

COMO DESARROLLAR UN PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

Patricia Estay Palacios, Ing. Agrónomo M.Sc.
pestay@platina.inia.cl

Historia e introducción al concepto de Manejo Integrado de Plagas

Desde el inicio de la agricultura en los centros de la civilización, hace unos 10.000 años, las plagas han sido importantes competidores del hombre, logrando reducir la cosecha de sus cultivos hasta un cien por ciento en ciertas ocasiones. El hombre de aquella época aprendió a vivir con las epidemias y a tolerar los daños causados por los insectos y otras plagas.

Con el transcurso del tiempo, el hombre evolucionó hacia sistemas de cultivo, los cuales incluían muchas prácticas de control físico y cultural que se derivaban de métodos empíricos tales como: destrucción de rastrojos, fechas de siembra, alternancia de cultivos, manejo de agua, fertilizantes, etc.

La necesidad cada vez mayor de prevenir pérdidas causadas por las plagas, obligó al hombre a preocuparse por encontrar medidas de control más efectivas, lo que llevó al descubrimiento de los pesticidas modernos, aunque se usaban plaguicidas aún antes de Cristo, su uso se difundió hacia fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX.

El éxito obtenido con los pesticidas inorgánicos, causó tanto optimismo que se pensó que tanto los insectos dañinos como los agentes causales de enfermedades podrían ser controlados solo con pesticidas. Cuando se descubrió la acción más efectiva, aún de los organoclorados y organofosforados, los técnicos responsables del control de plagas utilizaban el control químico casi totalmente.

Conocido es que el uso de control químico como única alternativa y en forma excesiva, dirigido hacia plagas claves ha provocado, a nivel mundial, una serie de consecuencias ecológicas y económicas negativas tales como:

- Selección de plagas resistentes
- Destrucción de enemigos naturales
- Resurgimiento de plagas secundarias a nivel de primarias
- Contaminación de alimentos y ecotoxicidad en general.
- Barreras para arancelarias

Sin embargo, a pesar de todas éstas consecuencias negativas, no se puede desconocer la importancia del control químico en el control de plagas, enfermedades y el aporte a nivel agrícola en impedir pérdidas de alimentos y mejorar los rendimientos de los cultivos.

El concepto de Manejo Integrado de Plagas, MIP, fue desarrollado primero por los entomólogos por los años 50, como un enfoque que aplicaba principios ecológicos en el uso de métodos de control biológico y químico contra insectos dañinos.

Posteriormente se amplió para incluir todos los métodos de control y últimamente se ha ampliado, aún mas, incluyendo todas las clases de plagas - patógeno, insectos, nemátodos, malezas, vertebrados.

Así el MIP se puede definir como la estrategia que utiliza diferentes técnicas de control (biológicas, culturales, físicas y químicas), complementarias entre sí y que tiene como prioridad evitar o reducir el daño que ocasiona una o más plagas sobre un determinado cultivo. Se le da prioridad a los métodos que, siendo mas seguros para la salud humana y el medio ambiente, permiten la producción económica de productos de calidad para el mercado o, mas aún, en la actualidad conceptos como Producción Integrada, tienen como base del Programa el Manejo Integrado de Plagas, sin ello no es posible la Producción Integrada.

Desarrollo de un programa de MIP

Los elementos que se deben tener en cuenta para desarrollar un Programa de MIP, son:

1. Identificar adecuadamente el problema; ejemplo, plagas o enfermedades y sus enemigos naturales.
2. Monitorear la plaga, temperatura y humedad, lo que permite determinar con exactitud los niveles de infestación de la plaga, la presencia de enemigos naturales y el efecto de las condiciones ambientales sobre éstas.
3. Determinar umbrales de daño económico a partir de los cuales se requiere controlar.
4. Tomar decisiones de manejo de acuerdo a la información obtenida a través del monitoreo.
5. Hacer uso de control natural, cultural y biológico en conjunto con el uso de pesticidas selectivos si es necesario.
6. Evaluar las decisiones a nivel de pequeños, medianos y grandes agricultores
7. Transferir los resultados a nivel de los agricultores y asesores técnicos.

Monitoreo o Muestreo

Es fundamental entender que el pilar más importante de un Programa de MIP, es el monitoreo o muestreo, porque permite:

- Estimar la densidad y distribución de la plaga en el predio, en un determinado momento.
- Registrar la fluctuación poblacional de la plaga y sus enemigos naturales.
- Registrar las condiciones ambientales y fenología del cultivo.
- Evaluar la efectividad de las medidas de control utilizadas.

Es importante distinguir entre una colecta de insectos y un monitoreo o muestreo. La separación es indefinida, debido a que una simple colecta puede dar una idea de la abundancia o de la escasez de una especie, según el esfuerzo que demanda su captura. Si la colecta se hace con cierto grado de refinamiento, como la frecuencia de captura por unidad de tiempo, en distintos puntos de un área dada, se tiene también una estimación de la densidad y dispersión.

Una metodología para que la evaluación de la infestación de una plaga, sea lo más precisa posible, debe considerar en su estrategia un conocimiento previo de los tipos de distribución de la población plaga que se está estudiando, de los métodos de muestreo y de los factores que pueden influenciar el mismo. Así, los métodos de muestreo más utilizados para evaluar la infestación de una plaga son:

- Muestreo Sistemático (huertos o potreros homogéneos y plagas uniformes)
- Muestreo Selectivo (muestras basadas en el conocimiento de la plaga)
- Muestreo al Azar (en un hábitat heterogéneo)
- Muestreo Secuencial
 - Número de muestra (no menos de tres/ ha)
 - Orillas de los cultivos poco representativa de la infestación total, pero si indica el comienzo de la infestación
 - Las muestras mismas varían según la plaga y el cultivo (ejemplo: número de pulgones en 5 tallos trigo, en frutales (número de escamas en 10 cm de ramilla, número de arañas por 100 hojas), en maíz. N° de plantas dañadas por gusano cortador en 10 metros, en tomate: % de plantas infestadas por pulgones, polillas utilizando 50 plantas/predio.

Es importante señalar que el monitoreo es una herramienta que, para su correcta utilización, requiere del conocimiento de la biología de la plaga y su ubicación en las plantas hospedadoras, de manera de realizarlo en la oportunidad adecuada considerando, como se ha dicho, la forma en que se distribuye la plaga y también

teniendo en cuenta que, cuando se adopta una metodología de muestreo, llevarlo a la práctica requiere de manejo de instrumentos que tienen que ser manipulados y leídos por personas. Cada una de éstas operaciones está sujeta a ciertos márgenes de error que afectan su eficiencia.

Entre los efectos más comunes están:

- a) Variabilidad del observador. Aquí se debe poner especial atención con el adiestramiento y procedimiento de información uniforme a los monitores de plagas.
- b) Variabilidad de las técnicas de captura.

Técnicas de muestreo

Hay tres grandes hábitats que pueden ser muestreados en el agroecosistema, ellos son:

Planta - Suelo - Aire

Los procedimientos que se pueden utilizar para determinar el número de individuos en el caso de una plaga - insecto es:

- Evaluación directa de una población

En la Planta

Por observación y recuento directo. Se aplica a insectos grandes, generalmente con poco movimiento y que pueden ser contados en las unidades de muestreo. Es el procedimiento más común en los programas de evaluación de las plagas con fines de manejo y aunque es laborioso, provee de una eficiente información del agroecosistema. Según el tipo de vegetación es la evaluación que se realiza por ejemplo:

Para insectos que viven sobre vegetación herbácea, este constituye uno de los hábitat más difíciles de muestrear, porque la planta está constantemente cambiando. Según el hábito del insecto es la unidad de muestreo, que puede ser la planta entera o parte de ella. Así por ejemplo en tomate, la polilla del tomate ovipone en hojas recién expandidas, la mosquita blanca de los invernaderos en el envés de hojas nuevas, donde también se ubican los adultos, sin embargo las pupas se ubican en las hojas basales.

Por eso cuando la altura y desarrollo de una planta influye en la distribución de los insectos como ocurre en el tomate cultivado en invernadero, es conveniente estratificarla dividiéndola en mitades o tercios para tomar un número igual de muestras en cada estrato.

Si la planta como unidad de muestreo es difícil de delimitar como ocurre con las empastadas donde hay ataques de gusanos blancos, es mejor ocupar como unidad de muestreo un cuadrado o círculo donde se evalúa todos los individuos.

Uno de los mayores inconvenientes de la observación directa, es la tendencia a equivocarse por parte de los observadores debido a lo tedioso del trabajo. Así se debe ser más acucioso a poblaciones bajas y menos a poblaciones altas.

También otra técnica que se usa para estimar poblaciones de plagas en cultivos bajos, es el uso de red entomológica por golpeo. También es útil el uso de aspiradores, por ejemplo para contar mosquitas blancas adultos en tomate, estos aspiradores funcionan por succión, capturando los insectos los que quedan atrapados en un tubo con una malla fina que evita que se escapen.

Finalmente, otro método para evaluar insectos en forma directa es el uso de embudos o mantas que se colocan en la base de las plantas, las cuales se sacuden para desprender los insectos y contarlos. Se usa para evaluar larvas de lepidópteros, chinches especialmente ninfas y todo insecto de reacción lenta.

Por colecta, montaje y recuento en laboratorio. Este procedimiento se utiliza en el caso de insectos pequeños y ácaros difíciles de observar, o porque se encuentran en grandes cantidades, lo más aconsejable en estos casos, es extraer la unidad de muestra y llevarla al laboratorio, donde se extraen utilizando diversos procedimientos según el artrópodo.

Se usa también esta metodología para insectos que viven dentro de tejidos como ocurre con los minadores de hoja, incluso las polillas como la del tomate y la papa, donde se requiere hacer disección del tejido para extraer las larvas.

Es muy importante al usar este procedimiento tener en cuenta, que las muestras deben procesarse tan pronto como sea posible para evitar que los insectos tiendan a abandonar los tejidos como ocurre con la polilla del tomate.

En el Suelo

Sobre la superficie del suelo. Aquí se usa el contabilizar los insectos en cuadrado o círculo, si no son de rápido desplazamiento como ocurre con gusanos blancos y/o cortadores en praderas.

Los insectos pequeños, pueden ser muestreados con aspiradores, como también se puede hacer uso de carpas con tubo de colección, estos se colocan cuando los insectos están menos activos, luego con el incremento de la actividad tienden a subir por los lados hasta el frasco o tubo de colección.

Dentro del suelo. Aquí la principal técnica es la remoción de una unidad de volumen de suelo a una profundidad dependiendo de las plagas. Normalmente se usa un barreno para tomar la muestra, posteriormente en laboratorio se someten a la extracción de los artrópodos presentes mediante métodos de cernido, lavado de suelo, uso de fuentes de calor; en este último caso es de gran utilidad el embudo Berlese, que consiste en una fuente de calor normalmente una ampolleta que se coloca por sobre la muestra, un embudo metálico que sostiene la muestra, una malla que permite el paso de los artrópodos y evita que se caiga la tierra, bajo esto un frasco o placa con alcohol y/o agua, hasta donde se mueven los artrópodos huyendo del calor.

En el Aire

Uso de trampas. Se usa normalmente para estados adultos de diferentes Ordenes de insectos.

Esta técnica presenta una serie de ventajas como:

- a) Requiere de equipos simples.
- b) Da abundante información a bajo costo
- c) Entrega información en sectores donde la población de insectos puede ser baja o difícil de localizar.
- d) El muestreo es continuo con poco esfuerzo, y además de estimar la densidad de una población, mide su actividad.

Sin embargo, frente a estas ventajas, su inconveniente es que la captura está influenciada por numerosos factores ambientales, cuya contribución al número de individuos capturados es difícil de determinar. Por ello es recomendable el uso de esta técnica en combinación con otras.

El tipo de trampa a utilizar depende de los insectos que nos interese atrapar, es así que se puede utilizar trampas de:

Color - Luz - Agua - Feromonas - Agregación - Pegajosas

- **Evaluación indirecta de una población**

Muestreo de partes del cuerpo, cuerpos momificados o fecas de insecto, usando embudos, telas o bandejas. Se usa para plagas forestales y también para estimar poblaciones de parásitos, donde resulta fácil de evaluar, contando el número por ejemplo de pulgones momificados o como en mosquita; el número de ninfas parasitadas por *Encarsia formosa*, donde se observa la pupa negra.

- **Evaluación de daño.** Esto se puede realizar por:

- a) Estimación general. Cuando los daños son muy evidentes y de gran magnitud como marchitamiento de plantas, defoliación, cambios de coloración, etc., aquí se puede estimar, mediante recorrido del campo en distintas direcciones o con fotografía aérea o imágenes satelitales.

- b) Evaluaciones de daño en el campo. Aquí la unidad de muestreo, dependerá del tipo de daño, de la densidad del cultivo, del tamaño de las plantas y los hábitos del insecto. Por ejemplo, para cultivos en surcos como maíz en el caso de ataque por gusanos cortadores o barrenadores, se usan muestras de 1 mt de largo. Para cultivos densos, son superficies las que se muestrean, para plantas aisladas la unidad estará en función de la distribución del daño en la planta y el tamaño de la misma. Así puede ser una planta entera cuando son pequeñas, o solo órganos de ésta, cuando son grandes o con una ubicación específica del daño como hojas, brotes, frutos.

También la evaluación puede hacerse por:

- Presencia o ausencia sin considerar la intensidad del daño, por ejemplo plantas comidas, cortadas, hojas perforadas, tallos barrenados, etc., y se expresa generalmente en porcentaje.
- Presencia o ausencia de daño, pero considerando intensidad del daño, por ejemplo usando índices como son: número de galerías por hoja, número de brotes dañados por planta, número de frutos dañados, etc.

En algunos casos es conveniente utilizar escalas o categorías de daño, como es el caso de hojas dañadas, presencia de melaza y/o fumagina en hojas o frutos, etc.

En la mayoría de los Programas de Manejo de Plagas, la determinación de la densidad de una población plaga y de sus enemigos naturales nos permite llegar a establecer un Programa simplificado de Manejo de una Plaga. Como el que se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Programa simplificado de Manejo de Plagas.

Densidad de Parasitoides o Predator	Densidad de la Plaga		
	Baja	Media	Alta
Baja	No haga nada	Aplique 100 x gr. de pesticida	Aplique 200 x gr. De pesticida
Media	No haga nada	No haga nada	Aplique 100 x gr. De pesticida
Alta	No haga nada	No haga nada	No haga nada

De allí la importancia que tiene el entender los conceptos de Umbral y Nivel de Daño Económico, que a continuación se describen.

Umbrales y niveles de daño económico

El umbral económico, es una herramienta crítica dentro del MIP, pues nos indica el tiempo oportuno para decidir una acción de prevención. Así el umbral económico se define como la densidad a la cual deben iniciarse las medidas de control a fin de evitar el incremento de población de la plaga que alcance el nivel de daño económico. El umbral económico debe determinarse previo al nivel de daño económico con el objeto de contar con suficiente tiempo para el inicio de las medidas de control y para que estas medidas tengan efecto antes de que la población alcance el nivel de daño económico. Por lo tanto el nivel de daño económico se entiende como la densidad de la población de una plaga que causa una reducción en el valor del cultivo ya sea en rendimiento o en calidad que es mayor que el costo del tratamiento de control.

Es así, que el nivel de Daño Económico varía con el tiempo y lugar durante una temporada y es sensible a las condiciones ambientales a las prácticas agronómicas, a los costos de los insumos y a las condiciones de precio del producto en el mercado.

Teniendo en cuenta la magnitud de los daños que ocasionan las poblaciones de artrópodos presentes en el campo y el daño económico que ocasionan es que las plagas se pueden clasificar en las siguientes categorías:

Artrópodos sin importancia económica o plagas potenciales.

Generalmente constituyen la mayoría de las especies de artrópodos presentes en el campo, se presentan en poblaciones bajas o muy bajas (algunas especies pasan desapercibidas) y no afectan la cantidad ni la calidad de los productos hortofrutícolas. Esta situación es válida para las condiciones particulares de un agroecosistema y no constituye una condición propia de la especie-plaga por lo contrario puede ocurrir que algunas especies favorables bajo condiciones favorables, sus poblaciones se incrementen y lleguen a causar graves daños.

Los bajos niveles que presentan las poblaciones de esta categoría, se debe principalmente a factores de ocurrencia natural, por ejemplo la presencia de enemigos naturales, variedades de plantas tolerantes o resistentes, condiciones climáticas desfavorables y prácticas culturales que puedan afectar el desarrollo del insecto.

En el manejo de estas plagas, debe evitarse el afectar los factores responsables de mantener en bajas poblaciones estas plagas. De lo contrario si se interviene, por ejemplo haciendo uso irracional de un insecticida, ocurre el fenómeno de aparición de una nueva plaga, que no es más que la transformación de una plaga potencial en una plaga clave, como ocurrió en la V Región con la mosquita blanca de los invernaderos.

Plagas ocasionales o cíclicas.

Algunas especies de insectos se presentan en poblaciones perjudiciales en ciertas épocas del año, o en ciertos años, mientras que en otros carecen de importancia económica. Este fenómeno se produce por alteraciones a su vez de otros factores del agroecosistema y se debe a que la represión ejercida por los factores de control natural no es tan intensa como ocurre en el caso de las plagas potenciales. Por esta razón, cambios relativamente ligeros en estos factores como por ejemplo, la disminución en la eficiencia de los enemigos naturales, alteraciones en las prácticas culturales (cambios de fecha de siembra, densidad, riegos, fertilizaciones, etc.), introducción de nuevas variedades o alteraciones climatológicas, pueden dar lugar a incrementos en los niveles de infestación de la población, hasta alcanzar niveles perjudiciales. Por ello en los Programas de MIP, es fundamental conocer cuales son los factores que pueden incidir en una población de un insecto dado, contar con

métodos de pronóstico que permitan determinar los incrementos de población y corregir las alteraciones ocasionadas en el medio ambiente.

Plagas Claves o Primarias.

Se trata generalmente de una pocas especies de insectos o ácaros, en el caso de los artrópodos con frecuencia solo una o dos, que en forma persistente, todas las temporadas agrícolas se presentan en poblaciones suficientemente altas, ocasionan daños económicos al cultivo. Como se presentan todas las temporadas, su control debe ser planificado al inicio del cultivo, considerando medidas preventivas y curativas.

Métodos de Control de Plagas.

Control Cultural. Es uno de los métodos más antiguos en la protección de los cultivos, aquí se incluyen prácticas culturales que hagan el ambiente desfavorable para una plaga, pero para ello es necesario:

Conocer la biología y hábitat de las plagas, en una determinada especie vegetal, las prácticas más comunes son: fechas de siembra y/o plantación óptima, elección de los terrenos, donde las condiciones ambientales permiten el desarrollo del cultivo y afecten el desarrollo de la Plaga, rotación de cultivos, eliminación de malezas; es una de las actividades claves en un programa de MIP, porque muchas malezas son reservorios de plagas y agentes causales de enfermedades, como ocurre con algunos hongos y virus, por lo tanto eliminar la fuente de infección reduce en forma importante el riesgo de tener problemas de virus transmitidos por pulgones, langostinos, trips; por otra parte como ocurre en tomate bajo plástico, en invierno las malezas constituyen importante sitios de albergue de mosquita blanca de los invernaderos en estado adulto, desde donde se movilizan hasta los invernaderos, constituyendo una de las principales vía de infestación. Lo mismo ocurre con especies de pulgones polífagos, como el pulgón verde del duraznero que también ataca tomate.

De manera que una práctica que debe ser utilizada en programa de MIP es la **evaluación de riesgo**, lo cual consiste en el “monitoreo y diagnóstico de las malezas o cultivos con síntomas de virus e insectos vectores en las áreas adyacentes a donde se va a realizar o se está realizando un cultivo”.

Para ello se debe recorrer las áreas a cultivar y evaluar si hay cultivos sanos o con problemas sanitarios, presencia de malezas, malezas con vectores, malezas con síntomas de esta forma se establece categorías de riesgo como el indicado en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluación de riesgo de malezas o cultivos adyacentes.

Categoría	Cultivo	Malezas	Vectores
2	Limpio	-	-
4	Sano	Sana	-
6	Sano	Sanas	Presencia
8	Síntomas de enfermedad o ataque plagas	Síntomas	
10	Síntomas	Síntomas	Presencia

Los resultados de esta evaluación en las áreas donde los valores son más altos nos permiten tomar medidas preventivas para reducir el riesgo de encontrarnos de manera temprana, con altas poblaciones de insectos vectores y en consecuencia alta incidencia de virus en plantas, o de plagas claves en nuestro cultivo.

Control Biológico. Se trata de la manipulación por parte del hombre de los agentes benéficos que pueden ser parasitoides, depredadores o patógenos, con el fin de mejorar su acción. Aquí se distinguen tres métodos de control biológico:

- Control Biológico Clásico o Inoculativo

Donde los enemigos benéficos son introducidos desde otros lugares o países al lugar donde se encuentre la plaga. Previamente, se mantienen en Cuarentena, se multiplican y luego se liberan hasta que se establecen permanentemente. Actualmente en Chile esta labor lo realiza preferentemente el CNE (Centro de Entomología La Cruz), dependiente del INIA. Este Centro hasta 1997 había introducido alrededor de 110 especies de enemigos naturales, los que se liberaron en el campo.

A través de este método de control, se han obtenido importantes éxitos en Chile, como ha sido el control de plagas en cítricos, el control de los pulgones del trigo, lo que según lo determinado por Zuñiga, 1985 genera beneficios anuales del orden de los 20 millones de dólares por ahorro de pesticidas, a los cuales hay que sumar la protección del medio ambiente, la seguridad de quienes trabajan con los cultivos y el beneficio para los consumidores.

- Control Biológico Conservacionista

Se trata de tomar medidas que permitan cuidar y mejorar la acción de los enemigos naturales. Entre estas se encuentra el proporcionar lugares de refugio de los enemigos naturales, alimento suplementarios para su acción como la aspersión de melaza, levadura en algunos cultivos, áreas protegidas donde se mantienen las plagas potenciales y sus enemigos naturales bajo control.

- Control Biológico Inundativo o Aumentativo.

Se refiere a la producción masiva de agentes benéficos en condiciones de laboratorio y su posterior liberación periódica.

A nivel mundial los parasitoides que más se utilizan mediante este método son del Genero *Trichogramma*, se trata de microavispa que parasitan los huevos de lepidópteros (polillas) y también de algunas especies de coleópteros. En Chile el INIA cuenta con una colección de especies de este género y también con un Centro de Producción de *Trichogramma* ubicado en el Centro Regional de Investigación CRI Quilamapu.

También este tipo de control ha tenido éxito sobre mosquita blanca de los invernaderos, utilizando el parasitoide *Encarsia formosa*, cuya hembra coloca huevos en ninfas de mosquita, desarrollándose como larva y pupa en su interior, matando así la plaga.

En Chile se reproduce con fines experimentales en el CRI La Platina y en CNE La Cruz, quienes desarrollaron a través de un Proyecto FONTEC, la metodología de reproducción masiva de este parasitoide, actualmente en la V Región opera la empresa BIOCONTROL quien produce *E. formosa* y presta servicio de monitoreo y control de plagas, incluyendo la liberación de este parásito para el control de mosquita blanca de los invernaderos. Otra empresa que comercializa enemigos naturales es XILEMA, principalmente en el área de plagas de frutales y la comercialización de polinizadores.

Otra importante área de Control Inundativo, es el uso de entomopatógenos, también en el CRI Quilamapu, se trabaja en esta área, contando en la actualidad con hongos del género *Beauveria* y *Metharizum*, correspondiendo a cepas nativas que han tenido resultados exitosos a nivel de laboratorio en el control de larvas de moscas de la cebolla y mosca de la semilla y también de polilla del tomate. Sin embargo, no se cuenta aún en Chile, con el insecticida biológico elaborado en base a estos entomopatógenos.

Control Químico. Es sin duda la herramienta más utilizada pero la que es más cuestionada, porque puede provocar problemas principalmente de contaminación en el medio ambiente y efectos nocivos en la salud humana.

Dentro de un Programa de MIP, se usan insecticidas, sin embargo se deben utilizar los insecticidas adecuados, de acuerdo a la presión del insecto, tipo de insecto, condiciones de temperatura, estadio del insecto y estado fenológico de la planta.

Es importante además reconocer cual es la clasificación de los insecticidas de acuerdo al modo de acción y toxicología, también conocer su efecto residual, período de carencia, efecto sobre enemigos naturales, persistencia en el medio ambiente, respetar las dosis recomendadas.

Así los insecticidas convencionales, se clasifican en:

- Neurotóxicos.

Aquellos que actúan sobre el sistema nervioso de los insectos, clasificándose de acuerdo al sitio activo sobre el cual actúan en:

Organofosforado - Organoclorados - Carbamatos - Piretroides.

A estos Neurotóxicos tradicionales se han sumado los últimos años:

- Los neonicotinoides o clonicotinilos, que matan a los insectos por interferir con los receptores de la acetilcolina en la célula nerviosa, provocando la apertura post-sináptica de los canales de Na, lo que provoca transmisión permanente del impulso nervioso.
- Oxadiazinas, que bloquean también en el sistema nervioso del insecto los canales de sodio.
- Spinosinas, representada por I.A. Spinosad, este compuesto proviene de un organismo de actinomicete *Sccharapolyspora spinosa*. Activan los receptores de la acetil colina en un lugar diferente de los neonicotinoides. Esto abre los canales de Na, lo que mantiene la transmisión del impulso nervioso. También afectaría a los receptores del GABA cerrando los canales de entrada del Cl.
- Avermectinas, también representada por las abamectinas, también derivados naturales del micelio del hongo *Streptomices avermitilis*, que inhibe a nivel de sistema nervioso, estimulando la liberación de GABA y su fijación al receptor post-sináptico con lo cual se abren los canales de Cl, con la consecuente parálisis muscular.

- Fenilpyrazoles. Bloquean la acción del GABA con la cual cierran los canales de entrada de CL, con la consecuente sobre excitación.
- Reguladores de Crecimiento.

Actúan interfiriendo el normal desarrollo del insecto, en general se caracterizan por ser específicos en el control de plagas agrícolas, con un menor efecto sobre los enemigos naturales. En este grupo se diferencian:

- Inhibidores de quitina, los que actúan a nivel de síntesis de quitina en la formación de un nuevo exoesqueleto necesario cuando el insecto sufre metamorfosis y su tamaño es mayor. Ejemplo Triadiazinas (Buprofezin), Benzoyl-fenil urea (Flufenoxuron)
- Miméticos de la ecdysona, imitan la acción de la hormona de la muda, induciendo a una ecdisis incompleta. Ejemplo: Benzoil hidrazinas (Tebufenocide, Metoxifenocide)
- Miméticos de la hormona juvenil, que interfiere en la habilidad de maduración del insecto, causan hiperjuvenilismo (Piriproxyfen).

- Proinsecticidas.

- Disruptores de la cadena respiratoria

Aquellos que impiden el traspaso de ADP a ATP., como es el caso de Clorfenapyr.

- Bloqueadores del sistema de succión del insecto. Afectan los nervios que controlan el mecanismo de succión y el insecto cesa irreversiblemente de alimentarse. Ejemplo: Piridyn, Azometina (Pymetrozina)
- También existe otro grupo de insecticidas conocidos como Biológicos o Bioracionales, donde los más conocidos son los insecticidas en base a la toxina producida por la bacteria *Bacillus thuringiensis*. También aquí se incluyen hongos entomopatógenos, insecticidas en base a extractos vegetales.
- Insecticidas que actúan como barreras físicas. Es el caso de aceites, ácidos grasos, detergentes; se debe evaluar muy bien su uso con la liberación de enemigos naturales. Ejemplo: *Encarsia formosa*.
- Los últimos años también se han desarrollado técnicas de **disrupción o confusión sexual**, lo cual consiste en utilizar feromona sintética específica de acuerdo a la plaga, la cual interfiere en la detección por parte del macho de la feromona natural que produce la hembra como consecuencia de ésta estrategia las hembras no son fecundadas y no producen huevos viables, lo cual reduce la presión de la plaga

para la nueva generación. Esta es una práctica que cada vez se usa más en el MIP de las plagas como polilla de la manzana y polilla oriental de la fruta.

En tomate en Chile el INIA, a través del CRI La Platina inició el uso de trampas con feromona de polilla del tomate para el monitoreo de la plaga y el uso de la feromona para bajar la presión de la plaga en invernadero, en la actualidad hemos iniciado una investigación para determinar la factibilidad de usar la feromona en latas microasperjadoras y en soluciones asperjables por nebulizador.

Es importante tener en cuenta que en un Programa de MIP, los insecticidas deben:

- Aplicarse de acuerdo a monitoreo, para lo cual se deben usar umbrales de daño y escalas de riesgo.
- Disminuir y en algunas donde es posible discontinuar el uso de orgafofosforados.
- Reemplazar por insecticidas suaves o blandos”, como reguladores de crecimiento, derivados sintéticos o naturales de procesos producidos por organismos vivos.
- Insecticidas con sitio bioquímico de acción, en el caso de artrópodos distinto de orgafofosforados y carbamatos.
- Utilizar rotación de pesticidas para evitar resistencia.
- Uso de insecticidas selectivos de enemigos naturales.
- Búsqueda de métodos eficientes de aplicación.
- Uso de manual de conducta, conocido como Buenas Prácticas Agrícolas.
- Usar las dosis recomendadas y evitar en lo posible el uso de mezclas.
- Tan pronto se observe que un insecticida no está ejerciendo un control satisfactorio a la dosis original, no aumentar la dosis, ni el número de aplicaciones, se debe cambiar de insecticida que demuestre ser efectivo y perteneciente a grupo con sitio de acción bioquímico distinto.

Otras prácticas que también forman parte del MIP, son el uso de:

- Poda o deshoje si corresponde de las partes afectadas por artrópodos.
- Variedades Tolerantes o Resistentes a Plagas y Enfermedades.
- Uso de barreras Físicas. Por ejemplo, en tomate el uso de mallas para impedir el ingreso de plagas.
- Eliminación de restos vegetales del cultivo anterior y como ya se indicó anteriormente de malezas, utilizando compostaje y siempre a distancia de donde se cultiva. Considerar además que en los lugares donde se depositan los desechos, también se debe monitorear las plagas para evitar que sean focos de infestación.

Otros aspectos importantes a considerar en un Plan de MIP

- Formación de profesionales, técnicos y agricultores, que sean capaces de Monitorear y Registrar, guardando la información de año en año.
- Que los organismos que trabajan en investigación y desarrollo, transfieran la información a través de charlas, seminarios, publicaciones, guías de campo, creación de página web; en definitiva formación de monitores, asesores técnicos.

Oportunidades y Proyecciones que tiene Chile en la marcha de Programa de MIP

El uso de MIP pasa por entender que Chile tiene especiales características para desarrollar este tipo de Manejo porque:

- Posee un reducido número de Plagas Claves.
- Hay pocos reportes de problemas de resistencia de plagas a insecticidas.
- Existe una gran diversidad de enemigos naturales de plagas, especialmente en las colecciones del CNE La Cruz.
- Se está trabajando en el desarrollo de directrices para la Producción Integrada de Frutas en Chile, teniendo como base MIP, contando en la Universidad de Chile con un Centro Nacional de Producción Integrada (CENPIF)
- En hortalizas el cultivo del tomate es la principal hortaliza cultivada por superficie y consumo y el INIA a través del Proyecto FDI "Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del tomate en Chile", ha desarrollado investigación y transferencia en este tema, lo cual fortalecerá sin duda la imagen de este producto a nivel nacional e internacional frente a lo cada vez más exigentes mercados. **Necesitamos diferenciarnos urgentemente** y revertir la mala imagen de que en Chile se hace mal uso de los insecticidas, porque como demostraremos en los próximos trabajos en tomate se ha logrado reducir el uso de pesticidas, a los estrictamente necesarios, respetando períodos de carencia y mostrando que el tomate es un fruto que puede no presentar residuos de pesticidas y en algunos casos donde se presentan, están siempre bajo los **límites máximos de residuos**.