


PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MUESTREO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN AGROECOSISTEMAS CON UN ENFOQUE DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Sampling planning and organization, and integrated pest management in agroecosystems with a view towards sustainable agriculture

E Troyo-Diéguez , R Servín-Villegas, JG Loya-Ramírez, JL García-Hernández, B Murillo-Amador, A Nieto-Garibay, A Beltrán, L Fenech, G Arnaud-Franco

(ETD, RSV, JLGH, BMA, ANG, GAF) Programa de Agricultura en Zonas Áridas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Mar Bermejo 195, Ap. postal 128, La Paz B.C.S. 23090, México. (JGLR, AB, LF) Departamento de Agronomía UABCS, La Paz B.C.S. 23080, México. etroyo04@cibnor.mx.

Ensayo recibido: 2 de agosto de 2005, **aceptado:** 11 de julio de 2006

RESUMEN. El escaso conocimiento de la distribución temporal y espacial de las plagas y enfermedades de los cultivos, así como de sus enemigos naturales, ocasiona el uso inadecuado de plaguicidas, lo cual ha causado daños al ambiente y a la salud humana. Se analizan aspectos clave para la planeación y organización del muestreo sistematizado de plagas, que tienen como propósito proveer las bases y la información eco-entomológica pertinente para el uso adecuado de los plaguicidas, lo que coadyuva a generar modelos de agricultura sustentable. Para la factibilidad de operación de programas de muestreo y control de plagas, es necesario definir dos etapas fundamentales de su planeación: (1) el marco geográfico operativo, y (2) el mecanismo o instrumento de ejecución. Mediante dichas etapas se definen explícitamente las tareas y responsabilidades de los participantes, mismos que deberán involucrar a diferentes instituciones y especialistas en la región. Por lo anterior, se plantean propuestas para una planificación y organización adecuadas del muestreo de plagas agrícolas, con el fin de que el control de las mismas resulte eficiente e inocuo para el ecosistema. Se concluye que para alcanzar una mayor coordinación entre investigadores, agencias e instituciones involucradas en la detección y control de plagas, debe proponerse y fomentarse: (1) la creación de comités interinstitucionales, regionales e internacionales, para el muestreo sistematizado de plagas y análisis de los factores relativos al estado de sanidad de los agroecosistemas, y (2) el diseño y desarrollo de proyectos específicos para la solución inmediata y a largo plazo de problemas fitosanitarios.

Palabras clave: Plaga, muestreo de plagas, agroecosistemas, plaguicida, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT. The limited knowledge of the distribution in time and space of pests and crop diseases, as well as of their natural enemies, has lead to the inappropriate use of pesticides that has damaged the environment and human health. Key aspects of the planning and organisation of pest sampling are analysed, with the aim to provide the bases and the eco-entomological information relevant for an adequate use of pesticides, and to contribute to the generation of sustainable agriculture models. For sampling and pest monitoring programmes to be feasible, it is necessary to define two basic stages of the planning: (1) the operational geographic framework, and (2) the performing mechanism or operational instruments. Through this, the tasks and responsibilities of personnel are clearly defined, including involving different institutions and specialists of the region. Accordingly, proposals are made for an adequate planning and organisation of sampling for agricultural pests, resulting in an efficient pest control that is safe for the ecosystem. It is concluded that in order to gain a better coordination among researchers, agencies and institutions involved in the detection and control of pests, it is necessary: (1) to create inter-institutional, regional and international committees to monitor pests and analyse the factors related to the health status of agroecosystems, and (2) to design and develop specific projects for the short and long term solution of phyto-sanitary problems.

Key words: Pest, pest sampling, agroecosystems, pesticide, integrated pest management.

INTRODUCCIÓN

En virtud de la fragilidad de los agroecosistemas en relación con los factores bióticos ajenos a los mismos y dada la vigente necesidad de crear esquemas que promuevan la inocuidad alimentaria, en este trabajo se proponen directrices y estrategias para la estructuración de medidas integradas en un enfoque de agricultura sostenible, como opción para el manejo seguro de plagas (FAO 2002).

Los objetivos principales que deben perseguirse mediante el muestreo y estudio de agroecosistemas, incluyen la búsqueda y promoción de la sanidad y conservación de los mismos. Tales objetivos conllevan a la obtención de niveles óptimos de producción agrícola y a la protección de la salud humana, así como al bienestar social (Matson et al. 1997).

Entre los objetivos particulares que debe contemplar un esquema de muestreo de plagas sistematizado a corto y largo plazo en agroecosistemas, destacan los siguientes: (a) evitar la proliferación de las plagas de importancia económica, (b) detectar el uso inadecuado de plaguicidas y equipos de aplicación, (c) evitar el uso excesivo de agroquímicos, (d) detectar la incidencia de enfermedades en plantas y animales y (e) identificar los factores abióticos que intervienen en los procesos de incidencia, propagación y proliferación de plagas (FAO 2002; Fitt et al. 2004).

La consecución de dichos objetivos proveerán las herramientas para desarrollar métodos de manejo de plagas enmarcados en la agricultura sustentable, mediante los cuales la conservación de las cuencas hidro-agrícolas será más factible. Para lograr lo anterior, los esquemas de muestreo sistematizado y control de las plagas regionales clave en zonas geográficas prioritarias, deben alcanzar oportunamente las siguientes metas: (1) detectar las plagas relevantes en zonas agrícolas, rurales y urbanas, (2) determinar los niveles de infestación en cada caso, (3) detectar las tasas de avance de una plaga y pronosticar su dispersión en cada ciclo y (4) determinar los niveles de resistencia a los plaguicidas disponibles.

Desde que el DDT fue introducido al mercado en 1943, centenares de fórmulas y productos plaguicidas han sido desarrollados. Muchos de ellos eran considerados como no degradables, o bien, su descomposición requería de períodos prolongados de

tiempo, de modo que se consideraban no degradables (Cargo & Mallory 1977). Actualmente se sabe que aún los insecticidas llamados biorracionales pueden tener efectos nocivos sobre los insectos benéficos. Por ejemplo, Cisneros et al. (2004) registraron que el insecticida comercial 'Spinosad', un producto derivado del hongo *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao 1990, causó mortalidad alta en dos parasitoides del gusano cogollero: 69 % en *Cheilonus insulares* Cresson 1869 y 100 % en *Euplectrus plathypenae* Howard 1885.

Entre los conflictos generados por el uso inadecuado de plaguicidas que se evitarían con la aplicación de esquemas adecuados de muestreo y monitoreo de plagas, destacan los siguientes: (1) daño a la salud de los habitantes y al medio, incluyendo al suelo, agua, aire, flora y fauna, (2) desarrollo de resistencia por parte de las plagas agrícolas, (3) la posibilidad de que los países exportadores de agroquímicos reimporten residuos que superen la norma aceptable, a través de los alimentos que potencialmente les pueden comprar a sus clientes y (4) efectos negativos sobre la disponibilidad de recursos financieros y sobre la producción, lo que genera aumento de los costos directos, reducción de las utilidades y disminución de la vida útil del agroecosistema.

UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MUESTREO SISTEMÁTICO DE PLAGAS EN LOS AGROECOSISTEMAS

Un muestreo sistemático a largo plazo va más allá de los alcances comunes de un proyecto e incluye una colaboración interinstitucional para resolver un problema común, a escala regional (Gil-Bacilio 2004). Una de sus principales finalidades es proteger y salvaguardar el agroecosistema, el cual se define como parte del ambiente que ha sido modificado para beneficio del ser humano mediante la producción de cultivos agrícolas y forestales. Para el estudio de los agroecosistemas y para analizar los fenómenos agrobiológicos, que incluyen las relaciones entre malezas, plagas, ciclos biogeoquímicos y biodiversidad, con las plantas cultivadas, surgió el término de agroecología (Brown & Reyes Gil 2003). El agroecosistema requiere de energía fósil, de disponibilidad finita, para mantener los niveles

crecientes de producción, para obtener los insumos demandados por las producciones agropecuarias en fertilizantes, combustibles y otros derivados de hidrocarburos. Así, los sistemas agropecuarios son dependientes de energía (Matson *et al.* 1997; Cervini & Demarco 2003). Los componentes del agroecosistema comprenden todos los organismos y recursos disponibles en la región cultivada, como los cultivos sembrados, el suelo, agua circulante, flora, fauna, microorganismos, balance energético en el sistema, el ambiente físico y químico y el entorno humano asociado.

En los agroecosistemas ocasionalmente un subcomponente llega a ser numéricamente dominante y pernicioso, como una especie de maleza, vertebrado, artrópodo fitófago o microorganismo. De esta forma, genéricamente tanto los artrópodos fitófagos como los vertebrados pueden convertirse en una plaga (Wilby & Thomas 2002). Una plaga es un organismo que debido a su densidad poblacional y hábitos alimenticios, extrae de un medio más energía que la que el hombre considera adecuado, por lo que resulta perjudicial y desde el punto de vista económico es necesario combatirla. Esto sucede cuando fallan o no existen los mecanismos naturales de control, sean bióticos o abióticos, o de resiliencia (Ramakrishnan 2000). Tal situación irregular va en contra del propósito de la agricultura que es el aspecto productivo, cuyo interés es obtener el producto consumible, sin la interferencia de otros organismos que compiten por espacio, nutrientes y otros insumos (Romero 2004).

Dado que el agroecosistema es un conjunto de componentes manejado con el fin de maximizar los rendimientos útiles para el ser humano, debe conservarse a mediano y largo plazo. Actualmente son preocupantes la disminución en la biodiversidad debida a la agricultura extensiva y las consecuentes implicaciones derivadas del abatimiento en la calidad de los productos y servicios obtenidos de los agroecosistemas, lo que debe motivar a intensificar los esfuerzos de la investigación para entender y describir las relaciones entre la biodiversidad y los componentes funcionales de los ecosistemas (Wilby & Thomas 2002). En este contexto, el manejo integrado de plagas, debe efectuarse desde un punto de vista social, ecológico y geográfico, para evitar el deterioro del agroecosistema y prevenir la pro-

pagación de las plagas a otras áreas geográficas. El logro de dichos propósitos será el resultado de los programas de muestreo y manejo sostenible del agroecosistema (Armitage 2003).

IMPORTANCIA DEL MUESTREO SISTEMÁTICO DE PLAGAS DE ARTRÓPODOS

Existen varias plagas de artrópodos, incluyendo insectos y ácaros, de suma importancia económica para Latinoamérica e incluso a nivel mundial (Ellsworth & Martínez-Carrillo 2001; Anónimo 2005). El hombre ha luchado permanentemente contra dichos artrópodos. Ya es común que después de que se ha erradicado alguna especie perjudicial, otras especies-plaga surgen, a pesar de los esfuerzos por evitar su introducción o aparición mediante la regulación de las importaciones de sus hospederos, ya sean plantas o animales. Las plagas tienen gran capacidad para desarrollar adaptaciones en su ciclo de vida o adquirir resistencia a los diferentes compuestos químicos usados para su control (Gil-Bacilio 2004). Tal situación, genera como resultado pérdida económica, ecológica y ambiental, sobre todo en el caso de la agricultura extensiva. El uso no planificado de dichos compuestos químicos representa una continua erosión agroecológica en diversas regiones del mundo (Ramakrishnan 2000; Vázquez 2003). Con el fin de abatir las poblaciones de plagas de la manera más eficiente posible, se estableció el Manejo Integrado de Plagas (MIP) como un procedimiento que enfocado a facilitar la toma de decisiones para su control. Este procedimiento integra una gama de técnicas que ha permitido minimizar los efectos indeseables de los plaguicidas en el ambiente (Burn *et al.* 1987). Es importante que en una zona agrícola, donde se usan de manera intensiva los insecticidas, los niveles de resistencia alcanzados por las plagas sean evaluados periódicamente (Ortega 1990). Lo anterior permite diseñar estrategias que conduzcan al manejo integrado, eliminando los productos que más que controlar las plagas, inducen la contaminación del ambiente. Así, surgió el manejo de resistencia a insecticidas (MRI), el cual incluye el control biológico y el manejo integral de ecosistemas, con la finalidad de evitar la erradicación de depredadores clave e inducir el control racional de especies competitivas por alimento y/o espacio. El MRI integra

las estrategias preventivas que tienen como objetivo la conservación de la susceptibilidad en las especies-plaga (Lagunes-Tejeda & Vázquez 1994). Por lo anterior, los insecticidas que provocaron resistencia en insectos deben ser sustituidos por nuevos productos, lo cual evita el desarrollo de más razas o variedades de plagas resistentes. El muestreo planificado para la determinación periódica de los niveles de resistencia o susceptibilidad está enfocado a detectar lo antes posible la aparición de genotipos resistentes en determinadas áreas geográficas y determinar la evolución de la resistencia mediante la medición del cambio en el nivel de susceptibilidad en la población hacia un insecticida determinado. Los bioensayos permiten determinar las CL_{50} (concentración letal media), DL_{50} (dosis letal media) o TL_{50} (tiempo letal medio) (Ortega 1990). El nivel de resistencia a un insecticida varía con la especie, la raza, condiciones ambientales, el área agrícola, el hospedero y el alimento que consume (Lagunes-Tejeda & Rodríguez-Maciél 1989; Servín et al. 1997). Por su parte, las condiciones ambientales pueden provocar fluctuaciones en la susceptibilidad. Dicha variación también se debe a las diferentes épocas de cultivo, en que puede haber una excesiva, poca o nula aplicación de insecticidas (Cortéz-Mondaca 1994; Ortega 1990). Por tal razón, es necesario medir los niveles de resistencia a través del tiempo en una región determinada; una vez detectados los niveles de resistencia es necesario determinar los mecanismos fisiológicos involucrados, para definir que insecticida utilizar, de tal manera que se pueda incrementar la vida útil de dicho compuesto agroquímico (Lagunes-Tejeda & Rodríguez-Maciél 1989). Existen varios países en donde se han desarrollado estrategias de manejo de resistencia a plaguicidas, mediante la regulación de factores operacionales como reducción de dosis, modificación en la frecuencia de las aplicaciones, o aplicación selectiva de los insecticidas. En cualquier estrategia de manejo de resistencia a insecticidas, el bioensayo constituye la herramienta básica para la verificación del efecto de las medidas operacionales adoptadas. Es importante que haya uniformidad en los métodos de bioensayo para la detección de resistencia. Sin embargo, no existe uniformidad en los mismos, ya que cada investigador suele modificar algunas etapas del método. Esto dificulta desarrollar esfuerzos colectivos a nivel re-

gional en la detección de resistencia a plaguicidas (Lagunes-Tejeda & Vázquez 1994). Una propuesta establecida por Vázquez-Navarro (1993) para el muestreo y control de las plagas agrícolas, incluye tres etapas secuenciales: Establecer estudios y muestreos a nivel regional sobre las plagas clave, elegir el estadio de vida del insecto y el método ideal para el bioensayo y obtener información para establecer las líneas de referencia para comparar poblaciones susceptibles y resistentes.

Con la sistematización y análisis de la información se podrán aplicar las siguientes medidas y recomendaciones operativas: (i) establecer dosis discriminantes para definir el estatus de cada población plaga y posteriormente liberar la información a fin de apoyar programas regionales de manejo de insecticidas y (ii) integrar los resultados en un banco regional de información que pueda ser utilizado a nivel nacional, por medio de redes.

En el noroeste de México se realizan estudios de muestreo, trapeo y de toxicología en los insecto-plaga más importantes, como son la mosquita blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows et al. 1994) (Cortéz-Mondaca 1994) y el picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano 1935). Ambas plagas se estudian en forma interinstitucional; a la fecha se han logrado mantener poblaciones aisladas de tales insectos con el propósito de obtener líneas base que sean empleadas como referencia para establecer los niveles de resistencia alcanzados por una población del insecto-plaga, según sea la presión de selección que la población haya recibido (Servín et al. 1997). La susceptibilidad de una especie varía también con la edad y el tipo de alimento (Vargas & de-la Alvear 2000). Según Loya-Ramírez & Carrillo (1980) la DL_{50} (dosis letal media) de 'monocrotopos' para el picudo del algodón (*Anthonomus grandis* Boheman 1843) fue más de 100 % superior en los adultos provenientes de bellotas que los obtenidos de los cuadros (Figura 1). Las dosis para la misma especie fueron superiores al 100 % para picudos de dos días de edad en adelante con respecto a los adultos de cero a dos días de edad (Figura 2). El muestreo de plagas en el noroeste de México tiene como objetivo principal detectar los niveles de infestación de las plagas que representen una amenaza. La susceptibilidad de organismos benéficos del suelo es variable. Gimenez et al. (2004) encontraron que

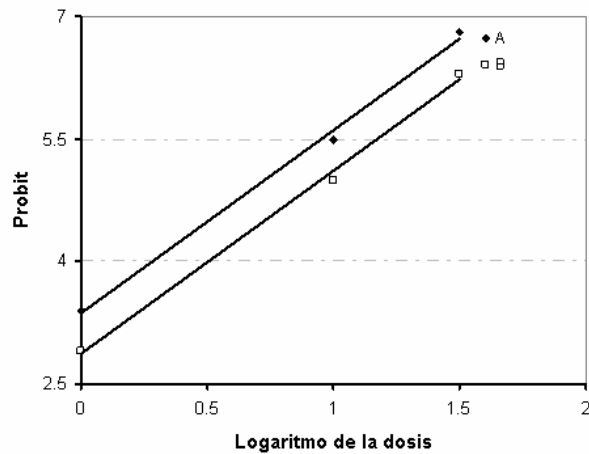


Figura 1. Efecto de monocrotopós sobre adultos de *A. grandis*, cuyas larvas se desarrollaron en cuadros (A) y bellotas (B). Zacatepec, Mor. CIAMEC. México. A: Picudo de cuadro: $Y=3.9206 + 2.9281X$; $DL_{50}=0.450$ mg; $r=0.998^{***}$. B: Picudo de bellota: $X=2.6979 + 2.2753X$; $DL_{50}=1.018$ mg; $r=0.998^{***}$. Modificada de Loya-Ramírez & Carrillo (1980).

Figure 1. Effect of monocrotophos on *A. grandis* adults, of which the larvae developed in squares (A) and acorns (B). Zacatepec, Mor. CIAMEC. México. A: Square weevil: $Y=3.9206 + 2.9281X$; $DL_{50}=0.450$ mg; $r=0.998^{***}$. B: Acorn weevil: $X=2.6979 + 2.2753X$; $DL_{50}=1.018$ mg; $r=0.998^{***}$. Modified from Loya-Ramírez & Carrillo (1980).

los insecticidas clorpirifos y teflutrina, en las dosis recomendadas para el control de los insectos del suelo, no afectó la supervivencia de *Lumbricus terrestris* Linnaeus 1758 en estado juvenil. Por otro lado, los insectos evidencian plasticidad ante los cambios de clima, con comportamientos contrastantes. En un estudio de Ávila-Quezada *et al.* (2005), en Michoacán México la mayor población de trips se observó en marzo y estuvo relacionada con una baja humedad relativa (48 %) durante el año 2000, en tanto que se esperaba lo contrario. En cuanto al sexo del organismo, se han observado diferencias en la susceptibilidad de larvas según el sexo del individuo tratado; en este sentido, Reyes *et al.* (2004) detectaron en larvas de *Cydia pomonella* Linnaeus 1758 que la susceptibilidad frente a azinfos metil y tebufenozide fue significativamente menor para los machos que para las hembras.

IMPORTANCIA DEL MUESTREO DE VERTEBRADOS PLAGA

Entre los vertebrados reconocidos como pla-

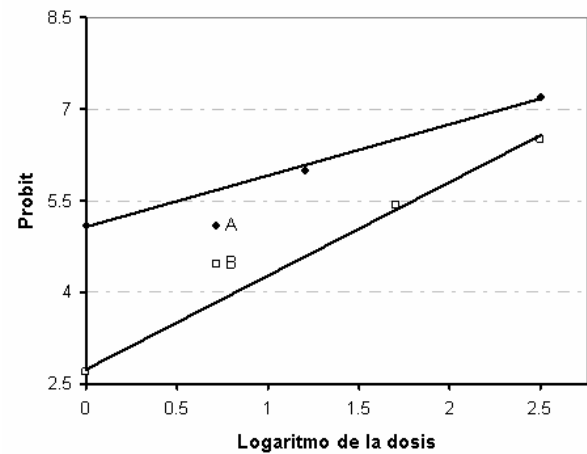


Figura 2. Efecto de malatión sobre adultos de *A. grandis* de 0 a 2 días de edad (A) y con más de dos días de edad (B). Zacatepec, Mor. CIAMEC. México. A: Picudo de cuadro: $Y=3.9206 + 2.9281X$; $DL_{50}=0.450$ mg; $r=0.998^{***}$. B: Picudo de bellota: $X=2.6979 + 2.2753X$; $DL_{50}=1.018$ mg; $r=0.996^{***}$. Modificada de Loya-Ramírez & Carrillo (1980).

Figure 2. Effect of malathion *A. grandis* adults from 0 to 2 days old (A) and with more than two days of age (B). Zacatepec, Mor. CIAMEC. México. A: Square weevil: $Y=3.9206 + 2.9281X$; $DL_{50}=0.450$ mg; $r=0.998^{***}$. B: Acorn weevil: $X=2.6979 + 2.2753X$; $DL_{50}=1.018$ mg; $r=0.996^{***}$. Modified from Loya-Ramírez & Carrillo (1980).

gas se encuentran los roedores, lagomorfos y aves, los cuales atacan por lo regular en grupos numerosos, y afectan tanto las cosechas como los productos almacenados (Anónimo 1978; Elías & Valencia 1984; Arnaud & Rodríguez 1992). Entre las especies que pueden convertirse en plagas, están los roedores, que incluyen el mapache (*Procyon lotor* Linnaeus 1758), el tejón (*Meles meles* Linnaeus 1766), la liebre (*Lepus californicus* Linnaeus, 1758), el conejo (*Sylvilagus auduboni* Gray 1867), la ardilla negra (*Spermophilus atricapillus* Bryant, 1889), la rata de campo (*Neotoma lepida* Thomas 1893), el ratón de campo (*Peromyscus eremicus* Baird, 1858), la tuza (*Thomomys umbrinus* Richardson 1829) y el juancito (*Ammospermophilus leucurus* Merriam 1889), de igual forma las aves como el cuervo (*Corvus corax* Linnaeus 1758), la paloma pithayera (*Zenaida asiatica* Linnaeus 1758), la huilota (*Zenaida macroura* Linnaeus 1758) y la codorniz (*Callipepla californica* Shaw 1798) (Llinas *et al.* 1993). Al igual que otras plagas, la destrucción de la cosecha o disminución del rendimiento son los efectos de este tipo de organismos. Ante dicha situación, los productores

utilizan métodos para prevenir, reducir o controlar los daños en sus cultivos, esfuerzos que se realizan solamente durante el ciclo de vida del cultivo.

El muestreo de la fauna asociada a la agricultura debe considerar las densidades, el ciclo reproductivo, la migración y dinámica poblacional, la dieta principal, el comportamiento y las respuestas a las fluctuaciones climáticas. En este contexto, el muestreo sistemático provee la información para decidir el período del año en el cual se debe realizar el control o la prevención, la elección de las técnicas a emplear y la programación oportuna de dichas técnicas (Gil-Bacilio 2004).

Una práctica común es el uso de cebos envenenados para reducir la población de la plaga, la que además de soslayar los métodos preventivos, genera problemas asociados con técnicas no selectivas (Arnaud & Rodríguez 1992). Si estuviese disponible información biológica de las plagas, producto de un muestreo sistemático y trampeo, los daños podrían reducirse al mínimo.

PLANEACIÓN Y OPERACIÓN DE PROGRAMAS DE MUESTREO Y CONTROL

La operación y el éxito esperado de programas de muestreo y control deben definirse en el "Marco Operativo" y en el "Mecanismo o Instrumento de Ejecución". En el Marco Operativo es importante y definitivo determinar quiénes o qué equipos de trabajo realizarán los muestreos sugeridos, cuál deberá ser la frecuencia de muestreo, que variables e índices capturar, quien capturará y procesará la información, y cuales son los límites en tiempo y espacio. El Mecanismo o Instrumento de Ejecución es donde se definen las responsabilidades, tareas específicas y metas a alcanzar en el corto y mediano plazo de las instituciones e investigadores participantes. Es necesario seleccionar los instrumentos de muestreo con probada efectividad. Según Vázquez (2003), los trips pueden ser muestreados eficientemente con trampas amarillas, sin embargo para medir el nivel de infestación es necesario contar ninfas y adultos presentes en el foliolo séptimo de una hoja a la altura media de la planta, en el cultivo de la papa.

En otro estudio, Corvalán (2004) afirmó que para calcular el número de trampas para determi-

nar la población de adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824), consideró aquellas que funcionan con atrayente sobre la base de ester clorado alifático (Trimedlure). Sin embargo, Loya-Ramírez (2003) no encontró correlación significativa entre los adultos de gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* Saunders 1844, capturados en trampas con feromonas y la infestación de larvas de primer y segundo estadio determinado mediante la inspección individual de cuadros (botón floral) y bellotas (frutos). Dicho autor mostró que la correlación entre el porcentaje de cuadros infestados por gusano rosado y el número de adultos capturado fue baja y negativa (Figura 3). La correlación entre el porcentaje de bellotas infestadas por gusano rosado de primer y segundo estadio fue muy baja y numéricamente negativa, como en el caso de los cuadros (Figura 4). Calyecac et al. (2003) compararon la atracción de machos y hembras de mosca de la fruta *Anastrepha ludens* Loew a frutos de mango y naranja contra la proteína hidrolizada. Los frutos de naranja y mango verdes atrajeron mayor cantidad de adultos, en segundo lugar los frutos amarillos y en último lugar la proteína hidrolizada. Los resultados sugieren que *A. ludens* Loew 1873 podría haber desarrollado habilidad para discriminar el atrayente artificial. Lo anterior coincide con la apreciación de Loya-Ramírez (2003), quien encontró una efectividad pobre de la feromona sexual NoMate para el control del gusano rosado del algodnero (*Pectinophora gossypiella* Saunders 1844) en New Mexico, USA.

MEDIDAS DE CONTROL DE PLAGAS CLAVE EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Los grupos de las moscas de la fruta y mosquita blanca son las plagas más perjudiciales para la agricultura en el noroeste de México (Ellsworth & Martínez-Carrillo 2001; Servín 2004).

El método de muestreo para el grupo de las 'moscas de la fruta' (complejo de *Anastrepha ludens* Loew 1873 y *Ceratitis capitata* Wiedemann 1824, principalmente) es el uso de trampas instaladas en huertos con diferentes frutales. Las estrategias de control que se han aplicado son la liberación de moscas estériles, la aplicación de insecticidas, entre los cuales el de mayor uso es el malatión mezclado con atrayentes proteinados (Aluja 1985) y la realización

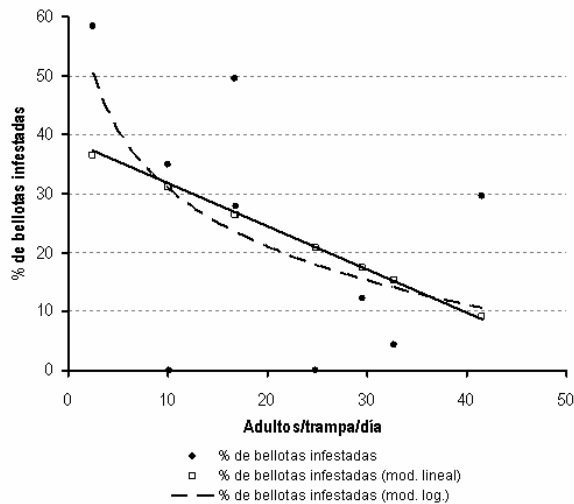


Figura 3. Correlación entre porcentaje de bellotas infestadas con larvas de primer y segundo estadio de gusano rosado y los adultos capturados en las trampas con feromonas. Modelo lineal: $y = -0.7042x + 38.221$, $r = 0.424$. Modelo logarítmico: $y = -13.813\ln(x) + 62.12$, $r = 0.5$. Las Cruces Nuevo Mexico, EUA. Modificada de Loya-Ramírez (2003).

Figure 3. Correlation between percentage of acorns infested with first and second stage larvae of the pink worm and adults captured in traps with pheromones. Linear model: $y = -0.7042x + 38.221$, $r = 0.424$. Logarithmic model: $y = -13.813\ln(x) + 62.12$, $r = 0.5$. Las Cruces New Mexico, USA. Modified from Loya-Ramírez (2003).

de prácticas de control mecánico mediante la destrucción de fruta de desecho. Los hospederos naturales de *A. ludens* Loew para el noroeste mexicano son el mango (*Mangifera indica* Linnaeus 1753), naranja agria (*Citrus aurantium* Linnaeus 1753), naranja dulce (*Citrus sinensis* Linnaeus 1753), toronja (*Citrus paradisi* Macfady), lima-limón (*Citrus limetta* Risso), pomela (*Citrus maxima* Burm), grana-da roja (*Punica granatum* Linnaeus 1753), guayaba (*Psidium guajava* Linnaeus 1753), almendro criollo (*Terminalia catappa* Linnaeus 1753) y zapote blanco (*Casimiroa edulis* Llave & Lex) (Jiménez *et al.* 1992). En cambio, para la mosca del mediterráneo, *C. capitata*, se han identificado más de 250 especies cultivadas.

Los resultados del muestreo y del manejo integrado han sido alentadores y contundentes, principalmente en relación con la liberación de moscas estériles. Gracias a dichas estrategias organizadas, el Estado de Baja California Sur, México, fue declarado legalmente libre de la moscas de la fruta (Anónimo 1998).

Entre las plagas que ameritan un muestreo

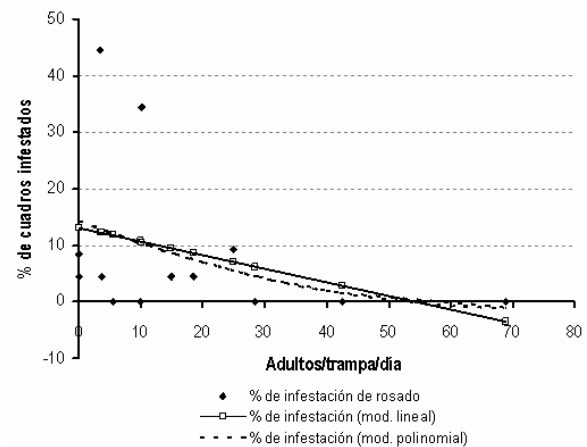


Figura 4. Correlación entre porcentaje de cuadros infestados con larvas de primer y segundo estadio de gusano rosado y los adultos capturados en las trampas feromonas. Modelo lineal: $y = -0.2375x + 12.741$, $r = 0.338$. Modelo polinomial: $y = 0.003x^2 - 0.4308x + 14.417$, $r = 0.349$. Las Cruces New Mexico, USA. Modificada de Loya-Ramírez (2003).

Figure 4. Correlation between percentage of squares infested with first and second stage larvae of the pink worm and adults captured in traps with pheromones. Linear model: $y = -0.2375x + 12.741$, $r = 0.338$. Polynomial model: $y = 0.003x^2 - 0.4308x + 14.417$, $r = 0.349$. Las Cruces New Mexico, USA. Modified from Loya-Ramírez (2003).

sistemático destaca el grupo de homópteros conocido como 'mosquita blanca': *Bemisia tabaci* Gennadius 1889, *B. argentifolii* Bellows *et al.* 1994 y especies afines. La especie *B. tabaci* se conoce como mosca blanca, mosquita blanca, mosca blanca del algodón, mosca blanca del camote y mosca blanca de la hoja plateada. Sus sinónimos son *Aleyrodes inconspicua* Quaintance, *Aleyrodes tabaci* Gennadius, *Bemisia (Neobemisia) hibisci* Visnya, *B. (Neobemisia) rhodesiaensis* Visnya, *B. achyranthes* Singh, *B. bahiana* Bondar, *B. costa-limai* Bondar, *B. emiliae* Corbett y *B. goldingi* Corbett. La especie *B. tabaci* se distribuye en todos los continentes, excepto en la región Antártica. Más de 900 plantas hospederas se han registrado para *B. tabaci* y se ha confirmado que puede transmitir 111 especies de virus. *B. tabaci* se ha dispersado principalmente alrededor del mundo mediante el traslado de productos vegetales o agrícolas que estaban infestados con mosquita blanca (Ellsworth & Martínez-Carrillo 2001).

Una vez establecida, la mosquita blanca *B. tabaci* se dispersa rápidamente y a través de sus

hábitos alimenticios y de su capacidad de transmisión de enfermedades destruye cultivos alrededor del mundo (Anónimo 2005). Es un grupo de insectos-plaga importante por las pérdidas causadas en cultivos extensivos, como el algodónero, al que en varias ocasiones ha dañado gravemente causando pérdidas totales. Las especies más agresivas de este grupo (*Bemisia argentifolii*, *B. tabaci*, *Aleurothrixus floccosus*, *Tetraleurodes ursorum* y *T. abutilonea*: Aleyrodidae) han desarrollado biotipos adaptados a cada región. La mosquita blanca *B. tabaci* tiene un ciclo de vida corto, amplia gama de hospederos y alto nivel de plasticidad fenotípica y genotípica (Ellsworth & Martínez-Carrillo 2001). En experimentos de campo, *B. tabaci* ha mostrado su capacidad de dispersión a lo largo de distancias considerables.

También la mosquita blanca presenta características de especie migratoria, ya que cubre los criterios requeridos por el fenómeno de la migración en insectos (Byrne 1999). *B. argentifolii* y *B. tabaci* tienen habilidad para adecuar y adaptar su sistema enzimático para resistir a los insecticidas, alta velocidad de dispersión agrogeográfica y con facilidad evaden el contacto con los insecticidas aplicados, gracias a su reducida talla. Los insectos-plaga 'mosquitas blancas' presentan variación de morfotipos, según la naturaleza de los hospederos y el clima; son vectores de enfermedades causando pérdidas en cultivos de granos, forrajes, hortalizas y frutales (Ellsworth & Martínez-Carrillo 2001; Servín 2004). Las estrategias de muestreo y control de mosquita blanca consisten en recolectas sistemáticas con trampas amarillas y muestreos con red entomológica. El muestreo de *B. argentifolii* es favorecido por incrementos en la temperatura del aire y por la disponibilidad de hospederos (Chang-Chi et al. 2001).

El control principal de mosquita blanca en el noroeste de México es el químico, a base de los insecticidas endosulfan, metamidofós y cipermetrina, con diversos criterios y dosis de aplicación (Servín et al. 1997). Para el control biológico se usa el depredador *Chrysoperla carnea*. Los muestreos a la fecha indican la presencia de *Bemisia* sp en varios cultivos y malezas (Cortéz-Mondaca 1994). *B. argentifolii* transmite la enfermedad viral 'enchiñamiento del algodónero', detectada en el Valle de Santo Domingo, BCS, en Mexicali, BC, Costa de Hermosillo, Son. y en el Valle del Yaqui, Son., en

el noroeste de México (Pacheco 1985), lo que ha elevado los costos de control debido a mayores aplicaciones de insecticidas con la finalidad de impedir la proliferación de la plaga y evitar la transmisión de la enfermedad (Rodríguez & Loya-Ramírez 1987).

REQUISITOS PARA EJECUTAR EXITOSAMENTE PLANES DE MUESTREO Y MANEJO DE PLAGAS

Entre los requisitos que deben cumplirse para que los planes y programas de muestreo y control de plagas sean exitosos, deben planearse y ejecutarse las siguientes estrategias: (a) integración de grupos de trabajo, (b) definición de límites geográficos y cobertura, local, municipal, regional, nacional o internacional, (c) objetivos globales y particulares, (d) colecciones de referencia de plagas, (e) bancos de datos de fácil acceso, (f) estandarización de técnicas para la determinación de especies, razas y/o biotipos, (g) estandarización de las unidades de medición y de muestreo, (h) mesas de trabajo locales para analizar la información generada, (i) idear medidas preventivas y correctivas de acuerdo a cada área, (j) definición de responsabilidades y tareas, individuales e institucionales, con sus respectivos compromisos y calendarios de actividades y (k) foros regionales de presentación, análisis y discusión de los resultados obtenidos.

El personal encargado de la toma de muestras debe estar compenetrado y sensibilizado de la importancia, trascendencia y las bondades del programa, a fin de que las tareas de campo se realicen con apego al plan diseñado en gabinete. El método de captura o muestreo más apropiado para un caso particular debe satisfacer las necesidades y objetivos que se persiguen en la correspondiente situación, de acuerdo con los antecedentes y experiencias regionales.

DISCUSIÓN

Los agroecosistemas se han simplificado para lograr el objetivo de alto rendimiento en un tiempo corto, no obstante su manejo correcto requiere mantener la estructura que lo distingue. La expansión e intensificación de los cultivos figuran entre los cambios globales previsibles para el nuevo siglo.

Es importante recalcar que en todo sistema hay una variedad de especies aparentemente irrelevantes para el éxito de las cosechas y que sin embargo son claves para la estabilidad del mismo. La diversidad biológica, amplia o estrecha, tiene que mantenerse para el equilibrio de la población de artrópodos. Dicha diversidad se reduce significativamente con el uso inapropiado de plaguicidas o con cualquier práctica agrícola aplicada erróneamente (Matson *et al.* 1997). En cuanto al sector agrícola, los rendimientos de campo se han incrementado notoriamente; sin embargo, para sostener tales incrementos y la productividad se están utilizando cantidades substanciales de fertilizantes químicos y plaguicidas (Novotny 1999). Para aplicar los métodos y técnicas de MIP, así como de MRI, se requiere la dirección de especialistas en agroecosistemas porque cada uno de sus componentes es una variable que se debe conocer y manejar, según la densidad y distribución de cada especie fitófaga. El manejo adecuado del agroecosistema no puede ignorar alguna de las variables agroecológicas. El modo y momento de aplicar una medida de control no debe decidirse sin haber evaluado todos los componentes del sistema (Gil-Bacilio 2004). En la Tabla 1 se muestran los principales métodos de muestreo y control para algunas de las plagas importantes de México, sin embargo, aún cuando existe en el mercado una amplia gama de productos químicos para un control de emergencia, el MIP es recomendable para proteger al agroecosistema y es el resultado de la investigación y validación. Sin embargo, para evitar que las estrategias de los campesinos redunden en un uso ineficiente de recursos, deben valorarse de manera integrada los antecedentes y resultados históricos (Orr *et al.* 2001).

Los tratamientos que se basan en plaguicidas son en realidad programas predeterminados que son recomendados por los fabricantes a través de publicidad, asesoría técnica y otros medios de comunicación, pero es una acción inadecuada que solamente proporciona beneficios parciales en el corto plazo, pero conlleva efectos negativos en el largo plazo (Vázquez-Navarro 1993; Vázquez 2003). A pesar de la teoría existente que sustenta al MIP, la instrumentación y desarrollo de un programa resulta una tarea complicada. Aún cuando parece sencillo comparar el costo del daño controlable con el costo del

programa de muestreo sistematizado a largo plazo (monitoreo) y control, siempre hay numerosas variables que evaluar: (1) Las medidas de control se ejercen para prevenir daños futuros, pero su estimación casi nunca es exacta, (2) en los cultivos de largo plazo es importante evaluar la conveniencia de repetir algunas medidas de control, (3) frecuentemente, el efecto a mediano plazo de la medida de control sobre la plaga no es predecible, como es el caso del ciclo o época en que tal plaga puede resurgir, (4) los costos del control pueden variar en los materiales o mano de obra, (5) los recursos necesarios para ejecutar un programa de control frecuentemente tardan en reunirse; asimismo, un equipo de trabajadores muy especializados pueden requerir cierto tiempo en acordar ciertas decisiones, tiempo crítico en el que la plaga puede continuar proliferando, (6) ocasionalmente, las medidas de control de la plaga afectan también al cultivo, ya que algunas veces causan efectos por fitotoxicidad o debidos a que el equipo de aplicación puede causar daños mecánicos, los cuales deben preverse de antemano, (7) las medidas de control pueden tener efectos no esperados, como el exterminio de insectos benéficos, ya sean nativos o introducidos y (8) pueden originar efectos en el mercado como la saturación y sobre-oferta de un producto que localmente fue liberado de sus plagas. Determinar el daño económico no siempre puede resultar muy exacto. y el uso de modelos matemáticos es indispensable para manejar todas las variables (Lagunes-Tejeda & Rodríguez-Maciel 1989). También la participación de agroecólogos es un requisito para operar un programa que incluya todos los factores, variables y parámetros involucrados. Fenómenos como la mortalidad natural son determinantes para la dinámica de poblaciones, por lo que la determinación de sus causas es clave para desarrollar mejores estrategias de manejo de plagas (Naranjo & Ellsworth 2005).

Además de la resistencia o susceptibilidad de las plagas al uso de plaguicidas, el principal riesgo del su mal uso es el deterioro de la salud humana. Desde el punto de vista de la salud pública, existe un alto riesgo epidemiológico relacionado con plaguicidas y los consecuentes posibles envenenamientos y muertes que potencialmente pueden ser provocadas por el uso inapropiado de los insecticidas, por lo que deben apoyarse investigaciones específicas al

Tabla 1. Umbrales económicos, métodos de muestreo sugeridos y alternativas de control de las principales plagas de México. Modificado de García-Hernández et al. (2000) y de Lagunes-Tejeda & Rodríguez-Maciel (1988).

Table 1. Economical thresholds, suggested and alternative sampling methods for the control of the main pests in Mexico. Modified from García-Hernández et al. (2000) and Lagunes-Tejeda & Rodríguez-Maciel (1988).

Cultivo	Plagas más importantes	Métodos de muestreo	Umbral económico	Métodos de control
Maíz	Gusano bellotero (<i>Helicoverpa zea</i> y <i>Heliothis virescens</i>)	Muestrear el meristemo apical buscando huevecillos para predecir la fecha de eclosión. Muestrear directamente en xilotes. 5 plantas por punto de muestreo, 10 puntos/ha en zig-zag.	2-3 % de frutos infestados por larvas de 1-2 instar.	Antes del umbral se sugiere liberar <i>Trichogramma</i> . Posteriormente se deben aplicar insecticidas a base de la bacteria <i>B. thuringiensis</i> ; organofosforados; piretroides
	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>S. exigua</i>)	Desde las primeras etapas de desarrollo observar el cogollo de 100 plantas por ha. en busca de huevecillos y larvas de primer instar.	20-25 larvas de 1er instar/ha. Aplicar en puntos críticos si hay 10 plantas atacadas en 20 m lineales. A partir de las primeras larvas en clima cálido.	Aplicación de insecticidas, primero a base de <i>B. thuringiensis</i> , posteriormente endosulfan, clorpirifos y finalmente piretroides.
Tomate	Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>)	Muestrear directamente frutos pequeños. 10 plantas por punto de muestreo, 20 puntos de muestro/ha en zigzag. Instalar 20 trampas con feromona sexual por ha. para monitorear la incidencia.	2-3 % de frutos infestados por larvas. 20 adultos atrapados en trampas.	Trampeos con feromona interruptora del apareamiento, liberación de enemigos naturales como <i>Trichogramma</i> . Aplicación de bio-insecticidas (<i>Bacillus thuringiensis</i>); piretroides.
	Gusano del fruto (<i>Helicoverpa zea</i> y <i>Heliothis virescens</i>)	Muestrear el meristemo apical buscando huevecillos para predecir la fecha de eclosión. Muestrear directamente en frutos pequeños	2-3 % de frutos infestados por larvas de 1-2 instar.	Antes del umbral se debe liberar <i>Trichogramma</i> . Posteriormente se deben aplicar insecticidas a base de <i>B. thuringiensis</i> , organofosforados y piretroides.
	Gusano del cuerno (<i>Manduca quinquemaculata</i>)	Directamente en el follaje por ambos lados.	Al detectar las primeras larvas.	Liberación de <i>Trichogramma</i> . Aplicación de insecticidas biológicos a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> , aplicación de insecticidas piretroides
Melón Sandía y otras hortalizas de la familia Cucurbitaceae	Complejo mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. tabaci</i> , <i>B. argentifolii</i>)	Directamente en el follaje, especialmente muy temprano en que no vuelan por el frío. Monitoreo con trampas amarillas.	Desde antes de la aparición se deben realizar labores de prevención. El umbral se considera desde la aparición de los primeros individuos.	Prevenir con trapeo y aplicación de repelentes botánicos a base de chile, ajo y cebolla. Control con neem e insecticidas específicos como Applaud.
	Gusano del fruto (<i>Helicoverpazea</i> y <i>Heliothis virescens</i>)	Muestrear el follaje buscando huevecillos para predecir la fecha de eclosión. Muestrear directamente en frutos pequeños	Desde los primeros frutos infestados por larvas de 1-2 instar.	Antes del umbral se debe liberar <i>Trichogramma</i> . Posteriormente se deben aplicar insecticidas a base de <i>B. thuringiensis</i> , organofosforados y piretroides.
	Pulgones (<i>Aphis gossypi</i> , <i>Myzus persicae</i>)	Directamente en el follaje por ambos lados.	De 5 a 7 pulgones por planta. Si la temperatura es baja y existe un nivel alto de enemigos naturales el umbral sube a 20 pulgones/planta.	Liberación de <i>Crisopa</i> , aplicación de endosulfan y piretroides.
Chiles verdes	Complejo mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. argentifolii</i>)	Directamente en el follaje, especialmente muy temprano en que no vuelan por el frío. Monitoreo con trampas amarillas.	Desde antes de la aparición se deben realizar labores de prevención.	Prevenir con trapeo y aplicación de repelentes botánicos a base de chile, ajo y cebolla. Neem; insecticidas como Applaud.
	Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>)	Inspeccionar yemas terminales y axilares para adultos. Usar trampas amarillas y con feromona sexual. Censos directos de picudos en plantas. Buscar daño por alimentación u alimentación u oviposición.	5% de terminales dañadas o un picudo por 200 plantas.	Aplicar insecticidas biológicos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , piretroides y organofosforados.

respecto para fundamentar la necesidad de contar con bases de datos sobre los efectos de los plaguicidas disponibles (Cargo & Mallory 1977). El MIP tiene como finalidad manejar las plagas empleando las técnicas disponibles de manera compatible con el ambiente y entorno socioeconómico (Vázquez 2003).

Finalmente, para alcanzar una mayor concertación entre los investigadores y las dependencias e instituciones involucradas en la detección y control de plagas, se presentan las siguientes propuestas: (a) creación de comités interinstitucionales, regionales e internacionales, para el muestreo de plagas y análisis de los factores relevantes para el estado de

sanidad de los agroecosistemas y (b) elaboración y desarrollo de proyectos específicos para la solución mediata y a largo plazo de problemas fitosanitarios de interés común, sean locales, nacionales o de ámbito internacional.

AGRADECIMIENTOS

A Lidia Hirales, Franco Cota, Amado Cota y Marcos Acevedo su colaboración en los muestreos

realizados en La Paz y Los Cabos, B.C.S. Este trabajo fue financiado por la Coordinación Sectorial de los Centros CONACyT, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (proyecto ZA-4). Recibió financiamiento complementario del Fondo Sectorial CONACyT-SAGARPA, mediante el proyecto 480 (Pr. 02-C) y de la Fundación Produce Baja California Sur (Pr. 757).

LITERATURA CITADA

- Aluja M (1985) Manejo integrado de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). Programa Mosca del Mediterráneo. DGSV-SARH. DF. 241 pp.
- Anónimo (1978) Postharvest food losses in developing countries. National Academy of Sciences (NAS). Washington, D.C. 205 pp.
- Anónimo (1998) Reconocimiento de zonas libres de mosca de la fruta, en municipios de los Estados de Baja California Sur y de Sinaloa. Sec. de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 26 de febrero 1998.
- Anónimo (2005) The Global Invasive Species Database. ISSG (Invasive Species Specialist Group). IUCN Species Survival Commission. The Global Invasive Species Programme (GISP). National Biological Information Infrastructure. Manaaki Whenua-Landcare Research y University of Auckland. Nueva Zelandia. <http://www.invasivespecies.net/>
- Armitage DR (2003) Traditional agroecological knowledge, adaptive management and the socio-politics of conservation in Central Sulawesi, Indonesia. *Environm. Conserv.* 30(1): 79-90.
- Arnaud G, Rodríguez A (1992) Rodent community associated to agricultural zone at Baja California, México. *Peromyscus Newsletter* 14: 21.
- Ávila-Quezada GD, Téliz-Ortiz D, Vaquera-Huerta H, González-Hernández H, Johansen-Naime R (2005) Progreso temporal del daño por trips (Insecta: Thysanoptera) en aguacate (*Persea americana* Mill.). *Agrociencia* 39: 441-447.
- Bellows TS, Perring TM, Gill RJ, Headrick DH (1994) Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 87: 195-206.
- Brown OLM, Reyes-Gil RE (2003) Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia* 28(5): 252-258.
- Burn AJ, Coaker TH, Jepsin PC (1987) Integrated pest management. Academic Press. NY. 474 pp.
- Byrne, DN 1999 Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Agricultural and Forest Meteorology* 97 (4): 309-316.
- Calyecac G, Cibrián-Tobar J, Barrios B (2003) Preferencia de *Anastrepha ludens* (Loew) (TEPHRITIDAE) hacia frutos verdes y amarillos de mango y naranja. En: Romero J, Estrada E, Eqihua A (eds) *Biología, Ecología y Comportamiento*. *Entomol. Mex.* 2: 173-179.
- Cargo DN, Mallory BF (1977) Man and his geologic environment. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Massachusetts. 581 pp.
- Cervini ML, Demarco DG (2003) Evaluación de la estabilidad productiva de sistemas agropecuarios. *Arch. Zootec.* 52: 397-400.
- Chang-Chi C, Henneberry TJ, Natwick ET, Ritter D, Birdsall SL (2001) Efficacy of CC traps and seasonal activity of adult *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in Imperial and Palo Verde Valleys, California. *Journal of Economic Entomology* 94(1): 47-54.

- Cisneros J, Penagos D, Hernández O, Williams T (2004) ¿Es el insecticida biorracional Spinosad compatible con los parasitoides en el manejo integrado de *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)? En: Morales M, Ibarra M, Rivera A, Stanford S (eds) Control biológico. Memorias en extenso. Entomol. Mex. 3: 349-353.
- Cortéz-Mondaca E (1994) La mosca blanca en el valle de Santo Domingo, B.C.S. y las estrategias para su manejo integrado. SARH-INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle de Santo Domingo. CESTOD. Talleres Gráficos de la SARH. D.F. 40 pp.
- Corvalán L (2004) Evaluación del índice 0,01 capturas/trampa/día como indicador de baja prevalencia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en duraznos importados. Agricultura Técnica (Chile) 64(1): 82-88.
- Elías DJ, Valencia D (1984) La agricultura latinoamericana y los vertebrados-plaga. Interciencia 9(4): 223-229.
- Ellsworth PC, Martínez-Carrillo JL (2001) IPM for *Bemisia tabaci*: a case study from North America. Crop Protection 20: 853-869.
- FAO (2002) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Publicación N° 14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2003. 17 pp.
- Fitt G, Wilson L, Mensah R, Daly J (2004) Advances with Integrated Pest Management as a component of sustainable agriculture: the case of the Australian cotton industry. En: New directions for a diverse planet. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep - 1 Oct 2004, Brisbane, Australia.
- García-Hernández JL, Troyo-Diéguez E, Servín R, Murillo Amador E, Larrinaga JA (2000) Manejo Adecuado del Picudo del Chile en Baja California Sur. Publ. para la Transferencia y Divulg. No 1. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. La Paz, B.C.S. 29 pp.
- Gil-Bacilio JL (2004) Diagnóstico y evaluación de plagas. Curso-Taller (Memorias). Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Dir. Gral. de Sanidad Veg. Dir. de Vigilancia Fitosanitaria. Univ. Nal. Agraria de La Selva. Fac. de Agronomía. Tingo María. 24 pp.
- Gimenez R, Della-Penna A, Odello E (2004) Toxic effects of the insecticides chlorpyrifos and tefluthrin on earthworms (*Lumbricus terrestris* L.). Agric. Téc. (Chile) 64(4): 347-352.
- Jiménez ML, Tejas A, Servín R (1992) Hospederos naturales de *Anastrephaludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) en La Paz, BCS. Méx. Folia Entom. Mex. 84: 157-158.
- Lagunes-Tejeda A, Rodríguez-Maciel JC (1988) Combate químico de plagas agrícolas en México. Colegio de Posgraduados, Montecillo. 190 pp.
- Lagunes-Tejeda A, Rodríguez-Maciel JC (1989) Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas: los mecanismos de resistencia como base para el manejo de insecticidas y acaricidas agrícolas. 2a. Edición. Centro de Entomología y Acarología, COLPOS. Montecillo. 228 pp.
- Lagunes-Tejeda A, Vázquez M (1994) El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo. 159 pp.
- Llinas J, Arnaud G, Rodríguez A (1993) Vertebrados que afectan la agricultura. Cuaderno de Educación Ambiental 10. Talleres Gráficos del CIB, A.C. La Paz 11 pp.
- Loya-Ramírez JG (2003) Preliminary Studies on the Integrated Control of Pink Bollworm in Cotton. Dissertation. Dept of Agron and Hortic. New Mexico State Univ. Las Cruces, NM. USA.
- Loya-Ramírez JG, Carrillo JL (1980) Plagas del algodón en Morelos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agríc. Experim de Zacatepec. Folleto Técnico No. 2. Zacatepec. 44 pp.
- Matson PA, Parton WJ, Power AG, Swift MJ (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. Science 277 (5325): 504-509.
- Naranjo SE, Ellsworth PC (2005) Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. Entomologia Experimentalis et Applicata 116(2): 93-108.

- Novotny V (1999) Integrated management of water quality: the role of agricultural diffuse pollution sources . *Water Sci. Technol.* 39(3): 1-13.
- Orr A, Mwale B, Saitis D (2001) What is an integrated pest management 'strategy' ? Explorations in Southern Malawi. *Exp. Agric.* 37: 473-494.
- Ortega LD (1990) Susceptibilidad a insecticidas de la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) procedente de Chapingo, México, y de la región tomatera de Nepopualco, Morelos. Colegio de Postgraduados. Montecillo. 102 pp.
- Pacheco F (1985) Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIA-CIANO. Campo Agr. Exp. Valle del Yaqui. Ciudad Obregón. 414 pp.
- Ramakrishnan PS (2000) An integrated approach to land use management for conserving agroecosystem biodiversity in the context of global change. *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology* 1(1): 56-67.
- Reyes M, Bouvier, JC, Boivin T (2004) Insecticide Susceptibility and Enzymatic Activity of *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) from Three Apple Orchards of Maule Region, Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 64(3): 229-237.
- Rodríguez E, Loya-Ramírez JG (1987) Incidencia de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en tres fechas de siembra del algodón en el V. de La Paz, BCS. Resúmenes del XXII Congreso Nal. de Entomol. Cd. Juárez, Chih.
- Romero F (2004) Manejo integrado de plagas - Las bases, los conceptos, su mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo. Colegio de Postgraduados - Instituto de Fitosanidad. Montecillo. 103 pp. .
- Servín R (2004) Especies de mosquita blanca en agroecosistemas desérticos de Baja California o, y fenología de sus hospederos. *Revista Biología (Cuba)* 18(1): 57-64.
- Servín R, Martínez JL, Troyo-Diéguez E, Ortega-Rubio A (1997) Susceptibilidad de adultos de *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), a insecticidas de uso común en Baja California Sur, México. *Southwest. Entomol.* 22(1): 91-101.
- Vargas R, Alvear-de-la-F A (2000) Determinación de la susceptibilidad en tres poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) a metomilo y buprofezin. *Agric. Téc. (Chile)* 60(4): 341-349.
- Vázquez L (2003) Bases para el manejo integrado de trips *Thrips palmi*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE, Costa Rica)* 69: 84-91.
- Vázquez-Navarro JM (1993) Elaboración de un documento de referencia para el monitoreo de resistencia a plaguicidas en artrópodos mediante bioensayo. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Entomol y Acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo. 187 pp.
- Wilby A, Thomas MB (2002) Natural enemy diversity and pest control: patterns of pest emergence with agricultural intensification. *Ecology Letters* 5 (3): 353-360.