
Análisis de las investigaciones en fitoprotección publicadas en la revista MIP (Manejo Integrado de Plagas)

James Coronado* - Jaime E. García**

RESUMEN

Se presentan los resultados de un análisis hecho a los artículos sobre estudios en fitoprotección publicados en la revista MIP, durante sus primeros 11 años de edición (1986-1996). Del total de artículos publicados en la revista poco menos de 1/3 de estos trataron sobre investigaciones en protección de cultivos, cuya mayoría fueron realizadas en Costa Rica (74,7%). El cultivo y el grupo de plagas sobre los cuales se presentaron más investigaciones fueron el tomate y las plagas insectiles, respectivamente. En este estudio se encontró que el combate químico ocupó el primer lugar (40%) entre los métodos de combate de plagas evaluados experimentalmente, seguido por los métodos de combate biológico (28%), con prácticas agrícolas (17%), con trampeos (8%) y con cultivares resistentes (7%).

Palabras claves: agricultura, fitoprotección, métodos de combate de plagas, revista, manejo integrado de plagas, MIP.

INTRODUCCIÓN

La revista MIP (Manejo Integrado de Plagas) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica ha pretendido ser el órgano de difusión, desde 1986, de gran parte de los proyectos de investigación en Manejo Integrado de Plagas en la región centroamericana, en especial de

aquellas auspiciadas por la Oficina Regional para Programas Centroamericanos (RO-CAP), de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.), y el CATIE (CATIE, 1986).

En la actualidad, la revista MIP publica los resultados de las experiencias más significativas en MIP a nivel regional, trabajos referentes a las áreas de producción agrícola sustentable, la conservación de los recursos naturales y la protección de la salud del productor agrícola y del consumidor (CATIE, 1996). En esta revista se publican informes técnicos, resultados de investigación, ponencias a reuniones y cursos, material de enseñanza, adaptaciones de tesis, informes de consultorías, estudios de diagnósticos y otros materiales que reflejen un aporte a los logros de los objetivos de fitoprotección del CATIE (CATIE, 1996).

El MIP es en la actualidad el enfoque técnico convencional más aceptado como opción para reducir el uso indiscriminado de plaguicidas en las prácticas agrícolas. Esta estrategia tiene entre sus objetivos reducir el daño que ocasionan las plagas, disminuir los costos de protección de los cultivos y tratar de evitar los efectos colaterales indeseables causados por los plaguicidas (v. gr. resurgimiento de las plagas, aparición de otras nuevas, resistencia a los plaguicidas y residuos de los plaguicidas) (Cisneros et al., 1995).

Para cumplir con sus objetivos y, como lo indican las múltiples definiciones existentes, los programas de MIP deben recurrir a las tácticas disponibles para el combate de organismos no deseados, procurando mantener las poblaciones de estos por debajo de los niveles que causen daño económico, tratando de ocasionar el mínimo perjuicio sobre el ambiente y la

* Lic. en Biología de la Universidad de Panamá, con especialización en Zoología. Maestría en Biología, con énfasis en biología de insectos, Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica. C.e.: jcoronad@cariari.ucr.ac.cr.

** Doctorado en Ciencias Agrícolas (Dr.sc.agr.), con énfasis en Protección de Cultivos. Catedrático de la UNED (Programa de Educación Ambiental) y de la UCR (Escuela de Biología). Autor y coeditor de varios libros. Tel. 253-21-21, ext. 2255. Fax 234-65-47. C.e.: jaimegcr@softhome.net

salud humana (Andrews y Quezada, 1989; Apple *et al*, 1979; Bottrell, 1979; FAO, 1967; Hilje, 1994; MAG/FAO/PNUD, 1976; NAS, 1978, 1969; Rabb, 1972; Stern *et al*, 1959; University of California, 1990).

Son muchos los métodos de combate, formados por un número variable de tácticas, que pueden ser operacionalizados en un programa de MIP. Estos incluyen desde la utilización de medidas legales, como la erradicación y las cuarentenas, hasta la manipulación de los cultivos, las plagas y sus enemigos naturales (Andrews, 1989). Además de los métodos legales, en el MIP se incluyen el uso de enemigos naturales (combate biológico), el uso de cultivares de cultivos resistentes o tolerantes a enfermedades e insectos, una serie amplia de prácticas agrícolas, y el uso de los combates mecánicos, físicos, etológicos, autocidas y químicos (ver apéndice 1).

El objetivo principal de este trabajo es analizar los diferentes trabajos de investigación en protección de cultivos publicados en la revista MIP durante sus primeros 11 años de edición (1986-1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Clasificación de los artículos publicados:

En esta investigación se revisaron y clasificaron todos los artículos publicados en los 42 números de la revista MIP entre 1986 y 1996. En este análisis no se tomaron en cuenta los artículos referentes a listas bibliográficas sobre un tema en particular, así como tampoco los artículos de la sección informativa ni los resúmenes de tesis. Todos los artículos publicados fueron clasificados en uno de los siguientes cuatro grupos de afinidad temática:

- a. Revisiones o ensayos bibliográficos, material de carácter didáctico, de transferencia de tecnología, y guías técnicas y de procedimientos.
- b. Investigaciones de campo realizadas sobre los efectos secundarios en fitoprotección, diagnósticos socioeconómicos y fitosanitarios.
- c. Investigaciones de campo y laboratorio realizadas sobre la biología de los organismos cultivados, sus plagas y los enemigos naturales. Se incluyen aquí los inventarios de las especies de plagas y sus enemigos naturales, los daños de las plagas sobre los cultivos, el

muestreo y la estimación de las poblaciones de organismos plagas, la taxonomía de los organismos, los ciclos biológicos de las plagas y sus enemigos naturales, la fenología de los cultivos, las relaciones entre los organismos cultivados, las plagas y sus enemigos naturales, así como algunos trabajos de carácter técnico, especialmente en biología molecular.

- d. Experimentos de fitoprotección en el campo, en casas de mallas (invernaderos) y en laboratorios. Estos artículos son los de mayor interés para este análisis porque de ellos se obtuvieron los datos necesarios para evaluar la importancia que han tenido los diferentes métodos de combate, los cultivos y las especies de plagas en el MIP.

Evaluación de los métodos de combate de plagas utilizados en los experimentos de fitoprotección:

Los elementos evaluados para cada experimento de fitoprotección fueron los siguientes:

- a. Métodos de combate de plagas: químico, biológico, prácticas agrícolas, uso de cultivares resistentes y trampeos.
- b. Cultivos.
- c. Especies y grupos de especies plagas: insectiles, patógenos, plantas adventicias, ácaros, gastrópodos, nematodos y vertebrados.
- d. País donde se realizó la investigación.
- e. Tipos de plaguicidas, según sus orígenes y propiedades: sintéticos o naturales, insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas, rodenticidas, otros.
- f. Agentes de combate biológicos: microorganismos, parasitoides y depredadores.
- g. Tácticas de combate con prácticas agrícolas.
- h. Tipos de cultivares resistentes.

Para algunos experimentos no fue sencillo hacer su clasificación según los métodos de combate de plagas utilizados; por esta razón, a continuación, se explican los criterios que se utilizaron para tomar tales decisiones.

Se consideraron como método químico todas las evaluaciones experimentales que se realizaron con el

uso de plaguicidas sintéticos, plaguicidas de origen natural, feromonas insectiles, inhibidores de la síntesis de quitina, reguladores del crecimiento, aceites agrícolas, jabones líquidos y cebos tóxicos. No se tomaron como método químico aquellos experimentos en los cuales se utilizaron los plaguicidas como una herramienta dentro del diseño experimental sin realizar una evaluación propia de ellos. Por ejemplo, si el experimento consistió en evaluar la eficiencia de un agente de combate biológico sobre una plaga y su efectividad se midió con la producción del cultivo, para evitar los efectos de otras plagas sobre la producción, en muchos casos, se recurrió a la aplicación de plaguicidas que no estaban siendo evaluados. Vale la pena destacar aquí que, en la mayoría de los experimentos realizados, independientemente del método de combate evaluado, se recurrió de una forma u otra al uso de plaguicidas.

Como combate biológico se consideraron todos los experimentos de evaluación de algún organismo parásito, parasitoide, depredador o antagonista de organismos plagas, independientemente de la forma de aplicación de los agentes biológicos en el medio. De esta manera, los experimentos con aspersiones de formulaciones de microorganismos, como *Bacillus thuringiensis*, también fueron clasificados como un método de combate biológico, a pesar de que su aplicación es igual a la de los plaguicidas. También fueron clasificados como combate biológico los experimentos en donde se modificó el ambiente con plaguicidas de manera controlada para evaluar los efectos de los enemigos naturales sobre las plagas. Por el contrario, no se consideraron como combate biológico aquellos experimentos de evaluación de los efectos negativos de los plaguicidas sobre la entomofauna benéfica de un cultivo; estos fueron clasificados como combate químico. Tampoco fueron incluidas como combate biológico las investigaciones en donde se realizaron estudios sobre la biología de las plagas y sus enemigos naturales, o el descubrimiento de algún agente biológico causando daño a alguna plaga, o el inventario de los organismos benéficos en un cultivo; por lo general, en ninguno de estos casos se hacen evaluaciones sobre la eficiencia de los agentes de combate; por esta razón, estos trabajos fueron clasificados en el grupo de artículos referentes a investigaciones sobre la biología de los organismos.

Se consideraron como uso de cultivares resistentes aquellos experimentos en donde se comparó la utilidad de un cultivar con respecto a otro, o con respecto a otro método de combate. No fueron tomados en cuenta, como uso de cultivares resistentes, los experimentos que especificaron los cultivares utilizados, pero no evaluaron la resistencia de estos a las enfermedades ni a los ataques de otras plagas.

Se tomaron como combate con prácticas agrícolas aquellos experimentos en los que se evaluó la utilidad de una variedad amplia de técnicas agronómicas como métodos de combate de plagas. Dentro de este tipo de combate no se incluyó un experimento realizado en café en el que se estudió el establecimiento de coberturas vivas, pero no se evaluó su utilidad en relación con el combate de organismos antagónicos con el cultivo.

Por último, se consideraron como trapeos aquellos experimentos que utilizaron cualquier artefacto que tuviera la finalidad de atraer y eliminar organismos dañinos. Las trampas estaban equipadas con feromonas, colores o cebos para atraer a las plagas. También las había provistas con pegamentos, agua jabonosa o plaguicidas para eliminar a los organismos plagas. Las investigaciones que utilizaron trampas con feromonas o plaguicidas se clasificaron como experimentos de trapeos y método químico a la vez.

La importancia en los experimentos de fitoprotección de los métodos de combate, los cultivos y los grupos de especies plagas se expresa en los resultados a través de porcentajes. En los siguientes párrafos se explica cómo se obtuvo cada uno de estos:

** Cálculo de la importancia relativa de los métodos de combate de plagas:*

i. Para cada experimento publicado se anotaron cuáles fueron los métodos de combate probados. Por ejemplo, si se utilizó el método químico, biológico, prácticas agrícolas, etc.; o una combinación de más de uno por experimento. Se ofreció un punto a cada método probado en cada experimento publicado, si se probó más de un método de combate por experimento, cada uno recibió un punto por separado.

ii. Para cada método de combate se sumaron las veces que fueron probados entre los experimentos

publicados. Por ejemplo, en 91 experimentos, 49 veces fue probado el método químico, 34 el biológico y 20 el combate con prácticas agrícolas.

iii. Para obtener un gran total de pruebas se sumaron las veces que fueron probados cada uno de los métodos de combate. Por ejemplo, gran total de pruebas = $49 + 34 + 20 + \dots = 121$. Este gran total de pruebas es mayor al número de experimentos porque en algunos experimentos se probó más de un método de combate.

iv. La importancia relativa de utilización de los diferentes métodos de combate en los experimentos publicados se muestra a través de porcentajes. Estos se obtuvieron al dividir los números de veces que se probó cada método de combate (paso ii) entre el gran total de pruebas (paso iii) multiplicando el cociente por 100.

** Cálculo de la importancia relativa de las especies de cultivos:*

i. Para cada experimento publicado se anotaron cuáles fueron las especies de cultivo estudiadas. Por ejemplo, si el experimento se realizó en un cultivo de tomate, maíz o café, etc.; o una combinación de más de un cultivo por experimento. Se ofreció un punto a cada especie de cultivo estudiada en cada experimento publicado, si se estudió más de una especie por experimento, cada una recibió un punto por separado.

ii. Para cada especie de cultivo se sumaron las veces que fueron estudiadas en los experimentos publicados. Por ejemplo, en 91 experimentos, 19 veces se hicieron pruebas en el cultivo de tomate, 10 en maíz y 5 en café.

iii. Para obtener un gran total de pruebas se sumaron los números de veces que fueron estudiadas cada una de las especies de cultivos. Por ejemplo, gran total de pruebas = $19 + 10 + 5 + \dots = 93$. Este gran total de pruebas es mayor que el número de experimentos publicados porque en dos de estos se estudiaron dos especies diferentes de cultivos.

iv. La importancia relativa de estudio de las especies de cultivos en los experimentos publicados se muestra a través de porcentajes. Estos se obtuvieron al dividir los números de veces que se estudió cada especie de

cultivo (paso ii) entre el gran total de pruebas (paso iii) multiplicando el cociente por 100.

** Cálculo de la importancia relativa de las plagas:*

i. Para cada experimento publicado se anotaron cuáles fueron las especies de plagas estudiadas. Estas fueron agrupadas en insectiles, ácaros, plantas adventicias, patógenos, nematodos, gastrópodos y vertebrados. Se ofreció un punto a cada grupo de plaga estudiado en cada experimento publicado, independiente del número de especies por prueba; si en cada experimento se estudiaron especies representantes de más de un grupo, cada uno recibió un punto por separado. Por ejemplo, si en un experimento se estudiaron siete especies de insectos y una de gastrópodo, cada grupo recibió la misma puntuación.

ii. Para cada grupo de plagas se sumaron las veces que fueron estudiadas en los experimentos publicados. Por ejemplo, en 91 experimentos 58 veces se estudiaron insectos, 17 patógenos y 10 plantas adventicias.

iii. Para obtener un gran total de pruebas se sumaron los números de veces que fue estudiado cada grupo de plagas. Por ejemplo, gran total de pruebas = $58 + 17 + 10 + \dots = 93$. Este gran total de pruebas es mayor que el número de experimentos publicados porque en dos de estos se estudiaron especies de dos grupos diferentes de plagas.

iv. La importancia relativa de estudio de los grupos de plagas en los experimentos publicados se muestra a través de porcentajes. Estos se obtuvieron al dividir los números de veces que se estudió cada grupo de plagas (paso ii) entre el gran total de pruebas (paso iii) multiplicando el cociente por 100.

Para los otros elementos evaluados en los experimentos de fitoprotección, como: tipos de plaguicidas, agentes biológicos, tácticas con prácticas agrícolas y cultivares resistentes, simplemente se presenta una lista de los componentes de cada uno de estos, por ejemplo: ingredientes activos de los plaguicidas, especies biocontroladoras, etc.; y se cuenta a cada componente según las veces que fue probado en la totalidad de experimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Áreas tratadas en los artículos de la revista:

De los 323 artículos publicados en la revista, 106 proceden de investigaciones realizadas sobre la biología de los organismos, 104 son de carácter didáctico, de transferencia de tecnología y similares, 91 proceden de investigaciones referentes a experimentos en fitoprotección y 22 proceden de investigaciones relativas a diagnósticos fitosanitarios y afines. Debe resaltarse aquí que los trabajos de experimentos en

fitoprotección solo representan el 28,2% de todos los artículos publicados.

Países de origen de los experimentos en fitoprotección:

La gran mayoría de los experimentos en fitoprotección se realizaron en Costa Rica. El Cuadro 1 muestra los 12 países en donde se realizaron los experimentos y la cantidad de estos que se efectuaron en cada país.

Cuadro 1. Países de origen de los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP (1986-1996)

País	N.º de experimentos
Costa Rica	68
Honduras	4
Nicaragua	4
Panamá	4
Brasil	2
El Salvador	2
Guatemala	2
Colombia	1
Chile	1
Estados Unidos	1
México	1
Venezuela	1

Como puede observarse, el 74,7% de los experimentos publicados en la revista se realizaron en Costa Rica, el 17,6% en los otros países centroamericanos y un 7,7% entre otros países latinoamericanos y los EE.UU.

Importancia de las especies de cultivos estudiados:

Como lo muestra el Cuadro 2, el tomate fue el cultivo más investigado. Le siguen en orden descendente de importancia otras especies hortícolas como el chile, el repollo y la papa; también algunos granos, como el maíz, el frijol y el arroz; y algunos cultivos perennes como el café y la macadamia. En seis de las pruebas realizadas no se especificó hacia qué cultivo estaban dirigidos los experimentos.

Cuadro 2. Importancia relativa de los cultivos utilizados en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996

Nombre común	Nombre científico	%
Tomate	<i>Solanum Lycopersicon</i> (= <i>Lycopersicon esculentum</i>)	20,4
Maíz	<i>Zea mays</i>	10,8
Café	<i>Coffea arabica</i>	5,4
Chile	<i>Capsicum annum</i>	5,4
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	5,4
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	5,4
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	4,3
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>	4,3
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	4,3
Banano y plátano	<i>Musa</i> spp.	3,2
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	3,2
Crisantemos	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	2,2
Fresa	<i>Fragaria vesca</i>	2,2
Melón	<i>Cucumis melo</i>	2,2
Pastos n.e.	—	2,2
Rosales	<i>Rosa</i> sp.	2,2
Sorgo	<i>Sorghum vulgare</i>	2,2
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	1,1
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	1,1
Chayote	<i>Sechium edule</i>	1,1
Cítricos	<i>Citrus</i> sp.	1,1
Durazno	<i>Prunus persica</i>	1,1
Palma aceitera	<i>Elaeis guineensis</i>	1,1
Salvia	<i>Salvia splendens</i>	1,1
Uva	<i>Vitis vinifera</i>	1,1
n.e.	—	6,5

n.e.: cultivos no especificados.

Importancia de los diferentes grupos de plagas estudiados:

En los experimentos de fitoprotección se realizaron pruebas contra plagas de siete grupos de organismos diferentes. La importancia relativa que tuvo cada uno de estos grupos se muestra en la Figura 1. En esta figura se puede observar que las plagas insectiles fueron las más estudiadas, seguidas por los patógenos (hongos y bacterias), las plantas adventicias, los ácaros y, por último, los nematodos, gastrópodos y vertebrados, cada uno con 1,1% de importancia.

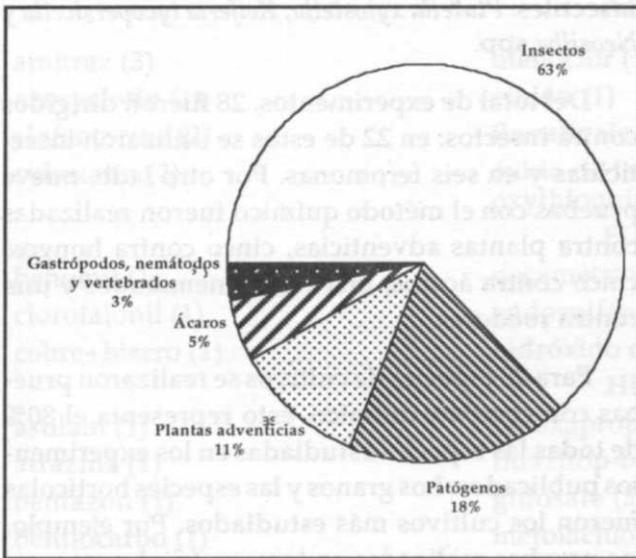


Figura 1. Importancia relativa de los grupos de plagas estudiados en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996.

Las especies que componen cada uno de los grupos de plagas estudiadas están en el Cuadro 3 acompañadas por un número que demuestra el número de veces que se experimentó con estas. Además de haberse realizado una mayor cantidad de experimentos con insectos, estos superan ampliamente a los otros grupos de plagas en número de especies estudiadas. De una manera resumida puede decirse que, de los 68 géneros de plagas estudiados, 37 fueron insectos, 10 patógenos, 13 plantas adventicias, tres ácaros, uno vertebrado, uno nematodo y uno de gastrópodo. De los 37 géneros de plagas insectiles estudiados, 17 fueron lepidópteros, ocho coleópteros, cuatro homópteros, tres dípteros, un himenóptero, un hemíptero, un isóptero, un tisanóptero y un dermáptero. De los 10 géneros de patógenos, 10 fueron hongos y dos bacterias.

Cuadro 3. Plagas investigadas en los experimentos de fitoprotección en la revista MIP entre 1986y 1996

ÁCAROS

Tetranychidae: *Eutetranychus banksi* (1), *Paratetranychus corderoi* (1) y *Tetranychus urticae* (5).

GASTRÓPODOS

Sarasinula plebeia (1).

INSECTOS

Lepidoptera: *Apion godmani* (2), *Cydia molesta* (1), *Diatraea lineolata* (1), *Diatraea spp.* (1), *Ecdytolopha torticornis* (1), *Empoasca kraemeri* (1), *Eupoecilia ambiguella* (1), *Gearaeus sp.* (1), *Helicoverpa zea* (1), *Keiferia lycopersicella* (3), *Lobesia bostrana* (1), *Milghitea melanoleuca* (1), *Modis latipes* (1), *Phthorimaea operculella* (1), *Plutella xylostella* (6), *Rothschildia orizaba* (1), *Scrobipalpula solanivora* (2), *Scrobipalpula spp.* (2), *Spodoptera frugiperda* (6) y *S. sunia* (1).

Coleoptera: *Cosmopolites sordidus* (2), *Diabrotica balteata* (1), *Diabrotica sp.* (1), *Hypothenemus hampei* (1), *Metamasius hemipterus* (1), *Phyllophaga sp.* (1), *Prostephanus truncatus* (1), *Rhynchophorus palmarum* (1) y *Sphenophorus levis* (1).

Homoptera: *Aeneolamia albofasciata* (1), *Bemisia tabaci* (13), *Macrosiphum rosae* (1), *Prosapia distantis* (1) y *Prosapia spp.* (1).

Diptera: *Ceratitis capitata* (1), *Liriomyza huidobrensis* (4) y *Neosilba sp.* (1).

Hemiptera: *Hyalymenus tarsatus* (1).

Hymenoptera: *Solenopsis geminata* (1) y *S. invicta* (1).

Isoptera: *Heterotermes convexinotatus* (1).

Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis* (1).

Dermaptera: *Doru taenitum* (1)

PLANTAS ADVENTICIAS

Amaranthus spinosus (1), *Bidens pilosa* (1), *Borreria latifolia* (1), *Chloris chloridea* (1), *Cyperus rotundus* (2), *Drymaria cordata* (1), *Echinocloa colona* (1), *Emilia fosbergii* (1), *Portulaca oleracea* (1), *Pteridium aquilinum* (1), *Richardia scabra* (1), *Rottboellia cochinchinensis* (3) y *Tithonia tubaeformis* (1).

NEMATODOS

Meloidogyne salasi (1).

PATOGENOS

Hongos: *Alternaria solani* (4), *Alternaria sp.* (1), *Harpographium sp.* (1), *Hemileia vastatrix* (2), *Mycosphaerella fijiensis* (1), *Penicillium sp.* (1), *Phomopsis sp.* (1), *Phytophthora capsici* (3), *Stenocarpella maydis* (1) y *Thanatephorus cucumeris* (1).

Bacterias: *Pseudomonas solanacearum* (2), *Pseudomonas sp.* (1) y *Xanthomonas spp.* (1).

VERTEBRADOS

Orthogeomys heterodus (1).

(): Número de veces que se experimentó con cada especie.

Como puede destacarse del cuadro anterior, las especies de plagas más investigadas fueron *Bemisia tabaci*, *Plutella xylostella* y *Tetranychus urticae*, con trece, seis y cinco experimentos, respectivamente.

Importancia de los diferentes métodos de combate de plagas:

Cinco métodos de combate de plagas fueron probados en los experimentos publicados en la revista MIP. Como lo demuestra la Figura 2, el método químico

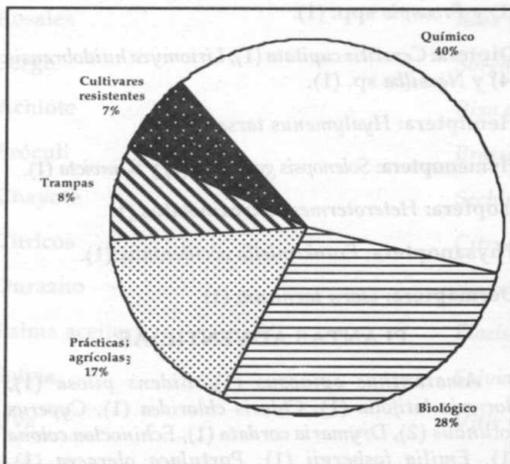


Figura 2. Importancia relativa de los diferentes métodos de combate utilizados en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996

fue el más utilizado, seguido, en orden descendente de importancia, por los métodos biológicos, los métodos con prácticas agrícolas, el trampeo y la utilización de cultivares resistentes.

Al analizar algunos elementos de cada uno de los métodos de combate de plagas por separado, se obtuvieron los siguientes resultados:

* **Método químico:** solamente en tres de los 49 experimentos realizados con el método químico se evaluó la utilización de umbrales de acción. Las tres pruebas fueron realizadas contra las plagas insectiles: *Plutella xylostella*, *Keiferia lycopersicella* y *Neosilba spp.*

Del total de experimentos, 28 fueron dirigidos contra insectos: en 22 de estos se utilizaron insecticidas y en seis feromonas. Por otro lado, nueve pruebas con el método químico fueron realizadas contra plantas adventicias, cinco contra hongos, cinco contra ácaros, una contra nematodos y una contra roedores.

Para 20 especies de cultivos se realizaron pruebas con combate químico, esto representa el 80% de todas las especies estudiadas en los experimentos publicados. Los granos y las especies hortícolas fueron los cultivos más estudiados. Por ejemplo, las pruebas realizadas en tomate, frijol, arroz, repollo, maíz, sorgo y papa representaron el 60% de todos los experimentos realizados con este método de combate. El 40% restante de pruebas es compartido por otras 13 especies de cultivos: fresa, chayote, salvia, macadamia, chile, crisantemo, rosal, pasto, palma aceitera, durazno, melón, café y banano.

Al evaluar las propiedades y el origen de los químicos utilizados, puede destacarse que, de las 103 sustancias probadas en todos los experimentos, 14 fueron de origen natural (Cuadro 4), todas con propiedades insecticidas, y 89 de origen sintético (Cuadros 5 y 6). Entre los químicos sintéticos, 38 eran insecticidas, 19 herbicidas, 13 acaricidas, nueve fungicidas, siete feromonas insectiles, dos nematicidas y un rodenticida.

Cuadro 4. Plaguicidas de origen natural utilizados en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996

abamectina (4)
Extracto de ajo con chile (1)
Compuestos formulados y no formulados de <i>Azadirachta indica</i> (6)
Extractos naturales de especies de meliáceas (11)*

(): número de experimentos.

* : en un solo experimento.

Cuadro 5. Ingredientes activos de los plaguicidas utilizados en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996

ACARICIDAS		
amitraz (3)	dienoclor (1)	profenofós (1)
azocyclotín (1)	ethión (1)	propargite (1)
clofentezine (2)	fluvalinate (2)	tetradifón (1)
cyhexatín (2)	óxido de fembutatín (1)	dicofol (1)
	oxythioquinox (1)	
FUNGICIDAS		
benomil (1)	decametrina (1)	mancozeb (3)
clorotalonil (1)	endosulfán (1)	propiconazole (1)
cobre+hierro (1)	hidróxido de cobre (1)	tridemorf (1)
HERBICIDAS		
asulam (1)	fenoxaprop-etil (1)	oxadiazón (2)
atrazina (1)	fluazifop-butil (1)	oxyfluorfen (1)
bentazón (1)	glifosato (3)	paraquat (2)
bentocarbo (1)	metolachlor (1)	pendimetalina (2)
butaclor (1)	metsulfurón-metilo (1)	piperofox (1)
dimetametrina (1)	nicosulfurón (1)	propanil (3)
2,4-D (3)		
INSECTICIDAS		
acefato (4)	diafentiurón (1)	metil paratión (1)
aceites (5)	diazinón (1)	metil-pirimifós (1)
amitraz (1)	diflubenzurón (2)	metiocarb (1)
azinfós-metil (1)	dimetoato (1)	metomil (1)
bifentrín (2)	endosulfán (4)	oxamyl (3)
butocarboxím (1)	fenpropatrín (2)	oxidemetón-metil (1)
carbofurán (3)	fosfato orgánico (1)	permetrina (3)
cartap (1)	fosmet (1)	pimetrocine (1)
ciflutrín (1)	imidacloprid (2)	profenofós (2)
cipermetrina (2)	isazofós (1)	phoxim (2)
ciromazina (1)	jabón líquido (1)	tiociclam oxalato(2)
clorpirifós (1)	lambdacyhalothrín (1)	triflumurón (2)
deltametrina (3)	metamidofós (4)	
NEMATICIDAS		
ethoprop (1)	terbufós (1)	
RODENTICIDAS		
estricnina (1)		

(): número de experimentos.

Cuadro 6. Especies insectiles para las que se realizaron pruebas con feromonas en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996.

ESPECIES

- Cydia molesta* (1)
- Keiferia lycopersicella* (1)
- Phthorimaea operculella* (2)
- Plutella xylostella* (2)
- Rhynchophorus palmarum* (1)
- Scrobipalopsis solanivora* (1)
- Spodoptera sunia* (1)

(): número de experimentos.

* Método biológico:

De las 34 pruebas realizadas con el método biológico 24 fueron contra insectos, cinco contra ácaros, tres contra patógenos y dos contra plantas adventicias.

Para 18 especies de cultivos se realizaron pruebas con combate biológico, lo que representa el 72% de todas las especies estudiadas en los experimentos de MIP publicados. Para este método de combate no se encontró una tendencia marcada de estudio hacia una especie o grupo de cultivos. Los cultivos estudiados fueron: maíz, pastos, repollo, fresa, café, frijol, maíz, chayote, salvia, caña de azúcar, cítricos, tomate, achiote, rosas, banano, plátano, uva, sorgo y macadamia.

Entre las pruebas realizadas con el método biológico se aprobaron 22 agentes de combate a nivel de género (Cuadro 7), destacándose entre estos los géneros *Beauveria*, estudiada en 11 pruebas diferentes *Bacillus*, evaluado en nueve pruebas y *Metarhizium*, estudiada en cuatro pruebas. En ocho pruebas con el método biológico se estudiaron 10 géneros de parasitoides y tres de depredadores.

Cuadro 7. Agentes biocontroladores en los experimentos de fitoprotección publicados en la revista MIP entre 1986 y 1996

DEPREDADORES	
<i>Dorus</i> sp. (1)	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (1)
<i>Hippodamia convergens</i> (1)	
PARASITOIDES	
<i>Belvosia</i> sp. (1) (prob. <i>nigrifrons</i>)	<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (1)
<i>Cotesia flavipes</i> (1)	<i>Pristomerus spinator</i> (1)
<i>Chelonus insularis</i> (1)	<i>Trichogramma cacoeciae</i> (1)
<i>Chelonus</i> sp. (1)	<i>Trichogramma dendrolimi</i> (1)
<i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (1)	<i>Trichogramma embryophagum</i> (1)
<i>Diadegma insulare</i> (1)	<i>Trichogramma evanescens</i> (1)
<i>Eiposoma vitticole</i> (1)	<i>Trichogramma</i> sp. (1)
<i>Genea</i> sp. (1)	
PATOGENOS	
<i>Bacillus thuringiensis</i> (7)	<i>Mucor</i> spp. (1)
<i>Bacillus cereus</i> (1)	<i>Nomuraea rileyi</i> (1)
<i>Bacillus</i> sp. (1)	<i>Pseudomonas</i> sp. (1)
<i>Beauveria bassiana</i> (10)	<i>Serratia entomophyla</i> (1)
<i>Beauveria brongniartii</i> (1)	<i>Serratia marcescens</i> (1)
<i>Cercospora</i> sp. (1)	<i>Verticillium lecanii</i> (1)
<i>Metarhizium anisopliae</i> (4)	<i>Verticillium</i> sp. (1)

(): número de experimentos.

* Métodos con prácticas agrícolas:

En total se publicaron 20 experimentos con ocho prácticas agrícolas. De estas, cuatro pruebas consistieron en la manipulación de nutrientes y de enmiendas orgánicas, en tres se recurrió al uso de coberturas en los cultivos, en otras tres se procedió a la protección de semilleros, en dos pruebas se utilizaron cultivos trampa, en tres se realizaron chapeos de plantas adventicias, en dos se hizo manejo de las plantas adventicias, en otras dos pruebas se procedieron con la recolección manual de los hospedantes y en una se disminuyó el trabajo de labranza.

De las pruebas citadas, 12 fueron contra insectos, cinco contra patógenas, dos contra plantas adventicias y una contra nematodo.

Se hicieron pruebas con prácticas agrícolas solo en ocho especies de cultivos, lo que representa una tercera parte de todas las especies de cultivos estudiadas. Al respecto es importante destacar que el 50% de todas las pruebas realizadas con prácticas agrícolas se hicieron en tomate. Las otras especies estudiadas fueron: maíz, sorgo, macadamia, arroz, frijol, repollo y café.

* Trampeo:

De las 10 pruebas realizadas con trampas, nueve fueron dirigidas contra insectos y una contra vertebrados.

En seis de las nueve pruebas realizadas contra insectos se usaron feromonas como atrayentes, en dos pruebas se utilizaron trampas amarillas y en una prueba se utilizaron trampas con pegamentos. En la trampa utilizada contra el vertebrado plaga se utilizó un cebo tóxico.

Se hicieron pruebas con trampeo en seis especies de cultivos, lo que representa el 24% de todos los cultivos estudiados en los experimentos. No se encontró una tendencia de estudio hacia una especie o grupo de cultivo determinado. Las especies estudiadas con este método fueron: repollo, frijol, papa, palma aceitera, tomate y melón.

* Cultivares resistentes:

De las ocho pruebas realizadas con cultivares resistentes, siete fueron dirigidas contra patógenos y una contra nematodos.

Las plantas en las que se evaluaron cultivares resistentes fueron chile, en cuatro experimentos, y arroz, brócoli, tomate y frijol, en un solo experimento cada uno.

SÍNTESIS

Los resultados de este trabajo de análisis de los experimentos en fitoprotección publicados en la revista MIP durante sus primeros 11 años de edición (1986-1996) pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Poco menos de 1/3 del total de artículos publicados en la revista MIP fueron sobre investigaciones en protección de plantas.

2. La mayoría de los trabajos publicados en la revista MIP en el área de la fitoprotección durante el periodo analizado, fueron de experimentos realizados en Costa Rica (74,7%).

3. El tomate fue el cultivo con el cual se realizó el mayor número de investigaciones en fitoprotección (20,4%), seguido por el maíz, el café, el chile, el frijol y el repollo (5,4% c/u).

4. El grupo de las plagas insectiles fue el más investigado en los experimentos en protección de cultivos. Las especies con las que se realizó el mayor número de trabajos fueron *Bemisia tabaci*, *Plutella xylostella* y *Tetranychus urticae*, con trece, seis y cinco experimentos, respectivamente.

5. El combate químico fue el método más utilizado en los experimentos de fitoprotección (40%). Al respecto, llama la atención el hecho de que, en algunos de los experimentos publicados, las aplicaciones de estos se realizaron en forma calendarizada y/o sin llegar a determinar la necesidad o no de realizar las mismas.

6. Solamente en tres de los 49 experimentos realizados con el método de combate químico se investigó el uso de umbrales de acción para determinar la necesidad o no de la aplicación de plaguicidas. Lo anterior es de alguna manera sorprendente, puesto que el establecimiento de los umbrales de acción es una de las metodologías propuestas más difundidas y propagadas a nivel teórico en los programas de MIP.

7. El combate biológico resultó el segundo método en importancia de los experimentos publicados en la revista MIP (28%). Sin embargo, el 70,6% de todos los experimentos realizados con este método correspondieron a la utilización de agentes microbianos, en su mayoría formulaciones comerciales de *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Metarhizium anisopliae*.

8. La mayoría de las pruebas de combate con trampeo se realizaron con la utilización de feromonas insectiles.

9. La utilización de cultivares resistentes fue el único método de combate con el que no se realizaron pruebas para combatir plagas insectiles. En este caso, con excepción de una prueba hecha para el combate de nematodos, el resto de estas fueron dirigidas para combatir patógenos.

10. En los experimentos publicados en la revista MIP durante el período analizado, solo se probaron 19 tácticas de combate. Lo anterior representa menos de la mitad de las opciones para el combate de plagas que pudieron recopilarse en la bibliografía consultada, donde se citan poco más de medio centenar de tácticas (ver *apéndice 1*)

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

De ninguna manera puede llegarse a la conclusión, a través de ese análisis, de que los resultados mostrados aquí son el reflejo real de lo que está sucediendo en MIP a nivel centroamericano. Lo interesante en este caso es que puede servir como modelo para iniciar una amplia recopilación de la literatura publicada en otras revistas, memorias de congresos y reuniones, etc., que hayan publicado resultados sobre experiencias de MIP a nivel regional. Con un estudio de esta magnitud podría obtenerse una idea más precisa sobre cuál es la situación de la investigación y la aplicación del MIP en América Central.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) que financió los estudios de postgrado del primer autor en la Universidad de Costa Rica. Al Dr. Paul Hanson (Escuela de Biología, UCR) por facilitar el uso de su colección de la revista MIP. A Niko Franz, Geovani Gómez, Rosemarí Manchado e Isabel Ibarra por sus valiosos comentarios durante la elaboración del documento inicial.

LITERATURA CITADA

Andrews, K.L. 1989. "Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas". En: Andrews, K.L. y J.R. Quezada (eds.). *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura*. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 3-20.

Andrews, K.L.; Quezada, J.R. 1989. *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura*. Escuela

Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 623 p.

Apple, J.L., Benepal, P.S.; Berger, R.; Bird, G.W.; Gutiérrez, A.P.; Maxwell, F.; Ruesink, W.G.; Santelmann, P.; White, G.B. 1979. *Integrated pest management. A program of research for the State Agricultural Experimental Stations and the Colleges of 1890. A study conducted by the Intersociety Consortium for Plant Protection. 1 de setiembre de 1979.*

Bottrell, D.G. 1979. "Integrated pest management. Council on Environmental Quality". US Government Printing Office, Washington, DC, USA. 120 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 1996. Contraportada. Revista *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica), N°40.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 1986. Contraportada. Revista *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica), N°1.

Cisneros, F.; Alcázar, J.; Palacios, M.; Ortiz, O. 1995. "Una estrategia para el desarrollo e implementación del Manejo Integrado de Plagas". Centro Internacional de la Papa (CIP) 21(3): 2-7.

FAO (Food and Agriculture Organization) 1967. "Informe de la primera reunión del cuadro de expertos de las FAO en la lucha integrada contra las plagas". Roma, Italia.

García, J. E. 1997. *Introducción a los plaguicidas*. EUNED: San José, Costa Rica. 450 p.

Hilje, L. 1994. "El manejo integrado de plagas como noción y estrategias para enfrentar los problemas de plagas". En: Hilje, L. (comp.). *Lecturas sobre Manejo Integrado de Plagas*. Colección Temas de Fitoprotección para Extensionistas. Serie Técnica. Informe Técnico N°237. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. p. 1-23.

MAG/FAO/PNUD 1976. Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. MAG. Managua, Nicaragua. 63 p.

NAS (National Academy of Sciences) 1969. *Insect-pest management and control*. Publication 1695. Washington, DC, USA. 508 p.

NAS (National Academy of Sciences) 1978. Manejo y control de plagas de insectos. Limusa: Mexico. 522 p.

Rabb, R.L. 1972. *Principles and concepts of pest management. In: Implementing practical pest management strategies. Proceedings of a National Extension Pest-Management Workshop.* University of Purdue, Lafayette, Indiana, p. 6-29.

Stern, V.M.; Smith, R.F.; Van den Bosch, R.; Hagen, K.S. 1959. *The integrated control concept.* Hilgardia 29(2): 81-101.

University of California 1990. *Integrated pest management for tomatoes.* 3rd. ed. California, USA. Publication 3274. 105 p.

APÉNDICE 1

TÁCTICAS DISPONIBLES EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

TIPO DE COMBATE	MODALIDADES
Combate biológico clásico	Introducción de poblaciones específicas de enemigos naturales de la plaga que interesa combatir.
Combate biológico	Propagación y liberación periódica en grandes cantidades de enemigos naturales, parásitos o productos de microbios patógenos específicos para el organismo plaga.
Combate biológico moderado (= autocontrol por biodiversidad)	Manejo de la biota en todo el agrosistema para la conservación de controladores naturales.
Combate competitivo	Uso de organismos inofensivos para aumentar la competencia con la plaga por el hábitat.
Combate con prácticas agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> - Empleo de cultivares resistentes. - Destrucción de residuos y rastrojos. - Labranza adecuada del suelo. - Podas de saneamiento. - Manejo de la densidad de siembra. - Rotación de cultivos. - Uso de cultivos «trampa». - Manipulación del tiempo de siembra, labranza y cosecha. - Manejo de cultivos asociados y policultivos. - Aporca. - Semilla y material de transplante limpios. - Manejo de la sombra. - Manejo de la vegetación adventicia. - Destrucción de hospedantes. - Periodos libres de cultivo. - Uso de mantillo. - Transplante. - Manipulación de la nutrición mineral y orgánica. - Manejo del agua. - Uso de tutores. - Uso de plantas repelentes.

Continúa en la próxima página

Continuación...

Combate físico
o mecánico

- Control de temperatura.
- Control de agua y humedad.
- Destrucción manual.
- Exclusión mecánica.
- Inundación.
- Producción de campos electrostáticos.
- Uso de luz u otra energía radiante.
- Uso de maquinaria trituradora.
- Uso de ondas sonoras.
- Uso de trampas y succión.

Combate genético

- Distorsión sexual.
- Esterilización de machos por irradiación.
- Traslocación de cromosomas.
- Uso de quimioesterilizantes.
- Introducción o modificación de genes en los organismos.

Combate legal

- Aplicación forzosa de otros métodos de combate.
- Regulación del número de aplicaciones.
- Cuarentena.
- Prohibición o restricción del uso.
- Recomendaciones sobre tipo de semilla.

Combate natural

- Condiciones topográficas.
- Factores climáticos (lluvia, calor, vientos).
- Nutrición balanceada y natural.

Combate químico

- Extractos de plantas o animales.
- Feromonas u hormonas (que atraen o repelen).
- Hormonas juveniles y compuestos juveniles.
- Repelentes.
- Fertilización balanceada.
- Uso de plaguicidas sintéticos como última opción.

Otras

Fuente: Cuadro ampliado y modificado con base en las citas de diversos autores mencionados por García (1997).