

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

R. Ripa • P. Larral • S. Rodríguez

El Manejo Integrado de Plagas, MIP, surge como una alternativa sustentable al manejo tradicional de plagas y se funda en el uso racional de los métodos químico, biológico y cultural para el control de insectos y ácaros que dañan los cultivos. Se define como una estrategia económicamente viable en la que se combinan varios métodos de control para reducir las poblaciones de las plagas a niveles tolerables, minimizando los efectos adversos a la salud de las personas y al ambiente.

Ciertas labores de manejo influyen en la sucesión y diversidad de las plagas en el tiempo, evento principalmente asociado a la transición de manejo tradicional a MIP, donde algunas plagas que estaban siendo controladas por plaguicidas, incrementan su población y se constituyen en un problema no observado previamente como respuesta del sistema al cambio de manejo.

Una de las cualidades más relevantes en el MIP es la flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones de cada huerto, factores como el clima, suelo, condiciones de plantación, variedad, riego, aplicación de plaguicidas y poda, entre otros, configuran un ambiente particular.

La implementación del MIP exige reconocer las plagas y enemigos naturales, entender su biología y comportamiento, desarrollar técnicas de monitoreo e incorporar el concepto de umbral de daño económico en las decisiones de manejo.

Asociado a lo anterior, se han definido ciertos objetivos del MIP, entre los que destacan:

1. Minimizar el daño de las plagas en la producción, mejorando su calidad.

2. Disminuir el uso de plaguicidas y su impacto negativo sobre la salud de las personas y el ambiente.
3. Contribuir a la sustentabilidad de la producción.
4. Mantener la rentabilidad del cultivo.

El manejo integrado de plagas se basa en el conocimiento del agroecosistema que se compone de las interrelaciones que ocurren entre plantas, plagas, enemigos naturales y ambiente. Para facilitar su entendimiento y aplicación se plantea un esquema que grafica las etapas que componen el MIP (Figura 2-1).



Figura 2-1
Componentes del MIP.

Reconocimiento de plagas, enemigos naturales y daño

Características de los artrópodos

El grupo taxonómico de los artrópodos, que incluye insectos y ácaros, se caracteriza por presentar apéndices articulados y un exoesqueleto que les confiere forma y protección. En el caso de los insectos, cada orden posee características específicas que permite diferenciar a sus integrantes, como la forma y función de su organismo y el tipo de metamorfosis (metabolía) que presenta.

En los insectos, la principal estructura morfológica que permite distinguir entre los distintos órdenes son las alas: los dípteros (moscas) presentan un par de alas funcionales que les permite el vuelo, además de otro par atrofiado llamado halterios; los coleópteros (chinitas, pololos, burritos) se caracterizan por que el primer par de alas está endurecido (élitros) y en algunas ocasiones protege un segundo par membranoso que puede ser utilizado para volar. A veces, los élitros se han fusionado, lo que impide el vuelo. Las alas de lepidópteros (mariposas y polillas) presentan un diseño característico ya que son membranosas y están protegidas por escamas. Los himenópteros, en cambio, presentan dos pares de alas membranosas transparentes.

La metamorfosis es el proceso de transformación que sufren insectos y ácaros durante su desarrollo. Cuando la metamorfosis es completa, insectos holometábolos (Figura 2-3) los estados juveniles son distintos al adulto y el desarrollo comprende los estados de huevo, larva,

pupa y adulto. A partir de los huevos emerge una larva que generalmente posee aparato bucal masticador y que se clasifica según su forma y la presencia o ausencia de cabeza y patas: en el caso de los dípteros, las larvas son ápodas y acéfalas; las larvas de lepidópteros poseen una cabeza bien desarrollada y 3 pares de patas torácicas y 3 a 5 pares de falsas patas. La pupa es un estado de quiescencia, es decir, no se alimenta, pero sufre una serie de transformaciones para dar origen al adulto, cuyo cuerpo está formado por cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se encuentran las antenas, que son su órgano sensorial y olfativo, los ojos y el aparato bucal. En el tórax se ubican los dos pares de alas y 3 pares de patas, como por ejemplo, chinitas, polillas y microavispa parasitoides.

En insectos que presentan metamorfosis incompleta, esto es, hemimetábolos (Figura 2-4), los estados inmaduros o ninfas son similares al adulto, pero no poseen alas ni genitalia desarrollada como es el caso de trips, pulgones, katídidos y termitas. En algunos casos, el adulto tampoco posee alas y la única diferencia con las ninfas es el tamaño y la capacidad de reproducción, como en conchuelas, escamas y chanchitos blancos hembras.

Los ácaros presentan cabeza y tórax unidos en una estructura denominada prosoma. La zona equivalente al abdomen es llamada opistosoma. En el prosoma se encuentran los quelíceros, pedipalpos y las patas. En los ácaros se reconocen tres estados inmaduros: larva, con 3 pares de patas, protoninfa y deutoninfa, con 4 pares de patas, similares al adulto en apariencia pero sin la capacidad de reproducción. En su estado adulto presentan cuatro pares de patas a diferencia de los insectos que poseen sólo tres pares (Figura 2-6).

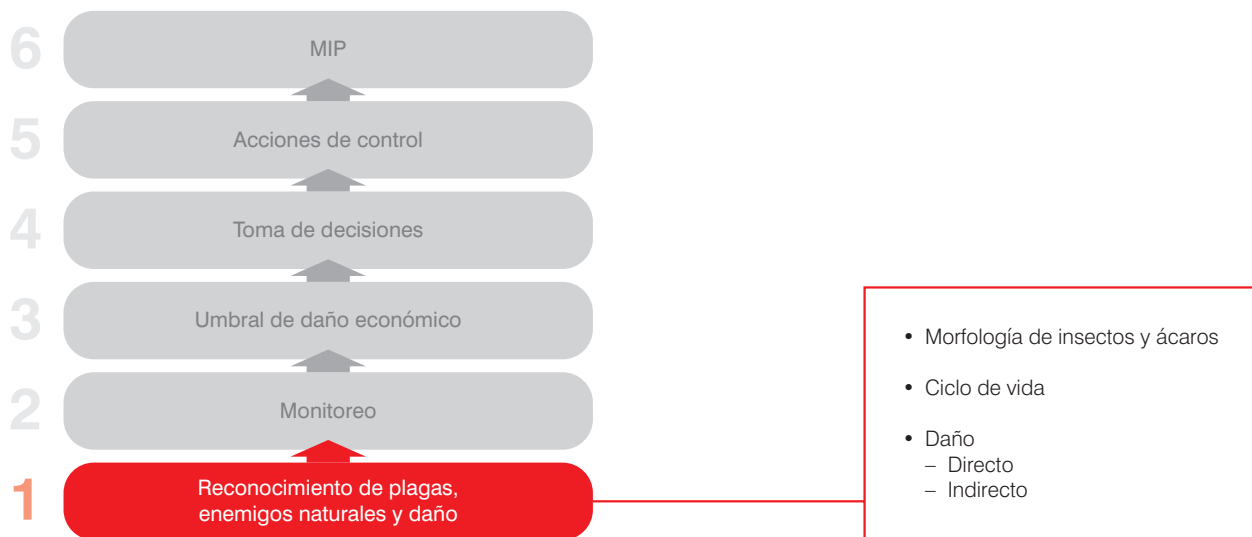


Figura 2-2
Primer componente del MIP.

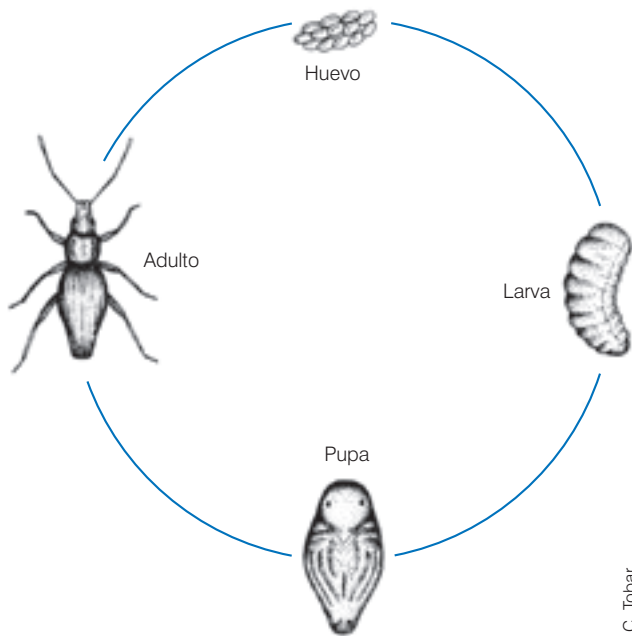


Figura 2-3

Ejemplo de metabolía completa, ciclo de vida de *Naupactus xanthographus*.

C. Tobar

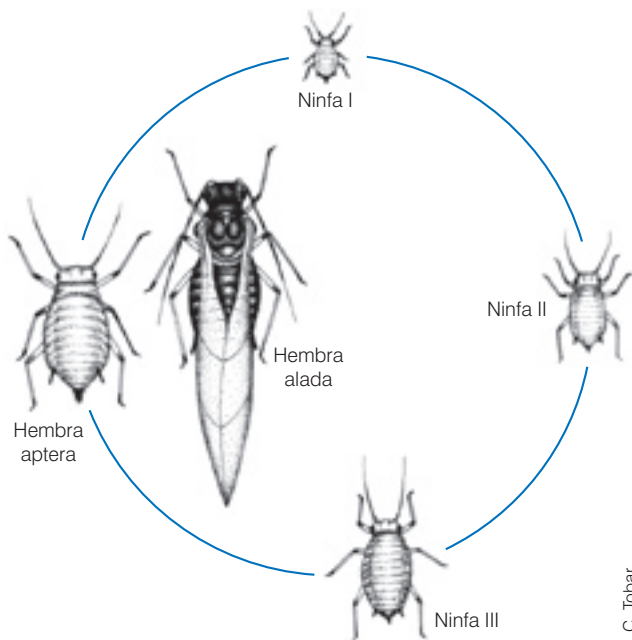


Figura 2-4

Ejemplo de metabolía incompleta, ciclo de vida de áfidos.

C. Tobar



R. Ripa

Figura 2-5

Áfido en proceso de muda lo que le permite crecer.

ticas de género y especie, aspecto relevante si se considera realizar liberaciones de enemigos naturales, que en el caso de parasitoides suelen ser específicos.

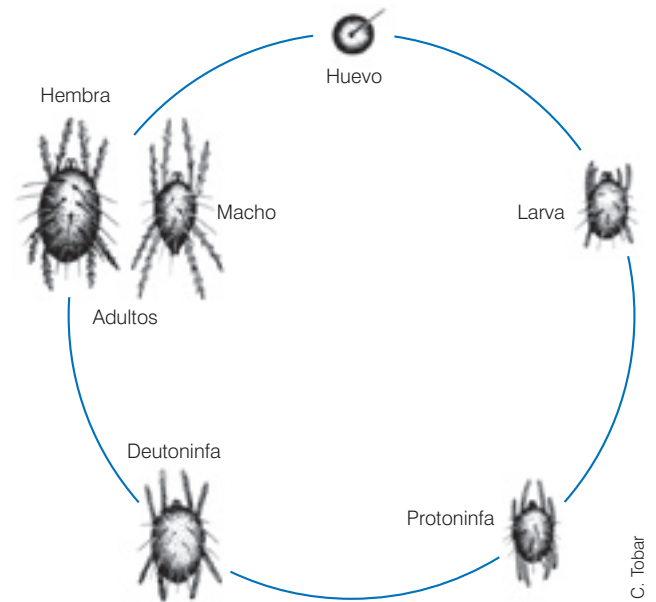


Figura 2-6

Ejemplo de metabolía incompleta de ácaros, ciclo *Panonychus citri*.

C. Tobar

Tipos de daño

Los insectos y ácaros plaga causan daño directo a la planta producto de su alimentación e indirecto por la transmisión de enfermedades, la producción de mielecilla, y su presencia en la fruta cuando poseen carácter cuarentenario.

Además de reconocer las características generales de los órdenes y familias presentes como plagas en paltos y cítricos, es necesario para su manejo identificar caracterís-

El daño directo incrementa paulatinamente junto con la densidad de la plaga, la cual es difícil de detectar al inicio de la infestación, sin embargo, es relevante reconocer tempranamente el daño provocado y asociarlo a la plaga con el fin de prevenirlo, adoptando las medidas de manejo más apropiadas.

En general, el daño producido por la alimentación de la plaga se encuentra estrechamente asociado al tipo de aparato bucal que presenta, generando un patrón de daño característico:

- Masticadores, como larvas de curculiónidos que causan daño al sistema radical y larvas de lepidópteros, que consumen trozos de tejido y tienen la capacidad de deformar los frutos cuando el daño se produce en la etapa de crecimiento (Figuras 2-7 a 2-9).
- Succionadores (escamas, pulgones y chanchitos blancos, entre otros), que extraen fluidos de los tejidos, y que eventualmente introducen en el tejido saliva fitotóxica produciendo deformaciones y otros síntomas (Figuras 2-10 a 2-12).



R. Ripa

Figura 2-7

Aparato bucal masticador de la larva de *Naupactus xanthographus*.



R. Ripa

Figura 2-8

Daño provocado por el aparato masticador del grillo en la corteza del palto.



R. Ripa

Figura 2-9

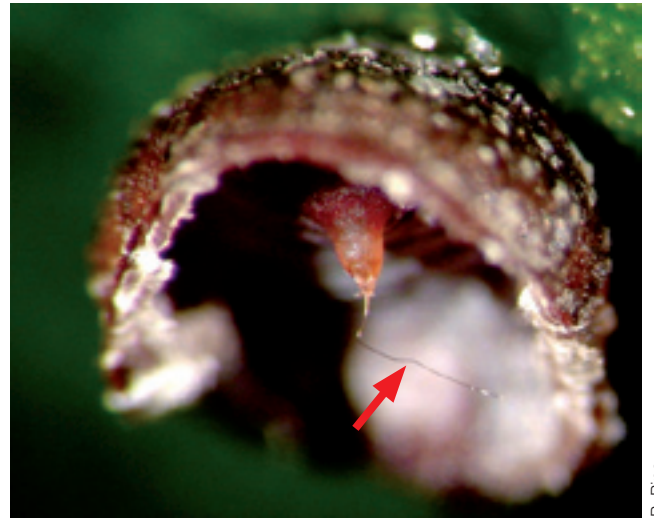
Galería superficial en naranja causada por *Eulia* utilizando su aparato bucal masticador.



R. Ripa

Figura 2-10

Áfido con su aparato bucal succionador inserto en el tejido de la hoja de cítrico.



R. Ripa

Figura 2-11

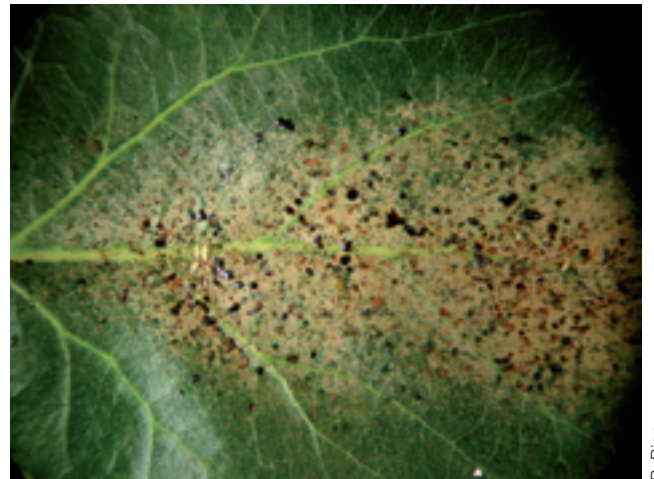
Aparato bucal chupador (flecha: estilete maxilar) de *Saissetia oleae*.



R. Ripa

Figura 2-12

Enrollamiento de hoja de cítrico por el efecto de la saliva de áfidos inyectada con su aparato bucal picador succionador.



R. Ripa

Figura 2-13

Bronceado causado por la microperforación del tejido òr trips del palto.

- Perforadores/picadores como arañitas y trips, que producen microperforaciones en el tejido superficial de la hoja, sorbiendo su contenido y provocando el típico daño denominado bronceado (Figura 2-13).

Algunos insectos son vectores de enfermedades, como el caso de áfidos, en particular *Toxoptera citricidus* (no presente en Chile), que transmite el virus de la tristeza en cítricos.

La mielecilla producida por insectos succionadores tales como chanchitos blancos, mosquitas blancas, conchuelas y pulgones (excepto escamas), se distribuye sobre

la planta manchando los frutos y otras estructuras. Sobre este sustrato azucarado se desarrolla un complejo de hongos denominado fumagina (*Cladosporium spp* y otras especies), de color oscuro y difícil remoción (Figura 2-14). Al respecto, uno de los escasos beneficios de la hormiga argentina *Linepithema humile*, es remover la mielecilla al alimentarse de ella, disminuyendo la formación de fumagina.

Otro daño indirecto de gran importancia económica es el rechazo de partidas de fruta por la presencia de alguna especie de insecto o ácaro que posee una connotación cuarentenaria para el país importador, lo que constitu-



Figura 2-14
Fumagina producto de la acumulación de mielecilla producida por conchuela negra del olivo.

R. Ripa

ye una restricción a la exportación. En algunos casos se producen rechazos ante la detección de cierto estado o estadio de una plaga que no se puede identificar y por lo tanto no se puede descartar que se trate de una especie cuarentenaria, como es el caso de huevos o ninfas de chanchitos blancos.

Monitoreo

El monitoreo es una actividad clave en el Manejo Integrado de Plagas, destinado a determinar la abundancia, distribución y el daño de las plagas y por otra parte la abundancia y efecto de los enemigos naturales presentes en el huerto. Por lo tanto, indica la necesidad de aplicar una medida de control, la cual es evaluada en cuanto a su efectividad para reducir las poblaciones y efecto sobre la fauna benéfica a través del monitoreo. Dada la trascendencia de este tema en el MIP, se trata con mayor profundidad en el Capítulo 3: *Monitoreo de plagas y registros*.

Nivel de daño económico NDE

El concepto de nivel de **daño económico** se refiere a la densidad poblacional de la plaga que comienza a causar daño de importancia económica y que por lo tanto justifica el costo de las medidas de control, sin embargo, las acciones de manejo se toman, por lo general, en densidades inferiores a ésta con el fin de impedir que el crecimiento poblacional de la plaga alcance el nivel de daño económico, lo que se denomina Umbral Económico (UE o en inglés *Economic Threshold ET*) (Gráfico 2-1).

Matemáticamente el cálculo del NDE tiene como variables el costo del manejo, el valor de la producción, el daño producido por la plaga y la reducción de la producción causado por ese daño. Cada una de estas variables, depende a su vez de múltiples factores, lo que dificulta la determinación de este umbral en la práctica.

Un factor determinante y quizás el más complejo de estimar es la relación entre la densidad de la plaga, determinada mediante el monitoreo (por ejemplo, número de ácaros/hoja) y el efecto sobre la producción y/o calidad. Cuando los insectos y ácaros que afectan el cultivo se alimentan succionando savia del follaje, como es el caso de pulgones, conchuelas, chanchitos, arañitas y mosquitas, la complejidad es aún mayor. Por otra parte la disminución del ingreso por ventas dependerá del precio del producto asociado al mercado de destino (interno o exportación) y a la condición cuarentenaria de la plaga.

Adicionalmente la densidad de la plaga está asociada a la presencia y actividad de los enemigos naturales, la fenología de la plaga y su hospedero, que están estrechamente ligadas a las condiciones ambientales (Figura 2-15).

Considerando las dificultades de la estimación del NDE y la escasa información disponible sobre umbrales determinados técnicamente, se propone establecer niveles poblacionales provisionales basados en la experiencia práctica del análisis de la información del monitoreo en tiempo real y los registros históricos de niveles de daño, abundancia poblacional y efectividad de las medidas de control.

Una vez establecidos los umbrales de acción y aplicadas las decisiones de manejo, estas deben validarse con esti-

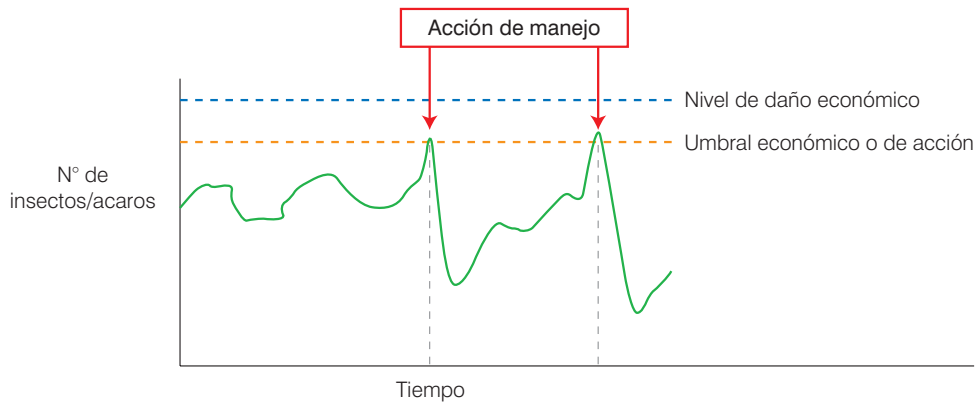


Gráfico 2-1

Esquema de la fluctuación de la densidad de plagas y el nivel de daño económico.



Figura 2-15

Tercer componente del MIP.

maciones de su efecto en la densidad de la plaga y sobre la producción, con el objetivo de comparar el beneficio económico obtenido por efecto del control versus el costo de las medidas de manejo sobre una o mas plagas. El resultado de la comparación debe evidenciar un beneficio, justificando la acción de control. En otras palabras, debe realizarse una estimación de la relación costo/beneficio del manejo de la plaga.

El uso de registros periódicos de la densidad de plaga, el efecto de las medidas de control, los costos de aplicación y volúmenes de producción, aportará experiencia en la estimación de umbrales económicos o niveles de daño. La incorporación permanente de este concepto, por lo general, disminuye el número de aplicaciones y por consiguiente el uso de plaguicidas, sustentando los beneficios del MIP.

Toma de decisiones

La toma de decisiones es un proceso que consiste en seleccionar una o más soluciones idóneas para una determinada situación, para lo cual es necesario incorporar la identificación y análisis del problema y su entorno (monitoreo), la evolución de la plaga, la evaluación de las alternativas de control disponibles y, finalmente, la selección y aplicación de una o más de ellas. El proceso de toma de decisiones incorpora las etapas que aparecen en la Figura 2-17.

Identificación del problema

Realizado por medio del monitoreo sistemático de las especies plagas presentes en el huerto y sus alrededores.

res, determinando su densidad y la intensidad del daño provocado. Adicionalmente requiere estimar la presencia, abundancia y eficacia de los enemigos naturales y determinar la distribución de la plaga en el huerto (ver Capítulo 3: *Monitoreo de plagas y registros*).

Análisis de antecedentes adicionales

Permitirá tomar una decisión más informada. Los antecedentes, que serán utilizados en los pasos posteriores del proceso de toma de decisiones, provienen:

- Del entorno: vegetación circundante (incluyendo otros huertos) y condiciones climáticas.
- Del manejo del huerto: régimen de fertilización, poda e historial del huerto.
- De la planta: estructura afectada, fenología, vigor, tipo de poda, fecha cosecha.
- De la plaga: tasa reproductiva y número de generaciones al año.
- Información comercial: destino de la fruta y estimación de su valor.
- De información proporcionada por monitores y/o encargados que conocen el huerto.

Inferir la evolución que experimentará la plaga

A partir de los datos recogidos a través del monitoreo, la abundancia y efectividad de los enemigos naturales, la biología de la plaga y los antecedentes adicionales indicados anteriormente, se debe inferir la evolución que experimentará la plaga en el futuro y determinar si causará daño.

Como ejemplo se puede indicar que los ataques de áfidos en cítricos, por lo general se presentan sólo durante el período de activa brotación. Por lo tanto si se observan enemigos naturales y el crecimiento está pronto a detenerse, se concluirá que es muy probable que la plaga disminuya significativamente en el futuro cercano.

Estimación del nivel de daño económico (NDE)

Determinar si la densidad de la plaga cuantificada a través del monitoreo ha alcanzado el nivel de daño económico (NDE). Este parámetro cuantitativo descrito anteriormente, se refiere a la densidad más baja de la población de la plaga que causa una magnitud de daño que justifica el costo de la medida de control a adoptar. Alcanzando este nivel es necesario aplicar una medida

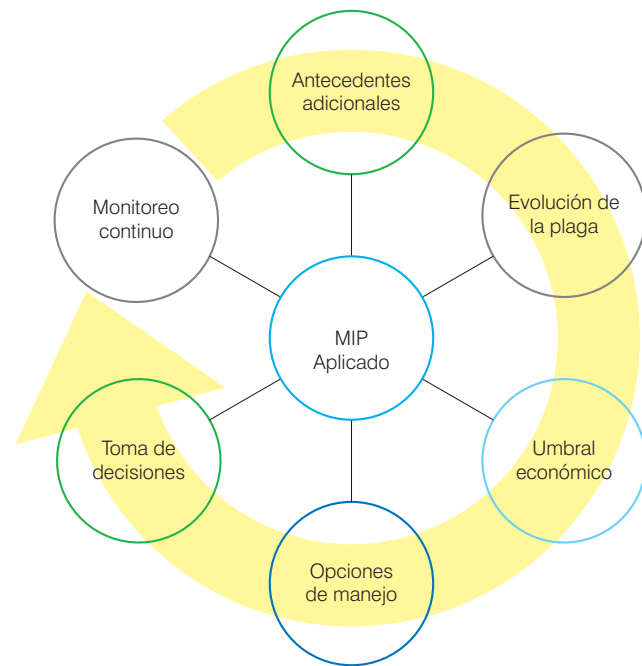


Figura 2-16

Etapas del proceso de toma de decisiones.

de manejo para evitar pérdidas económicas ocasionadas por la plaga, incluyendo aquellas de connotación cuarentenaria.

Evaluar estrategias de manejo

Para resolver el problema, que forman parte del MIP: control biológico, control químico y control cultural, incluyendo cada una de estas opciones variadas modalidades y alternativas.

El proceso de toma de decisiones tiene por objeto decidir informadamente, considerando todos los puntos antes indicados, sobre una o más acciones que, integradas, lograrán minimizar o controlar la plaga. Sin embargo, es posible que bajo ciertas circunstancias, el proceso culmine en la decisión de no implementar alguna acción, es decir, que se concluya que debido a las densidades de la plaga, las condiciones climáticas, el mercado de la fruta o la abundancia de enemigos naturales, entre otras circunstancias, la situación no amerita ejecutar una acción de manejo o control.

Una vez finalizado el proceso de toma de decisiones se debe continuar con el monitoreo para realizar seguimiento de la plaga y demás variables que poseen influencia en su evolución, es decir, volver a la etapa 1, conformándose un proceso cíclico de toma de decisiones. La información proveniente de este seguimiento será de gran utilidad en el futuro para enfrentar situaciones similares, gene-

rándose una retroalimentación positiva constante que perfecciona año a año el manejo de las plagas.

Ejemplo: Toma de decisiones

Paso 1. Identificar el problema:

- Especie presente: En naranjo var. New Hall, Mosquita Blanca Algodonosa. Fecha del monitoreo: 15 diciembre 2007.
- Intensidad del Ataque de acuerdo a monitoreo: 25% de presencia en hojas, 50% de los brotes atacados.
- Presencia de enemigos naturales: 15% de las hojas con presencia de la plaga poseen ninfas parasitadas.
- Estado de la plaga: Huevos y adultos en brotes y ninfas 1° y 2° estado en hojas.
- Distribución de la plaga: la intensidad indicada corresponde a 2 cuarteles (5 hectáreas) en la parte alta de una ladera.

Paso 2. Antecedentes adicionales:

- Del entorno. Monitoreo realizado en Diciembre (inicio del verano), T° media 18,5°C.
- Del Manejo del Huerto. Fertilización nitrogenada vía riego. Poda de faldas efectuada en septiembre. Aplicaciones de clorpirifos 48% en concentración de 100 cc del producto comercial por hectolitro (100 litros) de agua, utilizando 5500 litros de la mezcla por hectárea para el control de chanchitos blancos en noviembre del mismo año.
- De la planta: Hojas y brotes con mielecilla, en algunas partes del árbol presencia de fumagina. Brotes vigorosos. Plantas de 6 años de edad a 6 x 3 m.
- De la plaga: En esta época la plaga puede desarrollarse desde ninfa migratoria a adulto en 35 días.
- Comerciales: Fruta para exportación.

Paso 3. Evolución de la plaga:

Debido a la presencia de brotes vigorosos, adultos de la plaga, la época del año y una presencia escasa de enemigos naturales, se estima que la población de la plaga incrementará su densidad en el futuro cercano.

Paso 4. Umbral económico:

- Costo de aplicación:
 - 1 lavado con detergente 200 cc/HL, en un volumen de 7.000 L = \$110.000/ha.
 - Aplicación de aceite al 0,5% en un volumen de 7.000 = \$125.000/ha.

- Valor de la Producción: valor estimado de venta \$230/kilo.
- Daño indirecto causado por la mielecilla exudada por la plaga y la fumagina que cubre hojas y frutos: difícil de estimar.
- Perdidas eventuales por efecto de la plaga sin efectuar medidas de control (equivalente a 2.000 kg fruta/ha) = \$460.000.

Paso 5. Evaluar alternativas y aplicación de la solución:

- Químico. Utilización aceite 200 cc/HL 7.000 L/ha = \$125.000/ha.
- Cultural. Poda de brotes = \$25.000/ha.
- C. Biológico. Por condiciones de clima, se puede esperar un incremento de la actividad de los enemigos naturales *Amitus spiniferus* y *Cales noacki*.
- Valor del manejo = \$150.000

Conclusión del proceso de toma de decisiones: las medidas de manejo se justifican.

Acciones de control

Dentro de las alternativas o métodos de control de plagas que utiliza el MIP se encuentra el Control Biológico, Control Cultural y Control Químico.

Control biológico

El control natural que producen depredadores, parasitoides y entomófagos actúa sobre las poblaciones de insectos y ácaros plaga manteniendo una densidad que se ajusta de manera natural al funcionamiento del sistema agrícola (Gallo et al. 1988). Cuando esta acción incluye la manipulación de los agentes naturales de control por parte del hombre, para reducir las pérdidas en agricultura, forestales o productos comerciales, el control biológico es una táctica dentro del manejo integrado de plagas que consiste en la reducción del número de insectos perjudiciales por la acción de los enemigos naturales a un nivel tal que el organismo perjudicial no ocasione pérdidas económicas (Flint y Van den Bosch 1983).

El Control Biológico es un método barato, efectivo y que no interfiere con otros elementos del ecosistema, aunque es muy sensible a la acción de productos químicos tradicionales (Stehr 1990). El Control Biológico está libre de los efectos secundarios indeseables asociados a los insecticidas de amplio espectro y es uno de los métodos de mejor relación entre costo y efectividad. Cuando es aplicado por especialistas, bajo principios establecidos,

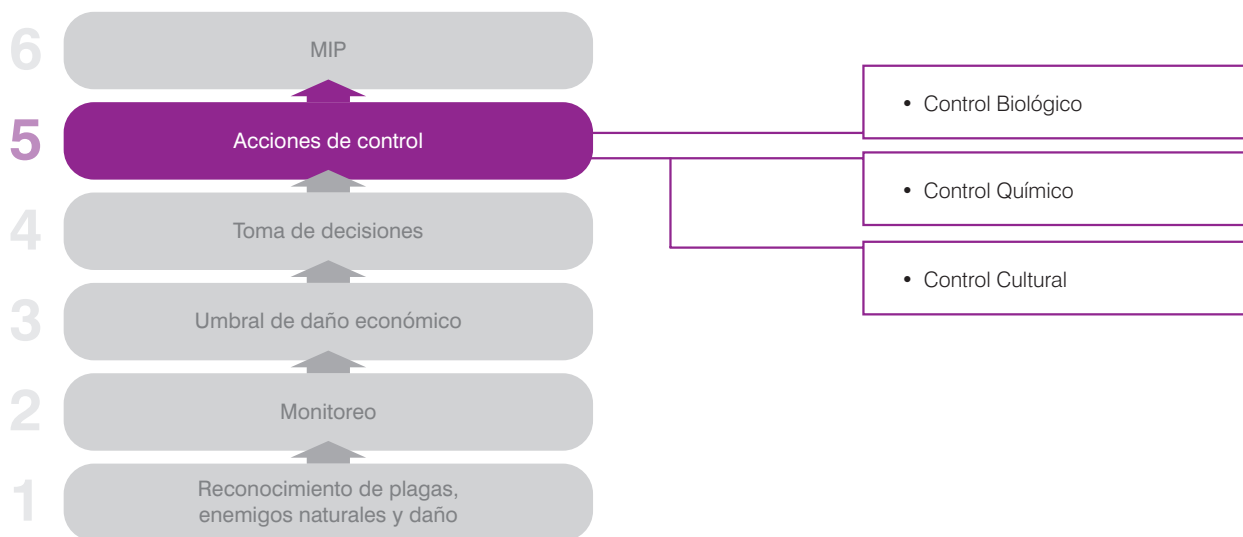


Figura 2-17
Quinto componente del MIP.

el Control Biológico es seguro y no tiene efectos adversos sobre el ecosistema (ver Capítulo 4: *Control biológico*).

Control cultural

Esta labor tiene por objeto generar condiciones adversas a determinadas plagas reduciendo su incidencia en el cultivo. Algunas medidas culturales incorporadas en una estrategia MIP son:

- Eliminación de ramas bajas que tocan el suelo: los frutos cercanos al suelo son más atacados por algunas especies de chanchitos blancos, escamas, babosas y caracoles. Esta labor además facilita el control de hormigas.
- Realizar podas de abertura para favorecer la entrada de luz y la circulación de aire al interior del árbol provocando un aumento de la mortalidad de estadios pequeños de diversas plagas como escamas y conchuelas. Esta acción favorece la mejor distribución de los plaguicidas en el interior del árbol.
- Eliminar malezas infestadas con plagas para limitar la dispersión del inóculo (por ejemplo, chanchitos blancos en malva y correhuela).
- Conservar vegetación herbácea en el huerto como fuente de alimento y refugio físico de insectos y ácaros benéficos, estudiar previamente las asociaciones de plagas con dichas especies, de modo que no se conviertan en inóculo de la plaga, como lo indicado en el punto anterior.

- Limitar la fertilización nitrogenada dado que altas dosis favorecen el ataque de áfidos, chanchitos blancos y otras plagas.

Dada la importancia del manejo del hábitat en la regulación de las poblaciones de las plagas, serán revisados en detalles algunos aspectos relevantes al MIP en el capítulo respectivo.

Control químico

Una de las tácticas más utilizadas en el manejo tradicional de plagas es el control químico o uso de plaguicidas para la regulación de las plagas, sin embargo, en MIP, es sólo una opción dentro de las medidas factibles de ejecutar, la que se debe evaluar considerando todos los aspectos mencionados en el proceso de toma de decisiones.

Otro aspecto que debe considerarse en el ámbito práctico cuando se opta por una medida de control químico es la elección de un plaguicida que además de satisfacer requerimientos de efectividad, selectividad, y bajo impacto ambiental, disponga de registro en el nuestro país y en el de destino del producto, si éste se exportará. Por otra parte, la disponibilidad de la maquinaria adecuada al tipo producto y el número de ellas en relación a la superficie a manejar. En muchos casos no es posible aumentar el número de estos implementos o realizar modificaciones en el corto plazo por lo que se debe maximizar su uso. Dada la importancia de la calidad de la aplicación química, estos aspectos se analizarán en el Capítulo 5: *Control químico*.