

El Manejo Integrado de Plagas Agrícolas: La alternativa inteligente para cultivos más productivos y sostenibles.

Por Domenico Pavone

Las plagas y enfermedades en cultivos agrícolas representan una de las principales amenazas al suministro de alimentos en el mundo. El surgimiento de estos problemas es complejo, como también lo es su solución. Por ello, limitarse a aplicar una sola metodología para mitigar el efecto de organismos perjudiciales en los cultivos, a la larga resultará poco efectivo. Es así como solo con el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) es posible lograr una condición que permita tener buenas cosechas bajo el amparo del desarrollo sostenible.

¿Qué es el MIP (Manejo Integrado de Plagas)?

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) o más ampliamente Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) suele definirse como la unión de varias estrategias de forma holística para mitigar el efecto de plagas y enfermedades agrícolas con una mínima aplicación de agroquímicos. La idea no es erradicar al agente causal del problema, sino mantener sus poblaciones por debajo del nivel de daño económico. Es tan importante este concepto, que la Unión Europea obligó a todos los productores y profesionales agrícolas a aplicar los principios generales del Manejo Integrado de Plagas desde 2014.

El MIPE es un término muy usado en el ámbito agrícola, sin embargo, la mayoría de los sistemas productivos dependen en gran medida del uso de plaguicidas químicos. De esta forma, el MIPE aún necesita mucha investigación y mejoras en sus formas de aplicación. El problema probablemente radica en que no se integran suficientes métodos de forma adecuada para

combatir las plagas como para lograr un efecto sinérgico, es decir que la aplicación conjunta traiga como resultado un mejor control que cada técnica aplicada por separado.

De esta forma, [Stenberg \(2017\)](#) propone el concepto de Manejo Integrado de Plagas como "Un acercamiento holístico para combatir plagas y enfermedades usando todos los métodos disponibles y minimizando el uso de agroquímicos". También propone el concepto de la Ciencia del MIPE como "el estudio sistemático de la compatibilidad y la optimización de acciones implementadas simultáneamente asociadas con al menos dos elementos del manejo de plagas".

Según [Dara \(2019\)](#), la implementación de los programas de manejo integrado depende de muchos factores que incluyen el nivel educativo, las condiciones sociales y económicas, la conciencia ambiental, el pensamiento racional, los valores morales, las regulaciones, las políticas públicas, la disponibilidad de las herramientas para el manejo integrado, las preferencias del consumidor y las tendencias del mercado.

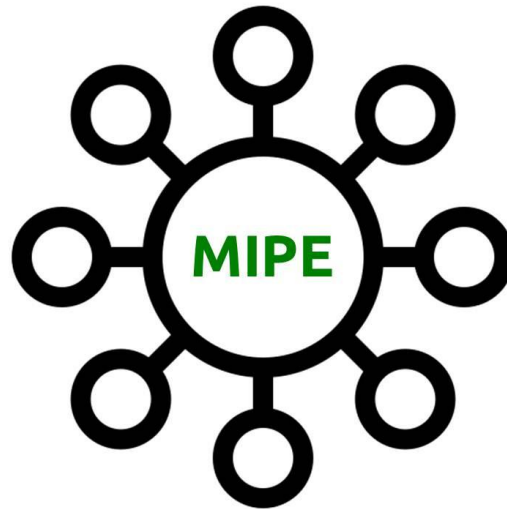


Figura 1. El MIPE es una combinación de las mejores y más adecuadas técnicas de manejo de cultivos agrícolas buscando un efecto sinérgico como resultado de esta combinación.

La interpretación del manejo integrado varía entre aquellos que practican estas estrategias. Para algunos, es un proceso sostenible basado en hechos científicos que combina herramientas culturales, biológicas, físicas y químicas para reducir el riesgo del ataque de organismos plaga minimizando el uso de químicos. Sin embargo, otras personas lo ven como una simple rotación de agroquímicos con modos de acción distintos con la finalidad de reducir la aparición de resistencia.

El Manejo Integrado de plagas puede ser representado como una pirámide (Figura 2). Las bases de un programa MIPE se fundamentan en un diagnóstico adecuado, en los planes de monitoreo y pronóstico, en la factibilidad económica y en la investigación y capacitación continua. Sobre estos pilares se sustentan todas las estrategias disponibles para manejar las poblaciones de organismos perjudiciales.

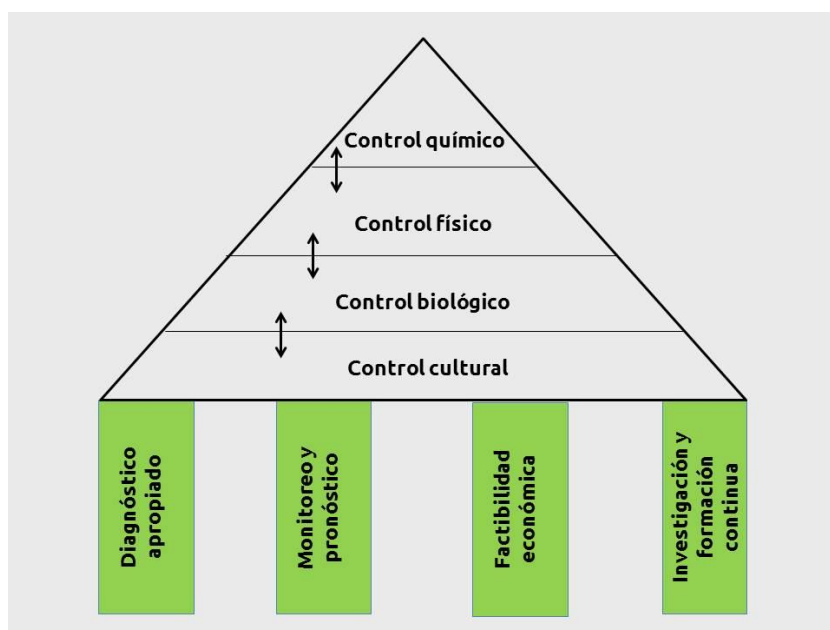


Figura 2. Pirámide de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.

Elementos de un programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Existen muchas estrategias que pueden ayudar a controlar plagas y enfermedades. Si bien las acciones específicas dependerán de cada cultivo y condición, aquí te vamos a mostrar algunas generalidades que ayudarán a crear un plan inteligente de MIPE.

Es importante aclarar que el manejo integrado no es un método único que aplica a todas las situaciones, sino más bien una forma de hacer las cosas, una visión que guía al productor o profesional asesor, en el uso de las estrategias más apropiadas para cada situación. De esta forma, es un manejo de plagas realizado de forma socialmente aceptada, amigable con el ambiente y que toma en cuenta la factibilidad económica.

Vamos a dar algunos ejemplos de prácticas aplicadas en manejo integrado, pero se debe entender que no todas aplican a cada situación por lo que habrá que elegir las que mejor se adapten tomando en cuenta las interacciones entre los métodos escogidos. Para elegir una estrategia esta debe cumplir con el principio **DAE**:

Disponible y aplicable
Ambientalmente sostenible
Económicamente viable

Control cultural

Se basa en el uso de buenas prácticas agronómicas que reducen el riesgo de la aparición de organismos plaga. Semillas libre de patógenos, fechas de siembras adecuadas, densidad del cultivo, tipo de riego, fertilización, eliminación de restos de cosecha, eliminación y destrucción de plantas afectadas, limpieza de equipos e implementos, arado, rotación de cultivos, son todas variables con las que se

puede jugar para minimizar el efecto de las plagas y enfermedades.

Obviamente se requiere de un conocimiento de cómo cada una de ellas afecta a los organismos presentes en el agroecosistema. Por ejemplo, poco potasio estimula la producción de ácido jasmónico en algunas plantas disparando reacciones de defensa. Por otro lado, mucho nitrógeno puede estimular la actividad de herbivoría y su deficiencia la aparición de enfermedades ([Dara, 2019](#)).

Un elemento crucial en los programas de manejo integrado es el uso de plantas que poseen defensas naturales contra plagas y patógenos. Así, la producción de metabolitos secundarios, tricomas, ceras, entre otros, hacen a la planta más resistente a los ataques. Las plantas también pueden producir señales que atraen enemigos naturales.

La forma como las plantas responden a la presencia de ciertos organismos también puede ayudar a resistir el ataque. De esta forma, la planta puede quedar en un estado "preparado" con sistemas de defensa activos y cuando el patógeno aparece, esta puede responder de forma más rápida y adecuada al ataque. El estado "preparado" en una planta puede ser inducido por factores bióticos o abióticos como sustancias volátiles inducidas por la herbivoría, ovoposición, microorganismos del suelo, entre otros.

Una estrategia para preparar a la planta para el ataque de patógenos y plagas es tratar semillas o plántulas antes de ser sembradas con ácido jasmónico o aminobutírico, los cuales están involucrados en el desencadenamiento de medios de defensa en plantas. La presencia de hongos benéficos en las raíces como *Trichoderma* también puede desencadenar este tipo de señales. Es por ello que en la aplicación de estos bioinoculantes se recomienda hacerlo desde el inicio directo a la semilla y en el suelo antes de sembrar, para así aprovechar los

beneficios de la interacción de las raicillas en crecimiento y el microorganismo.

Otra estrategia cultural es aumentar la biodiversidad en el cultivo. De forma general, los monocultivos son muy sensibles a organismos perjudiciales debido en gran medida a la falta de variabilidad genética dentro del cultivo. Así, esta población no posee variaciones en sus genes de resistencia y ante cualquier sensibilidad a un ataque, todas se verán afectadas por igual. Si se usan distintas variedades en el cultivo con varios grados de

resistencia, es posible romper el ciclo del patógeno o plaga al representar las plantas resistentes una barrera para su dispersión.

La poca variabilidad de especies también puede llegar a ser un problema, ya que al haber varias especies en un mismo agroecosistema la capacidad de las plagas y patógenos de encontrar a su hospedador disminuye. Este efecto se acrecienta si la combinación de especies se hace de forma inteligente, escogiendo plantas repelentes de plagas o atrayentes de enemigos naturales y organismos benéficos.



Figura 3. El monocultivo (izquierda) posee poca biodiversidad en comparación con el policultivo (derecha). Una mayor diversidad trae consigo varias ventajas.

El manejo del hábitat para fomentar aumentos de la biodiversidad es un punto crucial en los programas de manejo integrado. Una de las estrategias más usadas es la incorporación al agroecosistema de plantas que sirvan de alimento y refugio para los agentes de biocontrol. Esto puede lograrse con la siembra de plantas que aporten flores y néctar al ecosistema. Como ejemplo, [Stenberg \(2017\)](#) menciona que algunos estudios han determinado que plantas productoras de néctar sembradas cerca de campos de arroz, atraen gran cantidad de depredadores y parasitoides, mientras que las poblaciones de plagas fueron reducidas.

Las siembras intercaladas de varias especies también ha dado buenos resultados, aunque

hace falta optimizar la escala de la diversificación vegetal para favorecer a los agentes de biocontrol. Finalmente, la diversificación usando variedades de la misma especie también ha dado resultados alentadores, ya que la mezcla de plantas resistentes y susceptibles en el mismo cultivo, puede afectar el ciclo de vida de las plagas y por consiguiente de los brotes. Este también es un campo de ecología poblacional con mucho potencial de investigación.

Manejo biológico

El manejo biológico es el uso de organismos benéficos con la finalidad de mitigar brotes poblacionales de plagas y enfermedades o

mejorar de alguna forma el estado fisiológico de la planta. El concepto de manejo biológico va más allá del simple control de plagas y enfermedades, ya que además busca explotar la interacción de las plantas con los organismos benéficos para sacar el máximo provecho de esta relación. La combinación de control de plagas y enfermedades con enemigos naturales y el efecto benéfico de los organismos sobre las plantas que mejora su fisiología, dará como resultado el tan ansiado efecto sinérgico.

Existe el control natural que es el ejercido por la naturaleza sin la intervención del ser humano. Por su parte, el control biológico se refiere al uso de esos mismos enemigos naturales pero manipulados a través de la masificación o manejo del mismo para que puedan ejercer su actividad controladora. Existen muchos tipos de agentes para el manejo biológico que incluyen:

virus, bacterias, hongos y nemátodos entomopatógenos, hongos antagonistas, microorganismos promotores del crecimiento vegetal, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de nutrientes, insectos depredadores y parasitoides, entre otros (Figura 3). Dentro del Manejo Integrado, es probable que el manejo biológico sea el elemento más investigado y estudiado. De esta forma, se da lugar a una gran cantidad de innovaciones que permiten mejorar la eficacia de las aplicaciones.

Entre los retos del biocontrol está que en áreas abiertas los insectos liberados pueden emigrar a otras áreas, atacarse entre sí o atacar a insectos distintos a la plaga. En el caso de los microorganismos benéficos, una de sus principales limitantes en su alta dependencia de las condiciones ambientales, lo cual puede ser sobrellevado usando formulaciones apropiadas.



Figura 3. Agentes de biocontrol. Izquierda: Mantis sp depredador. Derecha: Larva de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) atacada por el hongo *Metarhizium rileyi* (antes *Nomuraea rileyi*) sobre mazorca de maíz.

Control físico y mecánico

En este caso pueden utilizarse técnicas como el uso de trampas valiéndonos del comportamiento de la plaga. También incluye la colocación de barreras físicas para el acceso de la plaga a sitios clave del cultivo. Es muy común el uso de prácticas mecánicas para la eliminación de malezas, trampas para roedores e insectos y la modificación de condiciones en

invernaderos como la humedad y temperatura. También es posible esterilizar con vapor o solarización el suelo, usar ahuyentadores de aves y dispositivos sónicos, entre muchas otras técnicas.

El uso de sustancias volátiles de baja toxicidad puede conferir grandes beneficios al cultivo al afectar en gran medida al organismo blanco,

pero tener poco efecto sobre otros organismos. Dentro de este grupo están las feromonas sexuales que pueden ser aplicadas en trampas con el objeto de atrapar a la plaga o afectar el apareamiento e impedir su reproducción. También hay otros tipos de feromonas como las de coordinación o agregación. Su uso se limita a manejos preventivos y no curativos.

Control químico

Es el uso de sustancias sintéticas, de origen microbiano o botánico que son tóxicas contra las plagas y enfermedades. Rotar el uso de estas sustancias y usarlos a las concentraciones recomendadas es crucial para evitar la aparición

de resistencia. Cuando se usan de forma adecuada las opciones de control que no incluyen el uso de agroquímicos, puede mantener a raya a las plagas evitando el uso de estas sustancias durante el ciclo del cultivo.

Aunque las decisiones de manejo integrado deberían basarse en umbrales de daño económico, muchas veces estos no están disponibles, son difíciles de determinar o no son aplicables en todas las condiciones ambientales. Por ello, es importante utilizar prácticas de prevención y monitoreo constante para usar las mejores estrategias a tiempo.

Consideraciones finales

El objetivo del manejo integrado de plagas es hacer que todos los elementos elegidos ejerzan un efecto sinérgico sobre el cultivo, es decir que cada uno se potencie por el efecto del otro y el resultado total sea mayor que el de cada estrategia por separado. En este artículo hemos señalado algunos aspectos cruciales y estrategias para implementar un programa de manejo integrado. Sin embargo, cada situación tiene su particularidad por lo que la elección de las acciones a tomar dependerá de las necesidades y posibilidades de cada productor y sobre todo de su experiencia. El manejo integrado tiene mucho que ofrecer a la agricultura, su correcta implementación permitirá acercarnos cada día más al cumplimiento de los [objetivos de desarrollo sostenible](#).

Te invitamos a dejar en los comentarios tus experiencias con el manejo integrado.



Domenico Pavone es biólogo y especialista en protección vegetal. 15 años como profesor universitario y autor de artículos científicos en microbiología, biotecnología, biocontrol de plagas y enfermedades agrícolas.