

13

EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El Concepto

El Manejo de Integrado de Plagas (MIP) es un sistema de protección de cultivos orientado a mantener las plagas en niveles que no causen daño económico mediante el uso preferencial de factores naturales, o sus derivaciones, que resulten adversos al desarrollo de las plagas. Entre estos factores están las variedades resistentes, agentes de control biológico, prácticas agronómicas, medidas físicas y mecánicas, y la utilización de estímulos que determinan el comportamiento de los insectos tales como repelentes y atrayentes, y otras prácticas. Se buscan efectos duraderos en la reducción de las densidades de las plagas. Sin embargo, cuando, por alguna razón, las plagas escapan a la acción de los factores enunciados, y se pone en peligro la producción, es posible recurrir al uso de plaguicidas, como medida temporal para tratar de restituir un mejor balance entre la plaga y los factores adversos. En estos casos, el uso de plaguicidas debe ser selectivo; evitando las aplicaciones generalizadas de productos de amplio espectro y prolongada residualidad. En esto difiere con la orientación del control químico tradicional que se basa en el empleo sistemático y repetidos de insecticidas, como método preferencial para reducir las poblaciones de plagas (Figura 13:1).

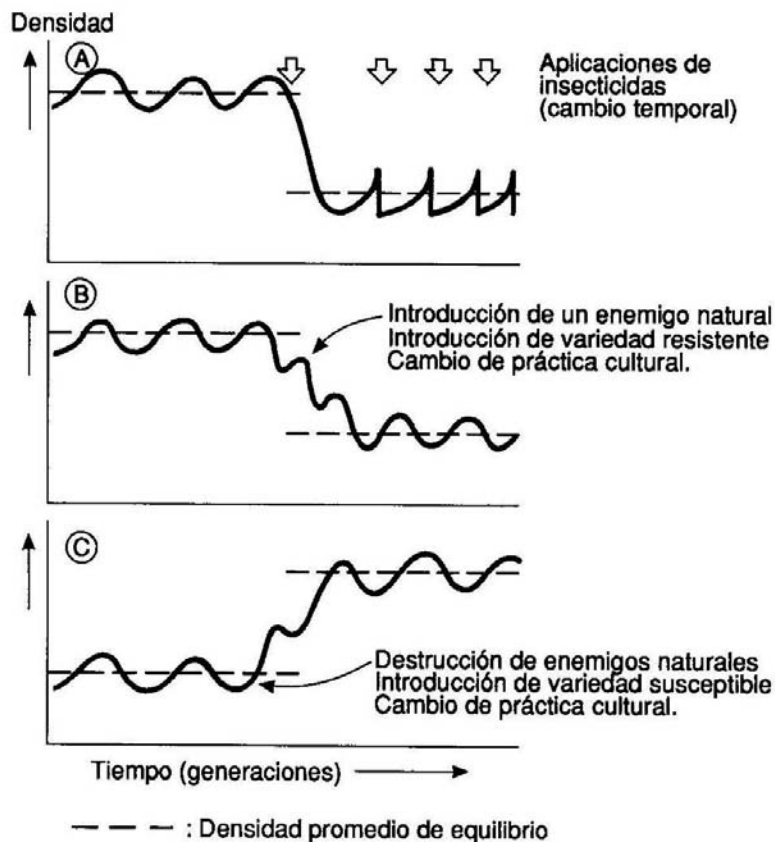


Figura 13:1 . Representación esquemática de los efectos del control químico convencional (A), el Manejo de Integrado de Plagas (B) y la aparición de nueva plaga por mal manejo del cultivo (C).

El concepto de Manejo Integrado de Plagas se ha modificado algo desde la idea inicial que fue integrar el control químico con el control biológico (Bartlett, 1964), por entonces se le llamó Control Integrado de Plagas. En la actualidad, en el MIP se incluyen todos aquellos factores, métodos o prácticas, que puedan integrarse y que sean compatibles con el concepto general del MIP.

La aceptación de la idea de integración en el MIP, ha dado lugar a nuevos conceptos de integración en otros aspectos de la sanidad y de la producción agrícola. Así, en la actualidad, hay una tendencia para incluir el manejo integrado de plagas, el manejo de enfermedades y el manejo de malezas en un sistema que podría llamarse "Protección Integrada de Cultivos". También se ha hecho popular el concepto de Manejo Integrado del Cultivo (MIC) que reúne los enfoques de manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas conjuntamente con el manejo del suelo, de la genética y fisiología de la planta, riego, fertilización y otras prácticas del cultivo. El enfoque del manejo de plagas del algodón, que se estableció en el Perú en la década de 1950, es un sistema que responde bien a los conceptos de protección integrada de cultivos o manejo del cultivos.

Aspectos Técnicos fundamentales del MIP

Desde el punto de vista técnico, hay que considerar cuatro aspectos fundamentales en el MIP. a) que su orientación tiene bases ecológicas, b) que en su implementación se utilizan dos o más componentes de manejo (se dice que es multilateral), c) que en la selección de los componentes, se priorizan los factores de mortalidad natural sobre el uso de plaguicidas, y d) que son sistemas flexibles que cambian según las circunstancias climáticas, biológicas o económicas del cultivo.

Orientación con bases ecológicas. Se dice que el MIP tiene bases ecológicas por que, para cada caso, toma en cuenta: a) las relaciones que existen entre los diferentes componentes de un ecosistema agrícola particular y b) los factores que determinan la existencia y dinámica poblacional de las plagas específicas del lugar (Figura 13:2). Se da especial importancia a las relaciones de las plagas con la planta cultivada (susceptibilidad, resistencia) y su fenología, con sus enemigos naturales (agentes de control biológico), con las condiciones físicas, mecánicas, microclimáticas y agronómicas del medio (prácticas culturales) y las condiciones climáticas que inciden en los ciclos de desarrollo, reproducción y sobrevivencia de las plagas. También es importante determinar el comportamiento de las plagas frente a determinados estímulos que producen repelencia o atracción, de manera que las plagas puedan ser mantenidas alejadas de la planta hospedera o atraídas para ser capturadas (trampas) o envenenadas (cebos tóxicos). En cuanto a la existencia de las plagas y su dinámica poblacional, es preciso identificar los factores que favorecen o desfavorecen su reproducción, sobrevivencia, y dispersión; así como los factores que determinan las fluctuaciones de las plagas en las condiciones locales.

En el caso de tener que recurrir a los insecticidas, se pone especial atención en lograr efectos selectivos; que el producto mate a las plagas pero que sus efectos perjudiciales sobre la fauna benéfica sean atenuados, por las características toxicológicas de los productos o por sus formas de aplicación. Entre la fauna benéfica están los agentes de control biológico (parasitoides, predadores y patógenos) e insectos polinizadores.

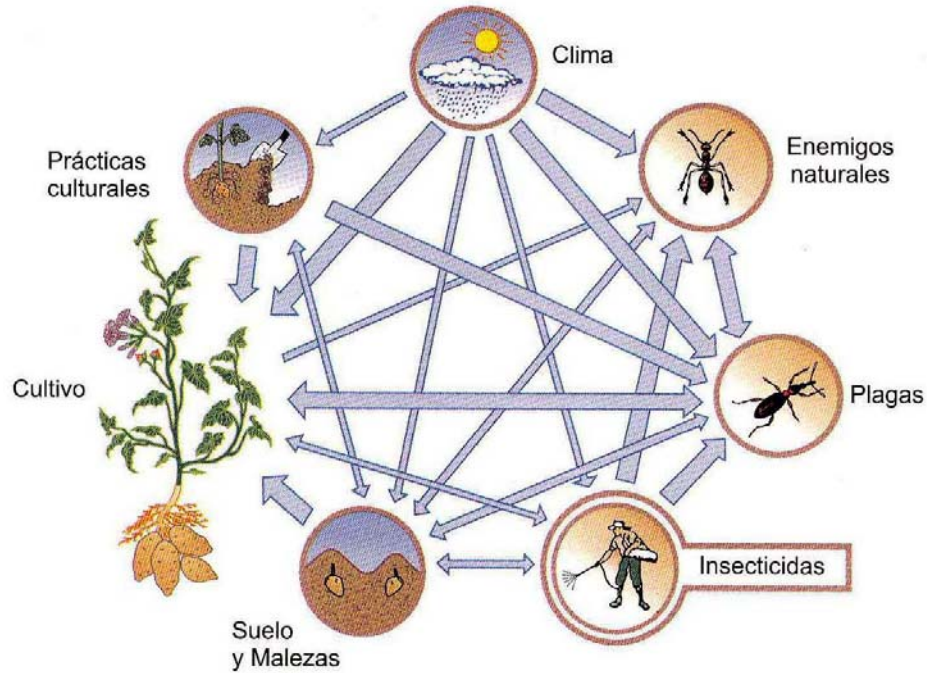


Figura 13:2 Enfoque ecológico del MIP: Interacciones entre los principales componentes de un ecosistema agrícola.

La implementación del MIP es multilateral (Figura 13:3.). Por lo menos se requiere de la conjunción de dos componentes de manejo compatibles entre sí. Es usual, sin embargo, que se utilice un mayor número de componentes. Hay varias razones que sustentan este enfoque. Cuando se utiliza un solo método de control (enfoque unilateral) existe la posibilidad de que las plagas desarrollen un mecanismo que inutilice o mediatice los efectos de la medida de control (rompa la resistencia de plantas resistentes, desarrolle poblaciones resistentes a productos químicos, o modifiquen su comportamiento frente a determinadas prácticas culturales adversas). El enfoque multilateral contribuye a la estabilidad del sistema. Por otro lado, es común que ocurra más de una plaga clave en el campo y difícilmente una sola medida es capaz de manejar todas las plagas presentes en el cultivo. Hay casos, sin embargo, en que un enfoque unilateral es exitoso (casos de control biológicos exitosos, o casos exitosos de plantas resistentes). Estos casos no deben considerarse como ejemplos de manejo integrado de plagas.

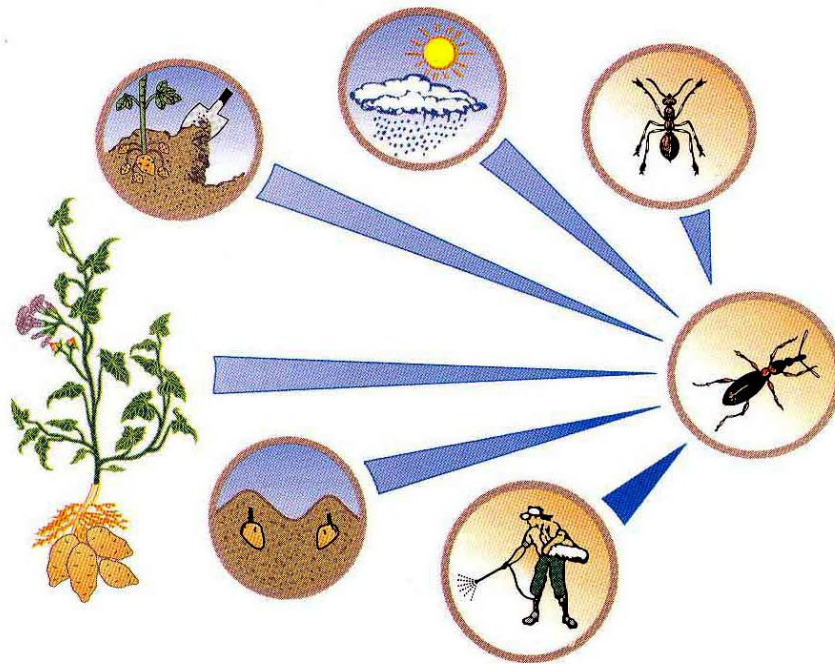


Figura 13:3 Enfoque multilateral del MIP: Utilización de dos o más factores adversos al desarrollo de las plagas

Por otro lado, tampoco se trata de utilizar todos los componentes disponibles. Lo más importante es el criterio con que se seleccionan aquellos componentes que hacen que el sistema sea efectivo y económico. Si se dan las condiciones apropiadas, la integración de dos componentes, como una variedad resistente y agentes de control biológico, puede resultar satisfactoria (Figura 13:4)

Afidos/planta

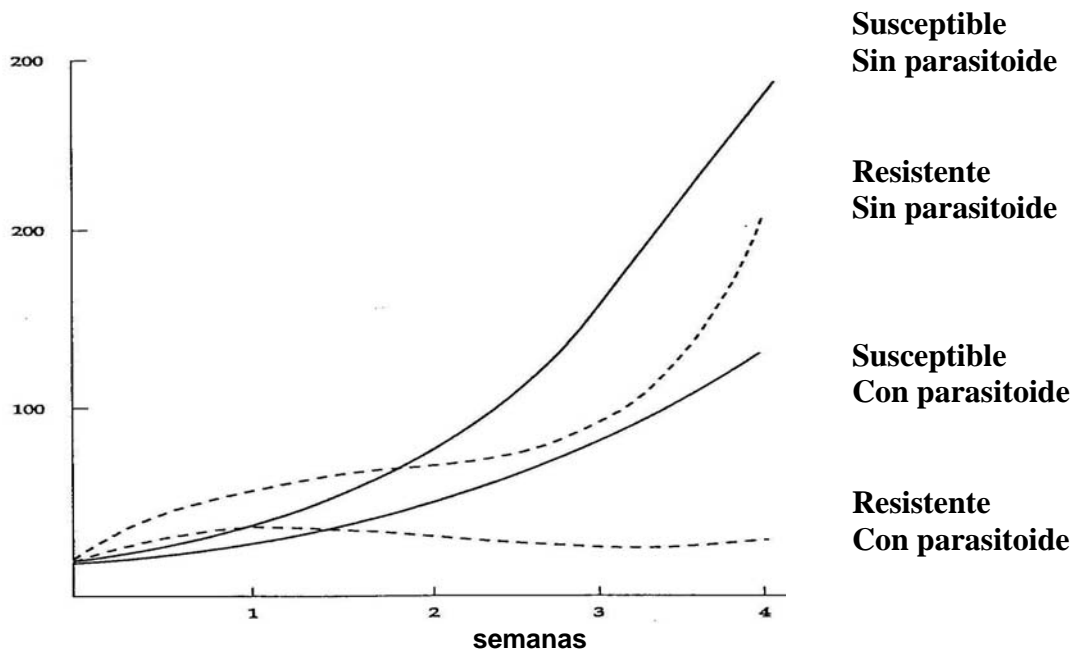


Figura 13:4 Poblaciones del áfido *Schizaphis graminum* en plantas de dos variedades de cebada (susceptible y resistente) en presencia y ausencia del parasitoide *Lysiphebus testaceipes*. Según Starks y col. 1972.

Priorización de factores de mortalidad natural. En la selección de componentes de manejo se priorizan aquellos que constituyen factores de mortalidad natural (plantas resistentes, agentes de control biológico, prácticas culturales, manejo del comportamiento de los insectos, etc.) (Figura 13:5). Todos estos factores contribuyen a la estabilidad del sistema de producción. Excepcionalmente, puede darse el caso de recurrir a factores, como el uso de insecticidas, pero debe considerárseles como medidas temporales y de emergencia, no como medida prioritaria.



Figura 13:5 Priorización de los factores de mortalidad natural en el Manejo Integrado de Plagas

Sistema flexible. Finalmente, el manejo integrado de plagas es flexible para responder a las particularidades del lugar donde se le usa y a los cambios normales o inusitados que se dan dentro de la campaña agrícola o entre un año y otro; sea en términos climáticos, económicos, o de otra índole. Por estas consideraciones resulta imposible que el MIP se encasille en formalidades o protocolos. La variabilidad de las condiciones agrícolas es particularmente notoria en países tropicales y subtropicales.

Hay una clara diferencia en la estrategia del control de plagas tradicional, ampliamente dominado por el control químico, y el MIP. En el control químico, las acciones se toman en función directa de la plaga, buscando su máxima mortalidad o erradicación temporal; son medidas curativas que producen una disminución rápida de la plaga, la cual volverá a incrementarse cuando desaparezcan los residuos del producto en las plantas. En el MIP la plaga es tratada como un constituyente del ecosistema agrícola (agro-ecosistema) que mantiene interacciones positivas y negativas con los otros componentes del ecosistema. De modo que, mediante el manejo de estos otros componentes, se puede dificultar el desarrollo de las plagas o contribuir a su mortalidad natural. Se trata de medidas que, en muchos casos, pueden calificarse de preventivas, pues se anticipan a la ocurrencia del problema, gracias al conocimiento que se debe tener del cultivo, de las plagas y de las condiciones locales. El control químico es esencialmente curativo. El esquema de la estructura del ecosistema agrícola y las interacciones entre sus componentes se presentaron en el Figura 13:2.

Los “Programas MIP” y los “Componentes MIP”

Dada la inmensa variabilidad de cada uno de los aspectos que caracterizan al MIP, es conveniente precisar que una cosa es tratar a) de los conceptos, principios y generalidades del MIP; y otra cosa, muy diferente, es tratar b) de “Programas MIP” específicos destinados a enfocar problemas de plagas en condiciones concretas, que respondan a una realidad determinada de un cultivo. En esa realidad están las plagas específicas debidamente identificadas, la situación real de presencia o ausencia de enemigos naturales, las condiciones geográficas y climáticas definidas, y el medio socio-económico determinado en que se va a desarrollar el programa. Sobre los conceptos, principios y generalidades del MIP se ha escrito mucho; pero sobre los programas MIP, los casos descritos son relativamente pocos. Tal vez esta situación condujo a Ehler y Bottrel, (2000), a sostener (refiriéndose a un programa gubernamental de los Estados Unidos de 1972 para estimular el desarrollo del MIP) que “A pesar de haber transcurrido tres décadas de investigación.... hay muy poca integración en el MIP ...mucho de lo que se hace pasar como MIP moderno no es más que el control supervisado de hace 50 años...no se ha hecho el esfuerzo necesario para integrar las tácticas vertical y horizontalmente...en cierto modo los más beneficiados del movimiento MIP han sido los investigadores científicos, los agentes de extensión y los burócratas, en lugar de los agricultores”

Un “Programa de MIP” se desarrolla para responder a las condiciones particulares de un lugar, un área o una región con características propias similares. Se trata de agro-ecosistemas que comparten aspectos comunes como cultivos y variedades de plantas; condiciones climáticas, principalmente temperatura y ocurrencia (o ausencia) de lluvias; más otros aspectos como las prácticas agrícolas locales; las especie de plagas y sus enemigos naturales presentes; y las condiciones socioeconómicas del agricultor y del mercado. No existe un Programa MIP, diseñado para un cultivo y lugar, que pueda usarse

en cualquier lugar sin ajustes importantes. Tampoco es realista pensar que cualquier programa MIP se logra siguiendo un protocolo.

Las acciones, medidas y, prácticas concretas que se ejecutan en un determinado Programa-MIP vienen a ser los "Componentes MIP" del Programa. Es común que varios de ellos hayan sido desarrollados o adaptados ex profeso para ser utilizados en un determinado programa de MIP. Con tal fin es necesario conducir algunas pruebas experimentales en las condiciones locales antes de adoptarlos para su aplicación.

Posteriormente se describirán cinco casos de programas-MIP con sus respectivos componentes-MIP en los que el autor ha participado directamente. En cuatro de ellos, como Jefe del Programa de Manejo Integrado del Centro Internacional de la Papa (MIP de papa en la costa del Perú, en los valles interandinos, y en las zonas alto-andinas; y MIP de camote en Cuba); y un programa como asesor privado de la Asociación de Agricultores Agroexportadores Propietarios de Terrenos de Chavimochic (APTCH) (MIP del espárrago en la costa norte del Perú).

Por el momento, es preciso indicar que los programas MIP exitosos tienen de común: contar con el interés y apoyo de los agricultores (pequeños o grandes productores); disponer de un programa técnico bien estructurado como resultado del análisis de la situación local; contar con un equipo eficiente para la implementación del programa (pequeños agricultores capacitados, técnicos de las grandes empresas, o un equipo técnico especial); disponer de recursos operativos para la ejecución del programa; y lograr que los agricultores obtengan beneficios económicos, o de otra índole, en un lapso prudencial.

Otros dos aspectos técnicos que están relacionados con la implementación de los programas MIP, y que se tratarán posteriormente, son a) el establecimiento de un sistema de evaluación periódica ("monitoreo") de los niveles poblacionales de las plagas y sus enemigos naturales en el campo y b) el concepto de umbrales o "límites de infestación" de cada plaga que pueden ser tolerados por el cultivo sin que se afecte su rendimiento o beneficio económico.

Algunos Aspectos históricos del Desarrollo del MIP

El MIP se inició a fines de la década de 1950 como una reacción a las deficiencias y complicaciones que se detectaron en el uso de plaguicidas en la protección de los cultivos. Las deficiencias se hicieron evidentes: a) cuando las plagas mostraron capacidad para desarrollar resistencia a las aplicaciones de insecticidas; b) cuando aparecieron nuevas plagas como consecuencia de la destrucción de sus enemigos naturales por el uso extensivo de insecticidas; y c) cuando los costos de protección de los cultivos llegaron a niveles insostenibles para los agricultores. Esto sucedió debido al incremento en el número de aplicaciones requeridas (pérdida del efecto residual), la necesidad de aumentar las dosis (pérdida de susceptibilidad, por desarrollo de resistencia), y el aumento en el precio de los productos.

El cuestionamiento al uso de insecticidas se fue complicando con el tiempo, conforme se iban descubriendo nuevos aspectos de sus características tóxicas. Primero, la atención se concentró en los riesgos de los operadores de las plantas formuladoras de insecticidas y de los aplicadores en el campo; así como en la posible presencia de residuos tóxicos en los productos cosechados. Fue necesario establecer una serie de medidas de seguridad para los operadores y aplicadores, incluyendo vestidos y máscaras protectoras. También se realizaron estudios toxicológicos que condujeron al establecimiento de los límites máximos de residuos (LMRs) tolerados en los productos cosechados y a la prohibición de ciertos productos en algunos cultivos tanto a nivel mundial (de acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO/OMS), como regional (por ejemplo, la Unión Europea) o nacional. En la actualidad, estos aspectos constituyen consideraciones básicas en el comercio internacional de productos agrícolas. Por último, se han hecho

evidentes problemas relacionados con la contaminación ambiental, precisamente cuando en el mundo se ha tomado conciencia de la importancia de preservar la calidad del medioambiente. De allí que en años recientes, el interés por el MIP ha rebasado el ámbito agrícola y se le considera como el sistema de protección de plantas más razonable pues, al tiempo que protege los cultivos contra las plagas, minimiza la contaminación del medioambiente.

Limitaciones del Control Unilateral – Control Químico

Seguramente no sería necesario tratar el tema del manejo integrado de plagas, si pudiera lograrse el control duradero de las plagas presentes en un campo, de una manera más sencilla, aplicando un solo método de control. Pero, con la excepción de algunos casos exitosos de control biológico o de uso de variedades resistentes contra ciertas plagas, raramente la aplicación de un sólo método ha mostrado un éxito duradero. Es más, en ambos casos, las medidas normalmente son válidas para una sola especie de plaga.

Esto se debe principalmente a que las poblaciones de las plagas son entes dinámicos, complejos y de gran plasticidad genética, que se adaptan a los cambios que se introducen en el ecosistema agrícola. Como no todas las plagas ocupan el mismo nicho ecológico es normal que la adopción de una práctica cultural que restringe el desarrollo de una plaga pueda favorecer el incremento de otras especies. La introducción de plantas resistentes a una determinada plaga puede, con el tiempo, dar lugar al desarrollo de nuevos biotipos de la misma especie capaces de romper la resistencia original. Por otro lado, la adopción de plantas resistentes a una plaga, puede favorecer la aparición de otras plagas, para las cuales el mecanismo de resistencia no funciona. En la práctica también se da el caso que la variedad resistente, que podría ayudar al manejo de una plaga, no es la variedad comercial que prefiere el agricultor por razones de mercado. Pero, sobre todo, es el control químico, usado como única o principal forma de represión de plagas, el método que presenta las más serias limitaciones como enfoque unilateral de control.

El Control Químico. Es justo reconocer que los plaguicidas, desde mediados del siglo pasado, en términos generales, han contribuido significativamente a la protección de los cultivos, controlando plagas y enfermedades. De igual manera, los plaguicidas han contribuido a la salud del hombre y de los animales, controlando ectoparásitos y vectores de enfermedades. Hoy día se dispone de numerosos productos entre insecticidas, fungicidas, nematocidas, rodenticidas, herbicidas, etc. que se aplican intensamente en el campo constituyendo la forma predominante de la protección moderna de los cultivos.

Es un hecho que se repite una y otra vez que, cuando se introduce un plaguicida, resulta ser muy efectivo durante cierto tiempo y, muchas veces, es relativamente económico. Este fenómeno se ha repetido una y otra vez desde que los plaguicidas orgánicos sintéticos modernos se introdujeron en la década de 1950. Su adopción fue muy rápida y se les considera un factor importante en el incremento de los rendimientos agrícolas. Con este recurso, tan poderoso, se han cometido muchos abusos. Cuando la economía lo ha permitido, se han hecho, y se hacen, aplicaciones innecesarias como si se tratara de un “seguro” contra eventuales pérdidas de cosecha, con el criterio de que es mejor “aplicar por si acaso” que no aplicar. También se suelen incrementar innecesariamente las dosis con el criterio popular de que “si poco es bueno, mucho debe ser mejor”.

El abuso, y mal uso, de los plaguicidas pronto anulan los beneficios que podrían derivarse de su buen uso. Pero, aún con su uso razonable, hay limitaciones que son intrínsecas a su naturaleza tóxica. Todos los plaguicidas, al ser aplicados, van seleccionando a los insectos menos susceptibles, y terminan formando una población resistente. Hay productos de amplio espectro de acción que afectan, indistintamente, a los insectos dañinos como a los benéficos. Finalmente, hay productos que son muy estables y dejan residuos tóxicos por mucho tiempo en los productos agrícolas cosechados. Aun cuando numerosos plaguicidas, que eran extremadamente tóxicos o que persistían en el medioambiente por

tiempo muy prolongado, han sido retirados del mercado, muchos de los productos actuales todavía representan riesgos para la salud y contribuyen a la contaminación ambiental.

A pesar de todas estas consideraciones adversas, bajo ciertos condicionamientos de selectividad y apremio, algunos plaguicidas pueden constituir un recurso útil, en el sistema de manejo integrado de plagas.

Pérdida de efectividad (Desarrollo de Resistencia). Casi la totalidad de los insecticidas después de un tiempo de uso, progresivamente o súbitamente, pierden efectividad. En muchos casos se llega a la situación que, aún en dosis masivas y aplicaciones frecuentes, resultan inefectivas. Este es un fenómeno generalizado, del pasado y del presente, en todas partes del mundo; siendo más intenso en los lugares donde se usan plaguicidas de manera más frecuente.

La pérdida de efectividad de un insecticida se debe a que las plagas tienen capacidad para desarrollar resistencia a esos productos. Los insecticidas matan a los individuos susceptibles de una población plaga y los sobrevivientes, al reproducirse, forman poblaciones menos susceptibles que, finalmente, dan lugar a una población resistente. Como la ocurrencia de este fenómeno crece con una tendencia exponencial, la resistencia se ha convertido en una de las limitaciones más serias en la protección moderna de cultivos. En un esfuerzo por retardar la generación de resistencia, se recomienda limitar el número de aplicaciones de un producto por campaña agrícola y, en todo caso, alternar productos que tengan diferentes mecanismos de acción tóxica. De esta manera, se busca reducir la presión de selección que estos productos ejercen sobre las poblaciones de insectos y que acaban desarrollando plagas resistentes. El descubrimiento de nuevos insecticidas no contrarresta satisfactoriamente el ritmo de aparición de nuevos casos de resistencia. Desde 1984 existe el IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) que estudia la manera de manejar la resistencia y, sobre todo, de reducirla. En la actualidad, entre los datos técnicos de un insecticida, figura el grupo de acción IRAC, identificado con un número. Los productos del mismo número tienen la misma forma de acción y no deben aplicarse sucesivamente, para evitar el rápido desarrollo de la resistencia.

Basta considerar un solo cultivo, como la papa, para encontrar numerosos ejemplos de plagas que desarrollaron resistencia en los primeros 25 años de uso de insecticidas. El pulgón verde de la papa, *Myzus persicae* (Sulz), que es un importante vector de virus en papa, desarrolló resistencia a la mayoría de los insecticidas registrados para ser usados en este cultivo (Radcliffe et al., 1979). El escarabajo de Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), desarrolló resistencia a insecticidas clorados, fosforados y carbamatos en muchas partes de los Estados Unidos (Harris & Svec, 1981). En la costa del Perú, *Scrobipalpus absoluta* desarrolló resistencia progresivamente a DDT, paratión etílico, paratión metílico y endrin (productos que ya no se venden en el mercado) y otros insecticidas fosforados; y, posteriormente, al grupo de insecticidas piretroides al poco tiempo de su introducción (Campos, 1978) (cuadro 13:1). La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) desarrolló resistencia a productos clorados, fosforados, carbamatos y piretroides (Collantes, 1984). La mosca minadora, *Liriomyza huidobrensis* Blanch, desarrolló resistencia a la mayoría de los productos clorados y fosforados en la costa del Perú.

La aparición de resistencia es un problema de actualidad en todas partes. Se pueden dar casos de desarrollo de resistencia en ciertos fundos y, al poco el tiempo, las poblaciones resistentes se dispersan a fundos aledaños. En la irrigación de Chavimochic, en el norte de la costa peruana, se cultiva intensamente espárrago y paltos, desde fines de la década de 1990. En un tiempo relativamente corto, la mosquilla del brote del espárrago, *Prodiplosis longifila* desarrolló resistencia a metamidofos en toda la irrigación. Por otro lado, la arañita marrón del palto, *Oligonychus punicae*, desarrolló, en forma sucesiva, resistencia a abamectina y fenpyroximato en dos y tres años, respectivamente.

Tabla 13:1 Evolución del control químico de *Scrobipalpula absoluta* Meyrick en el valle de Cañete. Lima-Perú. (Campos, 1976).

		i.a. kg/ha
1950	DDT	1,750
1952	Paration etílico	0,150
1955	Paration etílico	0,250
1963	Paration etílico	0,500
1965	Paration metílico	0,500
1968	Paration metílico	1,000
1971	Tamaron1	0,500
1974	Tamaron1, Azodrín2 (deficiente)	
1975	Mezclas: Endrithion3 + Azodrin Endrithion + Tamaron	
1976:	Decis4, Belmark5, Birlane6, Cidial7	

1Metamidofos, 2Monocrotofos, 3Mezcla de Endrin + Paration metílico, 4Deltametrina, 5Fenvalerato, 6Clorfenvinfos, 7Phentoato.

Aparición de nuevas plagas y "resurgencia". Los insecticidas matan fácilmente a los insectos benéficos (parasitoides y predadores). Entre los parasitoides y predadores afectados pueden estar aquellos que ejercen cierto grado de mortalidad natural en las plagas principales; pero también están los que ejercen un efectivo control de otras especies de insectos fitófagos, que carecen de importancia económica, precisamente porque están reprimidos por sus enemigos naturales.

La destrucción de los enemigos naturales de la plaga principal produce el fenómeno de "resurgencia" de la misma plaga. La resurgencia consiste en la rápida recuperación de la plaga, una vez que se disipan los residuos de un tratamiento de insecticidas, pudiendo alcanzar niveles mayores que los previos a la aplicación. Shelton et al. (1981) reportaron la rápida resurgencia de la polilla de la papa después de las aplicaciones de insecticidas y la destrucción de sus enemigos naturales.

Mucho más importante para el agricultor es el efecto de la destrucción de los enemigos naturales de las plagas potenciales, es decir de aquellos insectos que se mantenían en poblaciones bajas sin causar daño económico. Al desaparecer la represión biológica natural, esas poblaciones de insectos se incrementan y algunas llegan a alcanzar niveles de plaga. Se trata de las llamadas "nuevas plagas" o "plagas inducidas" o "plagas secundarias". Las plagas inducidas pueden resultar más difíciles de combatir que las plagas primarias, pues suelen sobrevivir a los tratamientos que se efectúan contra éstas; es decir, son tolerantes a los insecticidas normalmente utilizados en el cultivo.

En la costa central del Perú se considera que la emergencia de la "mosca minadora" *Lyriomyza huidobrensis* como plaga principal de la papa (Fig. 13:6), fue el resultado de las intensas aplicaciones que se utilizaron contra la polilla *Scrobipalpula absoluta*. Esta condición se mantuvo por algún tiempo por la tendencia de hacer aplicaciones "calendarizadas" contra la mosca minadora. Por muchos años la mayor cantidad de insecticidas que se usó en papa en la costa estuvo orientada a controlar esta plaga.

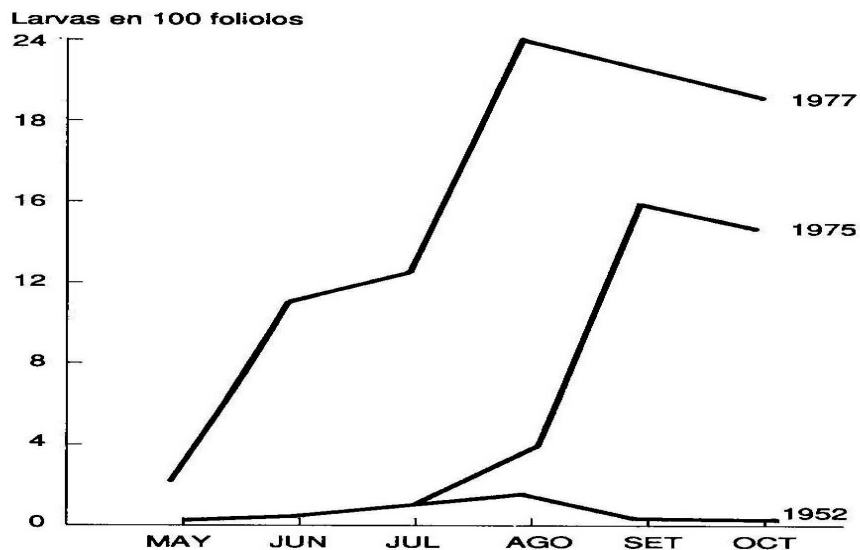


Figura 13:6 Incremento de las poblaciones de mosca minadora , *Liriomyza huidobrensis*, en el valle de Cañete, Perú, coincidente con la adopción del uso masivo de insecticidas contra la polilla del follaje de papa, *Tuta absoluta*.

El fenómeno de la aparición de nuevas plagas en el caso del algodón en el Perú fue tratado en el Capítulo 9 y puede apreciarse en el cuadro 13:2. Este problema puso al borde de la ruina a los agricultores algodoneiros del valle de Cañete, Perú, en la segunda mitad de la década de 1950.

Plagas (1943-1949) Insecticidas minerales y botánicos	Plagas (1949-1956) Insecticidas orgánicos sintéticos
<i>Anthonomus vestitus</i>	<i>A. vestitus</i>
<i>Anomis texana</i>	<i>A. texana</i>
<i>Aphis gossypii</i>	<i>A. gossypii</i>
<i>Heliothis virescens</i>	<i>H. virescens</i>
<i>Mescinia peruella</i>	<i>M. peruella</i>
<i>Memichionaspis minor</i>	<i>H. minor</i>
<i>Dysdercus peruvianus</i>	<i>D. peruvianus</i>
	<i>Argyrotaenia spheropa</i>
	<i>Platynota sp.</i>
	<i>Pseudoplusia rogationis</i>
	<i>Pococera atramentalis</i>
	<i>Phenacoccus gossypii</i>
	<i>Bucculatrix thurberiella</i>

Cuadro 13:2 . Relación de las plagas del algodón en el valle de Cañete, Perú, cuando se usaban solamente insecticidas minerales y botánicos, y la aparición de nuevas plagas cuando se utilizaron masivamente los insecticidas orgánicos sintéticos modernos. Según Boza Barducci, 1965.

Es posible que las infestaciones crecientes de la mosquilla de los brotes *Prodiplosis* sp., del ácaro blanco *Poliphagotarsonemus latus* y de la mosca blanca *Bemisia* spp., observadas en los últimos años en

diversos cultivos de la costa del Perú, estén asociadas con las aplicaciones de insecticidas contra otras plagas.

Hay ciertas plagas, como las cochinillas harinosas, moscas blancas, moscas minadoras y ácaro hialino, entre otras, cuyo incremento con frecuencia está asociado con el uso excesivo de insecticidas contra otras plagas.

Trofobiosis y Hormoligosis. Hay otros fenómenos relacionados con el uso de plaguicidas que contribuyen al incremento de las poblaciones que no son susceptibles a los tratamientos. Se trata de los fenómenos de hormoligosis y trofobiosis. No están bien definidos los mecanismos de acción, pero son hechos comprobados que la aplicación de ciertos productos plaguicidas, favorecen la multiplicación de ciertas plagas. Según Chaboussou (1966), la trofobiosis es el incremento de la vitalidad de un organismo debido al efecto de los plaguicidas en la planta que favorece a la plaga que se alimenta de ella. (figura 13:7). Hormoligosis es el fenómeno de estimulación reproductiva de plagas (o insectos benéficos) por dosis subletales de plaguicidas (Luckey, 1968). Así, por ejemplo, imidacloprid, un plaguicida sistémico, efectivo contra pulgones, moscas blancas, cigarritas y otros insectos, favorece la reproducción de la araña roja *Tetranychus urticae* y también del ácaro predador *Amblyseius victoriensis* (James y Price, 2002). Es común en el valle de Cañete que los campos de camote tratados con carbofuran y oxamyl, contra el gorgojo del camote, presenten las más altas infecciones de la mosca blanca *Bemisia*.

Huevos/hoja

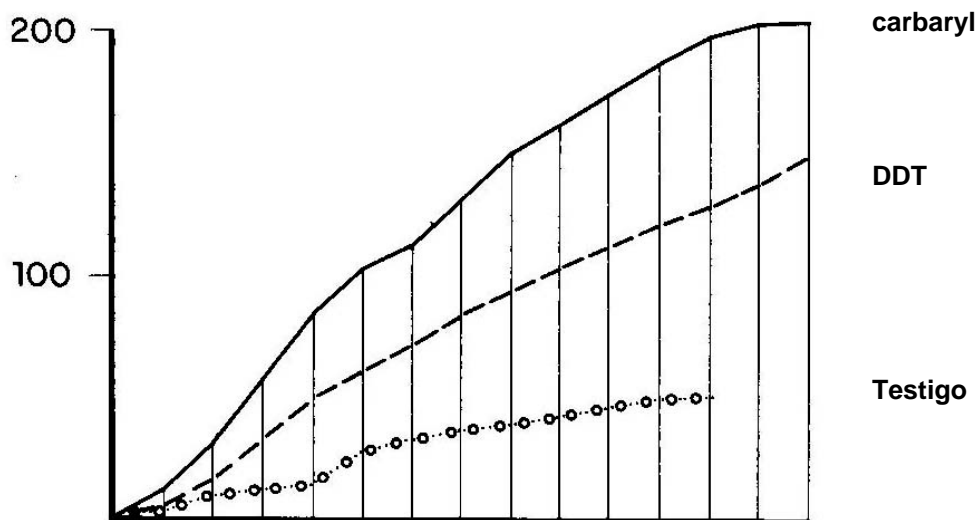


Figura 13:7 Efecto del Carbaryl y el DDT aplicados en el follaje de vid en el incremento de la fecundidad de la araña roja *Tetranychus telarius*. Chaboussou, 1966.

Limitaciones Económicas. Los precios de los insecticidas se han incrementado en forma significativa y constante, siguiendo un proceso que parece ser irreversible, pues los costos de investigación y producción de nuevos productos son cada vez mayores. Como consecuencia, el uso intensivo tradicional de insecticidas hace que los costos de la producción agrícola se eleven de tal manera que, muchas veces, se convierten en limitantes de la rentabilidad del cultivo.

Esta situación la comparten tanto los agricultores grandes como los pequeños. Pero, es particularmente dramática entre agricultores pequeños o medianos, que trabajan terrenos marginales, y muchas veces en condiciones de precios inestables para sus cosechas. Estudios realizados en el valle de Cañete en la costa central del Perú (Ewell et al., 1990) demuestran que la inversión en plaguicidas para

controlar plagas de la papa supera el costo de otros insumos incluyendo a la semilla (Fig. 13:8). Cuando los precios de la venta de la papa son bajos, rendimientos de 20 a 25 t/ha escasamente cubren los costos de producción.

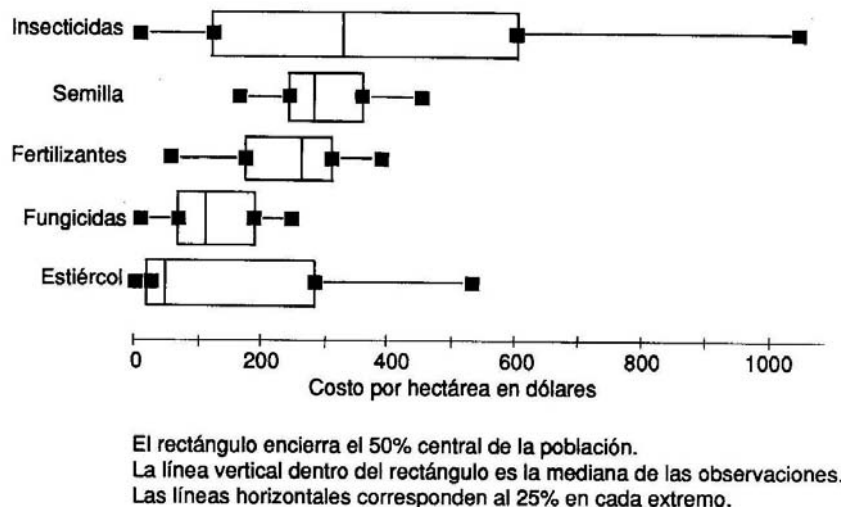


Figura 13:8 Comparación de los costos sanitarios del cultivo de papa en el valle de Cañete con respecto a los otros costos de otros insumos para la producción de papa en el valle de Cañete, Perú. Según Ewell y col. 1990.

En cierto modo, los precios elevados de los insecticidas tienden a favorecer su uso más razonable y hasta, eventualmente, pueden inclinar a los agricultores a adoptar el MIP, como una manera de bajar sus costos de producción. El fenómeno que se está produciendo ahora es que los nuevos productos insecticidas son caros, pero los antiguos productos, cuyas patentes han vencido, son producidos por países asiáticos en procesos de industrialización, a precios muy bajos. Este fenómeno puede volver a incentivar el mal uso y uso excesivo de los plaguicidas.

Residuos tóxicos y contaminación ambiental. Los problemas de resistencia, resurgencia y aparición de nuevas plagas obligan a que el agricultor incremente las dosis de aplicación, reduzca los intervalos entre aplicaciones, y recurra a la mezcla de insecticidas. Las implicancias económicas resultantes son serias. Pero, además, se crean dos problemas importantes: los mayores residuos que quedan en las plantas y la contaminación ambiental. Por residuo se entiende la cantidad de insecticida o sus metabolitos tóxicos que quedan en la superficie o dentro de la parte de la planta que se cosecha (ver Capítulo 9 sobre Control Químico). Por contaminación del medio ambiente, a la forma en que el pesticida permanece en el suelo, es acarreado por el aire a las áreas vecinas, y se llega a las aguas de las acequias, ríos y lagunas o se percola a los niveles freáticos; amenazando así la salud del hombre, y la de los animales domésticos y silvestres. También afectan a los insectos polinizadores y a otros seres benéficos.

En el caso de la papa, los residuos tóxicos en los tubérculos están asociados principalmente con tratamientos al suelo para combatir a los insectos de vida subterránea, entre ellos al gorgojo de los Andes, *Premnotrypes* spp. y gusanos blancos (Scarabaeidae). Los insecticidas clorados como el BHC, Aldrin y Heptacloro, que se usaron ampliamente contra esta plaga, han sido prohibidos debido a su persistente efecto contaminante. Estos insecticidas han sido reemplazados por otros compuestos más tóxicos como aldicarb, carbofuran y oxamyl que tienen efectos múltiples contra insectos subterráneos, nematodos, e

insectos picadores chupadores del follaje. El riesgo de los residuos de estos productos en los tubérculos y en las aguas subterráneas es motivo de muchas preocupaciones e investigaciones. En algunos estados de los Estados Unidos el uso de estos productos ha sido prohibido o restringido en el cultivo de la papa.

Análisis Ecológico del Problema de Plagas

El campo agrícola es un ecosistema artificial caracterizado por la dominancia de una o unas pocas especies de plantas (las plantas cultivadas) como resultado de la intervención del hombre. El hombre no solamente las ha sembrado sino que las protege de otras plantas competidoras (malezas) y de sus enemigos (plagas y enfermedades). De modo que desde el punto de vista ecológico, se deben considerar plantas y plagas como partes fundamentales del ecosistema agrícola y participantes de su dinámica.

La planta cultivada. Normalmente, las plantas cultivadas provienen de largos procesos de selección y mejoramiento, habiendo adquirido cualidades distintas a las formas silvestres originales, que se caracterizan por su rusticidad. Los cambios en la morfología, fenología, constitución química, y fisiología de las plantas mejoradas están destinados a satisfacer las exigencias de productividad y calidad que busca el hombre. Casi siempre, las plantas así mejoradas resultan también más apetecibles y nutritivas para muchas plagas. Existen otros cambios que también favorecen la presencia y multiplicación de ciertas plagas, como la reducción de la variabilidad genética de la planta cultivada, la uniformidad en los estados de desarrollo de la planta en grandes extensiones (monocultivos) y la utilización de ciertas prácticas agronómicas como riegos, fertilizaciones y destrucción de malezas. No se pueden establecer programas de MIP sin el conocimiento de las características fundamentales del cultivo y sus prácticas agronómicas.

Las plagas. Aquellas especies de insectos que, en su variabilidad adaptativa, pueden armonizar su desarrollo con las nuevas condiciones se vuelven abundantes y se convierten en plagas. Si entre las nuevas condiciones está el frecuente uso de insecticidas, las poblaciones de insectos también pueden adaptarse a ellos desarrollando resistencia.

Los agro-ecosistemas son menos complejos que los ecosistemas naturales y por consiguiente son menos estables. Aún así, mantienen una serie de interacciones complejas entre sus componentes, de modo que cualquier cambio biológico, físico o químico en un componente generalmente afecta a otros componentes del ecosistema (Fig. 13:2).

Los otros Componentes del Agro-ecosistema. Además de las plantas y las plagas, entre los principales componentes del agro-ecosistema están, los insectos benéficos, las condiciones climáticas, las condiciones del suelo, y las prácticas culturales, incluyendo la aplicación de plaguicidas. Si bien, desde el punto de vista técnico, comprender el agro-ecosistema es fundamental para enfocar programas de MIP, hay otro aspecto igualmente importante a considerar. Se trata de tomar en cuenta a los agricultores y su situación socioeconómica, pues los programas de manejo que se establezcan tienen que ser compatibles con esa realidad que ellos representan.

El equilibrio de las plagas. Los insectos fitófagos constituyen un componente del agro-ecosistema. Su interacción con otros componentes determinan los niveles de sus poblaciones y sus variaciones con el tiempo o la fenología de la planta. Para tratar de precisar la abundancia o escasez de una población en el contexto del agro-ecosistema se han creado algunos términos. El promedio de la densidad de una población durante un tiempo relativamente largo se denomina "posición de equilibrio" o "densidad promedio de equilibrio".

Para las condiciones particulares de un lugar, donde ocurren factores favorables y adversos, cada especie suele presentar una posición de equilibrio propia. Así, algunas especies, generalmente muy pocas, son permanentemente abundantes y provocan serios daños a los cultivos, por lo que se les llama "plagas claves" (Fig. 13:9). Otras especies suelen incrementarse en ciertas épocas y disminuir en otras; son las

"plagas ocasionales", que si se presentan regularmente asociadas a una época del año, vienen a ser las "plagas estacionales". Finalmente, un buen número de especies permanecen en bajos niveles, sin causar reducción en las cosechas, por lo que se les considera sólo "plagas potenciales" o simplemente "fitófagos sin importancia económica". Este tema fue desarrollado en el Capítulo 3.

De todos los factores presentes en el ecosistema que interactúan con las plagas, algunos son considerados "factores claves" porque son los que tienen efecto directo y notorio sobre las poblaciones de insectos; entre ellos pueden estar las prácticas agronómicas, la presencia o ausencia de enemigos naturales, los altos o bajos niveles de resistencia o tolerancia de las plantas, o las condiciones macro y micro climáticas (Bagley, 1958). El valor relativo de los factores claves y su utilización práctica varía según los casos. Cualquier cambio en los factores claves conlleva cambios en las densidades de las poblaciones de insectos, aunque estas respuestas no sean inmediatas. Como resultado de estos cambios, si llegan a ser permanentes, una plaga clave puede dejar de serlo y, al contrario, un insecto sin importancia económica puede convertirse en plaga clave.

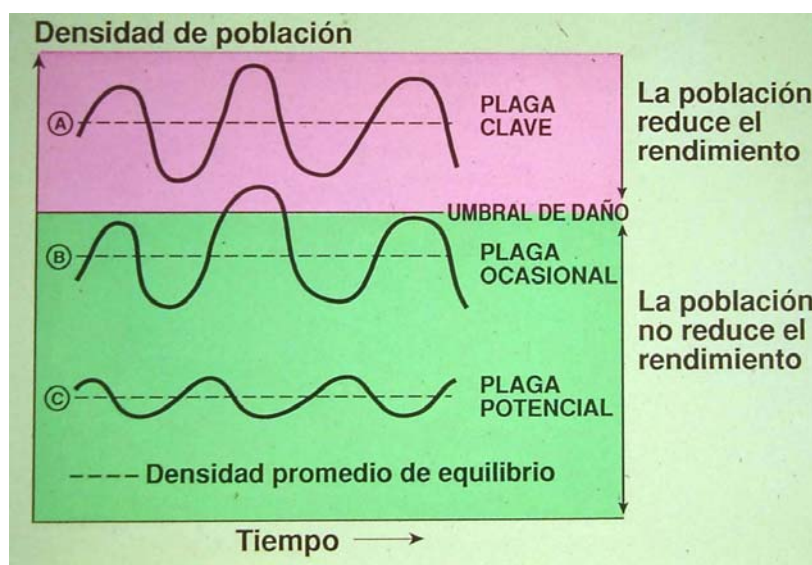


Figura 13:9. Representación esquemática teórica de las "plagas claves", "plagas ocasionales" y poblaciones de insectos sin importancia económica ("plagas potenciales") relacionando sus densidades (nivel de equilibrio y fluctuaciones poblacionales) con el umbral de daño (nivel en que la población afecta los rendimientos).

Conceptos de Umbrales de Daño. En el Manejo Integrado de Plagas no se acepta la idea de que cualquier insecto que está comiendo alguna parte de la planta necesariamente justifica una acción de control; sobre todo si nos referimos a la necesidad de aplicar insecticidas. Es necesario conocer o estimar el efecto real que esa población de insectos tiene, o puede tener, para reducir la cosecha.

En la literatura sobre experimentos con insecticidas se suele encontrar casos en que un producto registra alta mortalidad de la plaga, pero los rendimientos de las parcelas tratadas no superan los rendimientos de las parcelas testigo, sin tratamiento. En gran parte, esto se debe a que el nivel que alcanzó la plaga fue soportada por el cultivo, sin que llegara a reducir su capacidad de producción. Es decir la aplicación del insecticida no fue necesaria.

Umbral de daño económico. Sólo cuando la población sobrepasa ciertos niveles, dependiendo de las variedades, estado de desarrollo de la planta y otros factores, la cosecha disminuye. Estas densidades críticas de la plaga se denominan comúnmente "umbrales económicos", "niveles de daño económico" o "umbrales de respuesta al daño" como se explicó en el Capítulo 2.

Cualquier disminución en la cosecha constituye una pérdida verdadera. Pero cuando se define el "nivel de daño económico" se incluye factores económicos adicionales; el costo de la medida de control de la plaga y el beneficio económico que se obtiene con su aplicación. De modo que el "umbral" viene a ser "aquella densidad poblacional de la plaga debajo de la cual el costo de la medida de control excede el valor del daño causado por la plaga". Si la densidad de la plaga excede ese límite sin que se apliquen medidas de control se produce una pérdida económica mayor que la necesaria y, si se aplica antes, se incurre en un gasto innecesario. En realidad se trata de un concepto directamente ligado al uso de insecticidas. Un criterio esencial para el "manejo de plaguicidas". La decisión que se toma es "curativa". En el MIP, en cambio, se trata de tomar medidas "preventivas", y evitar que las poblaciones de las plagas lleguen a los niveles críticos.

El concepto de umbral de daño económico ha sido aceptado universalmente en un medio en el que control de plagas es fundamentalmente químico. En su cálculo se requiere una idea clara de la correlación entre los niveles de infestación y la magnitud de los daños (disminución de los rendimientos o del valor de la cosecha). Como la magnitud de los daños es una expresión económica, hay que conocer la disminución de la cosecha más el precio de venta de la cosecha. También se debe conocer el costo de la medida de control (cuyo valor anticipado es incierto pues no se sabe cuantas aplicaciones de insecticidas serán necesarias) para controlar el problema.

La inclusión del "costo de la medida de control" y "el precio de la cosecha" en la definición del concepto de daño económico, a primera vista, es razonable, especialmente para las condiciones de la agricultura en climas templados, donde se producen muy pocas generaciones o ciclos de las plagas en una campaña agrícola y donde una aplicación de insecticidas puede tener un efecto determinante. En condiciones tropicales y subtropicales donde las plagas están presentes todo el año, en generaciones sucesivas, las predicciones de costos de protección son muy inciertas; si a eso le agregamos la incertidumbre en los precios de venta de los productos cosechados, llegamos a la conclusión de que el cálculo del nivel de daño económico es una complicación innecesaria. En el mejor de los casos, los cálculos serían factibles para los daños producidos por una sola plaga, de preferencia univoltina (una sola generación por campaña agrícola). Pero, en las condiciones tropicales y subtropicales, es común que se presenten simultáneamente varias plagas y que la mayoría sean multivoltinas (varias generaciones por campaña agrícola).

Umbral de respuesta al daño. Para fines prácticos, es preferible determinar un "umbral de respuesta al daño" que debe corresponder a la densidad de la población con la que se inicia la disminución en los rendimientos. Hecha esta determinación o, por lo menos, teniendo alguna idea sobre ella, corresponde al técnico decidir las medidas para evitar que las poblaciones de las plagas alcancen esos niveles. En estas decisiones, lógicamente, se toman en consideración los costos de las diversas alternativas de manejo y de los beneficios esperados.

Umbral de acción. El margen de tolerancia desde que se inicia una infestación hasta que se llega al umbral de daño varía con el tipo de daño que ocasiona la plaga (Figura 2:31), la edad de la planta (Figura 2:33), y la tolerancia propia del cultivar. Cuando se considera una medida de control químico (que es la consideración fundamental en que han sido desarrollados estos conceptos) la aplicación debe llevarse a cabo un poco antes de que la plaga llegue al umbral de daño económico (o de respuesta al daño). A ese nivel poblacional de la plaga se le denomina "Umbral de acción". En la práctica del manejo integrado de plagas, el umbral de acción se maneja con mucha flexibilidad, pues la idea es recurrir a medidas que eviten, en lo posible, acercarse al umbral de daño.

El tipo de daño de la plaga y los Umbrales de daño. El tipo de daño que causa una población de insectos en la planta debe estar bien definido. En el caso de la papa, en que los tubérculos son el objeto del cultivo, las plagas que dañan el follaje o la parte aérea en general podrían llamarse "indirectas" en tanto que las plagas que dañan los tubérculos serán plagas "directas". Con las plagas indirectas hay un mayor margen de tolerancia que con las plagas directas. Un caso especial son los vectores de virus en los que

poblaciones muy bajas pueden causar epidemias severas. Aún más serios son sus efectos dañinos si se trata de semilleros, pues en este caso la tolerancia es prácticamente cero.

En el algodonero las plagas directas dañan los órganos de fructificación (botones y bellotas). Pero en este caso las plagas directas tienen un margen de tolerancia relativamente amplio porque la planta tiene el potencial de producir órganos de fructificación en una cantidad que excede la capacidad de soporte de la planta. De modo que cierta cantidad de botones dañados no afectan el rendimiento de la planta. La planta compensa este daño disminuyendo los botones que normalmente deja caer en forma natural, por alguna razón fisiológica.

El margen de tolerancia es aún mayor para las plagas indirectas que comen el follaje (Figura 13:10).

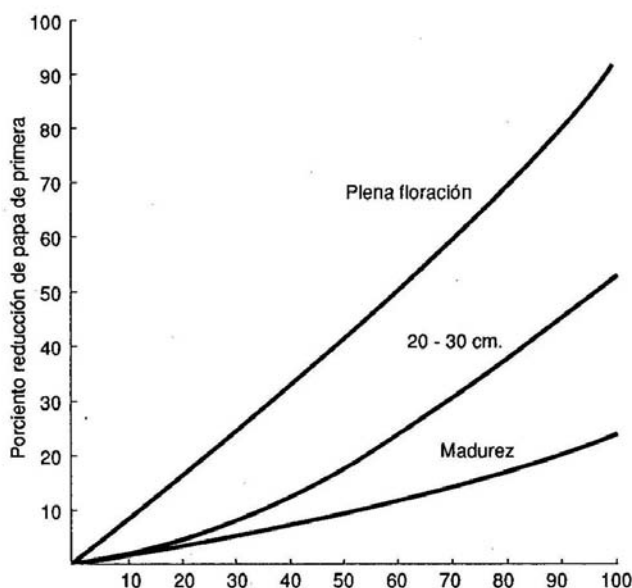


Figura 13:10. Correlación entre los porcentajes de defoliación y los porcentajes de pérdida de rendimiento de papa de primera en un experimento de daños simulados en tres estados de desarrollo de la planta de papa. Takatori y col. 1952

El concepto de umbral de daño económico está íntimamente relacionado con el uso de insecticidas. Es importante aclarar, sin embargo, que en la decisión de aplicar insecticidas también se toman en cuenta otras consideraciones muy importantes. Entre ellas la oportunidad o momento de la aplicación, para lo cual hay que tener en cuenta que el estado de desarrollo del insecto sea particularmente susceptible a los tratamientos, o que los insectos estén en su fase expuesta (no en su fase inaccesible como sucede con las plagas que dañan órganos subterráneos), el número de generaciones del insecto por año o por campaña agrícola, los recursos disponibles para controlar la plaga, y las condiciones ambientales favorables (o no) para llevar a cabo los tratamientos.

Finalmente, hay que tener presente dos aspectos; que la presencia de insectos fitófagos en niveles sub-económicos no solamente no afectan los rendimientos sino que pueden tener un efecto benéfico permitiendo la presencia e incremento de parasitoides y predadores. Por otro lado hay productos, generalmente poco perturbadores de los insectos benéficos, como el azufre, los aceites y los jabones, que son efectivos, solamente cuando las poblaciones de plagas son moderadas, y no cuando las poblaciones son altas.

Demandas para adoptar el MIP

La demanda para adoptar el manejo integrado de plagas, históricamente, proviene de los mismos agricultores, cuando se ven en una situación de crisis económica y fitosanitaria, como consecuencia del uso intensivo de insecticidas. Esta situación ha cambiado, desde que diversas organizaciones, preocupadas por los problemas de residuos y contaminación ambiental, han comprendido que para combatir estos problemas hay que disminuir el uso masivo de insecticidas. La única alternativa disponible es la adopción del manejo integrado de plagas. Entre estas organizaciones están los gobiernos nacionales, los países importadores de productos agrícolas, ciertos estratos del público consumidor, algunas organizaciones o países donantes de Centros Internacionales de Agricultura, y organizaciones internacionales como la FAO y la OMS.

La demanda del MIP por los gobiernos nacionales debería representar un compromiso serio de proveer recursos para el establecimiento del MIP. En cierto grado esto se da en los países industrializados por la demanda de los consumidores, técnicos e investigadores; pero en los países no-industrializados, por lo general, las acciones no van más allá de gestos de compromiso. Como dar una ley de promoción del MIP, aprovechar temporalmente los recursos de algún programa de ayuda internacional, o formalidades que conlleven algún interés político.

En los países industrializados, algunos estratos del público consumidor saben distinguir entre los productos que se obtienen con la protección química convencional y aquellos producidos bajo el sistema MIP y también productos de origen orgánicos, lo que se refleja en los precios de venta. Los países importadores de productos agrícolas exigen la inocuidad de los productos importados, lo que significa tomar en consideración los límites máximos de residuos (LMRs) establecidos en el Codex Alimentarius, tal como lo determina la FAO/OMS. Algunos países, especialmente europeos, establecen exigencias adicionales excesivas en cuanto a la tolerancia de residuos en los productos que importan que pueden interpretarse como trabas al comercio internacional. Los países industrializados promueven la adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (GAP, GLOBALGAP) que incluye la práctica del MIP.

Los Centros Internacionales de Agricultura suelen tener algún programa en que se promueve el uso del MIP y algunos donantes canalizan en forma específica recursos a través de estos centros con el fin de ayudar a los pequeños agricultores. Los resultados han sido muy heterogéneos.

Los programas MIP demandados por los mismos agricultores han sido los más consistentes. Desafortunadamente, esta demanda suele darse solo cuando los agricultores han llegado a situación de crisis, por el fracaso de sus programas de control químico. Sería mucho más razonable que el enfoque MIP se estableciera más oportunamente, con antelación a la crisis. Por desgracia, este fenómeno se viene repitiendo desde la crisis de los productores de algodón en el Perú en la década de 1950 hasta nuestros días. El Dr. Ray F. Smith (1969) captó este fenómeno y desarrolló un esquema que parece cumplirse fielmente. Estableció cuatro fases de la producción-protección agrícola previas a la adopción del MIP: fase de subsistencia, fase de explotación (protección a base de insecticidas), fase de crisis (plagas resistentes, nueva plagas y altos costos de protección) y fase de desastre (pérdida de rentabilidad), a la que le sigue el establecimiento del manejo integrado de plagas. Entre los casos relativamente recientes puede mencionarse que en la década de 1990, los productores de camote en Cuba desarrollaron un exitoso programa MIP después de experimentar una crisis por el gorgojo *Cylas formicarius* en 1991 (Cisneros V., F. y J. Alcázar S., 2001). De la misma manera, los productores de espárrago de la irrigación Chavimochic en la costa peruana adoptaron un programa MIP después de una crisis fitosanitaria y económica en el año 2000.

Factores que dificultan la Adopción del MIP

El sistema MIP, tal cual se ha descrito, ha venido consolidándose y perfeccionando desde la década de 1960, con la participación de organismos internacionales como La FAO, universidades de todo el mundo, organismos agrícolas nacionales y organizaciones no gubernamentales (ONGs). Pero aún hoy, cincuenta años después, y, a pesar de su amplio reconocimiento formal, es relativamente poco lo que se ha logrado implementar en el campo. Son diversos los factores que han que han dificultado la adopción del sistema MIP por los agricultores. Entre ellos,

a) Los criterios de "calidad" de los productos agrícolas en los mercados nacionales y, sobre todo, en los mercados internacionales. Se trata de una calidad basada en consideraciones cosméticas o de apariencia externa que no comprometen el valor nutritivo o sabor del producto. Los productos agrícolas pierden valor rápidamente, o son descartados del mercado, por la ocurrencia de daños superficiales ligeros o la presencia de algunas escamas o queresas que, en realidad, no afectan la calidad intrínseca del producto. Estos condicionamientos constituyen una invitación al uso intensivo de plaguicidas.

b) Existe muy pocos casos de desarrollo de programas MIP prácticos, sencillos, adaptados a las condiciones específicas (agrícolas y socio-económicas) de los agricultores que puedan ser considerados alternativas viables por los mismos agricultores.

c) Las empresas agroquímicas tienen efectivos medios de venta de los productos pesticidas a nivel del agricultor. En muchos casos son los únicos técnicos que están al alcance de los agricultores.

d) Los organismos nacionales oficiales, supuestamente promotores del sistema, generalmente muestran carencias y limitaciones de diversa índole que afectan su rol frente a los problemas de los agricultores.

Al analizar los casos exitosos de MIP y los fracasos, resulta evidente que los éxitos están asociados al interés y la participación activa de los usuarios, es decir de los agricultores y de su entorno económico. En otras palabras, no basta una buena conceptualización técnica de un programa MIP para que sea exitoso, es necesario tener en cuenta las condiciones sociales y económicas en que va a darse su implementación. Un programa MIP para pequeños agricultores, con escasos recursos económicos y técnicos, tiene características diferentes al de un programa MIP para grandes agricultores, con mayor capacidad económica y técnica. En ambos casos, sin embargo, el protagonista principal del programa es el agricultor. El agricultor es el que acepta el cambio, pone en riesgos sus recursos, y hace su propia evaluación de los beneficios que espera obtener, al adoptar la nueva tecnología.

Para concluir esta parte introductoria, es conveniente insistir que debido a la orientación que se ha seguido en los diversos capítulos de este libro, los conocimientos básicos que se requieren para el manejo integrado de plagas ya han sido tratados con cierta extensión en los capítulos previamente desarrollados. De modo que el lector debe recurrir a ellos para una mejor comprensión. Este capítulo resume algunos de esos temas y agrega otros con el fin de consolidar el enfoque integral del manejo de las plagas.

GENERALIDADES DEL MIP vs PROGRAMAS-MIP

Como se indicó antes, es necesario distinguir entre los "conceptos o principios del Manejo Integrado de Plagas" y los "Programas de Manejo Integrado de Plagas". Mucho se ha escrito sobre los

conceptos del MIP; sus principios tienen valor universal. Pero son relativamente pocos los programas-MIP que se han implementado en campos de agricultores para afrontar problemas de plagas específicos. Los Programas-MIP se basan en la utilización de componentes MIP; es decir, en la utilización de medidas específicas, para contrarrestar problemas concretos de un lugar, que puede ser una localidad o una región.

Los programas-MIP tienen que ser diseñados para las condiciones especiales de una localidad pues deben responder a muchas variables específicas como cultivos utilizados, el sistema de cultivo, el complejo de plagas, la presencia de determinados enemigos naturales, las condiciones climáticas, los valores económicos del cultivo, el nivel de tecnología, la disponibilidad de personal y otros factores propios de la condición socioeconómica del agricultor. Cualquier "programa" que se diseñe necesariamente tiene que ser flexible para adecuarse a la dinámica del cultivo, de las plagas y del clima. Casi siempre es necesario contar con la supervisión de personas enteradas o, mejor aún, especializadas en el manejo de plagas. Solo así se puede asegurar la correcta aplicación de los componentes MIP del Programa y efectuar los ajustes que fueran necesarios.

Siempre hay que tener en mente que el objetivo del agricultor es lograr un beneficio óptimo desde el punto de vista económico o utilitario. En este proceso, el rendimiento del cultivo es un importante componente y toda medida para incrementar el beneficio de la gestión agrícola contribuye a afianzar el programa de MIP. Los rendimientos están determinados por la potencialidad o calidad del cultivo, las condiciones químicas y físicas del suelo, las condiciones climáticas, las prácticas agrícolas y las condiciones biológicas entre las cuales están las plagas, enfermedades y malezas (Figura 4:1).

Dada las condiciones específicas de cada localidad, el o los cultivos seleccionados, deben responder favorablemente a los factores menos manejables como son el clima y el suelo. Sería muy difícil proteger un cultivo de plantas débiles o mal adaptadas a las condiciones locales y poder justificar los gastos de su protección. En todo caso, el costo de protección no puede ser ajeno a los beneficios esperados de la comercialización o utilización de la cosecha.

Lineamientos generales. Diversas organizaciones han tratado de establecer los lineamientos básicos para implementar el manejo integrado. La FAO ha publicado textos sobre la implementación del MIP en algodón (Falcon y Smith, 1973), arroz (FAO, 1979) y maíz (Bottrell, 1979; van Huis, 1981). La Universidad de California ha publicado manuales para el Manejo Integrado de Plagas de arroz (Flint, M. L. y B. L. P. Ohlendorf, 1993), tomate (Rude, P. A. y L. L. Strand, 1998), cebolla (Hoffmann, M. P. y col., 1996), alfalfa (Flint, M. L., 1985), algodón (Ohlendorf, B. P., 1984), coles (Flint, M. L., 1991), nueces (Flint, M. L. y B. Kobbe, 1987), almendras (Ohlendorf, B. L. P., 1985), cítricos (Kobbe, B. y S. H. Dreistadt, 1991), papa (Strand, L. L., 1986), fresa (Strand, L. L., 1994) vid (Flaherty L. P y col. 1992), manzano y peras (Ohlendorf, B. L. P., 1999), y frutales de hueso (Strand, L. L. y M. L. Flint, 1999). Lineamientos generales para la implementación del sistema MIP han sido presentados por Huffaker & Smith (1979) para insectos; Apple et al., (1977) para enfermedades; y Buchanan (1976) y Shetty et al., (1977) para malezas. Bottrell (1979) presenta una revisión muy didáctica del Control Integrado de Plagas y sugiere algunas ideas fundamentales sobre la implementación de tales programas. Flint, M. L. y P. Gouveia, 2001, de la Universidad de California, han escrito un texto sobre la práctica del MIP. Todas estas informaciones son muy valiosas, pero el programa-MIP que se establezca en un lugar determinado tiene que ser el resultado del análisis de las condiciones locales.

Los primeros programas-MIP del Perú. El Perú ha sido un iniciador de la práctica del control integrado de plagas gracias a los conceptos ecológicos enfatizados por el entomólogo germano-peruano Juan E. Wille (1952). La experiencia del control integrado de las plagas del algodón en el Valle de Cañete fue documentada por Boza-Barducci (1965) y presentado como un ejemplo extraordinario por Smith y Van den Bosch (1967). Herrera, J., recientemente, ha descrito en detalle la experiencia del MIP del algodón en el valle de Cañete. Experiencias peruanas en el control integrado de plagas del olivo han sido descritas por Beingolea y Salazar (1970) y Beingolea (1993); y para cítricos, por Beingolea, Salazar y Murat (1969).

ASPECTOS BÁSICOS DE LOS PROGRAMAS-MIP

Para desarrollar e implementar programas MIP hay que considerar tres aspectos

- a. Aspectos Técnicos (básicamente el diagnóstico del caso y desarrollo de componentes MIP)
- b. Aspectos Territoriales (Extensión de los ecosistemas y sus relaciones)
- c. Aspectos Socio-económicos (tipos de agricultores y recursos disponibles)

De estos tres aspectos, se trata a continuación, en forma breve, los aspectos territoriales y los aspectos socioeconómicos para desarrollar luego, en forma más extensa, los aspectos técnicos.

Aspectos territoriales.

El área que cubra un programa MIP debe ser relativamente grande para asegurar el auto-sostenimiento de los componentes del agro-ecosistema, en particular de las plagas y sus enemigos naturales. Si la adopción del MIP se da en territorios relativamente extensos (cientos o miles de hectáreas) mejoran las probabilidades de reducir ciertas plagas. Consecuentemente, su agresividad (presión poblacional) disminuye y se pueden adoptar componentes de manejo más benignos. Si el área es muy pequeña las probabilidades de éxito del MIP son escasas o nulas por la colindancia con áreas sin manejo. Si en un valle se distinguen diferentes ecosistemas, considerando los cultivos que existen, la interacción entre ellos, especialmente presencia de plagas comunes, contribuirán a priorizar ciertos componentes en lugar de otros.

Aspectos socio-económicos: el rol de los Agricultores.

En la implementación de los programas MIP con frecuencia se obvia el grado de compromiso de los agricultores. En realidad no puede establecerse un programa MIP sin la participación activa de los agricultores y, por supuesto, la disponibilidad de recursos. El agricultor tiene que entender el programa y confiar en sus beneficios, de lo contrario, no estará en condiciones de “aceptar el riesgo” de una nueva tecnología ni aportar recursos, o su tiempo, en la ejecución del programa. Por otro lado, el tipo de agricultor influye en las prioridades y selección de los componentes de un programa MIP. Los componentes que adopten los pequeños agricultores seguramente serán diferentes de las prioridades y componentes de un programa MIP que adopten los grandes agricultores.

En el caso de pequeños agricultores, éstos deben estar dispuestos a asociarse y compartir responsabilidades para el beneficio común. Es imposible establecer programas MIP para áreas muy pequeñas. Sin embargo, pretender iniciar un programa con la participación de todos los miembros de una comunidad o la mayoría no siempre es factible, a menos que cuenten con una fuerte organización. Es importante comenzar con un grupo de agricultores que voluntariamente deseen ser parte de la experiencia. Mejor aún, si entre ellos están los agricultores más progresistas de una comunidad. En todo caso es conveniente darles la seguridad que su campaña agrícola no va a estar en riesgo y hasta se puede estimar una compensación de algún modo. Los funcionarios del Ministerio de Agricultura o de alguna otra organización (Universidades o ONGs) interesada, previamente capacitados en el programa-MIP, deben jugar un rol inicial de apoyo y capacitación práctica de los agricultores. El pequeño agricultor no solamente debe aceptar el programa sino que, desde el inicio, se convierte en ejecutor del mismo. La metodología de trabajo con ellos debe incluir la seguridad lograr beneficios y descartar riesgos innecesarios.

En el caso de los grandes agricultores, el enfoque del trabajo es diferente. Una sola empresa puede sustentar un programa MIP; aunque los beneficios son mayores si hay algún tipo de asociación entre empresas. En estas empresas, normalmente, la decisión de adoptar el enfoque MIP y aportar los recursos para elaborar un programa MIP se da a nivel de Gerencia. La estructuración en sí del programa puede contar con asesoramiento externo, pero su ejecución y ajustes a la dinámica de las plagas y del cultivo, están a cargo del personal de Sanidad Vegetal de la propia empresa. Si hay algún tipo de asociación entre empresas debe existir un compromiso de compartir experiencias e información relacionada con la ejecución del programa. La dinámica del cultivo y de las plagas requiere cierta actividad experimental para generar, reajustar, o verificar la efectividad de componentes MIP.

ASPECTOS TÉCNICOS: DESARROLLO DE PROGRAMAS-MIP

Desde el punto de vista técnico, todo programa-MIP comienza con el diagnóstico del caso; la ocurrencia de plagas claves y estacionales y los recursos que se disponen para enfrentarlas. En función de ellos, se determinan los componentes MIP posibles y la necesidad de desarrollar nuevos componentes.

Pero, como se ha indicado previamente, el enfoque de cada programa MIP es específico y está sujeto a una serie de consideraciones particulares. La primera, no es precisamente técnica. Se debe determinar si el programa está dirigido a pequeños o a grandes agricultores.

a) Para los pequeños agricultores, el desarrollo de programas MIP prácticamente comienzan con auspicio externo (generalmente una agencia donante) y, en su implementación, se han establecido cinco fases que tienen objetivos didácticos y prácticos: a) evaluación del caso o problema, b) desarrollo de los componentes MIP para las plagas claves c) integración de los componentes claves, d) implementación del programa MIP en áreas piloto (para pequeños agricultores) y e) implementación del programa a gran escala. En las tres primeras fases hay actividades que podrían calificarse de análisis e investigación de la situación fitosanitaria, estudio de las prácticas locales, ensayos de verificación de efectividad de los componentes, y condiciones socio-económicas de los agricultores. Este trabajo puede ser realizado por un grupo de técnicos relativamente pequeño, conjuntamente con algunos agricultores. Las otras dos fases incluyen trabajos directos con agricultores y se requieren labores de capacitación técnica y organización social (Figura 13:11).

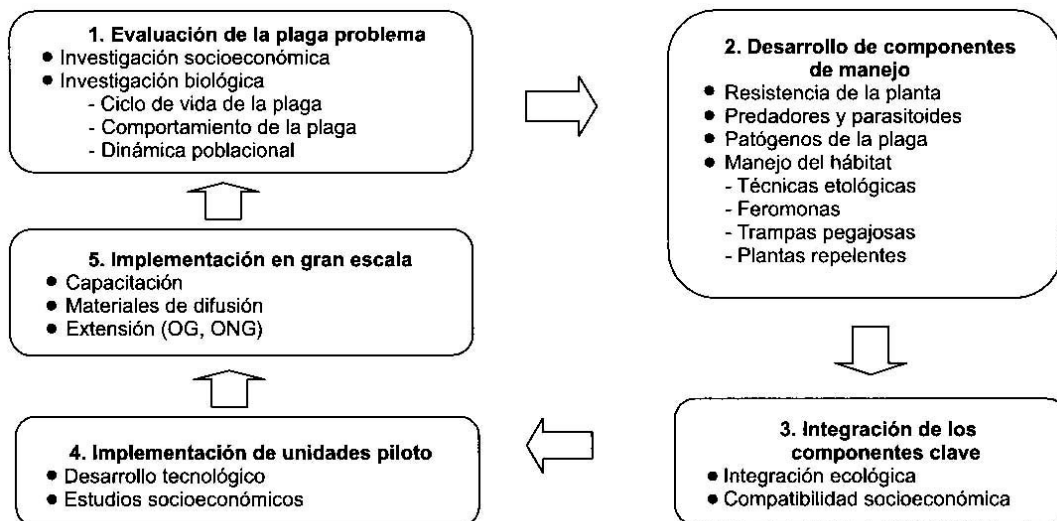


Figura 13:11. Esquema de la estrategia de cinco fases para desarrollar programas de MIP para pequeños agricultores

b) Para empresas medianas o grandes, el interés para desarrollar programas MIP es interno, generado por las mismas empresas. En este caso, el énfasis está en el análisis del caso o problema, el desarrollo de componentes MIP y en las técnicas de implementación. El desarrollo del programa generalmente está bajo la presión de ganar tiempo y obtener resultados al más breve plazo. Para ello se dispone de mayores recursos económicos y técnicos..

Fase I. Evaluación del Caso o Problema

Reconocido el o los problemas de plagas, se procede a su identificación y a la caracterización de los daños; y a la revisión de todos los aspectos biológicos de cada plaga incluyendo su ciclo biológico, el comportamiento respecto al cultivo y la ocurrencia estacional. También es necesario conocer otros aspectos como los sistemas de cultivos y las prácticas locales que realizan los agricultores para controlar las plagas. Finalmente, ubicar el problema en el contexto económico-social del medio.

Al analizar la condición real de los insectos considerados plagas, se establece cuáles especies corresponden a las categorías de plagas claves, plagas ocasionales, e insectos fitófagos sin importancia económica. Las plagas claves constituyen el punto focal del análisis y de los componentes de manejo; si no se toman medidas contra ellas habrá pérdidas económicas; pues, por definición, estas plagas son persistentes y reducen los rendimientos todos los años.

Es importante que toda esta información sea verificada localmente. Pues las condiciones de las plagas de un cultivo pueden diferenciarse notoriamente según los lugares, las estaciones del año, o las variaciones particulares de un año a otro (temperatura, intensidad de lluvia, etc.)

El cultivo de la papa, por ejemplo, normalmente hospeda muchos insectos. Algunos pocos, como los áfidos y las polillas de la papa, suelen ser plagas claves en muchas partes del mundo. Otros, como el escarabajo de Colorado de la papa es plaga clave en muchos lugares de Norteamérica y Europa; el gorgojo de los Andes es plaga clave a altitudes mayores de los 2,800 m en la Zona Andina. Las polillas de la papa son plagas claves en los valles interandinos abrigados; la pulguilla de la papa (*Epitrix* spp.), en algunas zonas andinas escasas en lluvia; la mosca minadora, en la costa del Perú y algunos otros lugares del mundo (Figura 13:12); la mosquilla del brote, en condiciones del fenómeno del Niño en la costa del Perú. La época del año es igualmente importante. La polilla de la papa no es problema en la costa del Perú durante el invierno, pero en el verano puede causar serios daños. En otros lugares esta plaga es ligera en la época lluviosa pero muy dañina en el período seco.

También deben identificarse las especies consideradas “plagas ocasionales” y determinar su tendencia estacional y relación con la fenología del cultivo. Así mismo, debe tenerse el registro de las plagas potenciales. Estas especies generalmente están bajo la presión de un adecuado control natural. Si crecen en importancia, progresivamente o súbitamente, es porque algunas de las medidas adoptadas están afectando el control natural, posiblemente a los predadores y parasitoides..

En la fase de evaluación de un problema de plagas para pequeños agricultores, no basta la percepción del técnico, sino también la de los mismos agricultores. Si se plantea solucionar un problema, real desde el punto de vista técnico, pero que el agricultor no reconoce como tal, es casi seguro que no se va a lograr su colaboración. Y sin la participación del agricultor es imposible implementar el MIP. En el análisis hay que tomar en cuenta las políticas gubernamentales de protección de cultivos. Si los plaguicidas son subvencionados, o si el crédito a los agricultores incluye la adquisición obligatoria de plaguicidas, las posibilidades de restringir su uso para implementar programas MIP son muy reducidas. En esta fase, se hace una evaluación socio-económica de la comunidad y de los cultivos involucrados, para determinar la naturaleza económica del problema, así como de los probables recursos económicos y humanos que se disponen para la ejecución del programa MIP. También es conveniente evaluar el conocimiento que tienen

los agricultores sobre las plagas, incluyendo ciclos biológicos, fuentes de infestación, y la percepción de los daños que ocasionan.

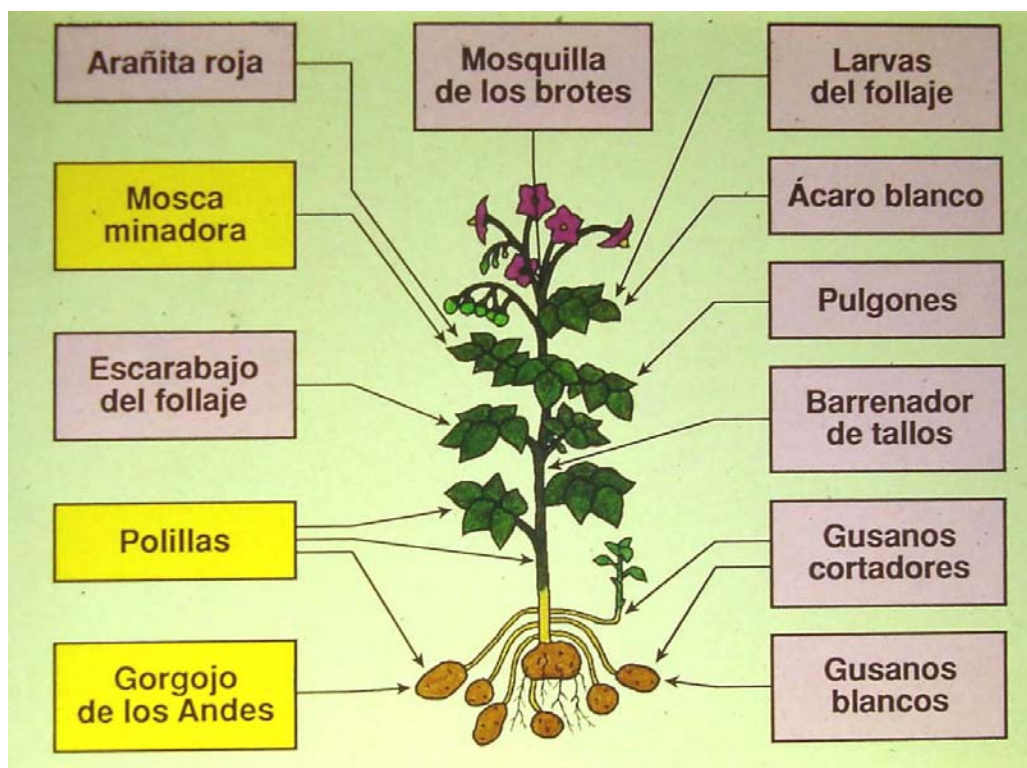


Figura 13:12. Plagas comunes de la papa en el Perú, donde se le cultiva desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud. En la costa la plaga clave es la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis*; en los valles interandinos, las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*; y en las alturas, el gorgojo de los andes, *Premnotrypes* spp.

En el caso de empresas medianas y grandes, gran parte de esta información es conocida por el cuerpo técnico de sanidad de las empresas. Ocasionalmente, podría requerirse complementar ese conocimiento con algunas pruebas o ensayos bien definidos.

Fase II. Desarrollo de Componentes-MIP

Los componentes-MIP son todas aquellas prácticas que sirven para implementar un programa-MIP. Estos componentes se utilizan para prevenir, reducir, o evitar los daños de las plagas. Es probable que en la misma localidad, donde se va establecer un programa-MIP, se identifiquen posibles componentes, entre las prácticas que realizan los agricultores para combatir las plagas. Muchos otros componentes tendrán que ser introducidos basados en experiencias en otros lugares, por referencias de casos similares, o por referencias en la literatura especializada. En cualquier caso, es necesario verificar, mediante ensayos, los efectos de cada componente en las nuevas condiciones, antes de proceder a su adopción en campos de agricultores. Nada es más desastroso, para la implementación de un programa MIP, que la recomendación de un componente que no funciona.

El objetivo de la estrategia general del MIP es bajar la posición de equilibrio de las plagas y mantenerlas por debajo del umbral de daño económico por tiempo prolongado (Fig 13:3B). Para lograr este objetivo se priorizan tres tipos de medidas: a) el uso de cultivos y variedades resistentes o tolerantes a las plagas, b) la protección de enemigos naturales presentes y la introducción de nuevos enemigos naturales, y

c) la introducción de cambios en el medio para hacerlo desfavorable a las plagas (ejemplo, cambios de prácticas culturales). Se debe tener cierta cautela en la aplicación de estas medidas pues las variedades nuevas que se introduzcan pueden resultar más susceptibles para ciertas plagas y la modificación del medio, por la introducción de nuevas prácticas culturales, puede favorecer el desarrollo de otras plagas (Fig 13:3C).

Los componente MIP que se desarrollen deben ser compatibles entre si y concordantes con los principios del MIP; priorizando los factores de mortalidad natural y recurriendo al uso selectivo de insecticidas, como una medida temporal, para restaurar el balance entre la población plaga y los factores de mortalidad natural.

Variedades resistentes y tolerantes. Cuando las variedades que se cultivan son susceptibles, las plagas encuentran un medio muy favorable para desarrollarse y causar daño. Por eso, es deseable contar con variedades resistentes o tolerantes para establecer un programa MIP en condiciones auspiciosas, pues las variedades susceptibles son muy difíciles de proteger. Desgraciadamente, no todos los cultivos cuentan con variedades resistentes a las diversas plagas. Más aún, un cultivar puede ser resistente para una plaga y no para otras. Por último, la existencia de una variedad resistente no garantiza que el agricultor la prefiera, en consideración a su poca demanda en el mercado, bajo precio de venta, bajos rendimientos, o alguna otra razón. De todos modos, es deseable que, entre las variedades disponibles, se eviten las más susceptibles y se seleccionen aquellas que exhiban algún grado de resistencia o tolerancia, porque esta es la mejor manera de iniciar un programa MIP.

Según el nivel de resistencia de la variedad, se pueden distinguir dos modalidades de uso:

- a) Como método principal de control, utilizando variedades con muy alto nivel de resistencia. Estos casos son mas frecuentes con plantas resistentes a enfermedades que plantas resistentes a plagas. Tratándose de cultivos con poco valor económico por hectárea, que no soportarían incrementos en sus costos de producción, como el control de plagas, el uso de variedades resistentes podría ser la única alternativa.
- b) Como un componente básico del MIP, utilizando variedades medianamente resistentes o tolerantes. Las plantas tienen diversos mecanismos de resistencia; desde la falta de atracción a la plaga hasta efectos tóxicos por presencia de ciertos compuestos en sus tejidos. Estos mecanismos son compatibles con cualquier otra forma de control, sea biológico, cultural, etológico o químico.

Moderados niveles de resistencia son favorables y pueden complementarse con la acción de los enemigos naturales. En el caso de la utilización de insecticidas pueden ampliarse los intervalos entre aplicaciones y es posible que las dosis de aplicación requeridas sean menores. Con la reducción en la frecuencia de aplicaciones y menores concentraciones de aplicación de insecticidas, se retarda el desarrollo de resistencia y se reduce el efecto desfavorable para los agentes de control biológico.

Protección e Introducción de Predadores y Parasitoides. La ocurrencia natural de predadores y parasitoides suele estar relacionada con el origen de la plaga, si es nativa o introducida. Las plagas nativas suelen ser atacadas por un gran número de enemigos naturales, que son igualmente nativos de la región. En cambio, las plagas introducidas o exóticas, en general, no tienen enemigos locales importantes. Sus enemigos naturales se encuentran en sus respectivas áreas de origen. En el primer caso, es necesario proteger la fauna benéfica existente; en el segundo, hay que introducir enemigos naturales eficientes. En algunos casos es aconsejable criar enemigos naturales masivamente (o comprarlos en empresas especializadas) y liberarlos periódicamente en el campo (ver el capítulo 8 sobre este tema). Los agentes de control biológico son compatibles con casi todos los otros componentes MIP; con excepción de las aplicaciones de insecticidas y quizá con algunos repelentes. También pueden ser afectados por algunas prácticas culturales, como la eliminación de malezas que provean néctar y polen a los parasitoides adultos.

La papa y el algodón, entre otras especies, son cultivos importantes en el Perú desde épocas prehispánicas. La papa es nativa del área andina y todas las plagas registradas para este cultivo en el país son igualmente nativas, de allí que los enemigos naturales de estas plagas sean abundantes. La única excepción parece ser el gorgojo de los Andes el cual, aunque nativo de las alturas andinas, carece de enemigos naturales importantes. Pero, en general, en el cultivo de la papa, se da un caso típico de co-evolución de planta-plagas-enemigos naturales. Lo mismo sucede con las plagas del algodón. Todas las plagas son nativas con excepción del gusano rosado de la India que ingresó al país en la década de 1980. Los enemigos naturales de las plagas del algodón son muy abundantes. En la práctica del MIP, se trata de proteger a los enemigos naturales presentes, evitando aquellas medidas que puedan afectar sus poblaciones y sobrevivencia. En la costa del Perú, donde las lluvias son extremadamente escasas, se recomienda el lavado de los árboles frutales para eliminar el polvo del follaje, que dificulta la acción de los parasitoides pequeños. Otra práctica recomendada es la siembra de maíz, intercalado o en los bordes del campo, para favorecer el establecimiento y multiplicación de enemigos naturales, especialmente chinches predadores y especies de Chrysoperla.

Muchos frutales son especies introducidas; entre ellas, manzanos, peras, duraznos, cítricos y otros. La mayoría de las plagas de estos cultivos son igualmente introducidas, especialmente las escamas o querasas, y algunas otras plagas como el minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Station detectado en 1995 (Herrera, 1996). En estos casos se requiere la introducción de sus enemigos naturales.

Finalmente, hay especies de parasitoides que se multiplican masivamente para ser liberados en los campos periódicamente. El caso más notorio son las liberaciones de especies de *Trichogramma*, avispidas parásitas de huevos de lepidópteros. En estas liberaciones hay que verificar el buen estado de las avispidas; bien conformadas y vigorosas, antes de su liberación.

Utilización de Entomopatógenos. Ciertos microorganismos como hongos, bacterias y virus, que causan enfermedades en las plagas (entomopatógenos), pueden jugar roles importantes como componentes MIP. Varias especies de hongos se han usado exitosamente en los programas-MIP que se describen posteriormente. *Beauveria brongniartii* se ha utilizado en el manejo del gorgojo de los Andes para combatir larvas, pupas y adultos invernantes en el suelo. *Beauveria bassiana* se usa para controlar adultos del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*, en el programa MIP de camote en Cuba. *Paecilomyces fumosoroseus* fue un factor esencial en la reducción de las poblaciones de mosca blanca *Bemisia argentifolii* en espárrago de la irrigación Chavimochic en los años 1999 y 2000 cuando la plaga se consideraba inmanejable usando insecticidas. Estos hongos son multiplicados en laboratorios y su dosificación se expresa en número de conidias por volumen o por área de aplicación; por ejemplo en Cuba se aplica entre 10^{11} y 10^{12} conidias de *B. bassiana*/ha. Las conidias germinan y el hongo penetra al cuerpo del insecto por la cutícula. Una vez que el cuerpo está llenos de micelio, la superficie del insecto se cubre de hifas algodonosas, que producen nuevas conidias que van a infestar otros insectos. También existen formulaciones comerciales con extractos tóxicos de los hongos. En estos casos no hay presencia de conidias.

Los virus entomopatógenos tienden a ser más específicos y deben ser ingeridos por el insecto para causar la enfermedad. En el programa MIP del espárrago, en Chavimochic, Perú, se utilizó un virus de poliedrosis nuclear contra el gusano del follaje, *Spodoptera ochrea*. En el año 2002 con resultados espectaculares. El virus había sido aislado de larvas enfermas en el valle de Cañete dos años antes y se había conservado en larvas enfermas congeladas. La primera aplicación fue sobre un área restringida y causó una mortalidad total. Las larvas enfermas, que quedaban colgando por las patas posteriores, eran recolectadas por los agricultores, para usarlas en nuevas aplicaciones. Un año después de la primera aplicación, *S. ochrea* se había convertido en una especie muy difícil de encontrar. En el programa MIP de papa en valles interandinos se utiliza un virus de granulosis contra la polilla de la papa. Es muy importante estar alerta de la ocurrencia de larvas enfermas por virus en forma natural. Unos pocos individuos pueden servir para su multiplicación masiva y posterior aplicación en el campo.

Muy pocas son las bacterias entomopatógenas de importancia práctica. Pero una de ellas, *Bacillus thuringiensis* o "Bt" se utiliza ampliamente. Existe una serie de subespecies que han sido seleccionadas

para ser usadas contra determinadas plagas. El efecto de esta bacteria, está en función del contenido de cristales, endotoxinas, que producen en el proceso de esporulación. No es una verdadera acción patogénica con capacidad de multiplicarse en el campo.

En el proceso de aplicación de patógenos hay que tener en cuenta la calidad del agua, evitar las aguas duras y alcalinas. Las aplicaciones deben hacerse de preferencia al atardecer para evitar los efectos de los rayos ultravioletas, que son perjudiciales para los patógenos. En todos los casos, la muerte del insecto se produce varios días después de la aplicación del patógeno.

Técnicas Etológicas (uso de atrayentes y repelentes). Las técnicas etológicas, aquellas que sacan provecho de la reacción de los insectos a determinados estímulos, tienen amplio uso en programas MIP, por que son compatibles con casi todos los otros componentes. Las trampas luminosas, o las cebadas con sustancias alimenticias o feromonas, se han usado extensamente como métodos indirectos de evaluar (“monitorear”) poblaciones de insectos. Las experiencias en programas-MIP en el Perú y Cuba han demostrado que las trampas, adecuadamente diseñadas y cebadas, pueden servir eficientemente como componentes MIP.

En la costa norte del Perú, en el cultivo de espárrago, se diseñó una trampa luminosa para capturar adultos de la mosquilla de los brotes, *Prodiplosis longifila*. La trampa consiste en una fuente de luz, que atrae a la mosquilla, y paneles de plástico untados de aceite que forman una superficie pegajosa. Las primeras evaluaciones mostraron capturas de más de un millón de mosquillas por trampa por noche. Aprovechando la fuente de luz, que también atrae noctuidos y escarabajos, se colocó un dispositivo para capturarlos, consistente en recipientes con agua y detergente. En la experiencia cubana, se utilizaron con fines de control, trampas con feromonas sexuales de *Cylas formicarius*, la principal plaga del camote. Los gorgojos atraídos por la trampa eran asperjados con el hongo *Beauveria bassiana* o con un insecticida. Otro caso de utilización de trampas con feromonas para reducir las poblaciones de la plaga son las trampas contra la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* y las trampas cebadas con proteína hidrolizada contra moscas de la fruta de los géneros *Ceratitis* y *Anastrepha*.

Los atrayentes, mezclados con insecticidas, sirven para formular cebos tóxicos. Los cebos se aplican con gotas gruesas en forma discontinua, cubriendo parte del follaje, cada cierto número de plantas, o cada cierto número de surcos. Es decir, la aplicación del cebo solo cubre una porción del área (1/5 a 1/10) con lo que se logra un efecto selectivo, con reducido efecto a la fauna benéfica. Son comunes los cebos contra las moscas de la fruta consistentes en la mezcla de proteína hidrolizada con un insecticida.

Los repelentes tienen todavía un uso muy limitado. En determinadas circunstancias, como durante la cosecha de los turiones de espárrago, puede requerirse una protección final contra infestaciones o para evitar la postura de huevos de noctuidos. Las aplicaciones de concentrados de ajo mantienen a los insectos, temporalmente alejados de los turiones. La capsicina, derivada de ajíes, también tiene efecto repelente.

Cambios en el medio ambiente del Cultivo. Prácticas Culturales. Es ideal, aunque no siempre factible, modificar el medio-ambiente del cultivo y el cultivo mismo para hacerlo desfavorable para la plaga; es decir, que las condiciones para que las plagas se alimenten, multipliquen o protejan sean adversas. También es deseable mejorar las condiciones para que los agentes de control biológico de las plagas sobrevivan y se multipliquen.

Estos propósitos están relacionados con determinadas prácticas agronómicas, roturación del suelo, fechas de siembra, uso de semilla sana, fertilización y riego, aporques, control de malezas, fecha de cosecha, destrucción de residuos de cosecha, podas, sistemas de cultivo, rotación de cultivos, períodos de campo limpio, y otras prácticas. Según los casos particulares, algunas de estas prácticas se consideran importantes componentes-MIP. Algunos ejemplos se mencionan a continuación.

- a) **Uso de semilla sana.** La selección de la calidad de la semilla, incluyendo su buen estado sanitario, es la manera correcta de iniciar el cultivo. Cuando se trata de semilla vegetativa como es el caso de los tubérculos, esquejes, estacas y yemas para injertos, la selección debe ser muy rigurosa. Muchas plagas y enfermedades son fácilmente llevadas con estos materiales.
- b) **Sistemas de cultivos mixtos.** En condiciones de pequeños agricultores, se considera que la diversidad en los sistemas de cultivo contribuyen a la estabilidad biológica, incluyendo la regulación de las poblaciones de plagas. Con frecuencia se menciona que ocurren menos daños de plagas en cultivos mixtos que en monocultivos, sobre todo cuando la mezcla de especies o variedades ha tenido un desarrollo histórico en el lugar. Algunos campesinos siembran maíz con frijol. En la sierra peruana los campesinos suelen mezclar diversas variedades de papa, papa con otras especies de tuberosas, o con otros cultivos como el tarhui, *Lupinus mutabilis*.

Las motivaciones que tienen los campesinos para conducir cultivos mixtos generalmente son diferentes al propósito de manejar plagas. Si el área de aplicación del MIP incluye estos casos, sería conveniente evaluar y documentar el efecto real que tienen estas prácticas sobre las plagas y enfermedades.

Una experiencia exitosa en el Perú, es la siembra de maíz, intercalado o en los bordes del campo, en algodón y otros cultivos, para favorecer la presencia y multiplicación de enemigos naturales

- c) **Prácticas Culturales.** Diversas prácticas agrícolas ofrecen una serie de posibilidades para reducir la incidencia de plagas o sus daños. Las rotaciones prolongadas del cultivo de papa, una práctica ancestral de las comunidades andinas, controla eficientemente al gorgojo de los Andes, nematodo del quiste, y diversos hongos del suelo. Desafortunadamente, esta práctica se ha abandonado en áreas cercanas a las ciudades, donde hay mayor presión para producir alimentos. En estos lugares también ocurre la subdivisión de parcelas, dando lugar a pequeñas propiedades; condición en que, la práctica de rotación de cultivos, resulta inefectiva. Para que la rotación de papa y otros cultivos sea eficaz, se debe eliminar las llamadas plantas voluntarias o “huacchas” de los campos en rotación.

El aporque es una práctica que permite proteger los órganos subterráneos de la infestación de insectos diversos que atacan estos órganos. Buenos aporques protegen la papa de las polillas y el camote de los gorgojos. En condiciones de sequía, la tierra que cubre los tubérculos o raíces suele resquebrajarse facilitando el ingreso de insectos. Esta situación se subsana con cultivos o aporques más frecuentes, o con riegos ligeros pero frecuentes.

El desarrollo de plantas vigorosas permite que las plantas toleren niveles de infestaciones, que no podrían ser toleradas por plantas débiles. En el cultivo de la papa en la costa del Perú, las plantas vigorosas presentan una mayor extrusión de huevos de mosca minadora, en comparación con las plantas débiles, retardando el desarrollo de la plaga.

La incorporación de materia orgánica, particularmente estiércol de pollo, reduce el daño que producen los nematodos y activan el desarrollo de microorganismos, incluyendo antagonistas que protegen el sistema radicular contra ciertos hongos.

La influencia del riego y la fertilización también puede darse a través de la planta. En la mayoría de los cultivos, un exceso de riego o fertilización nitrogenada, produce plantas con excesivo follaje succulento, que favorece el desarrollo de numerosas plagas, particularmente gusanos del follaje. El riego y la fertilización deben ser balanceadas para tener una planta vigorosa pero succulenta.

En la costa del Perú no llueve, toda la agricultura se hace bajo riego. La ausencia de lluvia favorece el depósito de polvo sobre el follaje de árboles frutales. Ese factor favorece el desarrollo de poblaciones de arañitas rojas y queresas. Para reducir estas condiciones favorables se recomienda efectuar aspersiones de lavado, con o sin jabones. Esta práctica también tiene un efecto mecánico contra estas plagas.

La introducción de nuevas prácticas culturales debe hacerse con mucha precaución, pues, si el cambio es inadecuado, los efectos pueden ser contraproducentes y hasta desastrosos. Thurston (1981) refiere un caso muy ilustrativo. En la década de 1950 se trató de introducir en Colombia, la siembra de tubérculos de papa cortados en pedazos, que es práctica común en los Estados Unidos. El primer año, toda la semilla se pudrió por acción de hongos del suelo. Este problema se resolvió al año siguiente con la aplicación de fungicidas junto con la semilla; pero esta vez fue la marchitez bacteriana que afectó severamente el cultivo. El problema se resolvió volviendo a sembrar los tubérculos enteros como se hacía tradicionalmente.

Los Insecticidas como componente-MIP. Cuando, a pesar de los esfuerzos realizados para manejar una plaga sin la opción química, dicha plaga, clave u ocasional, se incrementa desmedidamente y amenaza la producción, no queda más alternativa que recurrir a una medida de efecto rápido, que restituya un balance entre la población y los componentes de manejo. La aplicación de insecticidas suele ser el único recurso. El uso de insecticidas como componente MIP, sin embargo, es diferente al uso de insecticidas como método convencional

La inmensa diversidad de opciones toxicológicas (mecanismo de toxicidad, radio de acción, grado de persistencia, de efecto sistémico, de penetración y superficiales, grado de toxicidad a los humanos, etc) formulaciones, dosificaciones, volúmenes de aplicación, grado de cobertura por planta o por área, oportunidad y formas de aplicación de los insecticidas, dan lugar a diversas opciones de uso, buscando de preferencia efectos selectivos. La única manera de hacer uso juicioso de los insecticidas es conociéndolos bien, de lo contrario todo el sistema MIP se pone en peligro. En años recientes han aparecido en el mercado insecticidas muy variados, con características diferentes a los insecticidas tradicionales. Algunos de estos productos son derivados de hongos y de otros microorganismos y se les considera "bioracionales". Es necesario estudiarlos y experimentarlos para determinar su posible rol en el MIP.

Los insecticidas de amplio espectro y largo poder residual son los menos apropiados para ser incluidos en el MIP. Estos productos invariablemente destruyen a los insectos benéficos, incluyendo parasitoides, predadores e insectos polinizadores. En el MIP se busca un efecto selectivo de los insecticidas el cual puede lograrse de diversas maneras. Existen insecticidas cuya acción tóxica está bien definida. La mayoría de las formulaciones de *Bacillus thuringiensis* (Bt) están indicadas para controlar larvas de lepidópteros. En el grupo de productos reguladores de crecimiento e inhibidores de quitina de los insectos, hay productos particularmente efectivos contra ciertos grupos de insectos, como lepidópteros, querasas y moscas blancas. Los productos sistémicos, que son absorbidos rápidamente sin dejar residuos superficiales, son apropiados para el control de insectos picadores chupadores y resultan menos perjudiciales para la fauna benéfica, que los productos de contacto. Los productos sistémicos pueden usarse más selectivamente aún, reduciendo el área en que se aplica, por ejemplo en las aplicaciones de los tallos, o en aplicaciones en "drench" al suelo para su absorción radicular. También pueden aplicarse por el sistema de riego presurizado, aunque habría que verificar el efecto sobre la fauna benéfica del suelo.

Cuando el poder residual es corto, la oportunidad de aplicación es crítica, tanto para lograr una buena efectividad contra la plaga, como para afectar lo menos posible a la fauna benéfica. En algunos casos las aplicaciones pueden ser parciales, en lugar de aplicaciones totales, que son más dañinas para los agentes de control biológico. Si se trata de combatir gusanos del follaje tierno en árboles frutales, la aplicación debe estar dirigida a la periferie de la copa, donde están los brotes. Si se toma en consideración la extensión de un cultivo, en muchos casos, es más conveniente hacer aplicaciones zonificadas que totales. Si las evaluaciones indican la presencia localizada de plagas, es preferible controlar focos que hacer aplicaciones generales.

Algunas formulaciones ayudan a hacer los tratamientos selectivos. En determinadas condiciones, como cuando las plantas tiernas de maíz tienen las hojas terminales formando un cartucho, los insecticidas granulados, pueden depositarse al interior del cartucho para controlar el gusano cogollero, sin dejar depósitos sobre el resto de follaje, como sucedería con las pulverizaciones. De esta manera, se reduce la exposición de los insectos benéficos a los depósitos de insecticidas.

Finalmente, ciertos productos, como el azufre, los aceites emulsionables, jabones, detergentes, derivados de plantas (capsicina, rotenona, neem, y otras), extractos de hongos y otros productos, son compuestos que, teniendo efectos insecticidas y/o acaricidas, no se consideran muy dañinos para la fauna benéfica. Estos compuestos no tienen la contundencia de otros plaguicidas, ni son apropiados para bajar poblaciones de plagas que sean muy altas. Sin embargo, tienen la capacidad de mantener controladas poblaciones bajas, con la ventaja de permitir que sobreviva gran parte de los agentes de control biológico. Estos productos se pueden considerar importantes componentes-MIP de mantenimiento, que se deben aplicar antes de que las plagas lleguen a situaciones de emergencia.

Fase III. Integración de los Componentes MIP

Cuanto más componentes MIP se conozcan o se hayan desarrollado, se está en mejores condiciones para escoger aquellos que pueden ser considerados claves en el manejo de las plagas presentes. La efectividad de los componentes MIP, nuevos o antiguos, se evalúan individualmente en una fase de investigación, previa a la implementación y/o durante el proceso de implementación. Una vez incorporado el componente al programa MIP, hay que continuar evaluándolo; pero esta vez, ya no solo individualmente, sino en el contexto de la implementación. Es decir, que los componentes que se aplican simultáneamente o sucesivamente resulten compatible entre sí. La compatibilidad también debe ser en relación a las condiciones del cultivo; y al contexto económico, técnico, cultural y social de los agricultores. Estos son los aspectos que complementan la investigación de los componentes individuales. En resumen, Los componentes deben mostrar “compatibilidad ecológica” (ser compatibles con los factores de mortalidad de las otras plagas presentes); “compatibilidad agronómica” (con las prácticas agrícolas de los agricultores); y “compatibilidad socio-económica” (con los intereses económicos y sociales de los agricultores).

En primer lugar hay que conocer la compatibilidad de los componentes en el aspecto ecológico. La aplicación generalizada de un insecticida de amplio espectro es incompatible con la liberación de parasitoides o predadores. De igual manera una aplicación de fungicidas es incompatible con el uso de hongos entomopatógenos.

Muchos casos ilustran la compatibilidad agronómica. Se conoce, por ejemplo, que el riego por aspersión tiene un efecto adverso para la polilla de la papa pero en condiciones de humedad atmosférica alta, el riego por aspersión puede favorecer la severidad de enfermedades fungosas como la rancha o tizón tardío. El riego por gravedad pesado es efectivo reduciendo los daños del barrenador de plantas tiernas, *Elasmopalpus lignosellus*, en plántulas de maíz; pero si se hace lo mismo para controlar esta plaga en plántulas de frijol, el exceso de humedad producirá pudriciones radiculares. La aplicación de estiércol de vacuno contribuye a disminuir los daños de nematodos y a mejorar las condiciones del suelo, pero si se aplica estiércol fresco procedente de establos rodeados de gramíneas, se corre el riesgo de introducir huevos y larvas de escarabidos (gusanos blancos, aradores o gallina ciega).

En cuanto a la compatibilidad con los intereses económicos y sociales de los agricultores hay que ser muy cuidadoso. En la elección de cultivos de rotación, como práctica para bajar las presiones de los insectos, no basta el criterio técnico sino la factibilidad desde el punto de vista del agricultor: si conoce el cultivo propuesto, si se adapta a su sistema de producción, y si se justifica económicamente. La recomendación de utilizar grandes cantidades de estiércol para combatir nemátodos, puede no ser aplicable, si no existen fuentes de estiércol (granjas o establos) a distancias prudentes. La reglamentación de cultivos, estableciendo fechas de siembra y cosecha, es efectiva para evitar la severidad y persistencia de las plagas; pero si las cosechas son perecibles, y no se dispone de sistemas de almacenamiento refrigerado, los resultados pueden ser contraproducentes. Una cosecha abundante en un período corto puede dar como resultado una marcada disminución en el precio del producto en el mercado, con el consiguiente perjuicio para el agricultor. Las recomendaciones como variedades precoces, cosechas oportunas, variedades resistentes, evitación de colindancia, y otras; tienen importancia sanitaria, pero, en su aplicación, también debe considerarse el aspecto económico desde la perspectiva del agricultor.

Con el conocimiento de estos aspectos, el agricultor, o los técnicos del MIP, están en mejores condiciones para seleccionar con propiedad los componentes del programa MIP. Se debe identificar a los componentes, que por no ser totalmente compatibles entre sí, pueden mediatizar sus efectos cuando van juntos. Se descartan los componentes potenciales que resulten económicamente contraproducentes, o inapropiados para los intereses del agricultor. Finalmente, considerar que la integración de un mayor número de componentes contribuye a dar al programa mejores resultados en términos de efectividad y estabilidad, siempre que se justifiquen económicamente.

Fase IV. Implementación en Áreas Piloto

Cuando se trata de implementar un programa MIP para pequeños agricultores (bajo el auspicio del Estado o de alguna otra organización con fondos de donantes), es conveniente demostrar que el sistema funciona, y que es una alternativa ventajosa respecto a las prácticas del agricultor, antes de proceder a implementar el sistema a gran escala. La estrategia que se preconiza en este texto es el de las "áreas piloto". En cuatro casos de programas-MIP para agricultores pequeños, comunidades y cooperativas, que se describen posteriormente, se utilizó con éxito la estrategia de las áreas piloto. Estas experiencias tratan del manejo de plagas de papa en la costa del Perú, en los valles interandinos, y en las áreas altoandinas. El otro ejemplo es el manejo de plagas del camote en Cuba. En el caso de empresas grandes o medianas, que han tomado la decisión de adoptar el MIP en sus predios, como el programa-MIP espárrago-Chavimochic, que se describe posteriormente, no hay necesidad de pasar por la fase de área piloto.

Luego del análisis del problema que enfrentan los agricultores de una zona; y del desarrollo y verificación de la efectividad de los componentes MIP, se establece el diseño básico del programa MIP. Este programa debe implementarse para las condiciones locales del cultivo y siguiendo los intereses de los agricultores. Es necesario hacer una encuesta para saber el nivel de conocimientos que tienen los agricultores sobre sus propios problemas. Para establecer el área piloto es necesario identificar a los agricultores que están dispuestos a tomar parte activa de la experiencia. Estos agricultores deben entender la racionalidad del programa, el ciclo biológico de las plagas involucradas y la efectividad de cada uno de sus componentes-MIP. Con tal fin se les debe capacitar adecuadamente, enfatizando las observaciones en el campo. Los agricultores del área piloto deben sentir la seguridad que los resultados que se obtengan les serán beneficiosos; que durante la experiencia tendrán la libertad de expresar sus ideas y plantear preguntas. Durante la ejecución del programa en el área piloto hay que estar atento a las reacciones de los agricultores, especialmente a la aceptación de ciertas prácticas y los técnicos deben estar dispuestos a corregir, modificar o reemplazar ciertos componentes, si fuera necesario. El éxito del área piloto constituye la mejor demostración de las bondades del programa MIP y facilita la participación del resto de la comunidad. Durante la ejecución del programa en el área piloto, se aprovecha el tiempo para proseguir con el programa de capacitación para otros miembros de la comunidad.

Durante la ejecución de la campaña agrícola en el área piloto se hace el seguimiento de la dinámica de las plagas en el campo. Se establece un sistema de evaluación periódica o seguimiento de las poblaciones de plagas ("conteo" de plagas o "monitoreo") y se ensayan "umbrales de acción" que, eventualmente, sirvan para orientar las medidas a tomar. En esta etapa también se llevan a cabo estudios socio-económicos que ayuden a consolidar la tecnología MIP con las condiciones sociales y económicas de los agricultores.

Técnicas de evaluación periódica de plagas o "monitoreo". Las evaluaciones periódicas, generalmente semanales, de las poblaciones de insectos en los campos son esenciales en la implementación de todo programa de MIP. Las poblaciones de insectos son dinámicas debido a su propia biología y reproducción, como a los constantes cambios que se producen en el ambiente (clima,

crecimiento del cultivo, acción de enemigos naturales, etc.) que determinan su incremento o decrecimiento. No podrían tomarse decisiones razonables si no se sabe que es lo que está ocurriendo en el campo, en cuanto a la presencia y abundancia de insectos dañinos y benéficos, y la magnitud de los daños que se van produciendo.

Los métodos de evaluación deben ser prácticos; es decir sencillos, rápidos y precisos. Hay muchos tipos de muestreos de plagas e insectos benéficos, desde la inspección directa por planta o por metro de surco, hasta el uso de métodos indirectos como trampas con atrayentes. En todo caso es necesario estandarizar el sistema para que los registros que se hagan de las observaciones periódicas, sean comparables entre campos, entre campañas agrícolas y entre años. Es necesario diseñar formularios adecuados para el registro de las infestaciones (ver capítulo 3) (figuras 13:13 y 13:14, Herrera, 1989). Normalmente se requiere de "cartillas de campo" (llamadas también "hojas de campo") que se llenan al momento de hacer las observaciones en el campo; y "cartillas de campaña agrícola o de período anual"; correspondientes a cada uno de los campos, que contiene toda la información de los que ha ocurrido en ese campo, parcela o lote. Con la información de las cartillas de campaña se determina las tendencias de las poblaciones plaga (a incrementarse o disminuir con el tiempo). Este formulario representa la historia de lo que ha ocurrido en un campo y en él se anotan semanalmente los promedios de las infestaciones y las medidas que se han tomado, incluso los tratamientos realizados. La información obtenida debe servir para adoptar decisiones fundamentadas. Una vez establecido cierto balance entre las plagas y sus enemigos naturales, las decisiones pueden oscilar entre no tomar ninguna acción a tomar acciones de mantenimiento, control de focos, emplear trampas o cebos envenenados, alterar alguna práctica cultural, entre otras.

En ciertas ocasiones, puede establecerse la necesidad u oportunidad de aplicar insecticidas, si no hay otras alternativas. Puesto que los tratamientos se basan en una necesidad real, con el sistema de evaluaciones normalmente se reduce el número de aplicaciones, se disminuyen los costos, y se reduce el efecto contra los enemigos naturales. La aplicación de un producto, según el nivel de la población de la plaga, habría que contrastarlo con el "sistema calendario" de tratamientos de insecticidas a intervalos fijos, digamos cada 5, 7 ó 10 días. En este caso el agricultor aplica un producto aun sin saber si la plaga está presente en el campo; es decir, sin justificar la medida. Esta práctica no solamente es más costosa, sino que el uso excesivo de insecticidas, conduce al desarrollo de todos los problemas mencionados anteriormente. En todo caso, este sistema no es compatible con el manejo integrado de plagas.

En el Perú, la evaluación periódica de las plagas del algodón se practicó desde la década de 1950. En la costa, la evaluación de la mosca minadora en papa suele hacerse por observación directa y, ocasionalmente, por medio de trampas pegajosas (Yábar, 1985). Para la polilla de la papa se usa tanto observación directa, como las trampas con feromonas sexuales. En la primera década del 2000, con el incremento de la agricultura para exportación, la evaluación de plagas se ha activado en todas las empresas agrícolas, tanto en cultivos de surco como en frutales.

HOJA DE EVALUACION ENTOMOLOGICA

Cooperativa / Fundo Propietario

Parcela / Campo Fecha evaluación

Fecha siembra Evaluador

ZONAS DE OBSERVACIONES →			A	B	C	D	E	TOTAL
100 TERMINALES	HELIOTHIS	Huevos sanos						
		Huevos parasitados						
		Huevos predatados						
		Larvas						
	ANOMIS	Huevos sanos						
		Huevos parasitados						
		Larvas chicas						
		Larvas grandes						
	BENEFICOS	Chinches chicas						
		Chinches grandes						
Arañas								
100 BOTONES	PICUDO	Botones picados						
		Adultos						
	HELIOTHIS	Daños						
		Larvas						
	POCOCERA + MESCINIA	Daños						
		Larvas						
	GUSANO ROSADO	Daños						
		Larvas						
	BENEFICOS	Chinches						
		Arañas						
Rogas (pupas)								
100 PUS-RES	PICUDO	Adultos						
		G. ROSADO	Larvas					
100 BELLOTAS	HELIOTHIS	Daños						
		Larvas						
	G. ROSADO	Daños						
		Larvas						
	POCOCERA + MESCINIA	Daños						
		Larvas						
100 HOJAS	APHIS	En 100 cm ²						
		Parasitados (%)						
	CIGARRITA	Ninfas y adultos/hoja						
		Chinches						
	BENEFICOS	Coccinélidos						
		Chrysopa						
Arañas								
10 MATAS	ARREBIATADO	Ninfas g. + Adultos						
		Nidos						
	ANOMIS	Larvas chicas						
		Larvas grandes						
		Altura promedio (m)						
	CRECIMIENTO Y FRUCTIFICACION	Botones						
		Flores						
		Bellotas chicas						
		Bellotas grandes						
		Bellotas abiertas						
OBSERVACIONES								

Figura 13:13. Cartilla de evaluación de campo para el cultivo de algodónero. Esta cartilla es llenada por el evaluador durante las observaciones de campo.

Con Desde el punto de vista operativo, lo que interesa es establecer "umbrales de acción" como se y explicó en el Capítulo 2 y en la primera parte de este capítulo. En la práctica, los "umbrales de acción" se suelen fijar en forma tentativa o provisional, en base a la experiencia de personas conocedoras del problema. Estos umbrales iniciales (que se expresan en número de insectos por hoja, planta, metro de surco, o trampa), deben ser revisados y reajustados según las nuevas observaciones y las medidas de manejo que se aplican. Cuando sea posible, verificar su validez experimentalmente. En muchos casos es necesario establecer diferentes umbrales de acción según el estado de desarrollo de la planta o de la medida que se va a aplicar. Si se trata de ácaros en frutales, por ejemplo, se decidirá aplicar azufre con poblaciones bajas, con la intención de mantenerlas bajas. En otra situación, con altas poblaciones, lo indicado serían aplicaciones de acaricidas específicos.

En el programa-MIP del algodón en el Perú, los umbrales de daño se manejaron con gran flexibilidad pero con extraordinaria eficiencia. Como resultado el promedio de aplicaciones de insecticidas orgánicos por campaña fue de alrededor de 2 tratamientos; en tanto que en otras áreas algodoneras del mundo, por esa misma época, se efectuaban 20 a 30 aplicaciones. Algunos umbrales usados eran: 80 larvas chicas de *Anomis* por 100 terminales, ó 10 larvas por planta (Herrera, 1989), en ausencia de enemigos naturales.

Hasta fines de la década de 1990 muy poco se había hecho respecto al cálculo de umbrales de daño económico para las plagas de la mayoría de cultivos. En el caso de la papa, la escasa información disponible se refiere a condiciones de los Estados Unidos, incluyendo plagas como áfidos y cigarritas verdes (Radcliffe et al., 1979) y el escarabajo de Colorado (Logan, 1981; Dripps & Smilowitz, 1989). Algo se ha hecho en relación a la mosca minadora en el Perú y la polilla de la papa en Costa Rica (Rodríguez y Lepiz, 1989). En el caso de ciertas plagas, como el gorgojo de los Andes o gusanera de la papa, simplemente no hay lugar para considerar umbrales de daño o umbrales de acción, como se explicó en la última parte del Capítulo 2.

Fase V. Aplicación del MIP en gran escala

Verificada la eficiencia del programa MIP en campos de pequeños agricultores que, en forma voluntaria, constituyeron el área piloto, se procede a fase de su implementación a gran escala, para cubrir el área de la comunidad. Durante la fase previa, de implementación del área piloto, se realiza una serie de actividades en preparación para la última fase. Un aspecto importante es lograr algún tipo de organización entre los campesinos, como una asociación de campesinos, que permita la coordinación de los trabajos. Se inicia un programa de capacitación de los campesinos de la comunidad, con cursillos que incluyen visitas a los campos del área piloto (donde los campesinos colaboradores deben estar dispuestos a contestar las preguntas de sus colegas), se prepara material de difusión gráfico, a base de esquemas y dibujos; y se compromete la colaboración de todas aquellas instituciones, que, de alguna manera, estén vinculadas al quehacer agrícola de la localidad. Se incluye a los agentes de extensión del Ministerio de Agricultura, universidades, escuelas y colegios, grupos religiosos, ONGs, y estaciones radiales. A estas organizaciones se les provee del material de extensión que requieran. La junta directiva de la organización campesina debe recibir una capacitación especial para que asuma la responsabilidad del programa. En experiencias previas, ha ocurrido que la junta directiva de campesinos, nombra entre sus miembros, un comité encargado del programa MIP.

