

Conceptualización del manejo integrado de plagas en escalas espaciales y niveles de integración más amplios ¹

Marcos Kogan²
Myron Shenk²

RESUMEN. El nivel de operación de la mayoría de los programas de manejo integrado de plagas (MIP) implementados en todo el mundo comúnmente ha sido la parcela o plantación. Según el cultivo y la región, una parcela puede ser sólo una fracción de una hectárea, como en el caso de las pequeñas fincas dedicadas a la producción para la subsistencia en Asia, África, y Centro y Sur América, o los pequeños huertos de hortalizas y plantas ornamentales "especiales" en países desarrollados de Europa y América. En el otro extremo, las plantaciones de miles de hectáreas de un monocultivo, tal como la soya en el occidente de los estados de Rondonia y Mato Grosso, Brasil. Existen dificultades inherentes en la implementación del MIP en plantaciones muy pequeñas o muy grandes. Los programas actuales, en los cuales las decisiones sobre el control de plagas están basadas en el reconocimiento local y en los daños económicos a nivel de plantación, funcionan bien cuando la unidad meta es una plantación entre 10 y unos cuantos cientos de hectáreas. El MIP representa un importante progreso en comparación con los sistemas de control de plagas usados en los años 40, 50 y 60, los cuales se basaban en aplicaciones calendarizadas de plaguicidas. Sin embargo, el nivel de integración de algunos de los mejores programas todavía está limitado al uso de tácticas de control para plagas individuales dentro de cada categoría (insectos, patógenos, malezas, etc.). Pocas veces se consideran interacciones entre categorías de plagas y a menudo se adoptan sistemas de cultivo que dan muy poca o ninguna consideración a los impactos ecológicos, particularmente a los que afectan directamente la incidencia y severidad de plagas. La necesidad de considerar múltiples factores en el desarrollo del MIP a niveles de integración más amplios resulta imperativa. Para llevar los sistemas de manejo de plagas a niveles de integración más amplios, será necesario expandir la escala espacial de los programas desde la plantación individual hasta el agroecosistema y más allá, hasta la eco-región. Creemos que la verdadera integración multidisciplinaria solo puede lograrse si los procesos ecológicos se analizan desde la perspectiva de la comunidad y del ecosistema. La expansión del enfoque de investigación e implementación a la eco-región llevará a niveles de integración más amplios.

Palabras clave: Manejo integrado de plagas, Integración, Agroecosistema.

ABSTRACT. Moving IPM to larger spatial scales and higher levels of integration. The operational unit for most IPM programs implemented throughout the world to date has been the individual crop field. Depending on the crop and the region of the world a crop field can be just a fraction of a hectare, as the small holdings of subsistence farmers in Asia, Africa, or Central and South America, or the small plots of speciality vegetable or ornamental seed producers in developed countries of Europe and North America. At the other extreme, fields can cover several thousand hectares of a monocrop, such as soybean, in the western reaches of the states of Rondonia and Mato Grosso, Brazil. There are inherent difficulties in implementing IPM in very small or in very large fields. Current programs, based on local scouting and field based economic injury levels to support control decisions, perform at their best if the target field unit ranges from ten to a few hundred hectares. There are reasons for this dependency of current IPM programs on field size and these will be discussed in greater detail. IPM represents a significant advancement over pest control systems of the 1940s, 50s, and 60s that were based on calendar sprays. The level of integration of some of the best programs, however, still is limited to the use of combinations of a few control tactics for individual pests in each pest category (insects, pathogens, weeds, etc.). Seldom are interactions among pest classes taken into consideration and cropping systems often are adopted with little or no consideration of ecological impacts, particularly impacts on pest incidence and severity. The need for consideration of these multiple factors for the advancement of IPM to higher levels of integration is imperative. To advance pest management systems to higher levels of integration it will be necessary to expand

¹ Presentado en la Serie de Conferencias Científicas Interamericanas Henry A. Wallace "Globalización de la Investigación Agrícola (2002, Turrialba, Costa Rica).

² Centro de Protección Integral de Plantas y Departamento de Entomología, Oregon State University, Corvallis, Oregon, **Estados Unidos**. koganm@bcc.orst.edu y shenkm@bcc.orst.edu

the spatial scale of programs from the individual field to the broader agroecosystem, and beyond to the ecological region. We believe that true multidisciplinary integration can only be achieved if ecological processes are viewed at the community and ecosystems levels. Expansion of the research and implementation focus to the ecological region will lead to those higher levels of integration.

Key words: Integrated pest management, Integration, Agroecosystem.

Introducción

El manejo integrado de plagas (MIP) representa un avance significativo con respecto a los sistemas de control de plagas de los años 40, 50 y 60, basados en la aplicación calendarizada de productos químicos. Sin embargo, el nivel de integración de algunos de los mejores programas, todavía se limita a combinar unas cuantas tácticas de control de plagas individuales en cada categoría (insectos, patógenos, malezas, etc.). Pocas veces se toman en cuenta interacciones entre clases de plagas y a menudo se adoptan sistemas de cultivo que dan muy poca consideración, o a veces ninguna, a los impactos ecológicos, a no ser aquellos que afectan directamente la incidencia de plagas y su severidad. Es imperativa la necesidad de tomar en cuenta esos múltiples factores para el desarrollo del MIP con niveles de integración más amplios.

Para lograr mayor integración en los sistemas de manejo de plagas será necesario expandir la escala espacial de los programas, desde la finca hasta el agroecosistema y más allá, hasta la eco-región. Creemos que la verdadera integración multidisciplinaria solo puede lograrse si los procesos ecológicos se ven desde la perspectiva de la comunidad y del ecosistema. La expansión del enfoque de investigación e implementación a la eco-región permitirá alcanzar mayores niveles de integración. En este artículo, evaluaremos la evolución de los sistemas MIP desde el punto de vista de cada finca hasta el enfoque de zona y propondremos que la ampliación de la escala espacial de los programas MIP permita alcanzar un nivel más alto de integración y un mejor uso de los recursos de manejo táctico.

Para proyectar mejor nuestra visión del futuro del MIP, primero presentaremos nuestra definición operacional de MIP y comentaremos brevemente el concepto de los niveles de integración. Para nosotros, el MIP es un sistema de apoyo a la toma de decisiones pa-

ra la selección y el uso de tácticas, individuales o múltiples, para el control de plagas, las cuales se coordinan armoniosamente en una estrategia de manejo basada en un análisis de costos con relación a los beneficios, considerando los intereses e impactos sobre los productores, la sociedad y el ambiente.

Esta definición, que modifica ligeramente la de Kogan (1998), sintetiza docenas de definiciones anteriores. No obstante, se diferencia de la mayoría de ellas en el énfasis que da al proceso de toma de decisiones.

La integración puede definirse como “coordinar o combinar [los componentes de un sistema] en un todo orgánico, funcional o unificado”. Aunque ‘integración’ es el término clave para la expresión del MIP, también es lo más complejo de lograr y lo más controversial de definir sin ambigüedad.

Para entender mejor los fundamentos ecológicos del MIP a niveles de integración más amplios, se presenta un esquema (Fig. 1) que sugiere que conceptualmente el MIP funciona en la interfase de dos sistemas multidimensionales: el ecológico y el socioeconómico. Estos sistemas están organizados jerárquicamente en niveles ascendentes de complejidad y en escalas espaciales expansivas.

La jerarquía de los sistemas ecológicos se extiende desde el individuo, pasando por la población, la comunidad y el ecosistema, hasta la totalidad de la eco-región. Asimismo, los sistemas sociales humanos se pueden ordenar desde el individuo hasta el hogar o la familia extendida, la finca o la villa, y el cantón o condado, la provincia o países y continentes completos.

Existe una jerarquía paralela en los sistemas agrícolas, como resultado de las interacciones entre las fuerzas ecológicas y socioeconómicas dominantes en la región. En los sistemas agrícolas, la jerarquía empieza con la especie de cultivo o de animal doméstico, seguido por las plantaciones de cultivos o hatos o mana-

das, las comunidades de cultivos, los agroecosistemas y los sistemas de producción regional como componentes principales (Kogan *et al.* 1999, Flint y van den Bosch 1981).

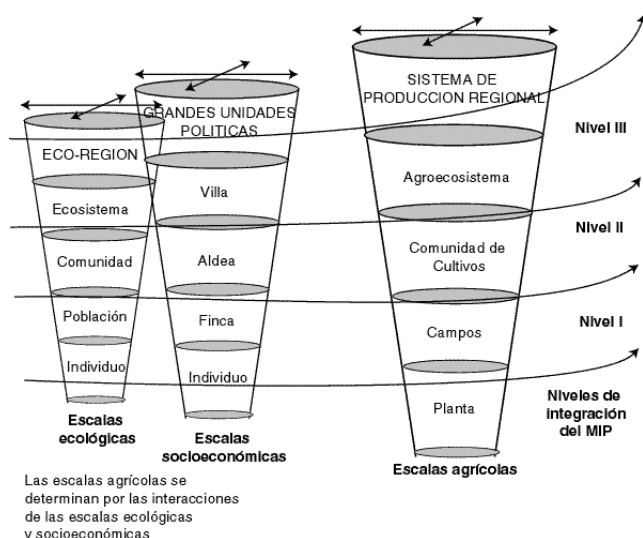


Figura 1. Escalas ecológicas, socioeconómicas y agrícolas y los niveles de integración MIP según Kogan (1998).

La integración en el MIP sigue este modelo de escalas ascendentes y se define en tres niveles diferentes (Figs. 1, 2). Los niveles de integración se definen de la siguiente manera:

- Nivel I. La integración de los métodos de control para especies individuales o complejos de especies (integración a nivel de especies y población)
- Nivel II. La integración de los impactos de múltiples categorías de plagas en los cultivos y los métodos para controlarlas (integración a nivel de comunidad)
- Nivel III. La integración de los impactos de múltiples plagas y los métodos para controlarlos dentro del contexto del sistema total de cultivo (integración al nivel de ecosistema)

Del nivel I al nivel III hay un cambio drástico en la escala espacial y en la complejidad ecológica del sistema. Los tres niveles de integración son más afectados por el impacto generalizado de las políticas públicas y las presiones de la sociedad. Además, los tres niveles dependen de la integración de los sistemas de información. Estos dependen cada vez más del potencial de internet y de la red (información disponible en portales) (Fig. 2).

El enfoque de nuestro trabajo es sobre la necesidad de considerar el MIP en niveles de integración más amplios. Para satisfacer esta necesidad, será necesario expandir la escala operacional de los programas de MIP desde la finca individual hasta la escala regional. A continuación se repasa la historia de los programas de supresión por zonas y el desarrollo del MIP y se presenta el concepto de MIP de zona como un primer paso en la expansión de la escala espacial operacional del MIP.

Medidas regionales de supresión de plagas claves y el MIP tradicional

Las medidas regionales de supresión fue un paradigma dominante durante los años 60 y 70, y surgió de los grandes programas de erradicación usados en esa época. Las características de este paradigma, basadas en el proyecto de erradicación del gusano barrenador (*Cochliomya schoenoi*) de Knipling, incluían programas:

1. Dirigidos a plagas claves dentro de la comunidad de cultivos.
2. Orientados a la supresión de plagas claves hasta niveles residuales (cuando no se les podía erradicar completamente).
3. Implementados en grandes regiones geográficas.
4. Coordinados por una organización central.
5. Dirigidos por gerentes de programas, quienes eran los decisores principales.

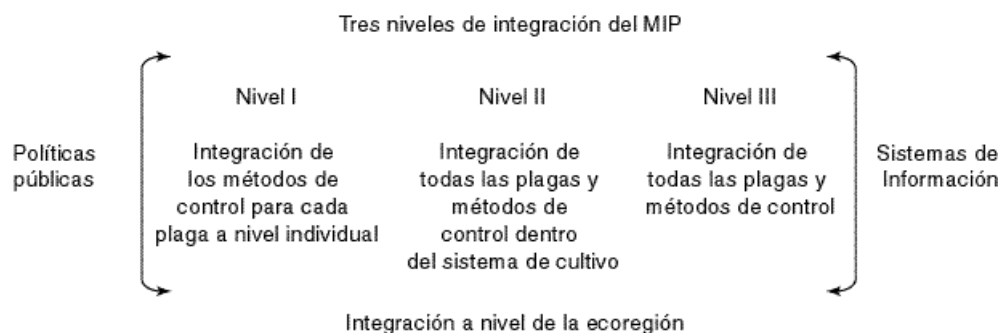


Figura 2. Niveles de integración del MIP haciendo énfasis en el papel preponderante de las políticas públicas y los sistemas de información.

6. En ocasiones, tenían componentes obligatorios para garantizar la participación plena de los agricultores.

Aunque el programa de erradicación del gusano barrenador tuvo éxito, otros programas similares, como el programa de erradicación del gusano del maíz (*Helicoverpa Zea*), tuvieron menos éxito, a pesar de que estaban dirigidos a una sola especie (Knippling 1979).

El manejo integrado de plagas se convirtió en el paradigma dominante en la protección de los cultivos a partir de los años 70, cuando se formalizó el concepto (Fig. 3). Este paradigma incluía programas con las siguientes características:

1. Dirigidos a complejos de plagas dentro de la comunidad de cultivos.
2. Implementados en plantaciones, fincas completas o a mayor escala espacial, dependiendo del nivel de integración.
3. Coordinados por agricultores individuales o por grupos de agricultores, consultores y personal de extensión, dependiendo de la escala espacial.
4. Los agricultores eran los principales decisores.
5. Orientados a mantener todas las poblaciones de plagas por debajo de los niveles de daño económico.
6. Contaban con la participación voluntaria de los agricultores.



Figura 3. Pasos principales en el establecimiento y la implementación de un programa MIP. La toma de decisiones es el componente que distingue un programa MIP de un sistema convencional de control de plagas.

Aunque existen numerosos ejemplos de proyectos de MIP exitosos, otros no produjeron los beneficios esperados. Esto sucedió principalmente con plagas muy móviles, que ingresan a las plantaciones donde se desarrolla el proyecto desde áreas aledañas manejadas mediante programas convencionales de control de plagas, o desde plantaciones abandonadas o áreas circundantes con vegetación silvestre. Fue evidente que para que los proyectos de MIP tengan mayor éxito, todos los agricultores en una región dada deben implementar estas prácticas. Los programas de MIP regionales surgieron de esta necesidad.

Estos programas combinan las características de los programas originales de supresión de plagas con los conceptos básicos del MIP. Actualmente en EE.UU. (Cuadro 1) se desarrollan programas regionales de MIP para la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*) en manzana y pera, en el oeste del país, de los gusanos de la raíz del maíz en el Medio Oeste, del gusano del maíz y del gusano de las cápsulas en algodón y otras plagas en el suroeste; éstos también se han implementado con enfoques diferentes en algunos otros países, por ejemplo, en soya en Brasil (Correa Ferreira *et al.* 2000). Las características principales de estos programas son las siguientes:

1. Dirigidos a una plaga clave, cuyo control mejora las opciones del MIP para plagas secundarias.
2. Tienen como meta suprimir las poblaciones de plagas claves y mantener las demás plagas debajo de los niveles de daño económico.
3. Se implementan a una mesoescala o macroescala, pero se concentran en regiones.
4. La coordinación es regional y se organiza a los agricultores en redes con el fin de intercambiar información y tomar decisiones.
5. Dependiendo de las principales tácticas de control, los programas a veces necesitan proporcionar incentivos especiales para estimular a los agricultores a participar.

El programa MIP regional para la polilla de la manzana tuvo mucho éxito en la reducción del número de aplicaciones de insecticidas organofosforados convencionales. Las reducciones variaron de 75 a 99%, con un daño mínimo causado por el insecto (USDA/ARS 2000, VanBuskirk *et al.* 2000). En situaciones de infestación fuerte de esta plaga, el ingreso neto fue significativamente más alto para el programa de interrupción del apareamiento. En casos con poca presión

Cuadro 1. Ejemplos de programas de MIP regionales en los EE.UU.

Cultivo	Ubicación	Plaga principal	Táctica principal
Manzana/Pera	Oeste	Polilla de la manzana	Interrumpir el apareamiento*
Maíz	Oeste	Gusano de raíz	Atraer y matar**
Algodón	Suroeste	Gusano del algodón	Aplicar virus*** (a poblaciones silvestres)

*Interrupción del apareamiento: Se basa en la saturación del ambiente de la plantación con la feromona femenina. Los machos se desorientan y no encuentran hembras receptivas (confusión sexual), las cuales permanecen sin fertilizar y ponen huevos estériles.

** Atraer y matar: usa kairomonas, combinaciones de un agente de atracción de "pelos del maíz y el estimulante del apetito cucurbitacina, en una fórmula que se usa como atrayente y que contiene un insecticida. Las hembras adultas de *Diabrotica* spp. son atraídas y mueren antes de colocar suficientes huevos para causar daños al maíz el año siguiente.

*** Aplicación de virus: usado para controlar el gusano del maíz y gusanos de las cápsulas en hospedantes silvestres mientras las especies emergen de los refugios de invierno antes que las plantar el algodón.

por parte del insecto, los ingresos netos fueron prácticamente iguales a los de programas basados en la aplicación de azinfosmetil (Connor 2000). Riedl *et al.* (2000) reportaron resultados similares en el programa integrado de producción de frutas, que incorporó muchas de las características del programa de MIP regional. Otra ventaja de estos programas ha sido que gracias a la reducción de las aplicaciones de insecticidas organofosforados tóxicos no se interfirió en el control natural de las plagas secundarias, de modo que éstas no han aumentado, como sucede a menudo después del uso de insecticidas de amplio espectro, que eliminan los enemigos naturales en el área.

El programa MIP regional para el proyecto con el complejo *Heliothis/Helicoverpa* (Fig. 4) es interesante por las prácticas de manejo que se realizan fuera del área antes de sembrar el cultivo. La generación F1 del gusano del maíz y del gusano de las cápsulas, en el delta del Mississippi se incrementa en las plantas hospedantes, introducidas y nativas, a principios de la temporada. Las polillas de esta generación posteriormente invaden el algodón y para su control se requiere de aplicaciones intensivas de insecticidas. El cual ocasionó el desarrollo de resistencia por parte de estas especies a los insecticidas más comunes. Una especie de geranio silvestre, (*Geranium dissectum*) (L), que es una planta anual adventicia, herbácea, de maduración temprana en el invierno, procedente de Europa, era el principal hospedante alterno en el área.

Un estudio de poblaciones de larvas y adultos detectó hasta 180 000 larvas y 7 000 adultos por acre de ambas plagas. Stadelbacher (1985) informó que las polillas que emergían en la primavera se restringieron a plantas hospedantes alternas a principios de la estación, en las cuales se concentraron, lo cual ocupaba menos del 5% del total del área.

Estudios posteriores sobre la justificación de controlar las poblaciones de gusano del maíz y gusano de las cápsulas durante esa primera generación y posiblemente también durante la segunda generación, sugirieron que una reducción del 90% en toda el área de emergencia de la primera generación podría ser una herramienta de manejo eficaz (Bell y Hayes 1994a y b).

Se evaluó un programa MIP regional basado en la supresión de las larvas F1 mediante la aplicación del *Virus de la poliedrosis nuclear*, específico para *Heliothis* y *Helicoverpa*, en los terrenos de reproducción donde se encontraban las malezas hospedantes. En esta área, la maleza *Abutilon theophrasti* era el hospedante preferido para la oviposición. La prueba cubrió un área de aproximadamente 100 millas cuadradas. Una sola aplicación del virus redujo el tamaño de la población colonizadora en el algodón a aproximadamente la mitad o un tercio de la del área donde no se aplicó el virus. La técnica se ha desarrollado aún más para uso regional y los resultados parecen ser alentadores. Un elemento esencial para el diseño eficaz de un programa de MIP es conocer las malezas existente fuera del área de siembra y el potencial de dispersión de las plagas.

Eco-regiones, una escala natural para el MIP a un nivel espacial más amplio

Nosotros proponemos que las eco-regiones sean la próxima frontera en la escala espacial para la implementación del MIP. Las eco-regiones pueden definirse como áreas geográficas dentro de las cuales los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas terrestres y acuáticos exhiben patrones diferentes, pero relativamente homogéneos, en comparación con los de otras áreas.



Figura 4. Larva y adulto de dos de las plagas más dañinas del algodón en Estados Unidos. Un programa MIP regional para *Heliothis/Helicoverpa* en algodón usó información sobre el papel de los hospedantes silvestres, en este caso, el geranio silvestre, en la proliferación de generaciones F1 antes de la siembra del cultivo.

Al mismo tiempo, las eco-regiones también se definen por niveles ascendentes de resolución. En el nivel I, los continentes enteros se subdividen en unas cuantas regiones importantes. El nivel de resolución y homogeneidad de la eco-región aumenta con las subdivisiones de las regiones inferiores. El nivel más alto actualmente disponible para la mayor parte de los estados de EE.UU. es el nivel IV, el cual proporciona suficiente congruencia ecológica dentro de la región para ser útil en el planeamiento del MIP.

El uso práctico de la escala eco-regional para el planeamiento estratégico y la implementación requerirán esfuerzos significativos para incorporar nuevas tecnologías. Este trabajo hace énfasis en el uso de la red mundial de internet (www) para la disseminación de información y el apoyo a la toma de decisiones. Otra tecnología que es esencial, si se hiciera realidad el llevar el MIP a escalas espaciales operativas más altas, es la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG).

La Oficina de Información Geológica de EE.UU. define los SIG como sistemas informáticos capaces de organizar, almacenar, manipular y mostrar información con referencias geográficas, o sea, información

identificada según su ubicación. Los expertos también consideran que el SIG completo incluye el personal de operación y los datos que entran al sistema. Un SIG también se define como un “software de mapeo que enlaza información sobre dónde están las cosas con información sobre cómo son las cosas”.

El potencial de los SIG es su capacidad para almacenar información en bases de datos que están relacionadas con el mapa o la representación geográfica de la región. Un mapa SIG puede combinar muchas capas de información. De este modo, y para los propósitos del MIP, es posible sobreponer los mapas de distribución de ciertas malezas y los patrones de dispersión de los insectos plaga y esto, a su vez, puede relacionarse con el suelo y la información topográfica y los datos climáticos. En el portal <http://www.orst.edu/Dept/IPPC/wea/> se puede encontrar un ejemplo de la aplicación de un SIG para apoyar la toma de decisiones en MIP.

Con los desarrollos recientes en la definición y accesibilidad de la información sobre las eco-regiones y con las capacidades técnicas de los SIG, en Oregon se está haciendo un esfuerzo para usar esta escala espacial de alto nivel como un fundamento operacional

para el desarrollo y la implementación de sistemas MIP enfocados a la región. A continuación se presentan los conceptos para el desarrollo de este plan, como ilustración:

Oregon: plan de trabajo del programa MIP (IPPC 2000)

1. Las eco-regiones de Oregon (Fig. 5, Cuadro 2) se usarán como unidades fundamentales para el planeamiento estratégico y la supervisión administrativa de los programas MIP en este estado.
2. Los programas para eco-regiones específicas serán desarrollados por el personal del programa central de MIP, el cual mantendrá interacción con los comités regionales de agricultores.
3. El paradigma de los programas MIP regionales se expandirá para lograr que los programas alcancen los niveles II y III de integración, o sea, integración de todas las categorías de plagas (patógenos, insectos y malezas), y la integración al nivel eco-regional.
4. A medida que los programas de MIP alcancen niveles de integración más amplios, su adopción requerirá el uso de recursos de la red de internet para promover la diseminación de la información sobre MIP, brindar acceso a datos climáticos en tiempo real y permitir el avance de los modelos de apoyo a la toma de decisiones, así como de los sistemas de alerta de plagas manejados por los agricultores.

Valle de Willamette sistema modelo de MIP eco-regional para el ácaro rojo

En el valle Willamette se cultiva un mosaico de unos 200 cultivos, principalmente trigo, pastos para semilla, menta, uvas para vino, lúpulo, frutas pequeñas, pomáceas, avellanas, hortalizas procesadas y frescas, plantas ornamentales, árboles de Navidad y flores de bulbo. Los ácaros rojos (*Tetranychus* spp.) pasan de un cultivo a otro, algunos de los cuales sirven como fuente y otros como sumideros, tanto para estos ácaros como para sus enemigos naturales. Al considerar la región desde una perspectiva a gran escala, es posible diseñar un sistema de MIP para optimizar las interacciones entre los diversos agroecosistemas presentes en la eco-región. En la figura 6 se presenta un modelo del sistema de MIP para ácaros rojos en Oregon. En este sistema cada componente cumple una función, como se explica a continuación:

Las *plantas hospedantes alternas*, como, moras y algunas malezas, albergan ácaros no dañinos, que sirven como presa para ácaros depredadores.

Las *plantas "banco" o "alcancía"*³ (plantas ornamentales pequeñas) albergan presas o alimento para los ácaros depredadores y pueden ser trasladadas de un sitio a otro.

Las *plantas hospedantes* sirven como fuentes de ácaros rojos susceptibles (importantes para el manejo de la resistencia, porque permite "diluir" las poblaciones de ácaros resistentes) o de ácaros depredadores resistentes (similar a las plantas que son hospedantes alternos)

Cuadro 2. Caracterización de cuatro eco-regiones representativas de Oregon, EE.UU.

Ecoregión	Uso y cobertura de la tierra	Principales cultivos	Valor x 10 ⁶
3. Valle de Willamette	Agricultura, pasturas, viñedos, bosques y algunas zonas ribereñas reforestadas, residenciales urbano y rural	Plantas ornamentales, árboles de Navidad, frutas pequeñas, pastos para semilla, menta, hortalizas, avellanas	\$1 400
3c. Terrazas de praderas			
3d. Valle al pie de montañas			
10. Meseta Columbia	Sembradíos	Granos, heno y forraje, pastos y leguminosas para semilla, maíz, papa, cerezas, hortalizas	\$322
12 Cuenca del río Snake (tierras altas y cuenca de Owyhee)	Sembradíos y desierto	Granos, heno y forraje, pastos y leguminosas para semilla, papa, cebolla, hortalizas	\$115

³ Son plántulas generalmente producidas en invernadero e inoculadas con una plaga y sus parasitoides con el propósito de que la plaga les sirva de hospedante y éstos empiecen a actuar rápido después del trasplante.

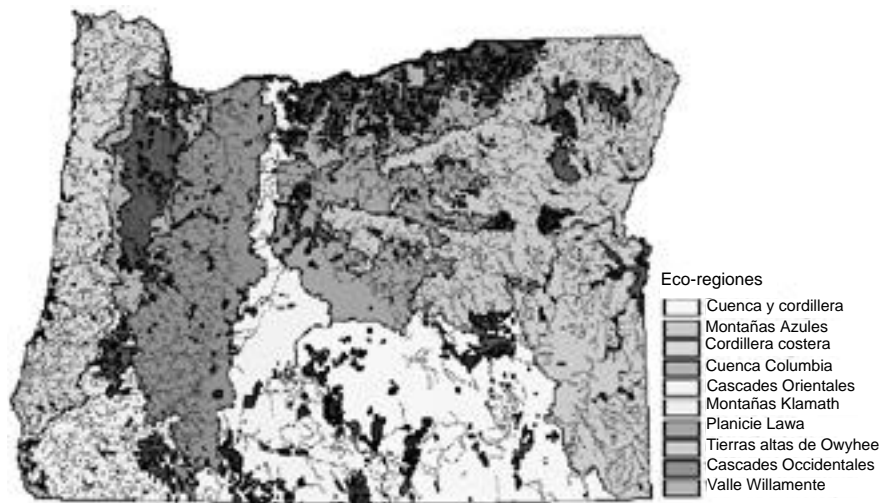


Figura 5. Ecoregiones principales de Oregon, nivel IV, con indicación de tierras agrícolas.

Las plantas "centinelas"⁴, de rápido establecimiento, por ejemplo grupos de plántulas de frijol sembradas en bolsas plásticas que contienen mezclas de suelo de vermicultura, para atrapar ácaros rojos inmigrantes y ácaros depredadores.

Unidades de campo para la reproducción de depredadores: son pequeñas parcelas (0,1-0,3 ha) de una especie de frijol, las cuales son infestadas con ácaros rojos susceptibles durante la primavera, y unas semanas después con ácaros depredadores.

El manejo de los ácaros rojos a nivel eco-regional se basa en un sistema de cultivo centrado en unidades de producción de cultivos ornamentales, tanto en condiciones de campo como de invernadero.

Estas unidades están rodeadas de plantaciones de cultivos múltiples rodeados con barreras o cercas vivas de moras silvestres o de álamos (*Populus spp.*), que son plantas hospedantes. Para monitorear los ácaros plaga y los depredadores se colocan plantas centinelas formando una cuadrícula. Las unidades de reproducción de depredadores y las plantas banco se colocan estratégicamente para maximizar la eficacia de la distribución de los ácaros depredadores y la inoculación de los cultivos. Este enfoque aprovecha la secuencia de eventos determinados por la fenología de los diversos cultivos y su función en la dinámica de las poblaciones de ácaros rojos y de ácaros depredadores, así como y su capacidad de dispersión. Si este modelo se extrapola a otras plagas y a otros sistemas agrícolas permitirá mejorar la eficiencia del uso de los enemigos naturales y la detección de la incidencia y su severidad de plagas.

Requisitos básicos para el desarrollo de MIP eco-regionales

1. Lograr una buena cooperación entre los agricultores, los especialistas en cultivos y los que manejan la producción, el procesamiento y el mercadeo de productos, durante todas las fases del programa, desde su planeamiento hasta su implementación.
2. Contar con métodos confiables y eficaces desde el punto de vista económico, para la detección y vigilancia de las plagas, con el propósito de apoyar los complejos procesos de toma de decisiones.
3. Desarrollar un mecanismo de comunicación rápida, promovida por los agricultores y usando los recursos de internet, sobre detección de plagas, niveles de infestación e infección e información sobre MIP.
4. Lograr un uso óptimo de los recursos tácticos del MIP, totalmente integrados en estrategias de manejo eficientes, después de numerosas evaluaciones de las tácticas principales.
5. Implementar un programa paralelo para mejorar la educación del público y la comunicación sobre los riesgos y beneficios de las nuevas tecnologías.
6. Maximizar el uso de recursos de internet para disseminar información sobre el MIP, apoyar las redes y mejorar la educación del público y la comunicación.

Conclusiones

1. Para lograr la meta de MIP en un ámbito más amplio, por ejemplo con sistemas que operen optimizando la eficacia de las fuerzas ecológicas de regulación de poblaciones que ocurren naturalmente

⁴ Plantas sanas que se llevan al campo para detectar la presencia de una plaga y de sus enemigos naturales.

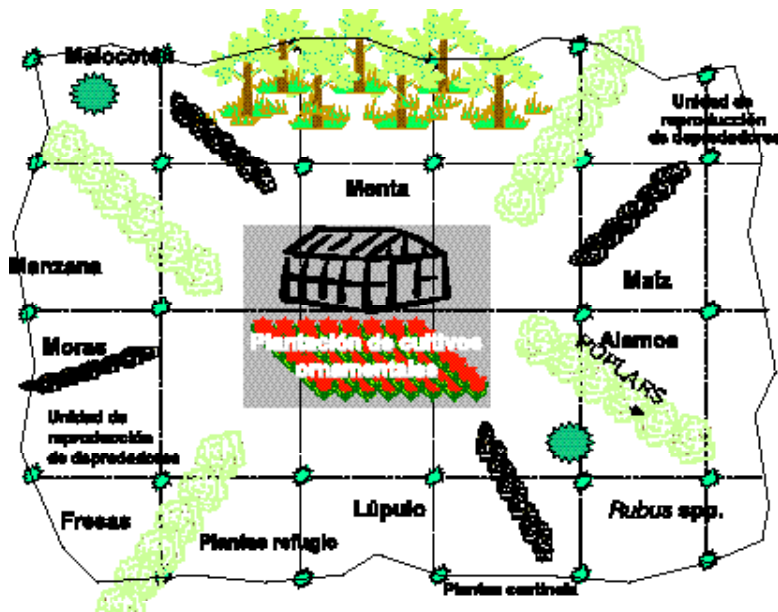


Figura 6. Representación esquemática de un sistema de MIP regional para el ácaro rojo en el Valle Willamette.

(tal como los agentes de control biológico y las defensas naturales de las plantas) es esencial ampliar la escala espacial para el planeamiento estratégico y la implementación de dichos sistemas.

2. La región ecológica, aún al nivel IV, puede ser una escala demasiado grande para la implementación y administración de sistemas de manejo de plagas, pero parece bastante apropiada para el planeamiento estratégico de esos sistemas.
3. Es esencial entender las dinámicas de dispersión de las plagas móviles y las epidemias de las enfermedades, para implementar el MIP a niveles de integración más amplios.
4. Los SIG ofrecen grandes oportunidades para analizar las interacciones de los factores ecológicos, la diversidad de los cultivos y la demografía de las especies polívoras muy móviles. Dichos análisis pueden ser útiles para diseñar nuevos enfoques estratégicos para el MIP.
5. El sistema usado para el manejo de ácaros rojos ilustra las diversas opciones que se presentan cuando se aborda el MIP desde una perspectiva de zona (eco-región o paisaje).
6. Con la toma de decisiones como elemento clave de los sistemas de MIP, debe enfatizarse el potencial de internet para la comunicación rápida de información y herramientas de apoyo para la toma de decisiones.

Literatura citada

Connor, J. 2000. The economics of mating disruption in Pacific Northwest apple and pear. *In* Shenk, M; Kogan, M. Ed. IPM in Oregon: Achievements and Future Directions. Oregon

State University Extension Service Special Report 1020. Oregon State University. p. 56-74.

Correa-Ferreira, BS. 2000. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. *Integrated Pest Management Reviews* 5(2):75-80.

Croft, BA. 1997. Management of spider mites for biological control and pesticide resistance: A case of landscape level IPM for diverse agriculture in the Pacific Northwest (PNW) United States. *In* Saito, T; Croft, BA. Ed. *Implementing Spider Mite Resistance Management Programs*. Tokio, Japón, Japan Crop Protection Association. p. 27-66.

IPPC. 2000. Report and Plan of Work-USDA-CSREES 2000 http://www.idea.iastate.edu/projects/pprs/annualreport/ipm/old_plans_of_work.asp

Knipling, EF. 1979. The Basic Principles of Insect Population Suppression and Management. *Agriculture Handbook* 512. Washington, DC, USDA-ARS. 659 p.

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43:243-270.

Kogan, M; Croft, BA; Sutherst, RF. 1999. Applications of ecology for integrated pest management. *In* Huffaker, CB; Gutiérrez, AP. Ed. *Ecological Entomology*. 2 ed. New York, John Wiley & Sons. p. 681-735.

Riedl, H; Niederholzer, F; Seavert, C. 2000. Integrated fruit production for pome fruit in Hood River: pest management in the integrated fruit production (IFP) program. *In* Shenk, M; Kogan M. Ed. *IPM in Oregon: Achievements and Future Directions*. Oregon State University Extension Service Special Report 1020. p. 43-55.

Stadelbacher, EA. 1985. Management of first generation bollworm and tobacco budworm populations on wild host plants *In* Beltwide Cotton Production Research Conferences (1985, New Orleans). *Proceedings*. p. 150-152.

USDA/ARS. 2000. Areawide Program For Suppression of Codling Moth in the Western United States. Yakima Agricultural Research Laboratory. Wapato, WA.

VanBuskirk, P; Hilton, R; Naumes, L; Westgard, P. 2000. Areawide management of codling moth in pears. *In* Shenk, M; Kogan, M. Ed. *IPM in Oregon: Achievements and Future Directions*. Oregon State University Extension Service Special Report 1020. p. 36-42.