn phenology and planting date on damage by the black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Fla. Entomol.* 76: 599-602.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. y J. R. Salinas-García. 2006. Efecto de la labranza sobre la dinámica poblacional de invertebrados edáficos en el norte de Tamaulipas. En: A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón (eds.), Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edáficos. Publicación Especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 195-199.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. y J. R. Salinas-García. 2008. Impact of tillage on *Phyllophaga crinita* (Coleoptera: Scarabaeidae) and other soil invertebrates in grain sorghum in Mexico. *J. Entomol. Sci.* 43: 117-120.
- Rodríguez, E., F. J. Fernández-Anero, P. Ruiz, and M. Campos. 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in Mediterranean climate. *Soil & Tillage Research.* 85: 229-233.
- Romero, F. 2004. Manejo integrado de plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 102 p.
- Salvadori, J. R. y M. T. Braga da Silva. 2004. Coro-do-trigo. En: J. R. Salvadori, C. J. Ávila y M. T. Braga da Silva (eds.), Pragas de Solo no Brasil. EMBRAPA-CEP. Passo Fundo, RS. Brasil. pp. 211-232.
- Scopel, E. y E. Chávez-Guerra. 1997. Efectos de labranza de conservación sobre el balance hídrico del cultivo de maíz de temporal. En: R. Claverán *et al.* (eds.), Avances de Investigación en Labranza de Conservación I. Libro Técnico No1. INIFAP-CENAPROS. México. pp. 91-106.
- Simões, B. J. M. J. R. Postal P., R. M. Castro M., M. da Silva A., T. M. de Castro D. L. 2004. Interações entre microorganismos edáficos e pragas de solo. En: J. R. Salvadori, C. J. Ávila y M. T. Braga da Silva (eds.), Pragas de Solo no Brasil. EMBRAPA-CEP. Passo Fundo, RS. Brasil. pp. 99-132.
- Shannon, P., J. L. Soto, L. Reyes, R. Zelaya y J. Ayala. 1989. La influencia del tipo de labranza y el manejo de residuos sobre los daños y la distribución de larvas de *Phyllophaga elenans* (Coleoptera: Scarabaeidae) y rendimiento de maíz en Atiquizaya, El Salvador. Proyecto Manejo Integrado de Plagas CENTA-CATIE. Documento Técnico 1985-1989. El Salvador. pp. 205-225
- Shannon, P., S. Smith y E. Hidalgo. 1992. Los efectos de prácticas de labranza sobre pérdidas en el cultivo de maíz causados por *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Scarabaeidae) y otras plagas del suelo. CATIE. Documento de trabajo. Proyecto plagas del suelo No. 5. 2 p.

- Toledo, M. 2002. Uso de barreras físicas para evitar la oviposición de gallina ciega (*Phyllophaga* spp) en fresa. *Agronomía Mesoamericana*. 13: 55-58.
- Turnock, W. J. B. Timlick and P. Palaniswamy. 1993. Species and abundance of cutworms (Noctuidae) and their parasitoids in conservation and conventional tillage fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 45: 213-227.
- 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 del Guadiana, Durango. Resúmenes XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Cholula, Puebla. México. p. 248.
- Vázquez, L. L. 2003. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y Respuestas para Extensionistas y Agricultores. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. 566 p.
- Vázquez, L. L. 2004. El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de Agricultura. La Habana, Cuba. 121 p.
- Vázquez, L., L. E. Fernández, J. Lauzardo, T. García, J. Alonso y R. Ramírez. 2005. Manejo agroecológico de plagas en fincas de agricultura urbana (MAPFAU). Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de Agricultura. La Habana, Cuba. 80 p.
- Veiga, M. da. 1998. Plantio direto no Brasil. En: R. Claverán y F. Rulfo (eds.), Memoria IV Reunión Bial de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista. Estudios de Caso en América Latina. Morelia, Michoacán, México. pp. 123-137.
- Velázquez-García, J., M. B. Nájera-Rincón y A. Muñoz. 1997. Evaluación de leguminosas como alternativa para ser incorporadas a la producción de maíz bajo labranza de conservación (Avance). Resúmenes V Simposio La Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Michoacán. VII Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. X Reunión Regional Científica y Técnica: Forestal y Agropecuaria. UMSNH-CONACYT. Mich. México. p. 13.
- Villalobos, F. J. 1995. El manejo sostenible de plagas del suelo: el caso de las larvas de Melolonthidae. En: A. Aragón (ed.), Control de Plagas con Métodos Alternativos al Químico. Pub. Esp. Sociedad Mexicana de Entomología. Puebla, Pue. Mex. pp. 69-89.
- Villalobos, F. J., R. Vásquez-Govea, A. A. Romero-López y M. E. Núñez-Valdez. 2003. La labranza de conservación y la agrobiotecnología como propuesta de manejo sustentable de la gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeidae) en cultivos de maíz (*Zea mays*) de Morelos. En: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín (eds.), Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Guanajuato, México. pp. 313-326.
- Villani, M. G. & Wright, R. J. 1990. Environmental considerations in soil insect pest management. En D. Pimentel (ed.), Handbook of Pest Management in Agricultura. CRC Press. Vol. 1. pp. 1-26.