

## GENERACION, ADAPTACION Y VALIDACION DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS PARA HORTALIZAS EN CENTROAMERICA: LA EXPERIENCIA DEL CATIE\*

Mario R. Pareja\*\*

### ABSTRACT

The Center for Research and Education in Tropical Agriculture (CATIE) is devoted to the development of integrated pest management (IPM) programs for small farmers of the Region. Due to the variety of pest problems (insects, pathogens, nematodes, weeds) present in horticultural crops, the development of proper pest management programs is a challenge for research and development institutions such as CATIE, interested in making a contribution to solve agricultural production and environmental problems of the Region. Pest problems in these crops have been traditionally managed only with pesticides. CATIE methodological approach includes the development of strong cooperative programs with national institutions and the development of a strategy to solve short, medium and long term problems. The short term approach has been directed to rationalize the use of chemical controls, through the appropriate selection and use of pesticides and the development of decision, action or application thresholds or phenological windows for pesticide application. Sustainable pest management programs, however, also need the generation of non-chemical pest control methods as medium to long term solutions to plant protection. CATIE is also innovating in methodologies to generate and transfer IPM programs to small farmers. Farmers first and other methods of participatory research are being implemented with farmers, extensionists and researchers of the Region. The present paper presents CATIE main accomplishments on the generation of IPM programs for some horticultural crops of Regional importance, emphasizing methodological aspects for IPM generation and transfer.

### INTRODUCCION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un organismo regional (Centroamérica, Panamá y República Dominicana) dedicado a la generación, adaptación y validación de tecnologías agrícolas y de manejo de los recursos naturales así como a la capacitación y educación de posgrado. Es una institución autónoma, sin fines de lucro, que enfatiza el desarrollo de sistemas sostenibles de producción agrícola y de manejo de los recursos naturales para los trópicos. En este marco, el Área de Fitoprotección conformada por la integración de varios proyectos, trabaja con el enfoque de manejo integrado de plagas (MIP) y contribuye a la generación y adaptación de tecnologías sostenibles, desde el punto de vista técnico, ecológico y socioeconómico, de manejo de plagas agrícolas.

### RESUMEN

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) ha enfatizado durante los últimos ocho años la generación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) para los pequeños agricultores. La generación de programas MIP para cultivos hortícolas ha constituido, para el CATIE y otras instituciones nacionales y regionales, un desafío tecnológico, pues dichos cultivos presentan problemas de plagas (insectos, patógenos, nemátodos, malezas) y tradicionalmente, el control se ha basado casi exclusivamente en el uso de plaguicidas. El enfoque metodológico del CATIE incluye, por una parte, la conformación de programas cooperativos de investigación con instituciones nacionales, y por otra, el desarrollo de una estrategia para solucionar problemas a mediano y largo plazo, la racionalización en el uso de plaguicidas, a través del desarrollo de umbrales de decisión o 'ventanas fenológicas' para la aplicación del control químico, y la selección y uso adecuado de los productos químicos. Sin embargo, el desarrollo de programas sostenibles de fitoprotección requiere de la generación de opciones no químicas. El CATIE también está innovando en la generación-transferencia de programas MIP para pequeños y medianos agricultores, a través del desarrollo de nuevos modelos participativos, con los extensionistas y con los agricultores, de investigación. El presente trabajo resume los principales logros del CATIE en cuanto a la generación de programas MIP para cultivos hortícolas de importancia regional, enfatizando los aspectos metodológicos, extrapolables a otras condiciones.

El enfoque de MIP, adoptado por el Área de Fitoprotección del CATIE, no excluye al control químico sino que integra el uso adecuado de los plaguicidas a controles tales como, cultural, genético, mecánico, biológico, etológico y legal, junto a la estrategia preventiva. El uso de estas estrategias y tácticas se fundamenta en una sólida comprensión de las bases tecnológicas y ecológicas del agroecosistema en cuestión, de sus fundamentos económicos y de las características sociales y culturales de los agricultores (Andrews 1989).

Este artículo resume la situación actual de la Región de Centro América y Panamá, en lo que concierne a los problemas de las plagas en su sentido amplio: insectos, patógenos, nemátodos, malezas, de algunos cultivos hortí-

**Recibido: 05/12/91. Aprobado: 07/08/92**

\*Seminario-Taller organizado por el IICA y el AVRDC, San José, 5-8 de noviembre, 1991. San José, Costa Rica.

\*\*Líder del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en Centro América. Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales. CATIE 7170.

Turrialba, Costa Rica.



colas más importantes en la Región, así como las principales actividades y logros del CATIE en generación, adaptación y validación de programas de MIP para hortalizas. El artículo se basa en las experiencias y contribuciones de muchos colegas del Área de Fitoprotección del CATIE, los cuales han trabajado en generación de programas MIP por más de ocho años.

## LAS HORTALIZAS EN CENTRO AMERICA

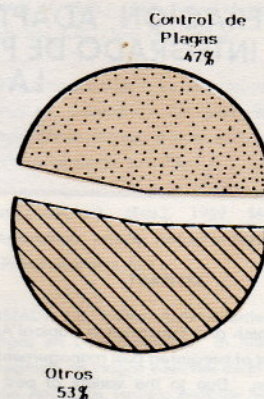
El área sembrada con hortalizas ha aumentado con rapidez principalmente durante los últimos diez años, aunque no en forma exclusiva, debido al auge de las hortalizas de exportación (Kaimowitz 1991). Sin embargo, las tecnologías para la producción de hortalizas han sido por lo general importadas directamente por los productores agrícolas o por empresas agroexportadoras, muchas veces sin pasar por las etapas de adaptación o validación para las condiciones de la Región. No obstante, en muchos casos, el sector privado ha asumido un liderazgo imprescindible y ha logrado éxitos, no tanto en la generación de tecnologías, como en la adaptación y validación de tecnologías foráneas para la producción de hortalizas en las condiciones de Centro América.

Los esfuerzos de las instituciones nacionales en la generación de tecnologías para la producción de hortalizas han sido en general, limitados por recursos destinados prioritariamente a los granos básicos. Los pocos casos de trabajos realizados en la Región, se concentraron en la prueba de variedades y en la investigación sobre algunas prácticas culturales, tales como el distanciamiento de siembra y la fertilización (Kaimowitz 1991). La ayuda y cooperación internacional en aspectos de tecnología de producción hortícola se ha limitado a las pruebas regionales de variedades de algunos cultivos, promovidas por la FAO.

**Las Plagas de las Hortalizas.** Si la generación de tecnologías para la producción hortícola en Centro América, en general, ha sido limitada, la situación de la investigación en el manejo de las plagas hortícolas ha sido mucho más crítica, reduciéndose hasta hace muy pocos años, a la prueba de productos químicos. Se conocen pocos esfuerzos para fomentar programas de control biológico o para introducir algunos de los conceptos del MIP, tales como el muestreo, los umbrales de decisión y el uso de tácticas no químicas de control de plagas en hortalizas (Rosset y Secaira 1989).

Las plagas primarias de los cultivos hortícolas se multiplicaron rápidamente al aumentar la superficie sembrada con hortalizas y, como consecuencia del uso exclusivo y del mal uso de los plaguicidas, se redujeron las poblaciones de enemigos naturales de las plagas, o se eliminaron totalmente, se indujo resistencia a los plaguicidas en las plagas primarias y se elevaron algunas plagas secundarias a la categoría de primarias (Andrews y Quezada 1989). Los costos de producción de hortalizas aumentaron a causa del incremento en los costos de la fitoprotección de los cultivos, al punto de que llegaron a constituir un porcentaje elevado entre los costos variables; a modo de ejemplo: el 47% de los costos de repollo en Costa Rica y el 53% de chile en Guatemala, corresponden a fitoprotección (Fig. 1).

a) Costos de producción de repollo (Costa Rica)



b) Costos de producción de chile (Guatemala)

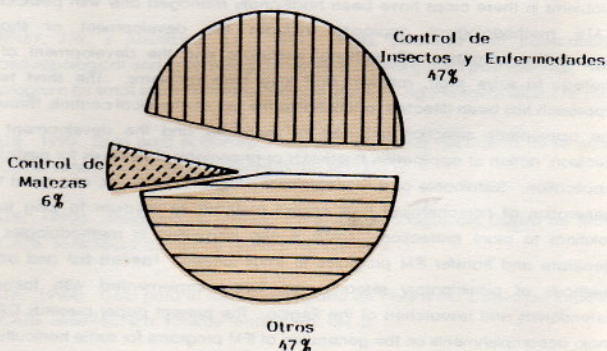


Fig. 1. Composición de los costos de producción, como porcentaje de los costos variables, para a) repollo en Costa Rica y b) chile en Guatemala (Fuente CATIE, Proyecto MIP).

Entre las situaciones más críticas de manejo de plagas en cultivos hortícolas se menciona especialmente, los problemas de plagas insectiles como el picudo *Anthonomus eugeni* en la parte norte de Centro América y la mosca del fruto *Neosilba* spp. en la parte sur de Centro América, en el cultivo del chile (CATIE 1991). En el Valle de La Fragua, en Zacapa, Guatemala, los productores de chile realizan aplicaciones de insecticidas cada dos días para controlar al picudo y, aun así, muchas veces abandonan sus cultivos por no poder manejar la plaga.

Entre las enfermedades que afectan este cultivo se destaca la "marchitez", causada por un complejo de patógenos del suelo (nematodos, *Phytophthora capsicii*, *Pseudomonas solanacearum*, *Fusarium* spp., *Sclerotium rolfsii*), son factores limitantes para su producción en muchas áreas de Centro América (CATIE 1991). En Chiquimula, Guatemala, ciertos suelos poseen un potencial de inóculo de "marchitez" tan elevado que los agricultores abandonan esos terrenos, siembran otros cultivos o enfrentan riesgos de pérdidas de hasta el 80-90% de la producción potencial (ICTA 1986).



Los gusanos del fruto *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp., el gusano alfiler *Keiferia lycopersicella*, los patógenos como *Pseudomonas solanacearum*, *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, los nemátodos y, actualmente, los virus, constituyen los principales problemas fitosanitarios del cultivo del tomate (CATIE 1990a). En el período 1985 a 1989, los agricultores de Zacapa y Chiquimula, en Guatemala, realizaban hasta 15-18 aplicaciones por ciclo del cultivo para el control del gusano del fruto; muchos agricultores han abandonado el cultivo o realizan sólo una siembra, cuando antes realizaban dos, por los severos problemas de virus y mosca blanca *Bemisia tabaci* (CATIE 1990a).

Los cultivadores de repollo y brócoli de las tierras altas de Centro América batallan permanentemente con la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella*, plaga que se ha convertido en el factor limitante número uno para la producción de este cultivo. Existen también algunos patógenos de importancia y limitantes de la producción del repollo en ciertas áreas, tales como *Xanthomonas campestris*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Plasmodiophora brassicae* y *Mycosphaerella brassicicola* (CATIE 1990).

El cultivo de la papa tiene también un complejo de plagas insectiles importantes, tales como, la palomilla *Scrobipalopsis solanivora* y una plaga genérica que se ha transformado en problema en muchas hortalizas y ornamentales, el minador de las hojas *Liriomyza* spp. (Cuadro 1).

CUADRO 1. Principales problemas fitosanitarios de los cultivos de tomate, chile y repollo en Centro América\*.

PROBLEMA FITOSANITARIO	CULTIVO		
	TOMATE	CHILE	REPOLLO
Insectos y otros artrópodos	<i>Heliothis</i> spp. <i>B. tabaci</i> <i>Spodoptera</i> spp. Acaros	<i>A. eugenii</i> <i>Spodoptera</i> spp. Acaros	<i>P. xylostella</i>
Patógenos	<i>Fusarium</i> spp. <i>A. solani</i> <i>P. infestans</i> <i>P. solanacearum</i> Nematodos	<i>Fusarium</i> spp. <i>S. tolsarii</i> <i>P. capsicii</i> <i>P. solanacearum</i> Nematodos	<i>X. campestris</i> <i>S. sclerotiorum</i> <i>P. brassicae</i> <i>M. brassicicola</i>
Malezas	<i>R. cochinchinensis</i> <i>C. rotundus</i>	<i>R. cochinchinensis</i> <i>C. rotundus</i>	Crucíferas

\*Basado en CATIE 1990a, 1991 y 1990.

De acuerdo con las experiencias del CATIE con estos cultivos hortícolas, las plagas (en sentido genérico: insectos, patógenos, nemátodos y malezas) constituyen la principal limitante tecnológica para la producción sostenible de estos cultivos. El desafío actual consiste en continuar generando, adaptando, validando y transfiriendo, nuevas tecnologías de MIP, principalmente al pequeño y mediano productor.

#### ACTIVIDADES DEL CATIE EN FITOPROTECCION

El Área de Fitoprotección del CATIE, ha trabajado durante más de diez años con granos básicos (maíz, arroz, frijol); cultivos perennes (café, cacao, plátano); y hortalizas (repollo, chile, tomate, papa). En 1984, adoptó el enfoque de manejo integrado de plagas (MIP), implementado a través de su Proyecto Regional MIP (CATIE/ROCAP). Actualmente, el Área de Fitoprotección ejecuta sus actividades a través del Proyecto MIP CATIE/MAG-Nicaragua (con financiamiento de los gobiernos de Noruega, NORAD, y

Suecia, ASDI); del Proyecto MIP CATIE/ICTA-Guatemala (financiado por la misión bilateral de la AID de los EUA en Guatemala); del Proyecto Plagas del Suelo (financiado por el Gobierno de Gran Bretaña, ODA/NRI); y de la Actividad de Fitoprotección del Proyecto Regional de Manejo de los Recursos Naturales (RENARM), financiado por AID/ROCAP. Adicionalmente, el Área de Fitoprotección recibe apoyo del gobierno de Francia y de la Comunidad Económica Europea para sus actividades en plátano y café.

El Área de Fitoprotección conduce actividades de investigación, educación a nivel de posgrado, capacitación a corto plazo, información y documentación en MIP, diagnóstico y asistencia técnica en general. Desde 1986, el CATIE desarrolla su Programa de M.S. en Fitoprotección, el cual ofrece 12 cursos especializados y otros de carácter complementario y la realización de una tesis de investigación. A la fecha, más de 50 egresados laboran en generación y transferencia de tecnología en MIP o en educación en varias instituciones públicas y privadas de la Región.

A través de su Programa de Capacitación en Fitoprotección, el CATIE ofrece cursos cortos regionales o nacionales en aspectos puntuales de la fitoprotección o el MIP (fitopatología, diagnóstico, nematología, manejo de plaguicidas) y adiestramientos en servicio en la sede, en donde se ofrece un programa de capacitación personalizado y práctico.

El Centro Regional de Información y Documentación en MIP publica la Revista "Manejo Integrado de Plagas", con artículos resultantes de investigaciones conducidas por técnicos de la Región, artículos técnicos de revisión literaria, educativos y otros, el "Boletín Informativo MIP", con notas cortas, informativas y de alerta fitosanitaria, las "Páginas de Contenido MIP", con las tablas de contenido de revistas dedicadas a la fitoprotección en el mundo y que son distribuidas en varias bibliotecas de la Región, y los "Boletines de Plaguicidas" con información actualizada sobre el estado de registro y las tolerancias de residuos establecidas en los EUA para varios cultivos. También ofrece servicios especializados de información mediante búsquedas específicas en bases de datos generadas en el CATIE y otras de carácter internacional. Estos servicios de información se ofrecen a la fecha a unos 1000 usuarios de la región tanto individuales como institucionales (Arboleda 1990).

El Centro Regional de Diagnóstico de Plagas funciona en la sede del CATIE y promueve y coordina una Red de Diagnóstico de Plagas la cual conecta, entre sí y con el CATIE, a más de 80 instituciones de la Región que realizan diagnóstico vegetal. La Asistencia Técnica puntual en aspectos de la fitoprotección, en la organización, implementación y desarrollo de programas MIP y en otros temas, es tarea continua del Área de Fitoprotección del CATIE.

Estas actividades son realizadas por un cuerpo técnico conformado por 42 profesionales, 13 de ellos con nivel de ingeniero agrónomo o licenciado, 14 con nivel de M.S. y 15 con Ph.D., distribuidos entre la sede central del CATIE, en Costa Rica, Guatemala y Nicaragua. Este equipo cubre las disciplinas de entomología, ecología de insectos, control microbiológico, acarología, fitopatología, virología, nematología, malherbología, plaguicidas, economía e información y documentación. La sede del CATIE ofrece apoyo logístico de laboratorios, invernaderos y campos experimen-



tales, complementados por convenios cooperativos con las instituciones nacionales, en la Región. El Área de Fitoprotección cuenta con el apoyo de otras unidades y servicios del CATIE, tales como Biotecnología, Recursos Fitogenéticos, Estadística y Cómputo, Capacitación y Suelos.

En 1985-86, el Área de Fitoprotección definió los cultivos hortícolas como prioritarios dentro de su Programa de Investigación en Fitoprotección con enfoque de MIP y, entre ellos, ha trabajado con repollo, tomate, chile y papa. Esta priorización resultó de diagnósticos nacionales sobre la problemática de plagas en los países del istmo Centroamericano (Monterroso y Pareja 1985). El diagnóstico se basó en consultas realizadas a los técnicos y autoridades de los sectores público y privado agrícola. Unánimemente, la Región demandó tecnologías para manejar las plagas hortícolas. El incremento poblacional de las plagas primarias que acompañó los rápidos aumentos en las áreas sembradas con hortalizas, unido a los problemas de mal uso y abuso de plaguicidas y a factores de orden económico, llevaron a muchos de estos cultivos casi a la fase de crisis (Andrews 1989). Ni las instituciones ni los técnicos de la Región se encontraban preparados para enfrentar esta crisis y este desafío en las diversas disciplinas de la fitoprotección.

**La Cooperación Interinstitucional.** El CATIE, como organismo regional de cooperación horizontal trabaja en los países miembros a través de las instituciones nacionales de investigación, extensión y educación agrícola. Así, el Área de Fitoprotección constituyó, a partir de 1985, Programas Cooperativos de Generación, Adaptación y Validación de Tecnologías de MIP con las instituciones responsables de la generación de tecnologías agrícolas de los países (Cuadro 2). Esta cooperación interinstitucional permite complementar recursos financieros y humanos, uniendo las fortalezas de CATIE y las de las instituciones nacionales de investigación y enseñanza y asegura una mejor utilización del recurso humano altamente capacitado que labora para CATIE. La cooperación regional permitió la división de tareas entre países, especializándose cada uno en los problemas más urgentes de plagas hortícolas y avanzándose muy rápidamente hacia la conformación de programas integrales de manejo de plagas que, de otra forma, hubiera sido difícil lograr en un tiempo tan corto; ejemplo de esto son las Guías de MIP de Repollo, Tomate, Maíz, y Chile (CATIE 1990,a,b, y CATIE 1991). La cooperación horizontal entre CATIE/MIP y las instituciones nacionales permitió, además, concentrar la capacitación a corto plazo en las áreas de apoyo a la generación y adaptación de tecnologías y dejó, al finalizar los proyectos, un recurso humano altamente capacitado en los aspectos metodológicos de la investigación y el desarrollo de programas MIP. Este personal continúa laborando en la generación, adaptación y validación de programas MIP para otros cultivos en los países de la Región.

**Enfoque Metodológico.** Este enfoque ha sido el de una estrategia con dos niveles de objetivos; por un lado, un objetivo cortoplacista, que intenta racionalizar el manejo de los plaguicidas y, otro a mediano y largo plazo, que incluye la búsqueda e integración de métodos no químicos de control de plagas.

CUADRO 2. Programas cooperativos de investigación en MIP fomentados por el CATIE en los países de Centro América y Panamá (1984-1991).

PAIS	INSTITUCION	CULTIVOS PRIORITARIOS
Guatemala	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)	Tomate, Chile
El Salvador	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA)	Tomate, Maíz, Frijol, Repollo
Honduras	Secretaría de Recursos Naturales (SRN)	Repollo, Tomate, Chile, Maíz, Papa
Nicaragua	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Tomate, Café, Plátano, Repollo
Costa Rica	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Tomate, Repollo, Papa
Panamá	Instituto de Investigaciones Agrícolas de Panamá (IDIAP)	Tomate, Arroz

El manejo racional de plaguicidas permite, en general, mejorar la situación del control de las plagas agrícolas, tanto desde el punto de vista económico como ecológico y de salud humana. El desarrollo de criterios para la toma de decisiones o períodos críticos (ventanas fenológicas) para aplicación de plaguicidas permite, normalmente, reducir el número de aplicaciones para controlar una plaga. Estos criterios de decisión, o períodos críticos, han sido desarrollados para muchas plagas bajo otras condiciones agroecológicas. La adaptación de estos criterios a otras condiciones es un proceso que, aunque cuestionable desde un punto de vista de purismo científico, permite causar impactos a corto plazo ya que, por lo general, contribuyen a reducir las aplicaciones de plaguicidas.

La capacitación, en forma paralela, de técnicos y agricultores sobre criterios para la selección de plaguicidas, tales como su toxicidad, espectro y modo de acción, facilita cambiar los tipos de plaguicidas utilizados hacia aquellos más inocuos al hombre, a los enemigos naturales y, en general, al ambiente. Una alternativa cada día más accesible es el uso de plaguicidas biológicos o bioplaguicidas, tales como el *Bacillus thuringiensis* y el Virus de la Polihedrosis Nuclear (VPN). Todos estos avances son factibles en el corto plazo, lo que redundará en un beneficio económico directo e inmediato para los agricultores y los países, así como mejora de la credibilidad de los investigadores-extensionistas con los agricultores, donantes y decisores.

El manejo racional de plaguicidas contribuye como paliativo cortoplacista, pero en el mediano y largo plazo la integración de otras tácticas de manejo de plagas es lo que prevendrá la generación de resistencia, promoverá la protección y estimulará a los controles naturales y a la sostenibilidad de la producción. La generación de alternativas no químicas para el manejo de las plagas agrícolas es una estrategia esencial para la conformación de programas MIP que contribuyan a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, incluidos los hortícolas. Las tácticas no químicas incluyen la resistencia genética, el control cultural y los controles biológicos. El enfoque metodológico adoptado por el Área de Fitoprotección del CATIE, para esta segunda estrategia, ha sido el de trabajar simultáneamente en la generación de nuevas tecnologías, así como en la adaptación y validación de tecnologías de MIP ya probadas en el manejo de las plagas de los cultivos hortícolas.



tales, complementados por convenios cooperativos con las instituciones nacionales, en la Región. El Área de Fitoprotección cuenta con el apoyo de otras unidades y servicios del CATIE, tales como Biotecnología, Recursos Fitogenéticos, Estadística y Cómputo, Capacitación y Suelos.

En 1985-86, el Área de Fitoprotección definió los cultivos hortícolas como prioritarios dentro de su Programa de Investigación en Fitoprotección con enfoque de MIP y, entre ellos, ha trabajado con repollo, tomate, chile y papa. Esta priorización resultó de diagnósticos nacionales sobre la problemática de plagas en los países del istmo Centroamericano (Monterroso y Pareja 1985). El diagnóstico se basó en consultas realizadas a los técnicos y autoridades de los sectores público y privado agrícola. Unánimemente, la Región demandó tecnologías para manejar las plagas hortícolas. El incremento poblacional de las plagas primarias que acompañó los rápidos aumentos en las áreas sembradas con hortalizas, unido a los problemas de mal uso y abuso de plaguicidas y a factores de orden económico, llevaron a muchos de estos cultivos casi a la fase de crisis (Andrews 1989). Ni las instituciones ni los técnicos de la Región se encontraban preparados para enfrentar esta crisis y este desafío en las diversas disciplinas de la fitoprotección.

**La Cooperación Interinstitucional.** El CATIE, como organismo regional de cooperación horizontal trabaja en los países miembros a través de las instituciones nacionales de investigación, extensión y educación agrícola. Así, el Área de Fitoprotección constituyó, a partir de 1985, Programas Cooperativos de Generación, Adaptación y Validación de Tecnologías de MIP con las instituciones responsables de la generación de tecnologías agrícolas de los países (Cuadro 2). Esta cooperación interinstitucional permite complementar recursos financieros y humanos, uniendo las fortalezas de CATIE y las de las instituciones nacionales de investigación y enseñanza y asegura una mejor utilización del recurso humano altamente capacitado que labora para CATIE. La cooperación regional permitió la división de tareas entre países, especializándose cada uno en los problemas más urgentes de plagas hortícolas y avanzándose muy rápidamente hacia la conformación de programas integrales de manejo de plagas que, de otra forma, hubiera sido difícil lograr en un tiempo tan corto; ejemplo de esto son las Guías de MIP de Repollo, Tomate, Maíz, y Chile (CATIE 1990,a,b, y CATIE 1991). La cooperación horizontal entre CATIE/MIP y las instituciones nacionales permitió, además, concentrar la capacitación a corto plazo en las áreas de apoyo a la generación y adaptación de tecnologías y dejó, al finalizar los proyectos, un recurso humano altamente capacitado en los aspectos metodológicos de la investigación y el desarrollo de programas MIP. Este personal continúa laborando en la generación, adaptación y validación de programas MIP para otros cultivos en los países de la Región.

**Enfoque Metodológico.** Este enfoque ha sido el de una estrategia con dos niveles de objetivos; por un lado, un objetivo cortoplacista, que intenta racionalizar el manejo de los plaguicidas y, otro a mediano y largo plazo, que incluye la búsqueda e integración de métodos no químicos de control de plagas.

CUADRO 2. Programas cooperativos de investigación en MIP fomentados por el CATIE en los países de Centro América y Panamá (1984-1991).

PAIS	INSTITUCION	CULTIVOS PRIORITARIOS
Guatemala	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)	Tomate, Chile
El Salvador	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA)	Tomate, Maíz, Frijol, Repollo
Honduras	Secretaría de Recursos Naturales (SRN)	Repollo, Tomate, Chile, Maíz, Papa
Nicaragua	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Tomate, Café, Plátano, Repollo
Costa Rica	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Tomate, Repollo, Papa
Panamá	Instituto de Investigaciones Agrícolas de Panamá (IDIAP)	Tomate, Arroz

El manejo racional de plaguicidas permite, en general, mejorar la situación del control de las plagas agrícolas, tanto desde el punto de vista económico como ecológico y de salud humana. El desarrollo de criterios para la toma de decisiones o períodos críticos (ventanas fenológicas) para aplicación de plaguicidas permite, normalmente, reducir el número de aplicaciones para controlar una plaga. Estos criterios de decisión, o períodos críticos, han sido desarrollados para muchas plagas bajo otras condiciones agroecológicas. La adaptación de estos criterios a otras condiciones es un proceso que, aunque cuestionable desde un punto de vista de purismo científico, permite causar impactos a corto plazo ya que, por lo general, contribuyen a reducir las aplicaciones de plaguicidas.

La capacitación, en forma paralela, de técnicos y agricultores sobre criterios para la selección de plaguicidas, tales como su toxicidad, espectro y modo de acción, facilita cambiar los tipos de plaguicidas utilizados hacia aquellos más inocuos al hombre, a los enemigos naturales y, en general, al ambiente. Una alternativa cada día más accesible es el uso de plaguicidas biológicos o bioplaguicidas, tales como el *Bacillus thuringiensis* y el Virus de la Polihedrosis Nuclear (VPN). Todos estos avances son factibles en el corto plazo, lo que redundará en un beneficio económico directo e inmediato para los agricultores y los países, así como mejora de la credibilidad de los investigadores-extensionistas con los agricultores, donantes y decisores.

El manejo racional de plaguicidas contribuye como paliativo cortoplacista, pero en el mediano y largo plazo la integración de otras tácticas de manejo de plagas es lo que prevendrá la generación de resistencia, promoverá la protección y estimulará a los controles naturales y a la sostenibilidad de la producción. La generación de alternativas no químicas para el manejo de las plagas agrícolas es una estrategia esencial para la conformación de programas MIP que contribuyan a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, incluidos los hortícolas. Las tácticas no químicas incluyen la resistencia genética, el control cultural y los controles biológicos. El enfoque metodológico adoptado por el Área de Fitoprotección del CATIE, para esta segunda estrategia, ha sido el de trabajar simultáneamente en la generación de nuevas tecnologías, así como en la adaptación y validación de tecnologías de MIP ya probadas en el manejo de las plagas de los cultivos hortícolas.



El CATIE, a través de su acción regional y de sus acuerdos internacionales, tiene acceso no sólo a las tecnologías generadas por sus propios investigadores, sino también a aquellas que han sido generadas, adaptadas o validadas en países de la región, así como a la información producida en otros países. El enfoque del CATIE ha consistido en utilizar al máximo la información generada para nuestras condiciones (por la EAP en Honduras para el caso de los umbrales de acción para el picudo del chile) o para otras (en California para el caso de los umbrales usados para el gusano del fruto del tomate y del gusano alfiler), adaptarla y validarla para las diversas condiciones de la Región. La investigación original, fundamental, en las disciplinas de la fitoprotección, en el laboratorio, invernadero y estaciones experimentales, ha apoyado la adaptación y la validación de estrategias MIP en fincas de agricultores. Sin negar la investigación original y fundamental, el Área de Fitoprotección ha logrado, en cinco años, generar programas de MIP, que bajo el concepto tradicional de investigación y transferencia de tecnología, hubieran requerido muchos años más para su realización.

El marco conceptual de la acción del Área de Fitoprotección se basa, entonces, en la aceptación del hecho de que Centro América y Panamá necesitan generar tecnologías a través de la investigación original pero que, paralelamente, se puede avanzar hacia el MIP adaptando y validando la información y las tecnologías generadas en otras condiciones. En la actualidad el Área de Fitoprotección ha llevado esta metodología aún más adelante, con el concepto de las parcelas de validación como eje de la generación, adaptación y validación de tecnologías MIP\*. Estas parcelas integran y compatibilizan pautas de manejo generadas en Centroamérica y en otras condiciones, conformando un programa MIP que se compara en las fincas, tecnológica y económicamente, con las prácticas comunes de los agricultores para el manejo de plagas. De esta forma se llega rápidamente al agricultor con alternativas MIP y, a su vez, la parcela de validación sirve como retroalimentador de la investigación disciplinaria, al descubrir y señalar áreas de falta de conocimiento sobre problemas fitosanitarios o fallas en la tecnología propuesta.

#### LOS PROGRAMAS DE MIP DEL CATIE PARA HORTALIZAS

Como resultado de los trabajos del Área de Fitoprotección en generación, adaptación y validación de tecnologías MIP para hortalizas, entre 1985 y 1989, el CATIE publicó en 1990 y 1991 las Guías para el Manejo Integrado de Plagas de Tomate, Maíz, Repollo y Chile. Estas guías son el producto de la aplicación de los conceptos de cooperación interinstitucional y del enfoque metodológico discutido más arriba. Para detalles técnicos sobre los programas, se refiere al lector a dichas publicaciones (CATIE 1990,a,b y CATIE 1991).

Estos programas MIP enfocan el manejo de las principales plagas problemas de tomate, maíz, chile y repollo, a través de la racionalización del uso de plaguicidas y de la integración de las tácticas químicas con las de control microbiológico, control cultural y con la estrategia preventiva. En la experiencia del CATIE, si las prácticas culturales para el

manejo de las plagas se basan en un conocimiento profundo del sistema de producción del agricultor y de sus características socioeconómicas, tienen mejores posibilidades de ser adoptadas e integradas por los agricultores.

**El Manejo de los Insectos Plagas.** Para el manejo de los insectos plagas, los programas del CATIE hacen énfasis en los cultivos trampas (frijol para mosca blanca en tomate y varias solanáceas para picudo en chile), en el uso de sistemas de policultivos (tomate-frijol, para el manejo de mosca blanca en tomate y tomate-repollo y zanahoria-repollo, para el manejo de *P. xylostella* en repollo) y en el manejo de los rastrojos y residuos de repollo para prevenir o disminuir las poblaciones de *P. xylostella* y de los rastrojos de chile para disminuir las poblaciones de picudo. La localización y el manejo de los semilleros es de mucha importancia para el manejo de picudo de chile, mosca blanca y virus en tomate.

Finalmente, el uso racional de plaguicidas se logró a través del desarrollo de umbrales de decisión en la aplicación de insecticidas para el control de *P. xylostella* en repollo, de picudo en chile y de gusano del fruto en tomate. Con esta racionalización se lograron reducciones entre 40% y 50% en el número de aplicaciones de insecticidas (Figs. 2 y 3) y entre 23% y 48% en los costos del control de plagas (Figs. 4 y 5) en estos cultivos. Si la reducción en el gasto de plaguicidas, como consecuencia del uso del programa MIP para tomate, se hubiera extrapolado para dicho cultivo en toda el área sembrada en Guatemala durante el ciclo de producción 1988/89, ¡el país hubiera economizado US\$ 1.5 millones en plaguicidas! Adicionalmente, al seleccionar mejor los insecticidas (biológicos para *P. xylostella* y gusano del fruto, inhibidores de la síntesis de quitina para gusano alfiler), se disminuye el impacto negativo del control químico sobre la salud humana y el ambiente.

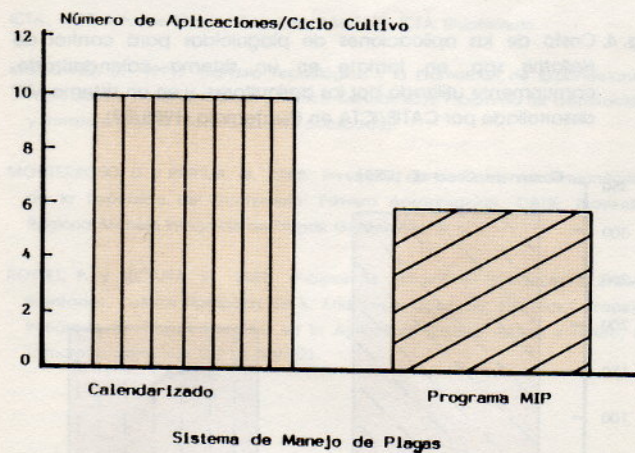


Fig. 2. Aplicaciones de insecticidas para el control de *Heliothis* spp. en tomate en un sistema calendarizado, comúnmente utilizado por los agricultores, y en un programa MIP desarrollado por CATIE/ICTA en Guatemala (1988/89).

\*Luko Hilje y Octavio Ramírez, Área de Fitoprotección del CATIE, comunicación personal (noviembre de 1991).



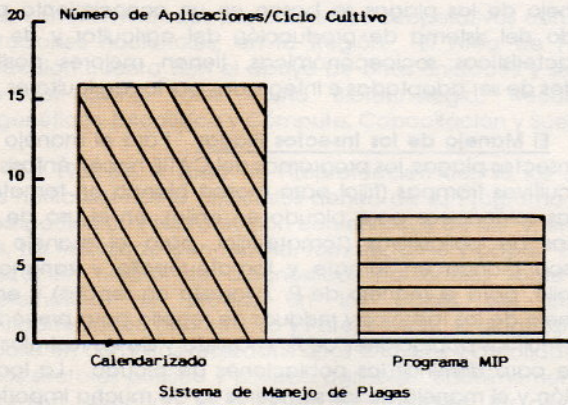


Fig. 3. Aplicaciones de insecticidas para el control de *Plutella xylostella* en repollo en un sistema calendarizado, comunmente utilizado por los agricultores, y en un sistema MIP, desarrollado por CATIE/MAG en Costa Rica (1988).

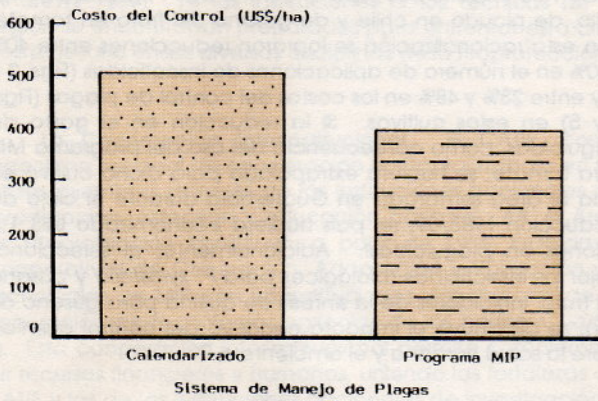


Fig. 4. Costo de las aplicaciones de plaguicidas para control de *Heliothis* spp. en tomate en un sistema calendarizado, comunmente utilizado por los agricultores, y en un sistema MIP desarrollado por CATIE/ICTA en Guatemala (1988/89).

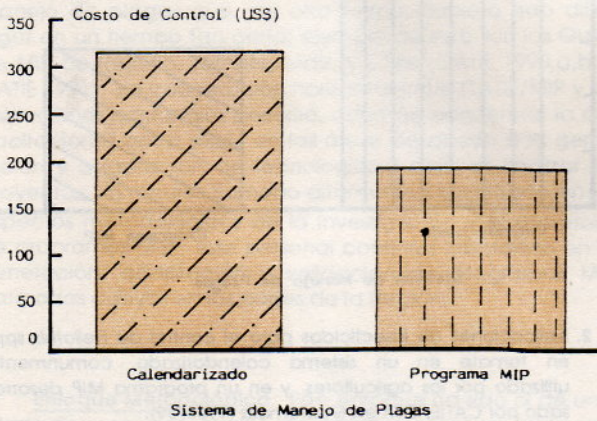


Fig. 5. Costo de las aplicaciones de plaguicidas para el control de *Plutella xylostella* en repollo en un sistema calendarizado, comunmente utilizado por los agricultores, y en un sistema MIP desarrollado por CATIE/MAG en Costa Rica (1988).

**El Manejo de los Patógenos.** Los programas de manejo de patógenos, desarrollados por CATIE para hortalizas, incluyen la evaluación de materiales de tomate con resistencia a *Alternaria solani*, *Pseudomonas solanacearum* y a virus (CATIE 1990b) y de materiales de chile con resistencia a *Phytophthora capsicii*, *Pseudomonas solanacearum*, y a *Cercospora* spp. y su puesta a disposición de los programas nacionales de fitomejoramiento (CATIE 1991).

El manejo cultural de las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos, constituye un elemento principal de los programas MIP de CATIE. El CATIE evaluó e incorporó al manejo integrado de los patógenos, prácticas de solarización y acolchado, enmiendas (gallinaza, fertilización y cambios de pH) y el manejo del agua y sistemas de siembra (Fig. 6) para el control de nemátodos y patógenos del suelo, así como las rotaciones de cultivos y el manejo adecuado de los rastrojos y residuos de cosecha para reducir el potencial de inóculo. Los productos químicos se integran y complementan con las prácticas no químicas de manejo de las enfermedades (Fig. 6).

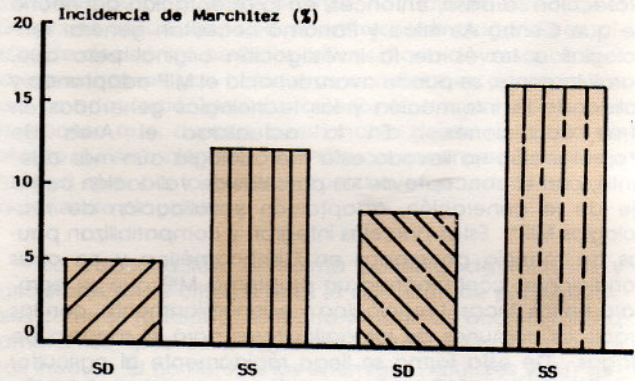


Fig. 6. Incidencia de 'marchitez' del chile dulce bajo dos sistemas de manejo cultural, con y sin fungicidas, en el Valle de San Jerónimo, Guatemala (CATIE/ICTA 1987/88).

**El Manejo de las Malezas.** Su manejo constituye un elemento de vital importancia, dentro de los programas MIP de CATIE, por el papel que juegan en el agroecosistema. Las malezas no sólo interfieren con los cultivos hortícolas, sino que también pueden ser plantas hospederas de otras plagas (virus en el caso de cucurbitáceas silvestres y palomilla dorso de diamante en el caso de las crucíferas silvestres) (Altieri 1989).

Los programas de manejo de malezas en hortalizas integran prácticas culturales (labranza en la época seca, riego en épocas apropiadas, rotaciones de cultivos), control manual (épocas críticas para controlar las malezas para los pequeños y medianos agricultores) y control químico, seleccionando y utilizando correctamente los herbicidas (CATIE 1990a).



## ACTIVIDADES ACTUALES DEL CATIE EN MIP PARA HORTALIZAS

El CATIE continúa ofreciendo capacitación, educación y asistencia técnica a profesionales centroamericanos y desarrollando actividades para generar, adaptar y validar tecnologías de MIP para cultivos hortícolas de la Región. La dinámica de las plagas en sus relaciones con estos cultivos hace que los programas MIP necesiten revisiones, actualizaciones y adaptaciones periódicas. CATIE mantiene actividades de MIP en hortalizas en la sede central, en Costa Rica, en Nicaragua y en Guatemala.

El CATIE continúa su labor en la adaptación de tomate a nuevas regiones y situaciones y en la validación, técnica y económica, de la Guía MIP (1990). Esta labor se realiza en Costa Rica, en cooperación con personal técnico del MAG y con financiamiento de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GTZ); en Guatemala, en el marco del proyecto financiado por la AID y en cooperación con el ICTA; y en Nicaragua, a través del Proyecto MIP/CATIE-MAG. En este país, además, se lleva a cabo un proyecto pionero de investigación en metodologías para la generación-transferencia de programas MIP, comparando el esquema compartimentalizado tradicional con un modelo más participativo que involucra al agricultor desde el inicio de las actividades de generación de tecnología. Enfrentando la problemática más reciente en la Región, se iniciaron trabajos en tomate para identificar los virus presentes en varios países (ya se completó el diagnóstico en dos de ellos), utilizando las técnicas de ELISA y de hibridación de ácidos nucleicos en el CATIE, y se están evaluando parcelas de manejo de mosca blanca en Guatemala, Nicaragua y Costa Rica. Se continúa la evaluación de métodos no químicos (enmiendas) para el manejo de nematodos y patógenos y se mantienen las evaluaciones de materiales genéticos por su resistencia a ciertos patógenos, seleccionados por su importancia regional.

El CATIE ha iniciado la validación de la Guía de MIP de Repollo y su adaptación a otras crucíferas (brócoli) en Nicaragua y Guatemala. Los trabajos cooperativos de investigación evalúan plaguicidas biológicos y su correcta aplicación, así como prácticas culturales (cultivos trampas y sistemas de policultivos) y el control biológico (en cooperación con la Escuela Agrícola Panamericana).

Otras acciones en cultivos hortícolas incluyen el control biológico del minador de las hojas en varios cultivos, un programa de control microbiológico de varias plagas insectiles en la sede del CATIE y en otros lugares de Costa Rica, en cooperación con otras instituciones y el manejo de patógenos en arveja china en Guatemala, en cooperación con ICTA. □

## REFERENCIAS

- ALTIERI, M.A. 1989. Significado de las interacciones entre malezas e insectos en el manejo de plagas en sistemas tradicionales de los trópicos. En K. Andrews y Quezada, J.R. (Eds.), *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. Zamorano, Honduras. EAP. p. 75-88
- ANDREWS, K.L. 1989. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. En K. Andrews y J.R. Quezada (Eds.), *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. Zamorano, Honduras. EAP. p. 3-20
- \_\_\_\_\_ y QUEZADA, J.R. 1989. Antecedentes entomológicos del manejo integrado de plagas en Centroamérica. En K. Andrews y J.R. Quezada (Eds.), *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. Zamorano, Honduras. EAP. p. 21-28.
- ARBOLEDA-SEPULVEDA, O. 1990. Generación de información científica y técnica sobre manejo integrado de plagas en Centroamérica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.18:24-32*.
- CATIE. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Repollo. CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, Serie Técnica No. 150. 80 p.
- \_\_\_\_\_. 1990a. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Tomate. CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, Serie Técnica No. 151. 138 p.
- \_\_\_\_\_. 1990b. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Maíz. CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, Serie Técnica No. 152. 88 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Chile. CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, Serie Técnica (en prensa).
- ICTA. 1987. Informe Técnico Anual del año 1988. ICTA, Guatemala.
- KAIMOWITZ, D. 1991. Cambio Tecnológico y la Promoción de Exportaciones Agrícolas No Tradicionales en América Central. IICA, Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. (No publicado).
- MONTERROSO, D. y PAREJA, M. 1985. Inventario de los Problemas Fitosanitarios de la República de Guatemala: Primera Aproximación. CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, Guatemala. 57 p.
- ROSSET, P. y SECAIRA, E. 1989. Programas del MIP en desarrollo o implementados: Cultivos Hortícolas. En K. Andrews y Quezada, J.R. (Eds.), *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. El Zamorano, Honduras. EAP. p. 507-521.